

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL MUNICIPIO DE URUMITA, LA
GUAJIRA**



AUTOR

SALDAÑA LIÑÁN HASSLER JAVIER

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2024

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL MUNICIPIO DE URUMITA, LA
GUAJIRA**

AUTOR

SALDAÑA LIÑÁN HASSLER JAVIER

DIRECTORA

**LORENA FELICIA SIERRA CUELLO
DOCTORA EN INGENIERÍA**

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

VALLEDUPAR – CESAR

2024

DEDICATORIA

A Cristiano Ronaldo Dos Santos Aveiro

A Cristiano Ronaldo, cuya dedicación, esfuerzo y perseverancia me han inspirado a alcanzar mis propios sueños. Tu pasión por el fútbol y tu compromiso con la excelencia son un testimonio de que con trabajo duro y determinación, todo es posible. Ejemplo vivo de que ningún obstáculo es más grande que nuestros objetivos. Gracias por ser un modelo a seguir y por recordarnos que nunca debemos rendirnos en la búsqueda de nuestras metas.

Hassler Javier Saldaña Liñán



AGRADECIMIENTOS

Agradecer primeramente a Dios por permitirme haber llegado hasta acá. A mi familia por ser siempre ese motor en mi vida que me impulsan a lograr cada objetivo que me he propuesto. A todos los que se han acercado a mí con el propósito de enseñar, educar y crecer en todos los aspectos posibles. Y por último gracias a nuestra alma mater, qué forjo el profesional que será hoy en día. Muchas gracias.

Hassler Javier Saldaña Liñán



TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1. SITUACIÓN PROBLEMA | 11 |
| 2. ARGUMENTO DE LA PRÁCTICA | 12 |
| 3. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA..... | 13 |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 13 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 13 |
| 4. MARCO REFERENCIAL..... | 14 |
| 4.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA | 14 |
| 4.1.1. Información Básica | 14 |
| 4.1.2. Misión de la Empresa..... | 15 |
| 4.1.3. Visión de la Empresa | 15 |
| 4.1.4. Políticas de la Empresa | 15 |
| 4.1.5. Valores de la Empresa | 16 |
| 4.1.6. Estructura Organizacional..... | 17 |
| 4.1.7. Portafolio de Productos y Servicios..... | 18 |
| 4.2. MARCO CONTEXTUAL | 19 |
| 4.3. MARCO CONCEPTUAL | 21 |
| 4.4. MARCO LEGAL..... | 22 |
| 5. PLANIFICACIÓN METODOLÓGICA..... | 24 |
| 5.1. CAMPO DE APLICACIÓN..... | 24 |
| 5.2. FUNCIONES ESPECÍFICAS | 24 |

| | |
|---|----|
| 5.3. PERFIL DEL SUPERVISOR | 24 |
| 5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO | 26 |
| 6. PRODUCTOS Y ANÁLISIS..... | 27 |
| 6.1. ANALIZAR LAS CARACTERIZACIONES FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICAS, ASÍ COMO TAMBIÉN A LOS COMPONENTES HIDRÁULICOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE URUMITA | 27 |
| 6.1.1. Revisión del Registro Histórico de Caracterizaciones..... | 27 |
| 6.1.2. Inspección del Sistema de Tratamiento | 39 |
| 6.2. EVALUAR LOS INDICADORES DE CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA (ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO – IRCA, ÍNDICE DE RIESGO POR ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO - IRABA E ÍNDICE DE BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS DE PTAP – IBP) DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE URUMITA | 42 |
| 6.2.1. Determinación del IRCA, IRABA e IBP | 42 |
| 6.2.2. Estudio de Tendencia de los Indicadores..... | 51 |
| 6.3. FORMULAR ESTRATEGIAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA IMPLICANDO CRITERIOS DE RIESGO EN LA MEDICIÓN Y MEJORA PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE URUMITA.. | 54 |
| 6.3.1. Identificación y Evaluación de los Riesgos | 54 |
| 6.3.2. Proposición de Estrategias en la mejora del Control y Vigilancia..... | 60 |
| 7. CONCLUSIONES | 63 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 65 |
| ANEXOS | 68 |
| ANEXO A – Constancias y Certificaciones de la Práctica..... | 68 |

| | |
|--|----|
| ANEXO B – Base de Datos de los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos | 71 |
| ANEXO C – Ficha Técnica de Inspección Inicial | 78 |
| ANEXO D – Cálculo del Índice de Riesgo por Abastecimiento para el Consumo Humano – IRCA | 81 |
| ANEXO E – Información del Índice de Tratamiento, Índice de Continuidad y Determinación de Riesgo por Distribución en el Municipio | 87 |
| ANEXO F – Evaluación de Buenas Prácticas Sanitarias..... | 89 |



LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Estructura organizacional de la Empresa AGUAUR E.S.P. LTDA..... | 17 |
| Figura 2. Localización geográfica del municipio de Urumita y la empresa AGUAUR y PTAP . | 20 |
| Figura 3. Histograma del parámetro químico Cloro Libre Residual (unidades: Mg Cl ₂ /L)..... | 28 |
| Figura 4. Porcentaje de cumplimiento normativo del Cloro Libre Residual (unidades: Mg Cl ₂ /L) | 29 |
| Figura 5. Histograma del parámetro físico Conductividad (unidades: µs/cm)..... | 30 |
| Figura 6. Histograma del parámetro físico potencial de hidrógeno – pH (unidades de pH ^[+])..... | 31 |
| Figura 7. Porcentaje de cumplimiento normativo del potencial de hidrógeno (unidades de pH). | 33 |
| Figura 8. Histograma del parámetro físico Temperatura (unidades: °C)..... | 34 |
| Figura 9. Histograma del parámetro físico Turbiedad (unidades: NTU)..... | 35 |
| Figura 10. Porcentaje de cumplimiento normativo de la Turbiedad (unidades: NTU) | 36 |
| Figura 11. Porcentaje de cumplimiento normativo del Color aparente (Unidades: UPC)..... | 37 |
| Figura 12. Porcentaje de cumplimiento normativo Coliformes Totales (Unidad: UFC/100 mL) | 38 |
| Figura 13. Porcentaje de cumplimiento normativo Escherichia coli (Unidad: UFC/100 mL)..... | 39 |
| Figura 14. Resultado de la Inspección Inicial practicada a la PTAP | 40 |
| Figura 15. Niveles de Turbiedad de las fuentes de agua superficial referentes | 41 |
| Figura 16. Parámetros evaluados para la determinación del IRCA | 42 |
| Figura 17. Evaluación del IRCA de la serie febrero 2021 – marzo 2024..... | 43 |
| Figura 18. Cumplimiento de la lista de chequeo en BPS Anexo Técnico 1 Res. 000082 de 2009 | 50 |
| Figura 19. Regresión Lineal Múltiple para predicción de la variable IRCA | 52 |
| Figura 20. Iteraciones de la Regresión para predicción de la variable IRCA..... | 53 |
| Figura 21. Estado de algunos elementos técnicos de la infraestructura operativa de la PTAP | 55 |
| Figura 22. Evaluación del laboratorio que efectúa los análisis de control..... | 56 |
| Figura 23. Evaluación de los puntos de muestreo de agua | 56 |
| Figura 24. Evaluación de la capacidad instalada del Sistema de Tratamiento de Agua..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Figura 25. Evaluación de la capacidad financiar en el sistema de abastecimiento de agua | 58 |
| Figura 26. Evaluación de los procesos y procedimientos | 58 |
| Figura 27. Evaluación del talento humano | 59 |
| Figura 28. Evaluación del cumplimiento de la vulnerabilidad | 59 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Información básica de generalidades de la empresa | 14 |
| Tabla 2. Aspectos legales relativos a la práctica..... | 22 |
| Tabla 3. Perfil del supervisor asignado por la empresa al practicante..... | 24 |
| Tabla 4. Planificación metodológica ejecutada durante las prácticas académicas | 26 |
| Tabla 5. IRCA Nacional, IRCA Urbano Nacional e IRCA Urbano departamento de La Guajira | 44 |
| Tabla 6. Estrategias para la Mejora del Control y Vigilancia en la calidad del agua de la PTAP en Urumita | 61 |



INTRODUCCIÓN

Los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano que provienen de un proceso de tratamiento se ven expuestos a riesgos asociados a la contaminación o posibles amenazas, siendo el caso de la PTAP de AGUAUR E.S.P. LTDA que suministra el preciado líquido a los habitantes del municipio de Urumita en el sur del departamento de La Guajira. Estos sistemas son evaluados con procesos técnicos establecidos en normativas como la resolución 2115 de 2007, la resolución 000082 de 2009 y la resolución 000549 de 2017, siguiendo una metodología enfocada en mitigar las amenazas y atacar las vulnerabilidades con un conocimiento amplio situacional.

Conforme a lo anterior, este trabajo fue una decisión emitida a las funciones del practicante, en juicio a los parámetros de calidad del agua y la gestión del riesgo en esta materia, que ha sido poco o nada estudiada, y sería una oportunidad importante para esclarecer la situación actual y poder tomar decisiones para la posible expansión del sistema de abastecimiento, lo cual es un hecho y que en la actualidad se están tramitando ante las entidades municipales y autoridad ambiental.

Con el desarrollo de este documento se pudo evidenciar que la calidad del agua del municipio de Urumita es apta para el consumo humano y que los riesgos provenientes por constituyentes son bastantes controlados por la calidad actual que tiene el sistema de tratamiento, sin embargo, aspectos relacionados al tratamiento pueden reducir la capacidad operativa ante situaciones accidentales o emergentes, por lo cual, hay que estar precavidos ante toda situación, lo que llevó a plantear estrategias que apoyen el control y la vigilancia.

Este documento se integra con una estructura coordinada para garantizar que el lector pueda comprender a profundidad el contexto situacional y como se enfrentó la problemática descrita, por lo cual, integra cuatro capítulos de los cuales, “Productos y Análisis” contienen el tenor de los resultados alcanzados con *los elementos a disposición brindados y aceptados abiertamente* y con compromiso por AGUAUR E.S.P. LTDA.

1. SITUACIÓN PROBLEMA

La falta de control y vigilancia adecuada de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano puede tener consecuencias graves tanto para la salud de las personas como para el medio ambiente. Cuando estos sistemas no están adecuadamente supervisados, existe un mayor riesgo de contaminación del agua, lo que puede dar lugar a brotes de enfermedades y condiciones de salud adversas. Además, un sistema de agua mal gestionado puede llevar al derroche de recursos y a una gestión ineficiente de los mismos. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el acceso al agua potable segura y limpia es un derecho humano fundamental y es esencial para una vida saludable y digna. La OMS también destaca que la vigilancia del agua para consumo humano, que incluye la evaluación regular de la seguridad y calidad del agua, es una de las formas más efectivas de proteger la salud pública (OMS, 2017).

En el municipio de Urumita, se encuentra una problemática crítica en relación con la calidad del agua para consumo humano. El agua proviene principalmente del denominado “Río Mocho”, el cual por ocasiones presenta altos valores de turbidez que permiten la suspensión de los procesos de tratamiento y el abastecimiento se hace sin control lo que propicia eventos como colmatación en la red de suministro y problemas de salud pública por el consumo de agua no apta para consumo humano, esto aumenta significativamente el riesgo en la calidad, el tratamiento y deja un vacío de entendimiento en cuanto a la calidad sanitaria en la prestación de este servicio básico necesario.

Por otro lado, la falta de un monitoreo adecuado y la ausencia de indicadores de riesgo precisos para evaluar la calidad del agua y las prácticas sanitarias, limitan la capacidad de respuesta ante posibles problemas de contaminación. Todo esto, sumado a la creciente y fluctuante población en el municipio, resaltando la urgencia de evaluar la planta de tratamiento de agua de tal forma que se tengan criterios con los cuales planificar las necesidades actuales y futuras de Urumita. Ante esta situación se prevé la necesidad de hacer estudios preliminares que puedan tener una medida de la magnitud del riesgo considerando registros históricos y de estado de la estructura hidráulica que compone el sistema, con el objeto de establecer estrategias que ayuden a la Empresa de Servicios Públicos a tomar decisiones con el gobierno local.

2. ARGUMENTO DE LA PRÁCTICA

Dada la problemática presente en el municipio de Urumita con el riesgo por el suministro de agua, es primordial emprender una evaluación de su infraestructura hidráulica. La realización de una inspección permitirá identificar la calidad del sistema y como su estado actual podría estar afectando la prestación del servicio y el tratamiento, además esto proporcionaría un panorama detallado en sus procesos inherentes. Este proceso de evaluación ayudará a prevenir problemas futuros, como pérdidas de agua causados por fisuras y agrietamiento por vencimiento del revestimiento o afectaciones de infraestructura.

Además, el proceso de Caracterización de Agua de Suministro es esencial para la identificación de posibles riesgos asociados con el consumo humano de agua. La recopilación de registros y la evaluación del Índice de Riesgo por Consumo Humano proporcionarán una visión clara de la calidad del agua que se suministra actualmente y permitirán la implementación de medidas preventivas para garantizar la seguridad de los consumidores.

Además, la implementación del Formato de Calificación del Concepto Sanitario con la Resolución 0089 de enero del 2009, asegurará el cumplimiento de los estándares sanitarios establecidos y proporcionará un marco para la evaluación continua del sistema de suministro de agua. La realización de esta evaluación integral y el seguimiento continuo de los indicadores clave permitirá el desarrollo de recomendaciones informadas para abordar cualquier riesgo identificado. Estas guiarán el camino hacia una mejora significativa del sistema de suministro de agua en Urumita, lo que a su vez beneficiará la salud y el bienestar de toda la población.

Este trabajo se justifica por la necesidad de garantizar un suministro de agua seguro y confiable en Urumita, en consonancia con las regulaciones de calidad del agua establecidas en las normativas de calidad, control y vigilancia del agua para el consumo humano como lo son los Decretos 475 de 1998, 1594 de 1984, y 1575 de 2007, y las Resoluciones 549 de 2017, 4716 de 2010, y 2115 de 2007. La ejecución de estas evaluaciones y acciones de mejora contribuirá a la gestión sostenible del agua en el municipio y será obra para la futura mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

3. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano del municipio de Urumita, La Guajira.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar las Caracterizaciones Física, Química y Microbiológicas, así como también a los Componentes Hidráulicos del Sistema de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano de Urumita.

Evaluar los Indicadores de Control y Vigilancia de la calidad del agua (Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para el Consumo Humano – IRCA, Índice de Riesgo por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano - IRABA e Índice de Buenas Prácticas Sanitarias de PTAP – IBP) del sistema de abastecimiento de Urumita.

Formular Estrategias para el Sistema de Control y Vigilancia de la Calidad del Agua implicando Criterios de Riesgo en la medición y mejora para el Sistema de Abastecimiento de Urumita.




4. MARCO REFERENCIAL

4.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1.1. Información Básica

Tabla 1.

Información básica de generalidades de la empresa

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Razón Social | : | COOPERATIVA DE AGUAS DE URUMITA AGUAUR LTDA E.S.P. |
| Representante Legal | : | EUNICE MURGAS SAURITH |
| Teléfono | : | 3045381127 |
| Ciudad | : | Urumita |
| Departamento | : | La Guajira |
| No. de Centros de Trabajo | : | 1 |
| Dirección Actual | : | Calle 14B 9ª 16 Plaza Principal |
| NIT | : | 900334020-6 |
| Sector Productivo | : | Primario |
| Actividad Económica | : | CIU 3600 - Captación, tratamiento y distribución de agua. |
| Actividades Prestadas | : | Operativos como los de captación, tratamiento, y la distribución de agua para uso doméstico; estratégicos como administrativos, financieros y organizacionales; de apoyo como las evaluaciones, seguimientos y monitoreos |
| Número de Empleados | : | 7 de planta y 9 por OPS (16 empleados) |
| Nivel del Riesgo | : | Nivel V |
| Forma Jurídica | : | Empresa de Servicios Públicos |
| Icono | : |  |

Nota: Tomado de documentos e información administrativa de la COOPERATIVA DE AGUAS DE URUMITA AGUAUR LTDA E.S.P.

4.1.2. Misión de la Empresa

“La cooperativa aguas de Urumita Ltda. E.S.P “AGUAUR” es una empresa comprometida con los usuarios a sus necesidades y expectativas, dedicada a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable y alcantarillado en la zona urbana del municipio de Urumita La Guajira, que propende por el mejoramiento en la calidad de vida de nuestros clientes con responsabilidad ambiental y enfocada a adoptar las mejores prácticas orientadas a la prestación de un servicio eficiente” AGUAUR E.S.P. LTDA.

4.1.3. Visión de la Empresa

“Mantenemos a nivel local y departamental como la Empresa líder en la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, con propósitos de lograr en el año 2024 la certificación en parámetros de calidad que nos establezcan como entidad referente en la búsqueda continua de la sostenibilidad con responsabilidad social” AGUAUR E.S.P. LTDA.

4.1.4. Políticas de la Empresa

En la actualidad, la Empresa AGUAUR E.S.P. LTDA. solo cuenta con una política, y es referente a la Seguridad y Salud en el Trabajo, reafirmando sus compromisos humanos y sociales, siendo parte inherente de la empresa:

“La Gerencia General de la COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA. ESP. preocupada por la protección integral de todos sus empleados, contratistas, subcontratistas y el ambiente, reafirma su compromiso hacia la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo - SG-SST, y por la promoción de la calidad de vida laboral y la prevención de incidentes y accidentes de trabajo, enfermedades laborales y daños a la sociedad como al ambiente.

De igual manera la Gerencia General propenderá por un ambiente laboral seguro y sano en cada uno de los servicios que presta mediante la identificación de los peligros, evaluación, valoración de los riesgos y determinación de los controles; para lo cual definirá y asignará todos los recursos financieros, técnicos y humanos necesarios para la

implementación y mantenimiento del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo - SG-SST.

La política de Seguridad y Salud en el Trabajo será implementada y comunicada a todo el personal, contratistas y subcontratistas relacionados con las operaciones de la organización y está disponible a todas las partes interesadas” AGUAUR E.S.P. LTDA.

4.1.5. Valores de la Empresa

1. Compromiso Ambiental: Comprometidos con la preservación del medio ambiente, trabajamos para asegurar que nuestras operaciones tengan el menor impacto negativo posible en los recursos naturales.

2. Responsabilidad Social: Fomentamos prácticas comerciales éticas y sostenibles que contribuyan al desarrollo social de la comunidad, promoviendo el acceso equitativo a servicios de calidad.

3. Transparencia y Honestidad: Actuamos con integridad, transparencia y honestidad en todas nuestras interacciones, asegurando la confianza de nuestros colaboradores, clientes y comunidad.

4. Innovación Sostenible: Buscamos constantemente soluciones innovadoras y sostenibles para mejorar la eficiencia y calidad de nuestros servicios, adaptándonos a las demandas cambiantes del sector.

5. Colaboración y Trabajo en Equipo: Promovemos un entorno colaborativo donde el trabajo en equipo y la comunicación efectiva son fundamentales para alcanzar nuestros objetivos comunes.

6. Excelencia y Calidad: Buscamos la excelencia en cada aspecto de nuestras operaciones, comprometidos con brindar servicios de la más alta calidad y cumplir con estándares superiores.

7. Desarrollo Profesional y Personal: Fomentamos el crecimiento y desarrollo de nuestro equipo, proporcionando oportunidades para el aprendizaje continuo y el avance profesional y personal.

8. Eficiencia Operativa: Optimizamos nuestras operaciones para garantizar la eficiencia en el uso de recursos, tiempo y energía, maximizando el valor para nuestros clientes y la comunidad.

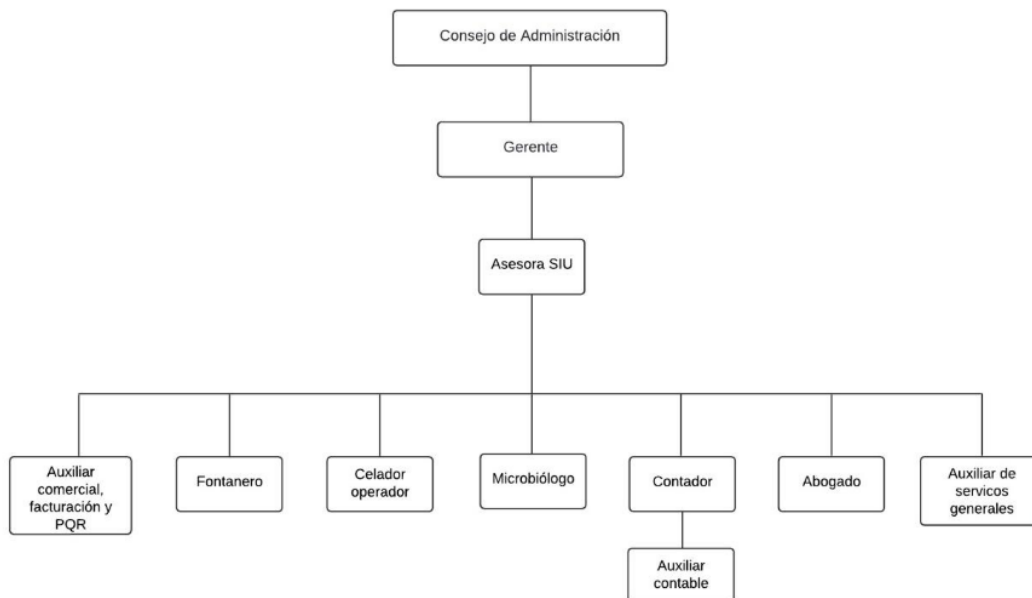
9. Resiliencia y Adaptabilidad: Nos adaptamos proactivamente a los cambios y desafíos, mostrando resiliencia en la búsqueda constante de soluciones efectivas y sostenibles.

10. Empoderamiento y Diversidad: Fomentamos un ambiente inclusivo que celebra la diversidad y empodera a todos los miembros del equipo para contribuir con sus habilidades y perspectivas únicas.

4.1.6. Estructura Organizacional

Figura 1.

Estructura organizacional de la Empresa AGUAUR E.S.P. LTDA.



Nota: Tomado del Manual de Gestión Administrativa de AGUAUR E.S.P. LTDA.

4.1.7. Portafolio de Productos y Servicios

1. Suministro de Agua Potable: Abastecimiento continuo y seguro de agua potable para la comunidad, garantizando la calidad y cumpliendo con las normativas sanitarias.

2. Gestión Integral de Alcantarillado: Diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado, asegurando la correcta disposición de aguas residuales de manera eficiente y sostenible.

3. Tratamiento de Aguas Residuales: Implementación y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales para minimizar impactos ambientales y cumplir con los estándares de calidad.

4. Monitoreo de Calidad del Agua: Servicios de monitoreo constante de la calidad del agua, utilizando tecnologías avanzadas y métodos de muestreo, para garantizar la seguridad y pureza del suministro.

5. Asesoría en Gestión Ambiental: Consultoría para implementar prácticas y políticas ambientales sostenibles, incluyendo evaluación de impacto ambiental y desarrollo de programas de responsabilidad social.

6. Educación Ambiental y Capacitación: Programas de concientización y capacitación para la comunidad, instituciones educativas y colaboradores, fomentando prácticas responsables hacia el uso eficiente del agua.

7. Reparación y Mantenimiento de Infraestructuras: Servicios de reparación y mantenimiento de sistemas de agua y alcantarillado, asegurando su funcionamiento óptimo y prolongando su vida útil.

8. Desarrollo de Proyectos Sostenibles: Participación en la planificación y ejecución de proyectos ambientalmente sostenibles, contribuyendo al desarrollo sostenible de la comunidad.

9. Estudios Hidrogeológicos y de Impacto Ambiental: Realización de estudios especializados para evaluar la disponibilidad de recursos hídricos y los posibles impactos ambientales de proyectos específicos.

10. Atención y Respuesta a Emergencias: Servicios de atención rápida y eficiente ante emergencias, como desbordamientos, rupturas de tuberías, y otras situaciones que puedan afectar la infraestructura hídrica.

4.2. MARCO CONTEXTUAL

El municipio de Urumita, situado en el sur del departamento de La Guajira, Colombia, se caracteriza por su ubicación geográfica al pie de la serranía del Perijá, una extensión de la cordillera oriental. Fundado el 3 de octubre de 1785 por Juan Bautista Canalete, Urumita adquirió su estatus de municipio en 1979. Está ubicado a 175 km al sur de Riohacha, la capital departamental, y a 45 km al noreste de Valledupar, en el departamento del Cesar. Limita al norte con el municipio de Villanueva, al sur con La Jagua del Pilar, al oeste con Valledupar y al este con la República Bolivariana de Venezuela (Plan de Desarrollo Municipal [PDM] “Construyamos lo Nuestro, 2020-2023; Ficha Técnica Urumita TERRIDATA del DNP, 2024; Censo DANE, 2018).

El área total del municipio es de 329,09 km², representando el 1,58 % del área del departamento de La Guajira y el 0,029 % del área total nacional. Urumita cuenta con varias fuentes hídricas, entre ellas el río Urumita, también conocido como "Mocho", y el Marquezote. La cabecera municipal se encuentra a una altitud de 255 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 28 °C y una precipitación anual de 1000 mm (PDM “Construyamos lo Nuestro, 2020-2023).

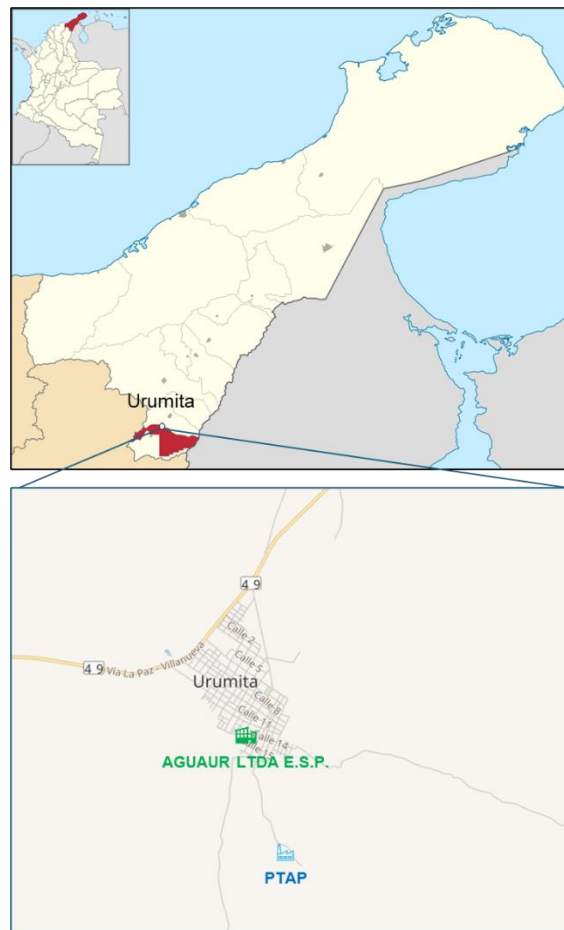
Históricamente, Urumita fue un corregimiento del municipio de Villanueva hasta que, por razones económicas y políticas, en 1979 recobró su carácter de municipio autónomo. Su desarrollo urbano comenzó a principios del siglo XX, destacándose el crecimiento de nuevos barrios y la consolidación de zonas urbanas como la calle de Los Mangos y la calle de Las Flores. En las décadas siguientes, la creación de nuevas viviendas y urbanizaciones impulsó el crecimiento del perímetro urbano hacia la principal vía de comunicación con Valledupar y Villanueva (PDM “Construyamos lo Nuestro, 2020-2023).

Económicamente, Urumita depende del comercio, la explotación minera, el turismo y los servicios, mientras que la agricultura y ganadería ocupan un lugar secundario. Los cultivos principales incluyen café, plátano, algodón, maíz, yuca, frijol, cacao, entre otros. La presencia del turismo ha fomentado la creación de talleres de artesanías. Además, la economía local se beneficia del comercio con ciudades cercanas y del suministro de servicios para la mina de carbón del Cerrejón (Ficha Técnica Urumita TERRIDATA del DNP, 2024)

En términos sociales y culturales, Urumita cuenta con 21 barrios en su casco urbano. La población total en 2024 es de 12.822 habitantes, con una densidad poblacional de 51,49 habitantes por kilómetro cuadrado. La infraestructura cultural incluye tres infraestructuras de uso cultural, aunque el consejo de cultura no está operando activamente. En el ámbito educativo, no hay colegios amigos del turismo y la proporción de la población migrante clasificada en el Sisbén es de 0,36 (PDM “Construyamos lo Nuestro, 2020-2023; Ficha Técnica Urumita TERRIDATA del DNP, 2024).

Figura 2.

Localización geográfica del municipio de Urumita y la empresa AGUAUR y PTAP



Nota: Elaborado por el Practicante (2024) empleando imágenes de la Comunidad Wikimedia, situando la localización de la empresa AGUAUR LTDA E.S.P. y la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Urumita, La Guajira, Colombia.

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Calidad del Agua: La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua que determinan su idoneidad para el consumo humano y otros usos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017).

Monitoreo y Control: El monitoreo y control en el contexto del suministro de agua implican la evaluación continua y sistemática de la calidad del agua para asegurar que cumpla con los estándares establecidos y sea segura para el consumo humano (OMS, 2017).

Sistema de Abastecimiento de Agua: Un sistema de abastecimiento de agua comprende las infraestructuras y procesos necesarios para captar, tratar y distribuir agua potable a una población (Corporación Autónoma Regional de la Guajira [CORPOGUAJIRA], 2012).

Salud Pública: La salud pública se refiere a las políticas y acciones que buscan proteger y mejorar la salud de las comunidades a través de la prevención y el control de enfermedades y la promoción de la salud (OMS, 2017).

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para el Consumo Humano (IRCA): El IRCA es un indicador que mide el nivel de riesgo asociado con la calidad del agua suministrada para el consumo humano, basado en la presencia de contaminantes y otros factores (Resolución 2115 de 2007).

Índice de Buenas Prácticas Sanitarias de PTAP (IBP): El IBP evalúa las prácticas sanitarias en las plantas de tratamiento de agua potable, asegurando que se siguen procedimientos adecuados para garantizar la calidad del agua (Resolución 2115 de 2007).

Riesgo: El riesgo en el contexto del suministro de agua se refiere a la probabilidad de que ocurran eventos adversos que puedan afectar la calidad del agua y, por ende, la salud de la población (Resolución 549 de 2017).

4.4. MARCO LEGAL

Tabla 2.

Aspectos legales relativos a la práctica

| Normativa | Descripción | Aplicación |
|--------------------------|--|--|
| Decreto 0475 de 1998 | Este decreto reglamenta la potabilización del agua en Colombia, estableciendo los requisitos técnicos y sanitarios que deben cumplir las plantas de tratamiento de agua potable para garantizar la calidad del agua suministrada a la población. | Fundamental para asegurar que el proceso de potabilización cumpla con los estándares técnicos y sanitarios. Se utilizará para evaluar las características físicas y químicas del agua tratada. |
| Decreto 1575 de 2007 | Este decreto establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Colombia. Define los criterios y procedimientos que deben seguir las entidades responsables de la gestión y control de la calidad del agua destinada al consumo humano. | Proporciona el marco normativo para la protección y control de la calidad del agua. Se aplicará para evaluar los indicadores de control y vigilancia como el IRCA, IRABA e IBP. |
| Resolución 2115 de 2007 | Esta resolución reglamenta los valores máximos permisibles de los parámetros y sustancias presentes en el agua para consumo humano. También establece los métodos de análisis y la frecuencia de monitoreo que deben seguir las entidades responsables. | Se utilizará para comparar las caracterizaciones del agua con los estándares permitidos. |
| Resolución 0082 del 2009 | Adopta formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano. | Se aplicará para realizar inspecciones detalladas del sistema de abastecimiento de agua, documentando su estado sanitario. |
| Resolución 0631 de 2015 | Esta resolución establece los parámetros y los valores límites | Se utilizará para evaluar la gestión de aguas residuales del proceso de |

| Normativa | Descripción | Aplicación |
|-------------------------|--|--|
| | permisibles de vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y al sistema de alcantarillado público, con el fin de proteger los recursos hídricos y garantizar la calidad del agua. | potabilización y su impacto en la calidad del agua. |
| Resolución 549 de 2017 | Adopta la guía que incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones. | Se aplicará para identificar y evaluar los riesgos del sistema de abastecimiento de agua, formulando estrategias basadas en criterios de riesgo. |
| Resolución 0330 de 2017 | Adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y deroga las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. | Se utilizará para evaluar los componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento, asegurando el cumplimiento de los estándares técnicos. |

Nota: Tomado de las páginas oficiales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y del Ministerio de Salud y Protección Social. Consulta realizada por el practicante en el año 2024.



5. PLANIFICACIÓN METODOLÓGICA

5.1. CAMPO DE APLICACIÓN

Conforme al acuerdo No. 003 del 08 de julio de 2021, expedido por el Concejo de Facultad de Ingenierías y Tecnológicas de la Universidad Popular del Cesar, se puede manifestar que esta práctica académica se sitúa en el área temática de aplicación “*Procesos físico químicos y calidad del agua potable y de las aguas residuales*” situado en la sublínea “*Gestión Integral del Recurso Hídrico*” en la línea de investigación del programa denominada “*Sostenibilidad y Gestión Ambiental*”.

5.2. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Esta práctica académica toma como sustento dos (2) funciones específicas de seis (6) asignadas por la empresa COOPERATIVA DE AGUAS DE URUMITA AGUAUR LTDA E.S.P., al practicante, estas son:

- Apoyo y acompañamiento en la toma de muestra para el control de calidad de agua, y,
- Apoyo en el seguimiento y monitoreo de los procesos realizados en la PTAP

5.3. PERFIL DEL SUPERVISOR

Tabla 3.

Perfil del supervisor asignado por la empresa al practicante

| | |
|--------------------------------|--|
| Nombre del Supervisor | EUNICE MURGAS SAURITH |
| Perfil Profesional | Gerente General de la COOPERATIVA DE AGUAS DE URUMITA AGUAUR LTDA E.S.P. |
| Estudios Realizados | Economista de la Universidad del Desarrollo Mayor Simón Bolívar y Modelo Prospectivo Estratégico de la Universidad del Externado de Colombia. Consultora en Actualización de Control Interno y Fiscal. |
| Experiencia Profesional | <ul style="list-style-type: none"> • Alcaldesa del municipio de Urumita 2008-2011. • Directora del Departamento Administrativo de Planeación de la Gobernación de La Guajira (2002). |

| | |
|-----------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Asesora del despacho del Gobernador de La Guajira (2001). • Asesora de Empresas del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (1998). • Profesional 4:15 en la Contraloría General del departamento de La Guajira (1996). • Auditora Fiscal Especial en la Contraloría General del departamento de La Guajira (1995). <p>Manejo de Créditos en la Hacienda Las Flores (1994).</p> |
| Tipo de Contratación | Término Indefinido |

Nota: Elaboración Propia (2024), a partir de información compartida por la Empresa COOPERATIVA DE AGUAS DE URUMITA AGUAUR LTDA E.S.P.



5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO

Tabla 4.

Planificación metodológica ejecutada durante las prácticas académicas

| No. | Actividad | Métodos |
|-----|--|---|
| 1 | Revisión del Registro Histórico de Caracterizaciones | Informe de las caracterizaciones históricas de los años 2021, 2022, 2023 y 2024 (parcial). Se obtuvieron caracterizaciones mensuales de los años indicados (hasta julio de 2024) y se hicieron los análisis con las normativas que reglamentan la calidad del agua en Colombia. |
| 2 | Inspección del Sistema de Tratamiento | Lista de chequeo elaborado con criterios del CEPIS (Manual de Evaluación – Capítulo I). Se pudo esclarecer información de localización, fuente de abastecimiento, calidad del agua de la fuente y características de la PTAP. |
| 3 | Determinación del IRCA, IRABA e IBP | Resolución 0082 del 2009 y Resolución 2115 del 2007. Se aplicaron las fórmulas matemáticas para las condiciones de caracterización obtenidas y se obtuvieron los indicadores IRCA, IRABA e IBP con base a sus especificaciones. |
| 4 | Estudio de Tendencia de los Indicadores | Construcción de Escenarios Prospectivos. Se pudo hacer un análisis comparativo entre los registros históricos para conocer el comportamiento matemático de los mismos y entender sus tendencias futuras. |
| 5 | Identificación y Evaluación de los Riesgos | Evaluación de las actividades mínimas en materia de riesgo (resolución 549 de 2017). Se evaluó la Amenaza y Vulnerabilidad para esclarecer el riesgo con el Anexo Técnico de la Resolución 0549 de 2017. |
| 6 | Proposición de Estrategias en la mejora del Control y Vigilancia | Estrategias con acciones de mejora para el control y vigilancia del sistema de abastecimiento. Con base a los resultados obtenidos se procedió a proponer medidas de prevención y mitigación en función al control y vigilancia del sistema de abastecimiento. |

Nota: Elaborado por el Practicante (2024) siguiendo los protocolos internos de la Empresa COOPERATIVA DE AGUAS DE URUMITA AGUAUR LTDA E.S.P.

6. PRODUCTOS Y ANÁLISIS

6.1. ANALIZAR LAS CARACTERIZACIONES FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICAS, ASÍ COMO TAMBIÉN A LOS COMPONENTES HIDRÁULICOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE URUMITA

6.1.1. *Revisión del Registro Histórico de Caracterizaciones*

Se procedió a obtener información del registro histórico de caracterizaciones de agua de abastecimiento para consumo humano potabilizada realizada desde el año 2021 hasta el mes de marzo de 2024 (considerando que son las reportadas en el tri mensualidad al Comité de Vigilancia Epidemiológica, Alcaldía de Urumita, Gobernación de La Guajira, CORPOGUAJIRA y Sistema de Información para la Vigilancia del Agua – SIVICAP), obteniendo ciento treinta y ocho (138) informes de calidad de agua con caracterizaciones de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, como lo son Cloro Libre Residual mg Cl₂/L, Color Aparente UPC, Conductividad μS/cm, Olor y Sabor, pH (22,6 °C) U de pH, Turbiedad NTU, Coliformes Totales UFC/100 mL y *Escherichia coli* UFC/100 mL, conforme a lo establecido en la resolución 2115 de 2007 y realizados por la laboratorio ambiental y de alimentos Nancy Flórez en la ciudad de Valledupar Cesar Colombia.

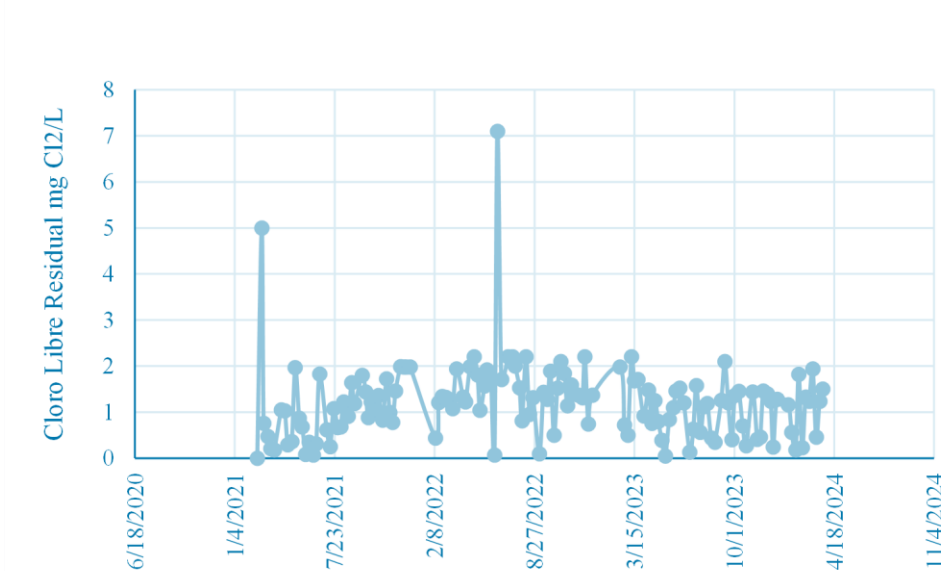
Para ilustrar estos resultados fueron llevados a una tabla que se presenta como ANEXO B en el presente informe¹, y a partir de esta tabla se llevaron a cabo análisis estadísticos descriptivos como medidas de tendencia central y de puntuación y desviación, haciendo representaciones gráficas que ayudan a tener una idea preliminar del comportamiento de la información.

Es necesario informar que los meses iniciales de los años 2021, 2022 y 2023 no fueron reportados (Enero y parte de Febrero), debido a situaciones contractuales en relación con la permanencia de un profesional de Microbiología, sin embargo, este año 2024 se iniciaron haciendo muestras de hasta 5 análisis al año, lo que significa compromiso por parte de la AGUAUR E.S.P.

¹ Tomando a consideración que depositar todos los reportes aumentaría la longitud del documento en unas 276 páginas demás, por lo tanto, estos reportes serán ANEXADOS adicionales a este informe para su revisión.

Figura 3.

Histograma del parámetro químico Cloro Libre Residual (unidades: Mg Cl₂/L)



Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

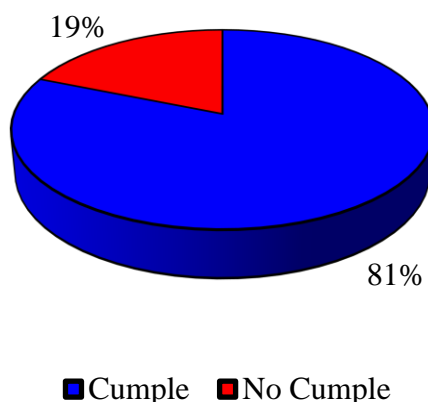
El análisis del *parámetro químico Cloro Libre Residual* en las muestras de agua revela una media de 1.2119 mg Cl₂/L, una mediana de 1.22 mg Cl₂/L y una moda de 2.2 mg Cl₂/L, indicando que la mayoría de los valores se encuentran en un rango aceptable, aunque con cierta variabilidad. La varianza de 0.7207 y la desviación estándar de 0.8489 reflejan una dispersión significativa de los datos, mientras que el rango de 7.1 mg Cl₂/L destaca la diferencia entre los valores extremos registrados, con picos críticos de 5 mg Cl₂/L el 27 de febrero de 2021 y 7.1 mg Cl₂/L el 14 de junio de 2022 (ver figura anterior).

Estos picos son preocupantes ya que exceden los niveles recomendados para la seguridad del agua potable, lo que puede implicar riesgos para la salud humana, como irritación de la piel y los ojos, y potenciales efectos tóxicos. Además, el coeficiente de variación de 0.7005 indica una alta variabilidad en relación con la media, y el rango intercuartílico de 0.8975 muestra que la mayoría de los datos se concentran en un intervalo relativamente estrecho.

Los cuartiles 25% y 75% son 0.68 mg Cl₂/L y 1.5775 mg Cl₂/L, respectivamente, sugiriendo que la mitad de las muestras se encuentran dentro de estos límites. Es crucial mantener niveles adecuados de cloro residual, ya que su ausencia puede permitir el crecimiento de patógenos peligrosos en el suministro de agua, mientras que su exceso puede resultar en efectos adversos para la salud.

Figura 4.

Porcentaje de cumplimiento normativo del Cloro Libre Residual (unidades: Mg Cl₂/L)

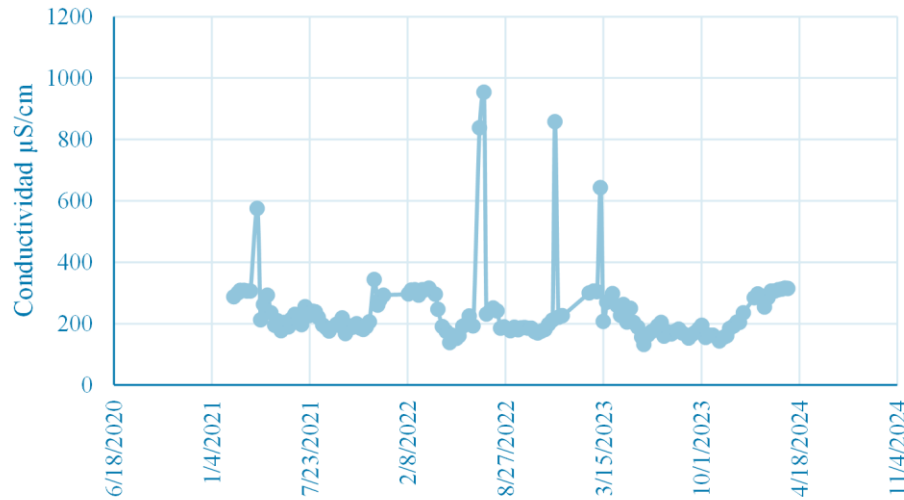


Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de la evaluación hecha con la resolución 2115 de 2007 a los registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

El análisis del cumplimiento normativo del parámetro de Cloro Libre Residual revela que el 81% de las mediciones se encuentran dentro del rango aceptable de 0.3 a 2.0 mg Cl₂/L establecido por el Artículo 9 de la Resolución 2115 de 2007, mientras que el 19% restante no cumple con los requisitos, reflejando incumplimientos en fechas específicas desde el 24 de marzo de 2021 hasta el 14 de febrero de 2024 (en 23 ocasiones). Estos incumplimientos indican que en ciertos momentos la concentración de cloro residual ha estado fuera del rango óptimo, lo que pudo tener consecuencias graves tanto para la eficacia del tratamiento del agua como para la salud de los consumidores.

Figura 5.

Histograma del parámetro físico Conductividad (unidades: $\mu\text{S}/\text{cm}$)



Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

El análisis del *parámetro físico de la conductividad* en las muestras de agua muestra una media de $241.88 \mu\text{S}/\text{cm}$, una mediana de $204.85 \mu\text{S}/\text{cm}$ y una moda de $306 \mu\text{S}/\text{cm}$, indicando una tendencia general hacia valores moderados con algunas desviaciones significativas. La varianza de 14168 y la desviación estándar de 119.03 reflejan una notable dispersión en los datos, con un rango amplio de $821.6 \mu\text{S}/\text{cm}$, destacando picos críticos de $575 \mu\text{S}/\text{cm}$ el 7 de abril de 2021, $838 \mu\text{S}/\text{cm}$ el 5 de julio de 2022, $953 \mu\text{S}/\text{cm}$ el 14 de julio de 2022, $858 \mu\text{S}/\text{cm}$ el 6 de diciembre de 2022 y $643 \mu\text{S}/\text{cm}$ el 9 de marzo de 2023 (ver figura anterior).

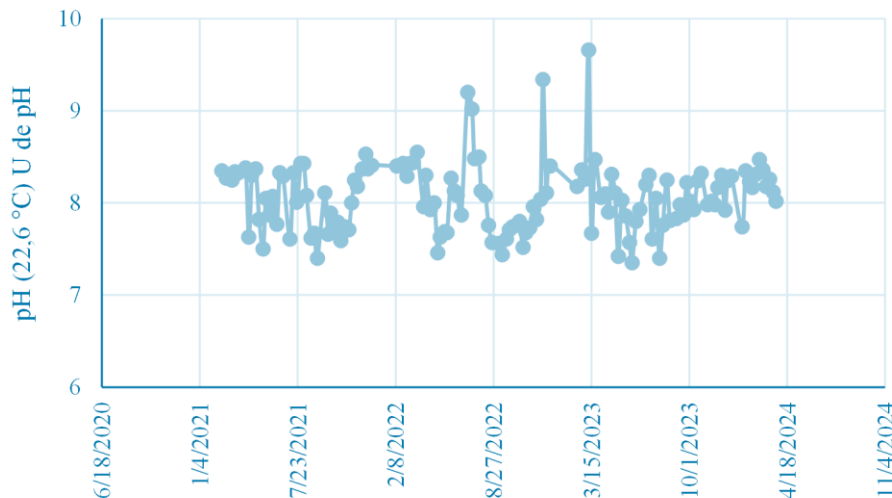
Estos picos son preocupantes, ya que niveles excesivos de conductividad pueden indicar una alta concentración de iones disueltos, lo cual puede afectar tanto la salud humana como el sabor y la estética del agua. El coeficiente de variación de 0.4921 sugiere una variabilidad moderada en relación con la media, y el rango intercuartílico de $101.125 \mu\text{S}/\text{cm}$ muestra que la mayoría de los datos se encuentran dentro de un intervalo relativamente estrecho entre los cuartiles 25% y 75%, situados en $182.925 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $284.05 \mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente.

Mantener la conductividad dentro de los niveles recomendados es esencial, ya que una baja conductividad puede indicar una falta de minerales esenciales y una alta conductividad puede señalar la presencia de contaminantes o un tratamiento inadecuado del agua. Por lo tanto, es crucial un monitoreo constante y un control riguroso para asegurar que el agua potable mantenga su calidad y sea segura para el consumo humano en Urumita.

El análisis normativo del parámetro de Conductividad revela que el 100% de los registros cumplen con el límite establecido por el Artículo 3 de la Resolución 2115 de 2007, que establece un valor máximo aceptable de 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Este resultado indica que la conductividad del agua se mantiene dentro de los parámetros aceptables, sugiriendo que la cantidad de sales y minerales disueltos en el agua no excede los niveles permitidos.

Figura 6.

Histograma del parámetro físico potencial de hidrógeno – pH (unidades de $\text{pH}^{(+)}$)



Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

El análisis del *parámetro físico de pH* en las muestras de agua revela una media de 8.0649, una mediana de 8.075 y una moda de 8.3, lo que sugiere que el agua generalmente tiende a ser ligeramente alcalina. La varianza de 0.1387 y la desviación estándar de 0.3724 indican una variabilidad relativamente baja, aunque el rango de 2.31 refleja la presencia de fluctuaciones significativas. Se identificaron picos notables de pH de 9.2 el 5 de mayo de 2022, de 9.02 el 14 de julio de 2022, de 9.34 el 6 de diciembre de 2022 y de 9.66 el 9 de marzo de 2023 (ver figura anterior), lo cual es preocupante ya que valores de pH superiores a 9 pueden afectar la eficacia de la desinfección del agua y la solubilidad de metales pesados, además de causar irritación en la piel y los ojos de los consumidores.

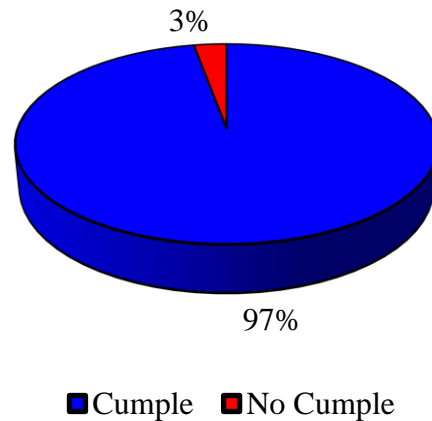
El coeficiente de variación de 0.0462 muestra una baja dispersión relativa, mientras que el rango intercuartílico de 0.5325 entre los cuartiles 25% y 75%, situados en 7.775 y 8.3075 respectivamente, confirma que la mayoría de los valores de pH se mantienen dentro de un margen estrecho y controlado.

Mantener el pH del agua dentro de los límites recomendados es crucial para garantizar tanto la potabilidad como la estabilidad química del agua, evitando problemas de corrosión en las tuberías y mejorando la eficacia de los tratamientos de purificación. Un monitoreo riguroso y continuo es esencial para prevenir desviaciones significativas y asegurar que el agua suministrada sea segura y saludable para el consumo humano en Urumita.

El análisis normativo del parámetro de pH muestra que el 97% de las mediciones se mantienen dentro del rango aceptable de 6.5 a 9.0 establecido por el artículo 4 de la Resolución 2115 de 2007, indicando un cumplimiento general con la normativa. Sin embargo, se registraron incumplimientos en cuatro fechas específicas: 5 de julio de 2022, 14 de julio de 2022, 6 de diciembre de 2022 y 9 de marzo de 2023 (en 4 mediciones), donde los valores de pH excedieron el límite superior del rango aceptable. La variabilidad en los niveles de pH es significativa ya que un pH fuera del rango recomendado puede afectar negativamente la calidad del agua, impactando su sabor, corrosividad y eficacia en el tratamiento de contaminantes.

Figura 7.

Porcentaje de cumplimiento normativo del potencial de hidrógeno (unidades de pH)



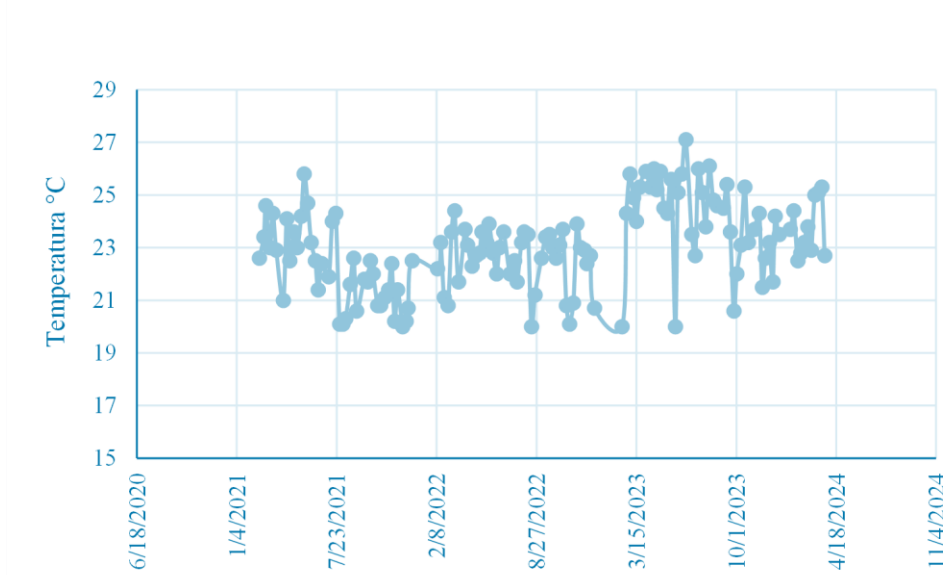
Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de la evaluación hecha con la resolución 2115 de 2007 a los registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

El análisis del *parámetro físico de temperatura* muestra una media de 23.05°C, una mediana de 23.05°C y una moda de 23.2°C, lo que sugiere una estabilidad en las mediciones con poca variabilidad. La varianza de 2.6390 y la desviación estándar de 1.6245 indican que, aunque los valores fluctúan dentro de un rango de 7.1°C, estas fluctuaciones son relativamente pequeñas. El coeficiente de variación de 0.0705 refuerza la consistencia en las mediciones (ver figura continua).

Las temperaturas entre el cuartil 25% y el cuartil 75% oscilan entre 22°C y 24.2°C, con un rango intercuartílico de 2.2°C. La importancia de mantener la temperatura del agua en un rango controlado radica en su impacto en la calidad del agua. Temperaturas demasiado altas pueden favorecer el crecimiento de microorganismos, alterar la solubilidad de contaminantes y modificar las propiedades químicas del agua.

Figura 8.

Histograma del parámetro físico Temperatura (unidades: °C)



Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

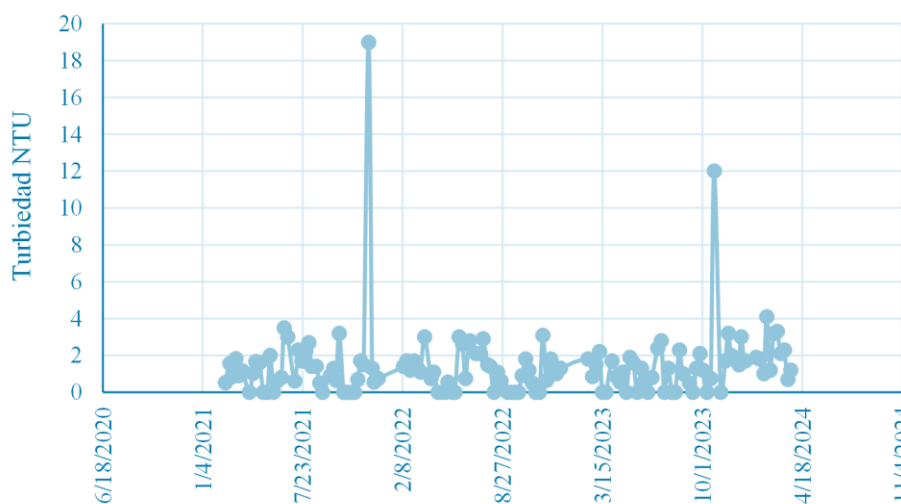
Por otro lado, temperaturas fuera del rango óptimo pueden afectar la eficiencia de los tratamientos de potabilización. Mantener la temperatura dentro de los límites recomendados es crucial para asegurar la potabilidad y el funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento de agua de Urumita.

El análisis del *parámetro de turbiedad* muestra una media de 1.85 NTU y una mediana de 1.5 NTU, lo que indica una tendencia hacia valores bajos en general. Sin embargo, la moda de 1.7 NTU sugiere que este valor se presenta con mayor frecuencia. La varianza y la desviación estándar, con valores de 4.51 y 2.12 respectivamente, reflejan una considerable dispersión en las mediciones, lo que se traduce en un rango amplio de 18.5 NTU, indicando variaciones significativas. El coeficiente de variación de 1.15 sugiere una alta variabilidad relativa respecto a la media. Los cuartiles 25% y 75% muestran una distribución de la turbiedad entre 0.93 y 2.1 NTU, con un rango intercuartílico de 1.17 NTU.

Los picos de turbiedad observados en 19 NTU el 2 de diciembre de 2021 y en 12 NTU el 25 de octubre de 2023 (ver Figura continua) resaltan eventos excepcionales que superan ampliamente el rango de turbiedad habitual. Mantener los niveles de turbiedad dentro de rangos recomendados es crucial para garantizar la calidad del agua potable, ya que una alta turbiedad puede indicar la presencia de partículas suspendidas que afectan la potabilidad del agua, dificultando los procesos de desinfección y tratamiento. Un control efectivo de este parámetro es esencial para prevenir la contaminación y asegurar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de agua.

Figura 9.

Histograma del parámetro físico Turbiedad (unidades: NTU)



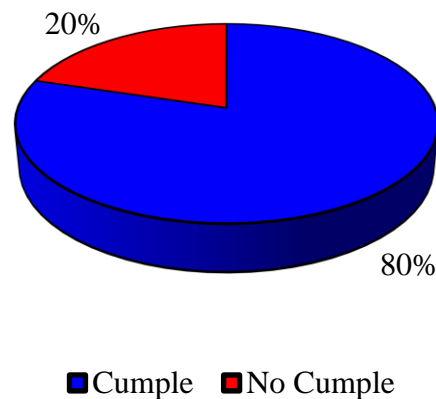
Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

El análisis normativo del parámetro de turbiedad revela que solo el 80% de las mediciones cumplen con el límite establecido por el Artículo 2 de la Resolución 2115 de 2007, que estipula un máximo de 2 NTU para la turbiedad del agua potable. El 20% de las mediciones exceden este umbral, evidenciando incumplimientos en 28 ocasiones específicas, que se distribuyen a lo largo de varios meses y años.

La turbiedad elevada puede ser un indicativo de la presencia de partículas suspendidas, que no solo afectan la apariencia y la aceptabilidad del agua, sino que también pueden reducir la eficacia de los procesos de desinfección y proporcionar un medio para el crecimiento de microorganismos.

Figura 10.

Porcentaje de cumplimiento normativo de la Turbiedad (unidades: NTU)



Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de la evaluación hecha con la resolución 2115 de 2007 a los registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

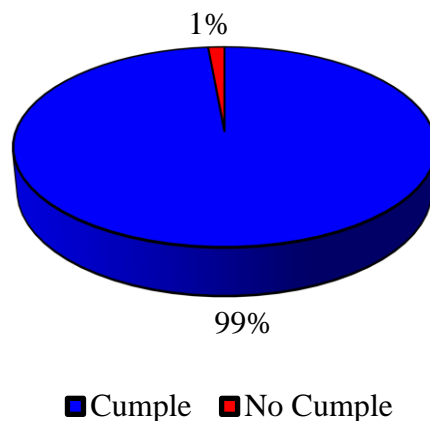
El análisis del *parámetro de color aparente* revela una media de 6.38 UPC, lo que indica que, en promedio, el agua presenta un color perceptible más allá de los niveles deseados. La mediana y la moda, ambas en 5 UPC, sugieren que la mayoría de los registros se agrupan en torno a este valor, aunque la varianza de 9.36 y la desviación estándar de 3.06 indican una notable dispersión en los datos.

El rango de 16 UPC destaca variaciones significativas en los valores de color, con un coeficiente de variación de 0.48 que refleja una variabilidad considerable respecto a la media. Los cuartiles 25% y 75% son ambos 5 UPC, lo que implica que el 50% central de los datos se encuentra en este nivel, con un rango intercuartílico de 0 UPC, sugiriendo que no hay variación en esta mitad de los datos.

Es relevante notar que 66 de los 138 registros presentan valores indicativos menores de 5 (<5 UPC), lo que sugiere que en esos casos no se ha cuantificado el color pero se ha registrado que está por debajo del umbral crítico. Superar los límites recomendados de color aparente puede afectar la percepción de la calidad del agua y, aunque no siempre implica problemas de potabilidad, sí puede ser indicativo de la presencia de materia orgánica o sedimentos que pueden requerir tratamiento adicional.

Figura 11.

Porcentaje de cumplimiento normativo del Color aparente (Unidades: UPC)



Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de la evaluación hecha con la resolución 2115 de 2007 a los registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

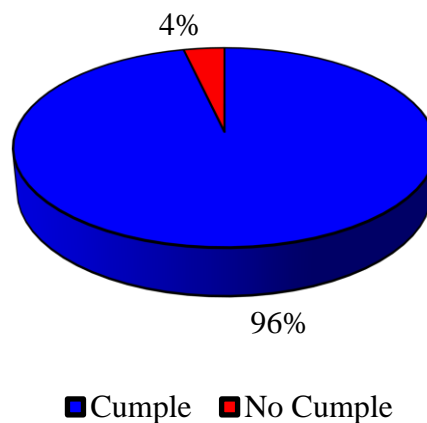
El análisis del cumplimiento normativo para el parámetro físico de Color Aparente, según el artículo 2 de la Resolución 2115 de 2007, muestra que el 99% de las mediciones cumplen con el valor aceptable de hasta 15 UPC, mientras que el 1% restante presenta incumplimientos (2 registros) en las fechas del 22 de septiembre de 2022 y el 25 de octubre de 2023.

El análisis del parámetro microbiológico de *coliformes totales* revela que 133 de los 138 registros presentan valores indicados menores de 1 UFC/100 mL, lo que sugiere que en la mayoría de las muestras el agua cumple con los estándares de calidad microbiológica para este parámetro.

Sin embargo, los casos excepcionales con valores significativamente elevados, como 198 UFC/100 mL el 14 de abril de 2021, 30 UFC/100 mL el 23 de febrero de 2022, 16 UFC/100 mL el 16 de noviembre de 2022, 2 UFC/100 mL el 14 de febrero de 2023, y 3 UFC/100 mL el 2 de marzo de 2023, indican episodios de contaminación que superan el límite aceptable para agua potable (incumpliendo el Artículo 11 de la Resolución 2115 de 2007) siendo que el 4% de los registros no cumplen con la normativa específica. La presencia de coliformes totales en niveles superiores a los recomendados es un indicativo de posible contaminación fecal, lo que plantea serios riesgos para la salud pública, dado que estos microorganismos pueden ser portadores de patógenos peligrosos.

Figura 12.

Porcentaje de cumplimiento normativo Coliformes Totales (Unidad: UFC/100 mL)

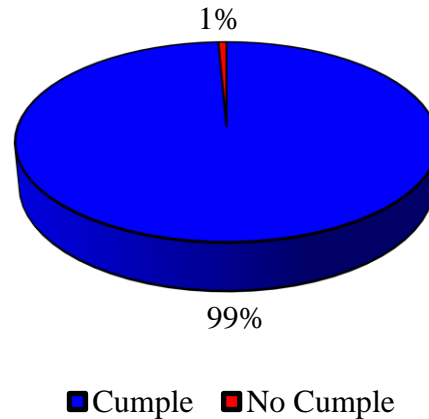


Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de la evaluación hecha con la resolución 2115 de 2007 a los registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

El análisis del parámetro microbiológico de *Escherichia coli* muestra que 137 de los 138 registros presentan valores indicados menores de 1 UFC/100 mL, lo que sugiere que en la gran mayoría de las muestras, el agua cumple con los estándares microbiológicos para la potabilidad en relación con este patógeno. No obstante, el registro excepcional de 4 UFC/100 mL observado el 14 de abril de 2021 (incumpliendo el Artículo 11 de la Resolución 2115 de 2007)

Figura 13.

Porcentaje de cumplimiento normativo Escherichia coli (Unidad: UFC/100 mL)



Nota: Gráfica elaborada por el practicante (2024) a partir de la evaluación hecha con la resolución 2115 de 2007 a los registros históricos de caracterización de agua realizados por el laboratorio Nancy Flórez, periodo 02-2021 hasta 03-2024.

Siendo que el 1% de los registros no cumplen con la normativa específica y que destaca una situación preocupante. La presencia de *Escherichia coli* en el agua es un fuerte indicativo de contaminación fecal, con implicaciones directas para la salud pública por su potencial de causar enfermedades gastrointestinales y otras infecciones.


6.1.2. Inspección del Sistema de Tratamiento

Para completar esta actividad se realizó la inspección del sistema de tratamiento con base al Anexo A - Ficha técnica para la inspección inicial, tomando como guía el Anexo B - Ficha técnica de la planta de filtración rápida del Capítulo 1: Inspección Inicial del Manual del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); se puede observar en el ANEXO C de este informe, y a partir de este se trató de realizar el análisis contextual en cuanto a la capacidad potencial de producción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable – PTAP y la evaluación de la producción, así como un diagnóstico preliminar.

En la siguiente figura se presenta el resultado de la aplicación de la Ficha Técnica para la Inspección Inicial:

Figura 14.

Resultado de la Inspección Inicial practicada a la PTAP


COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P
 NIT: 900.334.020-6

Ficha Técnica para la Inspección Inicial (Anexo A – Capítulo I: Manual Evaluación CEPIS)

A. UBICACIÓN

| No. | Concepto | Descripción |
|-----|---|--|
| 1 | País: | Colombia |
| 2 | Nombre de la Planta: | PTAB de Urumita la Guajira |
| 3 | Localidades Abastecidas: | Municipio de Urumita |
| 4 | Localización: | Norte 10° 32' 33.09", Oeste 73° 0' 29.912" |
| 5 | Departamento: | La Guajira |
| 6 | Municipio: | Urumita |
| 7 | Dirección de la Planta: | Se desconoce |
| 8 | Distancia del punto de abastecimiento (km): | No se cuenta con la información |
| 9 | Altitud (msnm): | 305.4 msnm |
| 10 | Institución Administradora: | COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P |

B. FUENTE DE ABASTECIMIENTO, CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO PREVIO

| No. | Concepto | Descripción |
|-----|---------------------------|---|
| 11 | Fuente de abastecimiento: | Rio mocho |
| 12 | Tipo de toma: | Lateral |
| 13 | Conducción por: | Por gravedad () / Por bombeo () |
| 14 | Desarenador: | El desarenador es de tipo horizontal con unas dimensiones de 6.6m de largo y 2.03m de ancho. El cual es totalmente funcional. |
| 15 | Presedimentador: | N/P |

C. CALIDAD DE LA FUENTE

Solicitar información de calidad del agua cruda (de la fuente de abastecimiento) de los archivos de la planta de por lo menos un año. Básicamente, promedios mensuales de turbiedad, color, pH, alcalinidad, número más probable (NMP) de coliformes termo tolerantes y también promedios diarios de turbiedad del mes más lluvioso y del mes más seco del año.

D. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

| No. | Concepto | Descripción |
|-----|--|---|
| 16 | Caudal de proyecto (L/s): | 40L |
| 17 | Caudal máximo de operación (L/s): | 70L |
| 18 | Meses de operatividad a Caudal Máximo: | 7 meses |
| 19 | Año de diseño de la planta: | No se tiene veracidad |
| 20 | Año de remodelación/ampliación/optimización: | 2024 |
| 21 | Medidor de caudal (indique el tipo): | Regla medidora de caudal |
| 22 | Mezcla rápida (indique el tipo y el punto de aplicación): | Por canaleta parshall, en la entrada. |
| 23 | Floculadores (indique el tipo, número de unidades, número de tramos, dimensiones, entre otras): | La planta cuenta con 16 Floculadores de tipo mecanico, con un area de 1.09m de largo y 2.13m de ancho. |
| 24 | Decantadores (indique el tipo, número de unidades, área de cada unidad, dimensiones, entre otras): | N/P |
| 25 | Filtros (indique el tipo [tasa constante o declinante], número de unidades, tipo de lecho filtrantes [simple o doble, etc.], área de cada filtro, dimensiones, entre otras): | La ptad cuenta con 4 Filtros simples donde presenta un tipo de lecho como lo son: arena, arena industrial, piedras y carbón activado. |
| 26 | Dosificación (coagulante, polímero, cal, cloro, entre otras [Para cada una su tipo de dosificador y número]): | Para el coagulante se utiliza sulfato de aluminio de tipo A, para el cloro se utiliza cloro residual, para 40L 4500g en 1.00L de agua, se cuenta solamente con un dosificador para el proceso de coagulación. |

E. OBSERVACIONES

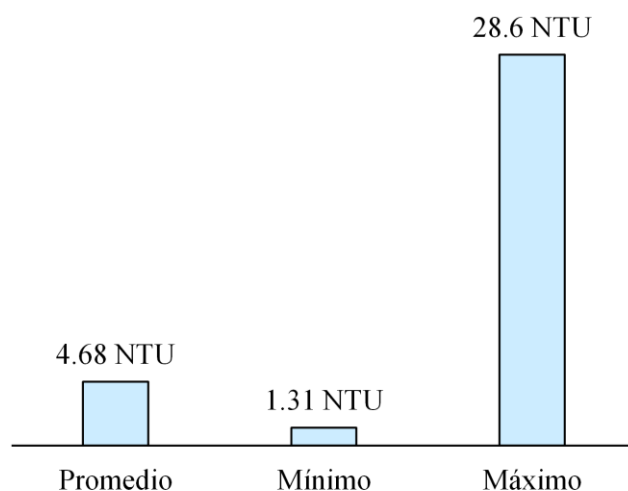
Indicar aquí cualquier situación extraordinaria observada en la planta (fisuras, pérdidas de agua, errores infraestructurales, problemas de seguridad física y de salud y seguridad laboral, otras que sean cuestiones internas y limítrofes, o bien sea, cerca del límite de la planta)

Nota: La lista de chequeo fue elaborada con base al Anexo A Ficha técnica para la inspección inicial del Manual de Evaluación del CEPIS

Uno de los detalles relevantes corresponde al análisis de capacidad productiva en función de las características de la fuente principal (agua cruda), sin embargo, como no se tiene un antecedente de muestra de agua con base a sus características, se consideró tomar como referencia los valores reportados de las características principales de las aguas crudas de captación, al Sistema Único de Información – SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos y Domiciliarios – SSPD, como una solución viable para tener un referente creíble y equiparable a nivel regional (fuentes El Molino, Villanueva y Ranchería).

Figura 15.

Niveles de Turbiedad de las fuentes de agua superficial referentes



Nota: Tomado de la SUI de la SSPD (calidad del agua cruda I) de caracterizaciones reportadas en el año 2020.

Con la Turbiedad se puede comprobar la eficiencia de la PTAP, considerando que al comparar el valor máximo de Turbiedad presentado en el Agua Potable respecto al Agua Cruda, habiendo sido la primera inferior en 9.6 NTU. Además, el promedio de la turbiedad se encuentra 0.54 NTU por encima del valor del agua cruda y en la mayoría de las veces el valor es inferior al mínimo, lo que indica que las unidades cumplen su función, siendo comparativo con estos valores de referencia comúnmente provenientes de la misma zona geográfica de estudio.

6.2. EVALUAR LOS INDICADORES DE CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA (ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO – IRCA, ÍNDICE DE RIESGO POR ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO - IRABA E ÍNDICE DE BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS DE PTAP – IBP) DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE URUMITA

6.2.1. Determinación del IRCA, IRABA e IBP

Para la determinación del Índice de Riesgo por Abastecimiento para el Consumo Humano – IRCA, se empleó las especificaciones del artículo 13, 14 y 15 de la resolución 2115 del 2007, en donde se dan a entender los puntajes de riesgo asociado a cada parámetro de caracterización física, química y microbiológica, la fórmula matemática empleada por muestra y la clasificación de los niveles de riesgo. La fórmula matemática es la siguiente:

$$IRCA (\%) = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo de las características evaluadas}} \quad \text{Fórmula 1.}$$

En el ANEXO D, se presenta la matriz de cálculo realizada para obtener el IRCA para las 138 muestras tomadas desde Febrero de 2021 hasta el mes de marzo del 2024. Los puntajes de riesgo para los parámetros, de acuerdo con la mencionada normativa son los siguientes:

Figura 16.

Parámetros evaluados para la determinación del IRCA

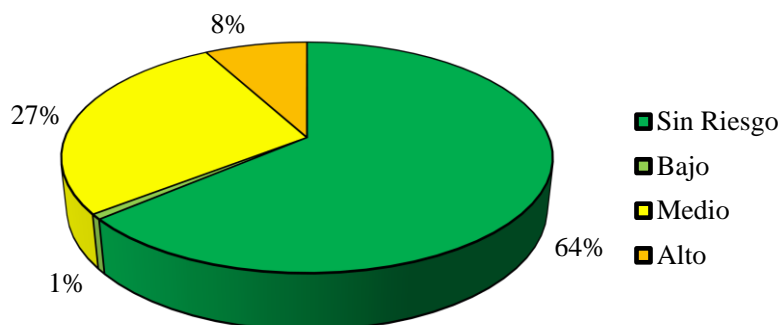
| | |
|--|------|
| Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | 15 |
| Color Aparente UPC | 6 |
| pH (22,6 °C) U de pH | 1.5 |
| Turbiedad NTU | 15 |
| Coliformes Totales UFC/100 mL | 15 |
| <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL | 25 |
| | 77.5 |

Nota: Los puntajes asignados son obtenidos del Artículo 13 de la resolución 2115 de 2007.

De manera general, los resultados de la evaluación del riesgo es el representado en la siguiente gráfica en torta:

Figura 17.

Evaluación del IRCA de la serie febrero 2021 – marzo 2024



Nota: Gráfica elaborada por el Practicante (2024), siguiendo los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007, en cuanto a determinación del IRCA.

El Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) es una herramienta crucial para evaluar y gestionar la calidad del agua destinada al consumo humano. En el análisis de 138 caracterizaciones físico-químicas y microbiológicas, se obtuvo un promedio de riesgo del 8.677%, lo que clasifica el agua en la categoría de Riesgo Bajo.

A nivel porcentual, los resultados muestran que ningún parámetro se encuentra en el rango de "Inviabile Sanitariamente", el 8% presenta "Riesgo Alto", el 27% "Riesgo Medio", el 1% "Riesgo Bajo" y el 64% "Sin Riesgo". Estas cifras implican una notificación inmediata a la persona prestadora del servicio de agua y al Comité de Vigilancia Epidemiológica (COVE).

Dado el predominio de parámetros sin riesgo y de riesgo bajo, el agua es generalmente apta para el consumo, aunque algunos registros con riesgo medio y alto requieren atención. Para los casos de "Riesgo Alto" y "Riesgo Medio", la notificación debe incluir a las autoridades locales como el alcalde y el gobernador, así como a la Superintendencia de Servicios Públicos (SSPD) en el caso de riesgo alto.

Las acciones necesarias incluyen la gestión directa por parte de la persona prestadora del servicio para mejorar la calidad del agua, asegurando que los parámetros se ajusten a los estándares establecidos en la resolución 2115 de 2007. Este análisis subraya la importancia de una vigilancia continua y la necesidad de intervenciones específicas para mantener la seguridad del suministro de agua, evitando riesgos para la salud pública.

Tabla 5.

IRCA Nacional, IRCA Urbano Nacional e IRCA Urbano departamento de La Guajira

| Año | IRCA Nacional | IRCA Urbano Nacional | IRCA Urbano La Guajira |
|----------|---------------|----------------------|------------------------|
| 2007 | 20.8 | 19.7 | 22.6 |
| 2008 | 23.8 | 20.9 | 33.1 |
| 2009 | 23.5 | 14.1 | 20.5 |
| 2010 | 23.3 | 15.4 | 15.8 |
| 2011 | 25.5 | 16.2 | 23.9 |
| 2012 | 27.3 | 13 | 23.4 |
| 2013 | 26.6 | 10.8 | 13.9 |
| 2014 | 26.1 | 10.7 | 9 |
| 2015 | 23.4 | 9.4 | 9.4 |
| 2016 | 21.7 | 8.7 | 100 |
| 2017 | 20.5 | 7.4 | 11.9 |
| 2018 | 18.3 | 8.2 | 10 |
| 2019 | 16.5 | 6.3 | 17.4 |
| Promedio | 22.87 | 12.37 | 23.92 |

Nota: Información Tabulada por el practicante (2024), tomando los datos del SIVICAP para los años en referencia dispuestos desde 2007 hasta 2019.

Al comparar del IRCA de Urumita con el IRCA Nacional, el IRCA Promedio Urbano Nacional y el IRCA Promedio Urbano departamental de La Guajira, con un promedio de riesgo del 8.677%, revela un panorama relativamente positivo:

- En comparación con el promedio nacional histórico de 22.87, Urumita muestra un riesgo significativamente menor, lo que sugiere que la calidad del agua en este municipio es mejor que la media nacional.

- Al comparar con el promedio urbano nacional de 12.37, Urumita sigue mostrando un mejor desempeño, indicando que, incluso en áreas urbanas, Urumita mantiene estándares más altos de calidad de agua.
- Sin embargo, cuando se compara con el promedio urbano de La Guajira de 23.93, Urumita se destaca aún más favorablemente, mostrando una gestión eficiente del agua en el contexto departamental.

Estos resultados, correspondientes a las muestras de 2021 a 2024, reflejan una gestión continua y efectiva de la calidad del agua en Urumita, superando consistentemente los promedios de riesgo a nivel nacional y departamental, lo que destaca la importancia de las estrategias locales de control y vigilancia para asegurar un suministro de agua apto para el consumo humano.

Adicional a este cálculo se procedió a estimar el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua IRABA, la cuál está dada por la siguiente formulación matemática establecida en el artículo 18 de la resolución 2115 de 2007

$$IRABA (\%) = \left(\frac{\sum IRABA_{pp}}{tpp} \right) (0.6) + (IRD_m)(0.4) \quad \text{Fórmula 2.}$$

Donde,

m = Municipio.

pp = Persona prestadora.

tpp = Total de personas prestadoras en el municipio que calcularon el IRABApp (que en este caso es una [1] y corresponde a AGUAUR E.S.P. LTDA).

IRABApp = Índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora (que se calcula con la Fórmula 4).

IRDm = Índice de riesgo por distribución en el municipio. Es un indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en salud humana por la forma como se distribuye el agua en el municipio. El máximo puntaje equivale a 100 puntos (que se calcula con la Fórmula 5).

Con base a esto, entonces la Fórmula 2 queda reducida a la siguiente:

$$IRABA (\%) = \left(\sum IRABA_{pp} \right) (0.6) + (IRD_m)(0.4) \quad \text{Fórmula 3.}$$

Constitutivamente, entonces, se presenta la fórmula para el cálculo del IRABApp, la cuál se encuentra dada por la siguiente formulación matemática y contenida en el mismo artículo 18 de la resolución 2115 de 2007.

$$IRABA_{pp} = 100 - (IT + IC) \quad \text{Fórmula 4.}$$

Donde:

IT = Índice de tratamiento: Es el puntaje que se asigna al evaluar los procesos de tratamiento, ensayos básicos de laboratorio en planta de tratamiento y trabajadores certificados de la persona prestadora. El máximo puntaje equivale a ochenta (80) puntos.

IC = Índice por continuidad: Es el puntaje que se asigna a la persona prestadora, con la información de continuidad de su área de influencia. El máximo puntaje equivale a veinte (20) puntos.

Los procedimientos de cálculo del IT y del IC se especifican en la resolución, sin embargo, para no entrar en redundancias se procedió a obtener información que diera explicación a estos índices con base al ANEXO E, lo cual permitió calcularlos con base a las siguientes formulaciones matemáticas dadas:

$$IC = \left(\frac{\sum (Nhs)_j \times (Ps)_j}{730 \times (Pt)} \right) \times \left(\frac{24 \text{ hr}}{\text{día}} \right) \quad \text{Fórmula 4.}$$

Donde:

(Nhs)_j = Número de horas prestadas en un mes en el sector j (20 horas al día = 600 horas al mes)

(Ps)_j = población servida del sector j (11577 personas para 2024, según el TERRIDATA del DNP)

730 = Número de horas que tiene un mes

(Pt) = población total servida por la persona prestadora (11577 personas para 2024, según el TERRIDATA del DNP)

Con base a esto, entonces se procede a determinar el IC:

$$IC = \left(\frac{\sum 20 \times 11577}{730 \times 11577} \right) \times \left(\frac{24 \text{ hr}}{\text{día}} \right)$$
$$IC \approx \frac{19.726 \text{ hr}}{\text{día}}$$

Que conforme a la clasificación del cuadro 9 del artículo 18 de la resolución 2115 de 2007, se permite clasificar como “*Suficiente*” asignándole un puntaje de 15 del IC.

Por otra parte, para el IT, se obtuvieron las siguientes respuestas:

Primero que, “*Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo*” lo que permite asignarle un puntaje de 50 al ítem de **Procesos**.

En segunda instancia, “*La persona prestadora cuenta con los equipos mínimos necesarios para realizar los siguientes ensayos: prueba de jarras, demanda de cloro, turbiedad, color y pH*” lo que permite asignarle un puntaje de 15 al ítem **Dotación básica de Laboratorio en PTAP**.

En tercer y última instancia, “*Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados*” lo que permite asignarle un puntaje de 0 puntos al ítem **Trabajadores Certificados**.

Con base a esto, entonces se procede a determinar el IT:

$$IT = \text{Puntos Procesos} + \text{Puntos Dotación básica de Laboratorio en PTAP} \\ + \text{Puntos Trabajadores Certificados}$$

$$IT = 50 + 15 + 0$$

$$IT = 65$$

Considerando que el IC = 15 y que el IT = 65, entonces el IRABA por persona prestadora del servicio será equivalente a:

$$IRABA_{pp} = 100 - (65 + 15)$$

$$IRABA_{pp} = 20 \text{ puntos}$$

En otra instancia, para completar lo establecido en la Fórmula 3, se calcula el Índice de Riesgo por Distribución en el Municipio – IRDm, el cual se encuentra dado por la siguiente expresión:

$$IRDm = 100 - [(E1 \times \%Red) + (E2 \times \%Pilas) + (E3 \times \%Carrotanque) + (E4 \times Otros) + (G * F)] \quad \text{Fórmula 5.}$$

Los puntajes se asignan con los siguientes criterios, donde:

% Red = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de una red de distribución.

% Pilas = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de pilas públicas.

% Carrotanques = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de carrotanques.

% Otros = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recoge agua para consumo humano directamente de pozos, lluvias, fuentes superficiales, garrafas, baldes, etc.

G = Número de total de conexiones domiciliarias/ Número de viviendas

F = Constante, valor de 10.

Además, cada una de las variables E1, E2, E3 y E4 se encuentran asignadas así:

E1 = 90 puntos

E2 = 50 puntos

E3 = 10 puntos

E4 = 5 puntos

El ANEXO E permite constatar que el 100% de la fracción porcentual total de la población se recibe directamente de la red de distribución.

Por lo tanto, al reemplazar esta información en la Fórmula 5, se obtiene el siguiente resultado:

$$IRDm = 100 - \left[(90 \times 100\%) + (50 \times 0\%) + (10 \times 0\%) + (5 \times 0\%) + \left(\frac{2211}{2211} * 10 \right) \right]$$

$$IRDm = 0$$

Entonces, reemplazando los valores del Índice IRABApp e IRDm en la Fórmula 3, se obtiene el siguiente resultado:

$$IRABA (\%) = (20)(0.6) + (0)(0.4)$$

$$IRABA (\%) = 12\%$$

Con base al artículo 19 de la resolución 2115 de 2007 (cuadro 10) se puede decir que el riesgo a la salud se encuentra en un nivel BAJO, con base a esto se establecen acciones tanto para la empresa prestadora del servicio AGUAUR E.S.P. LTDA y la Alcaldía Municipal de Urumita.

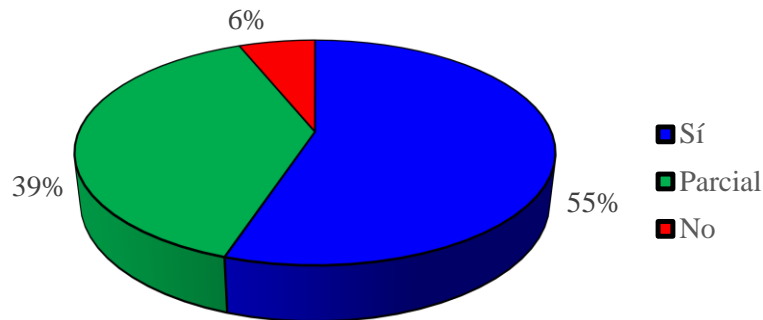
“La persona prestadora, debe eliminar mediante gestión directa las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.

El Alcalde propondrá y ejecutará acciones correctivas para eliminar el índice de riesgo por distribución” Cuadro 10 del artículo 18 de la resolución 2115 de 2007 expedida por el anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

Por otra parte, en el ANEXO F se presenta el formato diligenciado para la determinación del cumplimiento de las Buenas Prácticas Sanitarias – BPS por parte de la persona prestadora del servicio, que para este caso corresponde a AGUAUR E.S.P. LTDA. Conforme a ese análisis de cumplimiento, se generó el siguiente gráfico que explica el estado de las BPS, y algunos comentarios al respecto de esto:

Figura 18.

Cumplimiento de la lista de chequeo en BPS Anexo Técnico 1 Res. 000082 de 2009



Nota: Gráfica elaborada por el Practicante (2024), siguiendo los lineamientos de la Resolución 000082 de 2009, en cuanto a determinación de las BPS.

Por lo tanto, en materia de BPS, AGUAUR E.S.P LTDA. Cumple en un 55%, teniendo limitaciones serias en aspectos generales como la fácil accesibilidad a la PTAP por no contar con cerramiento, además, en cuanto a instrumentos, no poseer con formas de medición de niveles de agua en los tanques y también, que la red de distribución tiene puntos de acceso por donde es fácil producir y propagarse una contaminación que puede aumentar el riesgo significativamente.

A nivel general, en cuestiones parciales, la seguridad industrial y la salud ocupacional – SO es un tema de mediana envergadura, puesto que no se cuenta con manuales o protocolos robustos, programas de SO, se tienen pocas señalizaciones, no hay institucionalidad y seguridad en los uniformes para el trabajo, carecen de elementos de protección y seguridad y hay pocos elementos para el control locativo de emergencias.

Sin embargo, también es de señalar el estado deteriorado de las vías, cuestiones de orden y aseo e instalaciones adecuadas, medición o estimación de caudales para el lavado de filtros y/o sedimentadores, manuales de operación y mantenimiento, sistema de comunicaciones, y a nivel de laboratorio, carece de condiciones de localización, espacio y distribución, equipos de seguridad insuficientes para la naturaleza de las actividades y la no realización de todos los ensayos fisicoquímicos necesarios.

Por otra parte, también se discute la inexistencia de red de distribución detallada en planos y también que el personal operativo se encuentra poco capacitado conforme lo exige la normativa ambiental vigente, que es evaluado con la resolución 2115 de 2007.

Con base a estas apreciaciones y en orden con la figura presentada anteriormente, entonces se puede observar que las Buenas Prácticas Sanitarias – BPS se reducen a un 55% de cumplimiento, lo que lleva a clasificarla con un Riesgo Alto, puesto que cumple parcialmente o no cumple en un 45% con las especificaciones detalladas, por lo tanto, y siguiendo el Anexo Técnico No. 2 de la Resolución 000082 de 2009, es posible conocer el Concepto Sanitario – CS, conforme al siguiente planteamiento matemático:

$$CS = 0.50 \times IRCA_{pp} + 0.20 \times IRABA_{pp} + 0.3 \times BSP_{pp} \quad \text{Fórmula 6.}$$

Siendo las anteriores variables ya estimadas y conocidas, por lo tanto, el valor del CS, calculándolo con la expresión ya dada es igual a:

$$CS = 0.50 \times 8.677\% + 0.20 \times 12\% + 0.3 \times 55\%$$

$$CS \cong 23.24\%$$

Siendo que este valor se encuentra entre 10.1% y 40%, entonces es posible expedir el Concepto Sanitario – CS favorable con requerimientos adicionales que deben cumplirse tal como se explicita en lo analizado anteriormente, principalmente para el IRABA en cuanto a la capacitación de sus operarios de la PTAP y en el BSP, en todos los aspectos de no cumplimiento y cumplimiento parcial.

6.2.2. Estudio de Tendencia de los Indicadores

Este estudio de tendencia se realizó una regresión lineal múltiple entre la variable IRCA (%) y los parámetros Cloro Libre Residual (mg Cl₂/L), Color Aparente (UPC), Conductividad (μS/cm), pH (22,6 °C) U de pH, Temperatura (°C) y Turbiedad (NTU) medidos en el agua de consumo humano, con el objeto de observar la significancia para predecir el IRCA (%) a partir de un modelo matemático uniforme, por lo tanto, empleando los Mínimos Cuadrados Ordinarios – MCO a través del software Excel se obtuvo un modelo considerando los siguientes pasos:

En Excel se accede a la herramienta Datos > Análisis de Datos, y en este apartado se selecciona la función de análisis “Regresión”, en sus parámetros se define que se quiere un análisis a un intervalo del 95% de confianza como estándar para aceptabilidad del modelo a construir y se da aceptar. El resultado obtenido es el siguiente:

Figura 19.

Regresión Lineal Múltiple para predicción de la variable IRCA

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.425190804 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.18078722 |
| R ² ajustado | 0.091418553 |
| Error típico | 12.62942463 |
| Observaciones | 62 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------|---------------------------|
| Regresión | 6 | 1935.979825 | 322.6633042 | 2.02293741 | 0.07800068 |
| Residuos | 55 | 8772.630158 | 159.5023665 | | |
| Total | 61 | 10708.60998 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Intercepción | -98.31647281 | 68.29079016 | -1.439673967 | 0.155627433 |
| Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | 0.071101895 | 1.511003245 | 0.047056084 | 0.96263898 |
| Color Aparente UPC | 0.831753616 | 0.649624817 | 1.280359977 | 0.205792145 |
| Conductividad µS/cm | -0.016835148 | 0.024188058 | -0.696010752 | 0.489352946 |
| pH (22,6 °C) U de pH | 12.75836334 | 7.789853826 | 1.637818068 | 0.107168971 |
| Temperatura °C | 0.117780131 | 1.039485795 | 0.113306148 | 0.91020042 |
| Turbiedad NTU | 1.249248476 | 0.663495432 | 1.882829055 | 0.065016674 |

Nota: Elaboración Propia (2024). El método de Regresión Lineal Múltiple arroja varios datos que garantizan la sensibilidad del modelo para predicción.

Como se aprecia, el coeficiente de correlación múltiple presenta un valor de 0.42, esto significa que tiene una relación media entre los parámetros del agua y el IRCA, además, si se aprecia en el Análisis de Varianza – ANOVA, el valor de la F calculada es mayor que el Valor crítico de F (F tabulada), declarando que la asociación entre las variables es posible. Estos resultados permiten ver que se podría hacer una estimación a una precisión media.

Por otra parte, si se observa al final hay una columna denominada “probabilidad”, de la cual se puede deducir que aquellos valores por debajo de 0.05 son aceptables para constituir un método o modelo matemático, destacando que parámetros como la Turbiedad (NTU) y el pH son muy cercanos a este límite, lo que implica en que tienen una amplia responsabilidad en cuanto a los resultados para la clasificación del riesgo con el IRCA, pero valores como la Temperatura (°C), el Cloro Libre Residual (mg Cl₂/L) y la Conductividad (µS/cm) no tienen una alta influencia en el riesgo en el agua para el consumo humano.

Figura 20.

Iteraciones de la Regresión para predicción de la variable IRCA

| Estadísticas de la regresión | |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.343167648 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.117764035 |
| R ² ajustado | 0.103060102 |
| Error típico | 12.54825411 |
| Observaciones | 62 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|-------------|--------------------|
| Regresión | 1 | 1261.089118 | 1261.089118 | 8.009016137 | 0.00632249 |
| Residuos | 60 | 9447.520865 | 157.4586811 | | |
| Total | 61 | 10708.60998 | | | |

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad |
|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Intercepción | 8.31838144 | 2.038258965 | 4.081120988 | 0.000134392 |
| Turbiedad NTU | 1.70019237 | 0.600770333 | 2.830020519 | 0.00632249 |

Nota: Elaboración Propia (2024). El método de Regresión Lineal Múltiple arroja varios datos que garantizan la sensibilidad del modelo para predicción.

Finalmente, al reproducir varias iteraciones y comprobar el No cumplimiento de la probabilidad (<0.05), se puede concluir que la Turbiedad (NTU) es el único parámetro que ayudaría a estimar el IRCA con una significancia estadística y probabilística acorde. Por lo tanto, el modelo lineal simple de estimación sería el siguiente:

$$\text{IRCA (\%)} = 8.31838144 + 1.70019237 * \text{TURBIEDAD (NTU)} \quad \text{Fórmula 7.}$$

Siendo una solución práctica que ayudará a AGUAUR E.S.P. LTDA en la toma de decisiones con base a los laboratorios que la misma empresa obtiene en la PTAP.

6.3. FORMULAR ESTRATEGIAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA IMPLICANDO CRITERIOS DE RIESGO EN LA MEDICIÓN Y MEJORA PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE URUMITA

6.3.1. Identificación y Evaluación de los Riesgos

En el proceso de evaluación del riesgo se consideran las recomendaciones establecidas en la resolución 000549 del 01 de marzo de 2017, iniciando con las amenazas de manera cualitativa y en conocimiento, pasando por la calificación de la vulnerabilidad y por último la estimación del riesgo.

En cuanto a *Amenazas*, se identifican varias que impactan la calidad del agua, tanto naturales como antropogénicas y técnicas. Las amenazas naturales están relacionadas con el uso de agroquímicos en predios agrícolas cercanos. Aunque estos químicos representan una amenaza, su intensidad es clasificada como 2 (medio) dado que la actividad agrícola no es extremadamente intensiva y su frecuencia también se evalúa como 2 (medio) debido a que la aplicación de agroquímicos no es constante.

La amenaza afecta principalmente las áreas ubicadas en las zonas montañosas y la duración es constante, lo que implica que la exposición a contaminantes es continua. El impacto potencial en la calidad del agua es significativo, ya que los contaminantes convencionales presentes no están contemplados en el tratamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), que podría no estar preparada para lidiar con estos contaminantes.

En cuanto a las amenazas antropogénicas, las actividades humanas como la expansión de la economía agrícola y los nuevos proyectos de asociaciones de campesinos son responsables de la contaminación por productos agrícolas. Los contaminantes presentes no han sido medidos, aumentando la incertidumbre sobre su concentración. La frecuencia de estas actividades es similar a la actividad agrícola, y el área geográfica afectada coincide con las zonas montañosas. La duración y el impacto potencial de estas actividades aún no se han estudiado a fondo, lo que mantiene un nivel de incertidumbre elevado respecto a su efecto en la calidad del agua.

Las amenazas técnicas en el sistema de tratamiento de agua son mínimas. No se han identificado fallas técnicas significativas, ni su frecuencia, ni su impacto en la calidad del agua es relevante. Las áreas afectadas por posibles fallas son el estado de algunas tuberías de emisión de la PTAP a la red, que se encuentran expuesta.

Figura 21.

Estado de algunos elementos técnicos de la infraestructura operativa de la PTAP



Nota: Fotografías realizadas por el Practicante, 2024.

Globalmente, la amenaza total para el sistema de suministro de agua en esta región se califica como 2 (medio). Esto se debe a que, aunque no hay fallas técnicas importantes, las amenazas naturales y antropogénicas representan un riesgo considerable debido a la posible presencia de contaminantes que la PTAP no está diseñada para tratar. La combinación de una exposición continua y la falta de estudios sobre la magnitud de los contaminantes añade un nivel de incertidumbre que contribuye a una evaluación de riesgo medio.

En cuanto a las *Vulnerabilidades* se tiene una evaluación por Lista de Chequeo con base a los recuadros presentados en el ítem 2.2. del Anexo Técnico de la resolución 000549 de 2017. Las siguientes figuras son evidencia de los resultados.

Figura 22.
Evaluación del laboratorio que efectúa los análisis de control

| Preguntas | Si | No | Observaciones |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| ¿Existe un laboratorio? | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ¿Dónde están ubicados? | | | |
| ¿Están autorizados o acreditados, por cuál entidad? | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿Se utilizan? | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ¿El laboratorio autorizado o acreditado tiene la capacidad para determinar los contaminantes que alteran la calidad del agua? | <input checked="" type="checkbox"/> | | |

Nota: Tomado y adecuado (2024) por el practicante a partir del ítem 2.2. del Anexo Técnico de la resolución 000549 de 2017

Los laboratorios se encuentran en la sede administrativa de AGUAUR E.S.P. LTDA., no siendo conveniente en situación de emergencia. La acreditación es un proceso que se trata de llevar a cabo, sin embargo, es aceptado sus resultados por la Secretaria de Salud Municipal.

Figura 23.
Evaluación de los puntos de muestreo de agua

| Preguntas | Si | No | Observaciones |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| ¿Existen puntos de muestreo? | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ¿Dónde están ubicados? | | | |
| ¿Están concertados? | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿Están materializados? | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿Están protegidos de contaminación externa? | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿Se utilizan? | | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿Permiten recoger el volumen de agua requerido para las características básicas, de acuerdo con lo dispuesto en la Resolución 2115 de 2007? | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ¿Permiten recoger el volumen de agua requerido para las características complementarias y complejas? | <input checked="" type="checkbox"/> | | |

Nota: Tomado y adecuado (2024) por el practicante a partir del ítem 2.2. del Anexo Técnico de la resolución 000549 de 2017

Aunque se cuentan con seis puntos de toma de muestra en la zona urbana, estas no cumplen porque no se encuentra referencias de su localización geográfica, tampoco de su estructura o forma de obtención del recurso potabilizado, tampoco se tiene información si está protegida y menos de los protocolos o procedimientos para ello.

Figura 24.
Evaluación de la capacidad instalada del Sistema de Tratamiento de Agua

| Sistema de tratamiento de agua | Existe | | Funcion a | | Observaciones |
|---|-------------------------------------|----|-------------------------------------|----|---------------|
| | Sí | No | Sí | No | |
| Desarenación | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Planta de tratamiento | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Coagulación / Floculación | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Sedimentación | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Filtración | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Desinfección | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Existen procesos de remoción que permitan el control de: | | | | | |
| - Protozoos | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| - Bacterias | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| - Virus | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| - Metales pesados | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| - Hidrocarburos | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| - Plaguicidas, fertilizantes | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ¿Existen otros procesos de tratamiento de agua? | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ¿Tiene definidos los rangos máximos de contaminantes para la operación? | <input checked="" type="checkbox"/> | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |

Nota: Tomado y adecuado (2024) por el practicante a partir del ítem 2.2. del Anexo Técnico de la resolución 000549 de 2017

Por otra parte, a nivel del tratamiento esta PTAP tiene una descripción amplia en el ítem “Inspección del Sistema de Tratamiento” de este documento. Por otra parte, la PTAP no cuenta con Sedimentadores y un sistema de desinfección sofisticado, puesto que la dosificación del cloro se hace de manera manual y en sistema de mezcla rápida, lo que produce fluctuaciones de baja y alta demanda en torno al valor óptimo en este parámetro. Además, si se constata con las amenazas de trazas de agroquímicos, la PTAP no está preparada para tratar Metales Pesados, Hidrocarburos y/o otros derivados agrícolas como herbicidas, insecticidas, pesticidas, fertilizantes etc.

Figura 25.
Evaluación de la capacidad financiar en el sistema de abastecimiento de agua

| Preguntas | Sí | No |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ¿Cuenta la entidad con los recursos económicos para el funcionamiento y mantenimiento del sistema de suministro de agua para consumo humano? | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿Cuenta la entidad con los recursos económicos para la compra de los reactivos e insumos químicos requeridos para el tratamiento del agua para consumo humano? | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| ¿Los recursos se utilizan efectivamente en el tratamiento del agua para consumo humano? | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿Cuenta con reservas de los insumos y elementos requeridos para la operación y mantenimiento del sistema de suministro de agua para consumo humano, en sus bodegas de almacenamiento? | <input checked="" type="checkbox"/> | |

Nota: Tomado y adecuado (2024) por el practicante a partir del ítem 2.2. del Anexo Técnico de la resolución 000549 de 2017

Aunque la entidad tiene una buena asignación presupuestal necesita ampliar su recurso para la compra de reactivos o insumos químicos que amplíen el conocimiento de otros parámetros de interés que comienzan a pensarse como una amenaza a la salud.

Figura 26.
Evaluación de los procesos y procedimientos

| | Sí | No |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ¿Identifican la amenaza? | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| ¿Se realizan las operaciones unitarias requeridas para tratar el agua de acuerdo a la amenaza encontrada? | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| ¿Son socializados a nivel interno? | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| ¿Se da cumplimiento a las Buenas Prácticas Sanitarias definidas en la Resolución 82 de 2009 del Ministerio de la Protección Social? | <input checked="" type="checkbox"/> | |

Nota: Tomado y adecuado (2024) por el practicante a partir del ítem 2.2. del Anexo Técnico de la resolución 000549 de 2017

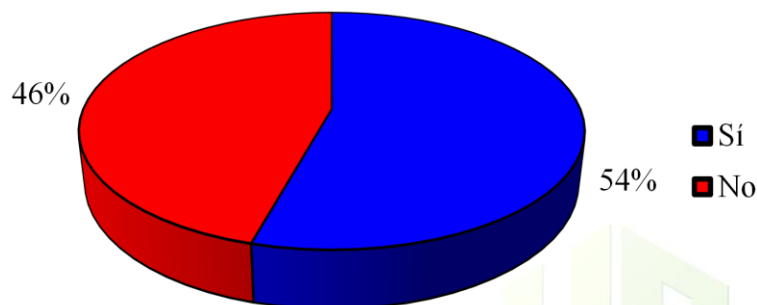
Este proceso de identificación de amenazas, operaciones unitarias destinadas a remoción de contaminantes por la amenaza identificada y procesos de comunicación a los integrantes de la empresa o comunidad misma son actividades que no se realizan, sin embargo, se da un cumplimiento parcial a las BPS, tal como se había presentado en el apartado “Determinación del IRCA, IRABA e IBP” en este documento.

Figura 27.
Evaluación del talento humano

| Preguntas | Sí | No |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ¿Los operarios y técnicos del sistema de suministro de agua para consumo humano se encuentran certificados en la respectiva competencia laboral? | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| ¿Los técnicos cumplen con el perfil requerido de acuerdo con los procesos y procedimientos establecidos? | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| El personal capacitado presta sus labores en los temas relacionados con el tratamiento | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ¿Los técnicos y operarios son capacitados en la identificación de la amenaza? | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Los aspectos técnicos utilizados en la capacitación de la amenaza, corresponden a: | Describir | |

Nota: Tomado y adecuado (2024) por el practicante a partir del ítem 2.2. del Anexo Técnico de la resolución 000549 de 2017

La problemática que incide en la calificación del Índice de Tratamiento – IT, como se vio en apartados anteriores corresponde a la capacitación de los trabajadores, muchos de ellos cuentan con experiencia empírica y otra respaldada con cursos cortos que han perdido su vigencia y necesitan renovarlo para conocer más de cerca las operaciones convencionales de la tecnología con la que cuenta esta PTAP.

Figura 28.
Evaluación del cumplimiento de la vulnerabilidad


Nota: Clasificación del Cumplimiento Evaluado de la Vulnerabilidad (2024) por el practicante a partir del ítem 2.2. del Anexo Técnico de la resolución 000549 de 2017

Concerniente a esto, entonces, se puede notar que la *Amenaza* fue categorizada como Media y además, que el 54% de los ítems evaluados señalan que el sistema posee una *Vulnerabilidad* clasificada como Media, por lo tanto, el Riesgo de Contaminación podría pronunciar lo definido en la etapa anterior, esperando como escenario futuro un posible aumento del IRCA (%), una reducción en el IT e IC (por ende en el IRABA) y un aumento del IBP que produciría un CS desfavorable, que lleve a la tecnología a adaptarse a nuevas condiciones donde puedan ser resarcidos las posibles consecuencias que traen contaminantes convencionales como los agroquímicos.

6.3.2. Proposición de Estrategias en la mejora del Control y Vigilancia

En función a lo encontrado con las fases anteriores, entonces se pudo llegar a consenso para establecer estrategias mancomunadas que ayuden a mejorar estos aspectos técnicos, estratégicos y operativos de AGUAUR E.S.P. LTDA, considerando el panorama alentador en cuanto a calidad y los efectos positivos que posee. Se tienen cuatro estrategias a plantear:

(1) Fortalecimiento del Tratamiento del Agua y Capacitación del Personal: El análisis muestra deficiencias en los procesos de tratamiento y en la certificación del personal. Mejorar estos aspectos puede reducir el riesgo asociado con el tratamiento del agua.

(2) Optimización de la Red de Distribución y Mantenimiento de Infraestructura: La red de distribución presenta vulnerabilidades que pueden incrementar el riesgo de contaminación. Mejorar esta infraestructura es crucial para asegurar la calidad del agua distribuida.

(3) Monitoreo y Gestión de Amenazas Ambientales: Las amenazas naturales y antropogénicas representan riesgos significativos para la calidad del agua. Abordar estos riesgos ayudará a proteger el suministro de agua a largo plazo.

(4) Cumplimiento y Mejora de las Buenas Prácticas Sanitarias (BPS): El cumplimiento parcial de las BPS contribuye a un riesgo elevado. Mejorar el cumplimiento de estas prácticas puede reducir significativamente el riesgo sanitario.

Tabla 6.
Estrategias para la Mejora del Control y Vigilancia en la calidad del agua de la PTAP en Urumita

| Estrategia | Acción | Indicadore | Meta | Necesidad Económica |
|-------------------|---|--|---|---|
| (1) | Revisar y ajustar los procesos de tratamiento: Evaluar los métodos actuales y hacer ajustes básicos para mejorar la eficiencia con los recursos disponibles. | Porcentaje de procesos de tratamiento revisados y ajustados. | 100% de los procesos de tratamiento revisados y ajustados dentro de los próximos 6 meses. | \$4,000,000 COP (para la contratación de un consultor y ajustes menores en el sistema). |
| | Capacitación básica del personal: Organizar talleres de formación prácticos y gratuitos con expertos locales o en línea sobre manejo y tratamiento del agua. | Número de personal capacitado. | Capacitar al 100% del personal técnico en los próximos 3 meses. | \$3,000,000 COP (para talleres y materiales de capacitación). |
| (2) | Inspección y reparación de tuberías: Realizar inspecciones periódicas para identificar y reparar fugas y otros problemas menores. | Número de tuberías inspeccionadas y reparadas. | Inspeccionar y reparar al menos el 90% de las tuberías críticas en los próximos 12 meses. | \$8,000,000 COP (para herramientas, materiales y mano de obra). |
| | Mantenimiento preventivo: Implementar un calendario de mantenimiento básico para limpiar y revisar componentes críticos de la red de distribución. | Número de actividades de mantenimiento realizadas. | Realizar al menos una actividad de mantenimiento preventivo por mes durante el próximo año. | \$6,000,000 COP (para insumos y mano de obra durante un año). |

| Estrategia | Acción | Indicadore | Meta | Necesidad Económica |
|--|--|--|---|--|
| (3) Monitoreo y Gestión de Amenazas Ambientales | Monitoreo local básico: Instalar equipos simples para medir contaminantes visibles y realizar muestreos periódicos del agua. | Número de muestras de agua analizadas. | Analizar al menos una muestra de agua de cada fuente principal de abastecimiento cada mes. | \$3,600,000 COP (para análisis de 12 muestras al año) |
| | Educación comunitaria: Llevar a cabo campañas de sensibilización para informar a los residentes sobre prácticas agrícolas y sanitarias que prevengan la contaminación del agua. | Número de residentes alcanzados por las campañas de sensibilización. | Alcanzar al menos el 80% de los residentes en los próximos 24 meses. | \$2,500,000 COP (para materiales educativos y talleres comunitarios). |
| (4) Cumplimiento y Mejora de las Buenas Prácticas Sanitarias (BPS) | Implementación de prácticas sencillas: Asegurarse de que los procedimientos básicos de higiene y saneamiento se sigan adecuadamente, como el manejo adecuado de residuos y la desinfección regular. | Porcentaje de prácticas de higiene implementadas. | Implementar el 100% de las prácticas básicas de higiene y saneamiento en los próximos 24 meses. | \$2,000,000 COP (para insumos y materiales de higiene). |
| | Auditorías internas: Realizar autoevaluaciones periódicas para verificar el cumplimiento de las BPS y tomar medidas correctivas según sea necesario. | Número de auditorías internas realizadas. | Realizar al menos una auditoría interna cada 3 meses durante el próximo año. | \$1,500,000 COP (para la contratación de auditores y preparación de informes). |

Nota: Elaborado por el Practicante, 2024.

7. CONCLUSIONES

En la evaluación de la calidad del agua del sistema de abastecimiento en el municipio de Urumita, La Guajira, se han analizado diversos parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Los resultados muestran que varios de los parámetros, como el pH, la turbidez, la concentración de cloro residual y la presencia de coliformes fecales, cumplen con los estándares establecidos por la normativa colombiana, aunque por veces parámetros como la turbidez promedio en las muestras tomadas superó los 5 NTU, mientras que el pH osciló entre 6.0 y 8.0, en los límites aceptables pero cerca del rango inferior, lo que abrió un panorama alentador en cuanto a la efectividad del tratamiento de la Planta de Agua Potable.

Para continuar con esta corroboración se determinaron: el Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA), Índice de Riesgo Ambiental de la Balsa de Aguas (IRABA) y el Índice de Bacteriológico Potable (IBP) revelando aspectos sobre la seguridad del agua suministrada. El IRCA promedio en el sistema de abastecimiento fue de 8.67% clasificando el riesgo en la categoría de “baja”, con una probabilidad de muy baja en problemas de salud asociados al consumo de agua. El IRABA, por su parte, mostró un índice de 12%, sugiriendo riesgos ambientales bajos asociados al tratamiento y continuidad del servicio, mientras que el IBP reveló un valor de 55%, indicando un riesgo alto asociado a la operatividad en déficit de la PTAP, lo que concluyó con un concepto sanitario favorable con requerimientos que deben ser solucionados.

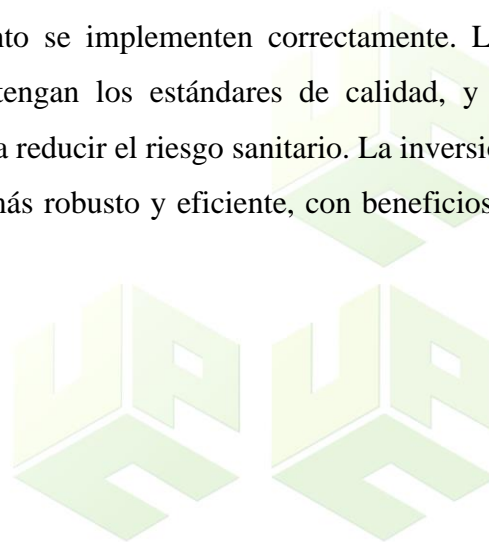
Por ende, se amplió la evaluación de los riesgos identificando varias áreas críticas en el sistema de abastecimiento. Los principales riesgos incluyen filtraciones en las tuberías que permiten la entrada de contaminantes externos, manejo inadecuado de residuos alrededor de las fuentes de agua, y falta de mantenimiento en los equipos de tratamiento. Se presume niveles de contaminantes por agroquímicos en el agua cruda, por áreas de interés económico cercanas a fuentes, lo que pone en velo el alcance tecnológico del análisis para el cual fue diseñada esta PTAP. El análisis de riesgos sugiere que estas vulnerabilidades deben ser abordadas de manera prioritaria para evitar la deterioración de la calidad del agua y proteger la salud pública.

Las estrategias propuestas buscan mejorar significativamente la calidad del agua y mitigar los riesgos asociados. El fortalecimiento del tratamiento del agua y la capacitación del personal son esenciales para garantizar que los procesos de tratamiento sean efectivos y que el personal esté adecuadamente preparado para manejar estos procesos. La inversión en la revisión y ajuste de los métodos de tratamiento, así como en la capacitación del personal, es crucial para abordar las deficiencias técnicas y operativas detectadas.

La optimización de la red de distribución y el mantenimiento de la infraestructura son igualmente importantes. Las inspecciones y reparaciones de tuberías, junto con el mantenimiento preventivo, reducirán las vulnerabilidades en la red de distribución y minimizarán el riesgo de contaminación. Estas acciones no solo mejorarán la calidad del agua distribuida, sino que también prolongarán la vida útil de la infraestructura, asegurando un suministro continuo y seguro.

El monitoreo y la gestión de amenazas ambientales son necesarios para proteger el sistema de tratamiento contra contaminantes externos. La instalación de equipos de monitoreo y la educación comunitaria son pasos fundamentales para prevenir la contaminación de las fuentes de agua. Al analizar muestras regularmente y sensibilizar a la comunidad, se puede reducir el impacto de las amenazas ambientales y mejorar la gestión del recurso hídrico.

Finalmente, el cumplimiento y mejora de las Buenas Prácticas Sanitarias (BPS) garantizarán que las prácticas de higiene y saneamiento se implementen correctamente. Las auditorías internas periódicas asegurarán que se mantengan los estándares de calidad, y la implementación de prácticas básicas de higiene ayudará a reducir el riesgo sanitario. La inversión en estas áreas contribuirá a un sistema de tratamiento más robusto y eficiente, con beneficios a largo plazo para la salud pública.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUAUR E.S.P. LTDA. (2020). *Manual Administrativo de la Cooperativa AGUAUR E.S.P. LTDA.* Urumita, La Guajira, Colombia: AGUAUR E.S.P. LTDA Editorial Propia.
- Alcaldía de Bogotá. (2007). *Resolución No. 2115 de 2007.* Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30008>
- Alcaldía Municipal de Urumita. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal [PDM] "Construyamos lo Nuestro" 2020-2023.* Urumita, La Guajira, Colombia: Gobierno de la Alcaldía Municipal de Urumita 2020-2023. Obtenido de https://urumitaguajira.micolombiadigital.gov.co/sites/urumitaguajira/content/files/000390/19485_pdm-urumita-20202023.pdf
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2009). *Resolución No. 0082 de 2009.* Obtenido de https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_minproteccion_0082_2009.htm
- CORPOGUAJIRA. (10 de mayo de 2012). *Corpoguajira Solicitó Al Municipio De Urumita, Atender La Contaminación Del Río Mocho, Por Vertimientos De Aguas Servidas.* Obtenido de Corporación Autónoma Regional de La Guajira [CORPOGUAJIRA]: <https://corpoguajira.gov.co/wp/corpoguajira-solicito-al-municipio-de-urumita-atender-la-contaminacion-del-rio-mocho-por-vertimientos-de-aguas-servidas/>
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.* Bogotá, Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio>
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (1984). *Decreto 1594 de 1984.* Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1327>
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (1998). *Decreto 475 de 1998.* Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18617>

Superintendencia de Industria y Comercio. (2010). *Resolución No. 4716 de 2010*. Obtenido de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30030118>

Superintendencia de Industria y Comercio. (2017). *Resolución No. 549 de 2017*. Obtenido de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30040114>



ANEXOS

ANEXO A – Constancias y Certificaciones de la Práctica

- *Constancia de Practicante emitida por la empresa, organización o institución*



COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P
NIT: 900.334.020-6

**EL SUSCRITO GERENTE DE LA COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA -
AGUAUR LTDA ESP.**

CERTIFICA:

Que el Joven: **HASSLER JAVIER SALDAÑA LIÑAN**, Identificado con cédula de ciudadanía N°. **1.192.777.754**, de Urumita La Guajira, estuvo vinculado a la Cooperativa Aguas de Urumita LTDA. E.S.P. bajo modalidad de: Practicas con opción agrado de la carrera **INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**, en el marco del convenio suscrito entre la Universidad Popular del Cesar y la Cooperativa Aguas de Urumita AGUAUR LTDA ESP con fecha de inicio de prácticas el día 04 de marzo de 2024, hasta el día 03 de Julio de 2024.

Durante este tiempo demostró ser una persona responsable y cumplidora de sus labores.

El desarrollo de las prácticas con opción agrado se llevó a cabo bajo el título de **SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**.

Esta certificación se expide a solicitud del interesado en el municipio de Urumita La Guajira a los Vestidos (22) días del mes de julio de 2024.

Atentamente,



EUNICE MURGAS SAURITH
Gerente AGUAUR LTDA E.S.P

POR UN MEJOR SERVICIO
CALLE 14B 9# 16 PLAZA PRINCIPAL
aguaur@hotmail.com
TELEFONO 7778276 - 3106939113

- *Comprobante de Afiliación a ARL*


COMPROBANTE DE RADICACIÓN DE LA AFILIACIÓN DEL DIA 01/03/2024
DATOS DE LA EMPRESA

| | | | | | |
|----------------------|---|----------------------|------------|-----------------|-------------|
| Tipo documento: | NI | Número de documento: | 892300285 | Cédula Usuario: | CC 77019587 |
| Nombre: | UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR | | | | |
| Dirección: | CRA ILOMETRO 1 VIA PATILLAL BALNEARIO HURTADO | | | | |
| Departamento: | CESAR | Municipio: | VALLEDUPAR | | |
| Correo electrónico: | RECURSOSHUMANOS@UNICESAR.EDU.CO | | | | |
| Teléfono: | 5885592 | Tarifa: | 0.522 | | |
| Actividad Económica: | 1854301 EDUCACION DE INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS O DE ESCUELAS TECNOLOGICAS, INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS O ESCUELAS TECNOLOGICAS LAS FACULTADAS PARA OFRECER PROGRAMAS DE FORMACION EN OCUPACIONES, PROGRAMAS DE FORMACION ACADEMICA EN PROFESIONES O DISCIPLINAS Y PROGRAMAS DE ESPECIALIZACION HASTA EL NIVEL DE FORMACION MAESTRIA; INCLUYE LA ENSEÑANZA QUE OFRECE FUNDAMENTACION TEORICA Y METODOLOGICA DE UNA PROFESION Y UNA AMPLIA FORMACION PARA LA DIRECCION, EL DISEÑO Y LA GESTION. | | | | |

DATOS DEL USUARIO QUE REALIZA LA RADICACIÓN

| | |
|----------------|---------------------------------|
| Cédula Usuario | Nombres y Apellidos del Usuario |
| CC 77019587 | ROBER TRINIDAD ROMERO RAMIREZ |

DATOS AFILIADOS RADICADOS

| Radicado | Cobertura | Documento | Nombre Trabajador | Riesgo | Tarifa | Tipo |
|----------|------------|---------------|-----------------------|--------|---------|-------------|
| 1 8028 | 02/03/2024 | CC 1192777754 | SALDAÑA LIÑAN HASSLER | 3 | 2.43600 | Dependiente |

OBSERVACIONES

Si tiene alguna duda con respecto a la tarifa o actividad económica de sus afiliados por favor dirijase a la oficina de POSITIVA más cercana o comuníquese con nuestra línea gratuita de atención a nivel nacional 01-8000-111-170 y en Bogotá al 3307000.

Cordial saludo,

Gerencia de Afiliaciones y Novedades
Positiva Compañía de Seguros S.A.

CC70B6710695ABF468B5E479ED998AE3

Certificado impreso el día 3/1/2024 5:04:49 PM por el portal de empresas Edesk



Positiva Compañía de Seguros S.A. • Nit: 860.011.153-6 • Línea gratuita: 01-8000-111-170,
 Bogotá: 330-7000 / Portal Web: www.positiva.gov.co

Positiva Compañía de Seguros @PositivaCal PositivaColombia



El emprendimiento es de todos Minhacienda

- *Carta Aval de la Práctica por UNICESAR*



Valledupar, 01 de marzo de 2024

Señor (a):
EUNICE MURGAS SAURITH
GERENTE AGUAUR LTDA E.S.P

Asunto: Presentación de inicio del estudiante - Prácticas académicas 2024-1.

Cordial saludo,

Por medio del presente, el Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria previo cumplimiento de los requisitos reglamentarios, presenta el estudiante **HASSLER JAVIER SALDAÑA LIÑAN** identificado con CC: **1.192.777.754** en el marco del **convenio 075 DEL 08 DE JULIO DEL 2022** suscrito entre la UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR y COOPERATIVA DE AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P, quien fue aceptado para el desarrollo de las prácticas (**Desde el 04 de marzo hasta el 03 de julio del 2024**) en su empresa y/o institución en el área **Ambiental y/o Sanitaria**, conforme a la solicitud allegada al Departamento y/o Comité de Investigación del Programa. En ese sentido, si el estudiante es seleccionado, deberá allegar la carta (Con funciones u actividades a desarrollar según perfil académico, fecha de inicio y terminación, nombre supervisor y si la entidad asume o no la ARL). El estudiante podrá desempeñarse en distintos roles relacionados con las áreas del diseño técnico, gestión y evaluación ambiental, tales como:

"Investigador de la problemática Ambiental y Sanitaria; Director, evaluador y ejecutor de estudios de impacto ambiental; Evaluador de los factores que inciden en la contaminación Ambiental; Diseñador, constructor y evaluador de obras de Saneamiento Básico; Coordinador de acciones tendientes al manejo y preservación de los recursos naturales; Coordinador, director, evaluador, y participante en la formulación de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCAS; Gestor para el manejo de los residuos líquidos y sólidos; Director, evaluador, ejecutor y administrador de obras que prevengan, mitiguen y corrijan los impactos ambientales; Líderar y gestionar proyectos de creación, organización y administración de empresas de consultoría ambiental; Elaborar y desarrollar planes de capacitación en las áreas que competen al profesional en ingeniería ambiental y sanitaria; entre otros roles de acuerdo con su perfil y programa académico".

Durante el desarrollo de la práctica académica y permanencia en la empresa y/o institución **MÍNIMO 640 HORAS**, el estudiante debe presentar ante el comité de investigación del programa, los respectivos planes e informes **FASE 1 y FASE 2** de conformidad con lo dispuesto en el **cronograma semestral de prácticas académicas 2024-1, lineamientos del comité de investigación y reglamento de modalidades de grado para los programas de pregrado de ingeniería y tecnológicas**". El estudiante y/o empresa debe enviar a los correos: ambiental@unicesar.edu.co y proyectosambiental@unicesar.edu.co la afiliación a la ARL antes de iniciar actividades.

Con gratitud,



Ing. REINEL FAJARDO CASAS
Director

Proyecto: Melissa Mileth Martínez Maestra - Secretaria comité de investigación del programa.

Documento con firma digital. La adulteración de su contenido constituye fraude y/o delito conforme a la ley.

Con copia a: Comité de investigación del programa.

www.unicesar.edu.co
Balneario Hurtado Vía a Pabilal. PBX (57) (5) 5845336 EXT. 1052
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia

ANEXO B – Base de Datos de los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | Conductividad µS/cm | Olor y sabor | pH (22,6 °C) U de pH | Temperatura °C | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL |
|-----------|--|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 2/18/2021 | 0 | 10 | 287 | Aceptable | 8.35 | 22.6 | 0.521 | <1 | <1 |
| 2/27/2021 | 5 | 5.04 | 300 | Aceptable | 8.27 | 23.4 | 1.57 | <1 | <1 |
| 3/3/2021 | 0.76 | <5 | 308 | Aceptable | 8.31 | 24.6 | 0.841 | <1 | <1 |
| 3/11/2021 | 0.47 | 5 | 308 | Aceptable | 8.25 | 23 | 1.83 | <1 | <1 |
| 3/17/2021 | 0.21 | 4 | 306 | Aceptable | 8.34 | 24.3 | 0.903 | <1 | <1 |
| 3/24/2021 | 0.18 | 10 | 306 | Aceptable | 8.33 | 22.9 | 1.17 | <1 | <1 |
| 4/7/2021 | 1.05 | <5 | 575 | Aceptable | 8.38 | 21 | <0.5 | <1 | <1 |
| 4/14/2021 | 1.03 | 5 | 212 | Aceptable | 7.63 | 24.1 | 1.02 | 198 | 4 |
| 4/20/2021 | 0.29 | 5 | 262 | Aceptable | 8.3 | 22.5 | 1.67 | <1 | <1 |
| 4/28/2021 | 0.36 | 5 | 292 | Aceptable | 8.37 | 23.6 | 1.61 | <1 | <1 |
| 5/5/2021 | 1.97 | <5 | 235 | Aceptable | 7.82 | 23 | <0.5 | <1 | <1 |
| 5/13/2021 | 0.87 | <5 | 194.6 | Aceptable | 7.5 | 24.2 | <0.5 | <1 | <1 |
| 5/19/2021 | 0.68 | 5 | 208.6 | Aceptable | 8.05 | 25.8 | 2 | <1 | <1 |
| 5/26/2021 | 0.08 | <5 | 176.2 | Aceptable | 7.87 | 24.7 | <0.5 | <1 | <1 |
| 6/2/2021 | 0.35 | <5 | 204 | Aceptable | 8.07 | 23.2 | 0.6 | <1 | <1 |
| 6/10/2021 | 0.07 | 5 | 189 | Aceptable | 7.77 | 22.5 | 0.8 | <1 | <1 |
| 6/16/2021 | 0.31 | 5 | 214 | Aceptable | 8.33 | 21.4 | 3.5 | <1 | <1 |
| 6/23/2021 | 1.83 | 5 | 230 | Aceptable | 8.29 | 22.4 | 3 | <1 | <1 |
| 7/7/2021 | 0.62 | <5 | 196 | Aceptable | 7.61 | 21.9 | 0.6 | <1 | <1 |
| 7/14/2021 | 0.25 | <5 | 255 | Aceptable | 8.33 | 24 | 2.3 | <1 | <1 |
| 7/21/2021 | 1.08 | 5 | 226 | Aceptable | 8.01 | 24.3 | 1.7 | <1 | <1 |
| 7/29/2021 | 0.67 | 5 | 240 | Aceptable | 8.43 | 20.1 | 2.2 | <1 | <1 |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | Conductividad µS/cm | Olor y sabor | pH (22,6 °C) U de pH | Temperatura °C | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL |
|------------|--|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 8/4/2021 | 0.68 | 10 | 238 | Aceptable | 8.43 | 20.1 | 2.7 | <1 | <1 |
| 8/10/2021 | 1.22 | <5 | 220 | Aceptable | 8.08 | 20.3 | 1.4 | <1 | <1 |
| 8/19/2021 | 0.91 | <5 | 195 | Aceptable | 7.62 | 21.6 | 1.4 | <1 | <1 |
| 8/26/2021 | 1.64 | <5 | 186 | Aceptable | 7.67 | 22.6 | 0.5 | <1 | <1 |
| 9/1/2021 | 1.19 | <5 | 176 | Aceptable | 7.4 | 20.6 | <0.5 | <1 | <1 |
| 9/16/2021 | 1.8 | <5 | 197 | Aceptable | 8.11 | 21.8 | 0.9 | <1 | <1 |
| 9/23/2021 | 1.44 | <5 | 193 | Aceptable | 7.66 | 21.7 | 1.3 | <1 | <1 |
| 9/28/2021 | 0.88 | <5 | 218 | Aceptable | 7.89 | 22.5 | 0.65 | <1 | <1 |
| 10/4/2021 | 1.22 | <5 | 167 | Aceptable | 7.7 | 22 | 3.2 | <1 | <1 |
| 10/13/2021 | 0.99 | <5 | 192 | Aceptable | 7.79 | 20.8 | <0.5 | <1 | <1 |
| 10/19/2021 | 1.36 | <5 | 188 | Aceptable | 7.59 | 20.8 | <0.5 | <1 | <1 |
| 10/27/2021 | 0.83 | <5 | 200 | Aceptable | 7.74 | 21.1 | <0.5 | <1 | <1 |
| 11/4/2021 | 1.72 | <5 | 185 | Aceptable | 7.71 | 21.4 | <0.5 | <1 | <1 |
| 11/10/2021 | 0.99 | <5 | 180.5 | Aceptable | 8 | 22.4 | 0.7 | <1 | <1 |
| 11/16/2021 | 0.78 | 5 | 189 | Aceptable | 8.25 | 20.2 | 1.7 | <1 | <1 |
| 11/22/2021 | 1.46 | <5 | 206 | Aceptable | 8.18 | 21.4 | 1.5 | <1 | <1 |
| 12/2/2021 | 1.99 | 5 | 343 | Aceptable | 8.37 | 20 | 19 | <1 | <1 |
| 12/9/2021 | 1.98 | <5 | 260.5 | Aceptable | 8.53 | 20.2 | 1.3 | <1 | <1 |
| 12/13/2021 | 1.98 | <5 | 276 | Aceptable | 8.37 | 20.7 | 0.55 | <1 | <1 |
| 12/21/2021 | 1.98 | <5 | 292 | Aceptable | 8.41 | 22.5 | 0.75 | <1 | <1 |
| 2/10/2022 | 0.44 | <5 | 297 | Aceptable | 8.4 | 22.2 | 1.4 | <1 | <1 |
| 2/16/2022 | 1.21 | <5 | 309 | Aceptable | 8.41 | 23.2 | 1.7 | <1 | <1 |
| 2/23/2022 | 1.34 | 5 | 310 | Aceptable | 8.43 | 21.1 | 1.2 | 30 | <1 |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | Conductividad μS/cm | Olor y sabor | pH (22,6 °C) U de pH | Temperatura °C | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL |
|-----------|--|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 3/3/2022 | 1.32 | 5 | 292 | Aceptable | 8.29 | 20.8 | 1.7 | <1 | <1 |
| 3/10/2022 | 1.24 | <5 | 310.5 | Aceptable | 8.43 | 23.6 | 1.3 | <1 | <1 |
| 3/16/2022 | 1.08 | <5 | 310 | Aceptable | 8.44 | 24.4 | 1.1 | <1 | <1 |
| 3/24/2022 | 1.94 | <5 | 315 | Aceptable | 8.55 | 21.7 | 3 | <1 | <1 |
| 4/6/2022 | 1.33 | <5 | 296 | Aceptable | 7.96 | 23.7 | 0.75 | <1 | <1 |
| 4/11/2022 | 1.22 | 5 | 246 | Aceptable | 8.3 | 23.1 | 1.1 | <1 | <1 |
| 4/20/2022 | 1.99 | <5 | 190 | Aceptable | 7.93 | 22.3 | <0.5 | <1 | <1 |
| 4/28/2022 | 2.2 | <5 | 175 | Aceptable | 8 | 22.7 | <0.5 | <1 | <1 |
| 5/5/2022 | 1.81 | <5 | 138 | Aceptable | 7.46 | 22.8 | <0.5 | <1 | <1 |
| 5/10/2022 | 1.04 | <5 | 162 | Aceptable | 7.63 | 23.6 | 0.55 | <1 | <1 |
| 5/19/2022 | 1.57 | <5 | 152 | Aceptable | 7.69 | 23.2 | <0.5 | <1 | <1 |
| 5/24/2022 | 1.92 | <5 | 159.5 | Aceptable | 7.68 | 23.9 | <0.5 | <1 | <1 |
| 6/1/2022 | 1.68 | 10 | 191 | Aceptable | 8.27 | 22.8 | 3 | <1 | <1 |
| 6/8/2022 | 0.07 | <5 | 197 | Aceptable | 8.13 | 22 | 2.6 | <1 | <1 |
| 6/14/2022 | 7.1 | 5 | 224.5 | Aceptable | 8.08 | 23 | 0.75 | <1 | <1 |
| 6/22/2022 | 1.71 | 5 | 192 | Aceptable | 7.87 | 23.6 | 2.8 | <1 | <1 |
| 7/5/2022 | 2.2 | <5 | 838 | Aceptable | 9.2 | 22 | 2.1 | <1 | <1 |
| 7/14/2022 | 2.2 | <5 | 953 | Aceptable | 9.02 | 22.5 | 2.1 | <1 | <1 |
| 7/19/2022 | 2 | <5 | 231 | Aceptable | 8.48 | 21.7 | 2.9 | <1 | <1 |
| 7/28/2022 | 1.53 | <5 | 243.5 | Aceptable | 8.5 | 23.2 | 1.5 | <1 | <1 |
| 8/2/2022 | 0.81 | <5 | 251 | Aceptable | 8.13 | 23.6 | 1.4 | <1 | <1 |
| 8/10/2022 | 2.2 | 5 | 241 | Aceptable | 8.08 | 23.5 | <0.5 | <1 | <1 |
| 8/17/2022 | 0.95 | 5 | 185 | Aceptable | 7.76 | 20 | 1.1 | <1 | <1 |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | Conductividad µS/cm | Olor y sabor | pH (22,6 °C) U de pH | Temperatura °C | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL |
|------------|--|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 8/24/2022 | 1.31 | 5 | 189 | Aceptable | 7.57 | 21.2 | 0.6 | <1 | <1 |
| 9/6/2022 | 0.1 | 5 | 177 | Aceptable | 7.56 | 22.6 | <0.5 | <1 | <1 |
| 9/14/2022 | 1.43 | 5 | 188 | Aceptable | 7.44 | 23.4 | <0.5 | <1 | <1 |
| 9/22/2022 | 1.28 | 20 | 180 | Aceptable | 7.61 | 23.5 | <0.5 | <1 | <1 |
| 9/28/2022 | 1.89 | 5 | 186 | Aceptable | 7.71 | 23 | <0.5 | <1 | <1 |
| 10/5/2022 | 0.5 | <5 | 187 | Aceptable | 7.74 | 22.6 | 0.9 | <1 | <1 |
| 10/12/2022 | 1.52 | 10 | 184.5 | Aceptable | 7.76 | 23.1 | 1.8 | <1 | <1 |
| 10/19/2022 | 2.1 | <5 | 185 | Aceptable | 7.8 | 23.7 | 1.2 | <1 | <1 |
| 10/26/2022 | 1.84 | 10 | 173 | Aceptable | 7.52 | 20.8 | 0.5 | <1 | <1 |
| 11/1/2022 | 1.14 | <5 | 169 | Aceptable | 7.68 | 20.1 | <0.5 | <1 | <1 |
| 11/9/2022 | 1.59 | <5 | 175.9 | Aceptable | 7.73 | 20.9 | <0.5 | <1 | <1 |
| 11/16/2022 | 1.39 | 10 | 180.9 | Aceptable | 7.96 | 23.9 | 3.1 | 16 | <1 |
| 11/23/2022 | 1.37 | 10 | 197.4 | Aceptable | 7.82 | 23 | 0.65 | <1 | <1 |
| 12/1/2022 | 1.31 | 5 | 211 | Aceptable | 8.04 | 22.9 | 1.8 | <1 | <1 |
| 12/6/2022 | 2.2 | 5 | 858 | Aceptable | 9.34 | 22.4 | 1.5 | <1 | <1 |
| 12/13/2022 | 0.74 | 5 | 220 | Aceptable | 8.11 | 22.7 | 1 | <1 | <1 |
| 12/21/2022 | 1.37 | 5 | 225.2 | Aceptable | 8.4 | 20.7 | 1.3 | <1 | <1 |
| 2/14/2023 | 1.98 | 5 | 300 | Aceptable | 8.18 | 20 | 1.8 | 2 | <1 |
| 2/23/2023 | 0.72 | 5 | 306 | Aceptable | 8.36 | 24.3 | 0.85 | <1 | <1 |
| 3/2/2023 | 0.5 | 5 | 304 | Aceptable | 8.26 | 25.8 | 1.5 | 3 | <1 |
| 3/9/2023 | 2.2 | <5 | 643 | Aceptable | 9.66 | 24.9 | 2.2 | <1 | <1 |
| 3/15/2023 | 1.68 | <5 | 207.1 | Aceptable | 7.67 | 24 | <0.5 | <1 | <1 |
| 3/22/2023 | 1.71 | <5 | 269.8 | Aceptable | 8.47 | 25.3 | <0.5 | <1 | <1 |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | Conductividad µS/cm | Olor y sabor | pH (22,6 °C) U de pH | Temperatura °C | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL |
|-----------|--|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 4/3/2023 | 0.92 | 5 | 297.2 | Aceptable | 8.06 | 25.9 | 1.7 | <1 | <1 |
| 4/12/2023 | 1.48 | 10 | 258.6 | Aceptable | 8.1 | 25.3 | 0.85 | <1 | <1 |
| 4/19/2023 | 0.76 | 10 | 226.9 | Aceptable | 7.9 | 26 | 0.55 | <1 | <1 |
| 4/25/2023 | 1.25 | 5 | 262.4 | Aceptable | 8.31 | 25.2 | 1.1 | <1 | <1 |
| 5/2/2023 | 0.8 | <5 | 204.7 | Aceptable | 8.11 | 25.9 | <0.5 | <1 | <1 |
| 5/9/2023 | 0.39 | 10 | 249.2 | Aceptable | 7.42 | 24.5 | 1.9 | <1 | <1 |
| 5/16/2023 | 0.05 | 10 | 203.5 | Aceptable | 8.03 | 24.3 | 1.6 | <1 | <1 |
| 5/24/2023 | 0.84 | 10 | 187.7 | Aceptable | 7.86 | 25.6 | <0.5 | <1 | <1 |
| 6/1/2023 | 1.1 | <5 | 155.9 | Aceptable | 7.57 | 20 | 1.3 | <1 | <1 |
| 6/6/2023 | 1.46 | <5 | 131.4 | Aceptable | 7.35 | 25.1 | 0.55 | <1 | <1 |
| 6/14/2023 | 1.52 | <5 | 162.8 | Aceptable | 7.8 | 25.8 | <0.5 | <1 | <1 |
| 6/22/2023 | 1.2 | <5 | 175 | Aceptable | 7.93 | 27.1 | 0.8 | <1 | <1 |
| 7/4/2023 | 0.13 | 5 | 191.9 | Aceptable | 8.2 | 23.5 | 2.4 | <1 | <1 |
| 7/11/2023 | 0.63 | <5 | 204.2 | Aceptable | 8.3 | 22.7 | 2.8 | <1 | <1 |
| 7/17/2023 | 1.58 | 5 | 159 | Aceptable | 7.61 | 26 | <0.5 | <1 | <1 |
| 7/25/2023 | 0.56 | <5 | 172.4 | Aceptable | 8.05 | 25.1 | 1.3 | <1 | <1 |
| 8/1/2023 | 1.12 | 10 | 166 | Aceptable | 7.4 | 23.8 | <0.5 | <1 | <1 |
| 8/8/2023 | 1.19 | 5 | 175 | Aceptable | 7.76 | 26.1 | <0.5 | <1 | <1 |
| 8/16/2023 | 0.44 | <5 | 181.6 | Aceptable | 8.25 | 24.8 | 2.3 | <1 | <1 |
| 8/23/2023 | 0.35 | 5 | 169.8 | Aceptable | 7.81 | 24.6 | 1 | <1 | <1 |
| 9/5/2023 | 1.26 | 5 | 152.8 | Aceptable | 7.83 | 24.5 | 0.5 | <1 | <1 |
| 9/12/2023 | 2.1 | 5 | 164.6 | Aceptable | 7.98 | 25.4 | <0.5 | <1 | <1 |
| 9/19/2023 | 1.2 | 5 | 171.2 | Aceptable | 7.87 | 23.6 | 1.3 | <1 | <1 |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | Conductividad µS/cm | Olor y sabor | pH (22,6 °C) U de pH | Temperatura °C | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL |
|------------|--|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 9/26/2023 | 0.4 | 5 | 182.6 | Aceptable | 8.22 | 20.6 | 2.1 | <1 | <1 |
| 10/2/2023 | 1.36 | <5 | 194.2 | Aceptable | 8.02 | 22 | 1.2 | <1 | <1 |
| 10/10/2023 | 1.45 | <5 | 154.7 | Aceptable | 7.93 | 23.1 | <0.5 | <1 | <1 |
| 10/18/2023 | 0.7 | <5 | 161.6 | Aceptable | 8.24 | 25.3 | 0.75 | <1 | <1 |
| 10/25/2023 | 0.27 | 20 | 162.1 | Aceptable | 8.32 | 23.2 | 12 | <1 | <1 |
| 11/7/2023 | 1.44 | <5 | 142.9 | Aceptable | 7.98 | 23.7 | <0.5 | <1 | <1 |
| 11/16/2023 | 0.41 | <5 | 155.9 | Aceptable | 8.02 | 24.3 | 1.7 | <1 | <1 |
| 11/22/2023 | 0.46 | 5 | 159.5 | Aceptable | 7.98 | 21.5 | 3.2 | <1 | <1 |
| 11/28/2023 | 1.46 | <5 | 183.9 | Aceptable | 8.17 | 22.6 | 2 | <1 | <1 |
| 12/6/2023 | 1.4 | 5 | 192.1 | Aceptable | 8.3 | 23.2 | 1.8 | <1 | <1 |
| 12/13/2023 | 1.24 | <5 | 205 | Aceptable | 7.92 | 21.7 | 1.5 | <1 | <1 |
| 12/18/2023 | 0.24 | 5 | 204 | Aceptable | 8.24 | 24.2 | 3 | <1 | <1 |
| 12/26/2023 | 1.28 | 5 | 235 | Aceptable | 8.29 | 23.5 | 1.7 | <1 | <1 |
| 1/17/2024 | 1.16 | 5 | 283.9 | Aceptable | 7.74 | 23.7 | 1.9 | <1 | <1 |
| 1/24/2024 | 0.56 | 5 | 296.4 | Aceptable | 8.35 | 24.4 | 1.8 | <1 | <1 |
| 2/1/2024 | 0.18 | 5 | 289.4 | Aceptable | 8.23 | 22.5 | 1 | <1 | <1 |
| 2/7/2024 | 1.82 | 5 | 254 | Aceptable | 8.17 | 22.8 | 4.1 | <1 | <1 |
| 2/14/2024 | 0.23 | 5 | 284.1 | Aceptable | 8.31 | 23.2 | 1.2 | <1 | <1 |
| 2/21/2024 | 1.33 | 5 | 306 | Aceptable | 8.47 | 23.8 | 3.2 | <1 | <1 |
| 2/28/2024 | 1.24 | <5 | 305.5 | Aceptable | 8.36 | 22.9 | 3.3 | <1 | <1 |
| 3/6/2024 | 1.94 | 5 | 310 | Aceptable | 8.18 | 25 | 2.1 | <1 | <1 |
| 3/13/2024 | 0.46 | 5 | 312 | Aceptable | 8.26 | 25.1 | 2.3 | <1 | <1 |
| 3/20/2024 | 1.24 | 5 | 315 | Aceptable | 8.12 | 25.3 | 0.7 | <1 | <1 |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | Conductividad μS/cm | Olor y sabor | pH (22,6 °C) U de pH | Temperatura °C | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL |
|-----------|--|--------------------|---------------------|--------------|----------------------|----------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 3/26/2024 | 1.5 | 5 | 314 | Aceptable | 8.02 | 22.7 | 1.2 | <1 | <1 |



ANEXO C – Ficha Técnica de Inspección Inicial

Inspección inicial

23

ANEXO A

Ficha técnica para la inspección inicial (2)

Fecha

A. UBICACIÓN

1. País:
2. Nombre de la planta
3. Localidades abastecidas
4. Localización:
Departamento: Provincia: Distrito:
5. Dirección de la planta:
- Distancia de la capital: km Altitud: m. s. n. m.
6. Institución propietaria o administradora:

B. FUENTE DE ABASTECIMIENTO, CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO PREVIO

7. Fuente de abastecimiento:
 - a) Quebrada
 - b) Río
 - c) Lago o embalse
- 7.1 Tipo de toma
- 7.2 Conducción de agua cruda:
 - a) Por gravedad
 - b) Por bombeo
- 7.3 Desarenador
- 7.4 Presedimentador

 - a) Largo: m
 - b) Ancho: m
 - c) Área: m²
 - d) Carga superficial: m³/m².d

C. CALIDAD DE LA FUENTE

Solicitar información de calidad del agua cruda de los archivos de la planta de por lo menos un año. Básicamente, promedios mensuales de turbiedad, color,

pH, alcalinidad, número más probable (NMP) de coliformes termotolerantes y también promedios diarios de turbiedad del mes más lluvioso y del mes más seco del año.

D. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

8. Caudal de la planta

8.1 Caudal de proyecto: L/s

8.2 Caudal máximo con el que opera la planta: L/s
Indique los meses del año o situaciones en que se da esta condición:
.....

8.3 Caudal mínimo con el que opera la planta L/s
Indique los meses del año o las situaciones en que se da esta condición:
.....

9. Tipo de planta: filtración rápida

a) Patente:

b) Convencional clásica:

c) Tipo CEPIS/OPS:

Año en que se diseñó:

Año en que se remodeló/amplió/optimizó:

10. Descripción:

10.1 Medidor de caudal Tipo:

10.2 Mezcla rápida: Tipo: Punto de aplicación:

10.3 Floculadores

a) Tipo:

b) Número de unidades:

c) Número de tramos:

d) Profundidad útil: m

e) Largo: m

f) Ancho: m

10.4 Decantadores

Tipo 1

a) Tipo:

b) Número de unidades:

c) Área de cada unidad: m²

Tipo 2

- a) Tipo
- b) N.º de unidades
- c) Área de cada unidad m²

10.5 Filtros

- a) Tipo de filtro: tasa constante Tasa declinante
- b) N.º de unidades
- c) Tipo de lecho filtrante: simple doble
- d) Área de cada filtro m²

10.6 Dosificación

- a) Coagulante: Tipo de dosificador Número
- b) Polímero: Tipo de dosificador Número
- c) Cal: Tipo de dosificador Número
- d) Cloro: Tipo de dosificador Número

E. OBSERVACIONES

Indicar aquí cualquier situación extraordinaria observada en la planta.

F. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Se efectuará sobre la base de todo lo observado y la información procesada y se indicará cuáles son los procesos más críticos cuyas unidades requieren ser evaluadas con profundidad para determinar el origen de los problemas.

ANEXO D – Cálculo del Índice de Riesgo por Abastecimiento para el Consumo Humano – IRCA

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | pH (22,6 °C) U de pH | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL | IRCA (%) | Clasificación IRCA (%) |
|-----------|--|--------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|----------|------------------------|
| 2/18/2021 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 2/27/2021 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 3/3/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 3/11/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 3/17/2021 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 3/24/2021 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 4/7/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 4/14/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 25 | 51.613 | Riesgo Alto |
| 4/20/2021 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 4/28/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/5/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/13/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/19/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/26/2021 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 6/2/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 6/10/2021 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 6/16/2021 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 6/23/2021 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 7/7/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 7/14/2021 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 38.710 | Riesgo Alto |
| 7/21/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 7/29/2021 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | pH (22,6 °C) U de pH | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL | IRCA (%) | Clasificación IRCA (%) |
|------------|--|--------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|----------|------------------------|
| 8/4/2021 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 8/10/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 8/19/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 8/26/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/1/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/16/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/23/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/28/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 10/4/2021 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 10/13/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 10/19/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 10/27/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/4/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/10/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/16/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/22/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/2/2021 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 12/9/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/13/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/21/2021 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 2/10/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 2/16/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 2/23/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 3/3/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | pH (22,6 °C) U de pH | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL | IRCA (%) | Clasificación IRCA (%) |
|-----------|--|--------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|----------|------------------------|
| 3/10/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 3/16/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 3/24/2022 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 4/6/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 4/11/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 4/20/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 4/28/2022 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 5/5/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/10/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/19/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/24/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 6/1/2022 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 6/8/2022 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 38.710 | Riesgo Alto |
| 6/14/2022 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 6/22/2022 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 7/5/2022 | 15 | 0 | 1.5 | 15 | 0 | 0 | 40.645 | Riesgo Alto |
| 7/14/2022 | 15 | 0 | 1.5 | 15 | 0 | 0 | 40.645 | Riesgo Alto |
| 7/19/2022 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 38.710 | Riesgo Alto |
| 7/28/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 8/2/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 8/10/2022 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 8/17/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 8/24/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/6/2022 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | pH (22,6 °C) U de pH | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL | IRCA (%) | Clasificación IRCA (%) |
|------------|--|--------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|----------|------------------------|
| 9/14/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/22/2022 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7.742 | Riesgo Bajo |
| 9/28/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 10/5/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 10/12/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 10/19/2022 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 10/26/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/1/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/9/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/16/2022 | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 0 | 38.710 | Riesgo Alto |
| 11/23/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/1/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/6/2022 | 15 | 0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 21.290 | Riesgo Medio |
| 12/13/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/21/2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 2/14/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 2/23/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 3/2/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 3/9/2023 | 15 | 0 | 1.5 | 15 | 0 | 0 | 40.645 | Riesgo Alto |
| 3/15/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 3/22/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 4/3/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 4/12/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 4/19/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | pH (22,6 °C) U de pH | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | Escherichia coli UFC/100 mL | IRCA (%) | Clasificación IRCA (%) |
|------------|--|--------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|------------------------|
| 4/25/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/2/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/9/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 5/16/2023 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 5/24/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 6/1/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 6/6/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 6/14/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 6/22/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 7/4/2023 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 38.710 | Riesgo Alto |
| 7/11/2023 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 7/17/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 7/25/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 8/1/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 8/8/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 8/16/2023 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 8/23/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/5/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/12/2023 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 9/19/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 9/26/2023 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 10/2/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 10/10/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 10/18/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |

| Fechas | Cloro Libre Residual mg Cl ₂ /L | Color Aparente UPC | pH (22,6 °C) U de pH | Turbiedad NTU | Coliformes Totales UFC/100 mL | <i>Escherichia coli</i> UFC/100 mL | IRCA (%) | Clasificación IRCA (%) |
|------------|--|--------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|----------|------------------------|
| 10/25/2023 | 15 | 6 | 0 | 15 | 0 | 0 | 46.452 | Riesgo Alto |
| 11/7/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/16/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 11/22/2023 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 11/28/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/6/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/13/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 12/18/2023 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 38.710 | Riesgo Alto |
| 12/26/2023 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 1/17/2024 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 1/24/2024 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 2/1/2024 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 2/7/2024 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 2/14/2024 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 2/21/2024 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 2/28/2024 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 3/6/2024 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 3/13/2024 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 19.355 | Riesgo Medio |
| 3/20/2024 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |
| 3/26/2024 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | Sin Riesgo |

ANEXO E – Información del Índice de Tratamiento, Índice de Continuidad y Determinación de Riesgo por Distribución en el Municipio



COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P
NIT: 900.334.020-6

Preguntas para la determinación del Índice de tratamiento del agua para consumo humano

1. De las siguientes opciones, seleccione la aplicable:

- a. Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo (✓)
- b. Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente ()
- c. Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo ()
- d. Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente ()
- e. Si sólo requiere desinfección y ésta se realiza ()
- f. Si sólo realiza desinfección ()
- g. Si no hay ningún tipo de tratamiento ()

2. ¿La persona prestadora cuenta con los equipos mínimos necesarios para realizar los siguientes ensayos: prueba de jarras, demanda de cloro, turbiedad, color y pH?

Si (✓) No () Parcial (), ¿cuáles?: Todas las mencionadas anteriormente

3. ¿La persona prestadora cuenta en la planta tratamiento con trabajadores certificados de conformidad con las Resoluciones No. 1076 de 2003 y 1570 de 2004 del MAVDT o las que las modifiquen, adicione o sustituyan, que hacen referencia al Plan Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica para el sector de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental y sobre el plan de certificación de las competencias laborales de sus trabajadores?

- a. Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados ()
- b. Entre el 50% y menos de 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados ()
- c. Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados (✓)



COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P
NIT: 900.334.020-6

Preguntas para la determinación del Índice de continuidad del agua para consumo humano

4. ¿cuál es el Número de horas de abastecimiento de agua al municipio?

20 horas por día

Preguntas para la determinación de Riesgo por Distribución en el Municipio

5. ¿Cuál es la Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de una red de distribución?

100 %

6. ¿Cuál es la Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de pilas públicas?

0 %

7. ¿Cuál es la Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de carrotanques?

0 %

8. ¿Cuál es la Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recoge agua para consumo humano directamente de pozos, lluvias, fuentes superficiales, garrafas, baldes, etc.?

0 %

9. ¿Cuántas conexiones domiciliarias hay al servicio de acueducto?

2211 conexiones domiciliarias

10. ¿Cuál es el número de viviendas que hay en el municipio?

2211 viviendas en el municipio

ANEXO F – Evaluación de Buenas Prácticas Sanitarias

 COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P
 NIT: 900.334.020-6

**Evaluación de las Buenas Prácticas Sanitarias ANEXO TÉCNICO N°1 Resolución
 00082 de 16 de enero de 2009 ÍTEM IV**

| IV. BUENAS PRÁCTICAS SANITARIAS (BPS) - PERSONA PRESTADORA | | | | |
|---|-----------------------------|----|---|------------------|
| IV.1 Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano | | | | |
| | | | | ¿Cumple las BPS? |
| IV.1.1 Estado y pertinencia de las instalaciones. | Descripción de lo observado | SI | P | NO N/A |
| 1. Vía(s) de acceso está(n) en buen estado. | | | X | |
| 2. Alrededores de las instalaciones de la planta libres de obstáculos. | | X | | |
| 3. Planta tiene cerramiento. | | | | X |
| 4. Aseo interior eficiente. | | | X | |
| 5. Instalaciones de almacenamiento adecuadas. | | | X | |
| 6. Zonas para el descanso y consumo de alimentos. | | X | | |
| 7. Servicios sanitarios en cantidad suficiente. | | X | | |
| 8. Estado físico de las edificaciones. | | | X | |
| | | | | ¿Cumple las BPS? |
| IV.1.2 Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo humano | Descripción de lo observado | SI | P | NO N/A |
| 1. Medición de caudal de ingreso. | | X | | |
| 2. Medición de caudal de salida. | | X | | |
| 3. Medición o estimación de caudal para el lavado de filtros sedimentadores o de drenajes de sedimentadores y otros consumos. | | | X | |
| 4. Medición de niveles en los tanques. | | | | X |
| 5. Control para determinar el momento del lavado de filtros. | | | X | |
| | | | | ¿Cumple las BPS? |
| IV.1.3 Seguridad Industrial y salud ocupacional | Descripción de lo observado | SI | P | NO N/A |
| 1. Manual o protocolo de higiene y seguridad industrial. | | | X | |


**COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P
 NIT: 900.334.020-6**

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|-------------------------|----------|-----------|------------|--|
| 2. Programa de salud ocupacional. | | | X | | | |
| 3. Señalización y demarcación de las áreas de trabajo. | | | X | | | |
| 4. Operarios visten uniformes dotados para el trabajo. | | | X | | | |
| 5. Elementos de protección y seguridad. | | | X | | | |
| 6. Elementos de control local de emergencias. | | | X | | | |
| | | ¿Cumple las BPS? | | | | |
| IV.1.4 Manejo de la Información y comunicaciones | Descripción de lo observado | SI | P | NO | N/A | |
| 1. Sistema de registro y archivo de la información. | | X | | | | |
| 2. Reportes de autocontrol están disponibles para supervisión a cargo de la autoridad sanitaria. | | X | | | | |
| 3. Manuales de operación y mantenimiento. | | | X | | | |
| 4. Manual de funciones. | | X | | | | |
| 5. Supervisión y asesoría. | | X | | | | |
| 6. Sistema de comunicaciones. | | | X | | | |
| | | ¿Cumple las BPS? | | | | |
| IV.1.5 Laboratorio(s) para control de procesos y calidad del agua para consumo humano distribuida | Descripción de lo observado | SI | P | NO | N/A | |
| 1. Brinda(n) las condiciones de localización, espacio y distribución que deben cumplirse en estas instalaciones. | | | X | | | |
| 2. Equipos de seguridad propios de estas instalaciones. | | | X | | | |
| 3. Realizan todos los ensayos físico, químicos y microbiológicos de control en la red de distribución, de acuerdo a las condiciones establecidas en el Capítulo V de la Resolución 2115 de 2007 o la norma que la modifique, adicione o sustituya. | | | X | | | |
| 4. Efectúan periódicamente la caracterización del agua cruda y su tratabilidad. | | X | | | | |
| 5. Hacen periódicamente el control de los procesos que llevan a cabo: floculación, sedimentación, filtración, desinfección y ajuste final de pH, etc., es decir, los que procedan. | | X | | | | |
| 6. Llevan reportes de control al día. | | X | | | | |
| 7. Sistema de gestión para el aseguramiento de la calidad de los resultados físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano. | | X | | | | |
| 8. Instalaciones siguen técnicas de aseo y asepsia para los análisis. | | X | | | | |


**COOPERATIVA AGUAS DE URUMITA LTDA E.S.P
 NIT: 900.334.020-6**

| IV.2 Aspectos generales del sistema de distribución | | | | | |
|---|-----------------------------|----|---|----|------------------|
| | | | | | ¿Cumple las BPS? |
| IV.2.1 Estado operativo del sistema de distribución | Descripción de lo observado | SI | P | NO | N/A |
| 1. Planos de la red de distribución detallados. | | | X | | |
| 2. Red de distribución está sectorizada. | | X | | | |
| 3. Zonas donde existe riesgo de contaminación de la red. | | | | X | |
| 4. Registro estadístico de las roturas de tubería y sus causas. | | | | | |
| 5. Válvulas, purgas e hidrantes para drenar el agua de las tuberías están operables. | | X | | | |
| 6. Equipos y accesorios mínimos para el control de operación de la red. | | X | | | |
| 7. Red de distribución está instrumentada. | | X | | | |
| | | | | | ¿Cumple las BPS? |
| IV.2.2 Mantenimiento de la red de distribución | Descripción de lo observado | SI | P | NO | N/A |
| 1. Personal encargado de la operación y mantenimiento de la red de distribución está certificado en sus competencias laborales. | | | X | | |
| 2. Equipos y materiales apropiados para labores de mantenimiento. | | X | | | |
| 3. Equipos para detección de fugas no visibles. | | X | | | |
| 4. Fugas y daños son atendidos oportunamente. | | X | | | |
| 5. Procedimientos para reparación de daños de tuberías y accesorios que eviten la contaminación hacia el interior de éstos. | | X | | | |
| | | | | | ¿Cumple las BPS? |
| IV.2.3 Control de calidad del agua distribuida. | Descripción de lo observado | SI | P | NO | N/A |
| 1. Tanques y otras estructuras del sistema de distribución se limpian y desinfectan periódicamente. | | X | | | |
| 2. Dispositivos para toma de muestras de agua en la red de distribución. | | X | | | |
| 3. Quejas sobre mala calidad del agua se atienden oportunamente. | | X | | | |
| 4. Toma, preservación y transporte de muestras se hace de acuerdo al Manual de Instrucciones del Instituto Nacional de Salud - INS. | | X | | | |
| 5. Equipos portátiles para la toma de cloro residual y pH. | | X | | | |