

Elaboración de un manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento para la prevención de fallas en el sistema y capacitación técnica de los empleados de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará

Julián Cáceres Medina

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela Ciencias Agrícolas, Pecuarias del Medio Ambiente ECAPMA

Tecnología en Saneamiento Ambiental

Cubará Boyacá 2026

Elaboración de un manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento para la reducción de fallas en el sistema y capacitación técnica de los empleados de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará

Julián Cáceres Medina

Trabajo Para Obtener el Título de Tecnólogo en Saneamiento Ambiental

Directora

Biviana Esperanza Rocha Gil

Ingeniera Sanitaria y Ambiental

Msc. en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela Ciencias Agrícolas, Pecuarias del Medio Ambiente ECAPMA

Tecnología en Saneamiento Ambiental

Cubará Boyacá 2026

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a Dios por ser mi soporte para continuar este proceso y estar obteniendo uno de mis sueños anhelados.

También se lo dedico a mi esposa y mis tres hijos ya que por la realización del trabajo no les dedicaba el tiempo normal.

También le dedico este trabajo a mis tutores ya que son personas muy profesionales y muy claros en la realización de cada curso.

Tabla de contenido

Introducción.....	10
Planteamiento del Problema	12
Objetivos.....	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Justificación	16
Marco de Referencia	17
Antecedentes	17
Marco teórico.....	21
Descripción del sistema de abastecimiento.....	21
Desarenadores	21
Línea de Aducción.....	22
Tipos de operación y mantenimiento.....	23
Operación.	23
Operación para la puesta en marcha	24
Operación Normal	24
Operación Especial o Eventual.....	24
Operación de Emergencia	24
Mantenimiento	24
Mantenimiento Preventivo	24
Mantenimiento Correctivo	24
Mantenimiento Predictivo.....	25
Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo.....	25
Marco conceptual.....	26
Agua potable o agua para consumo humano	26
Calidad de agua	26
Cloro residual	26
Bypass.....	26
Micromedidor.....	26
Curva de demanda de cloro.....	27
Operador	27

Registro de operación	27
Filtración lenta.....	27
Marco legal	28
Marco Geográfico	29
Metodología.....	33
Tipo de investigación.....	34
Población.....	35
Muestra de estudio.....	35
Técnicas y recolección de datos	35
Fases del proyecto	37
Fase 1. Diagnóstico sobre las actividades de cada uno de los procesos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará.	37
Fuente Primaria	37
Fuentes secundarias	38
Fase 2. Elaboración de un manual que incluya las buenas prácticas de cada uno de los procesos de operación y mantenimiento para la prevención de fallas en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará.....	39
Análisis de los resultados	41
Fase 3. Capacitación al personal de la planta para el fortalecimiento técnico operativo mediante el uso adecuado del manual.	51
Conclusiones.....	52
Recomendaciones	54
Referencias bibliográficas	55
Anexos.....	60

Índice de tablas

Tabla 1.....	41
Ítems 1. Participación en actividades en la PTAP	41
Tabla 2.....	42
Ítems 2. Nivel de confianza en la ejecución de las tareas que se asignan en la planta	42
Tabla 3.....	43
Ítems 3. Fallas operativas que requieren intervención correctiva.....	43
Tabla 4.....	44
Ítems 4. Fallas operativas que requieren intervención correctiva.....	44
Tabla 5.....	45
Ítems 5. Falta de capacitación contribuye a las fallas en la planta	45
Tabla 6.....	46
Ítems 6. En una escala del 1 al 5, Valore la utilidad que tendría un manual operativo y de mantenimiento (con procedimientos, listas de chequeo y protocolos) para su trabajo:.....	46
Tabla 7.....	47
Ítems 7. ¿Ha experimentado fallas o interrupciones en el servicio de agua potable durante el último año?	47
Tabla 8.....	48
Ítems 8. ¿Considera que la comunidad debería participar más en los procesos de diálogo y decisiones sobre el servicio de agua potable?	48
Tabla 9.....	49
Ítems 9. ¿Qué aspectos del servicio considera más importantes para mejorar?	49
Tabla 10.....	50
Ítems 10. ¿Estaría dispuesto(a) a participar en jornadas de validación y capacitación para implementar el manual?	50

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de Cubará en el mapa de Colombia.....	29
Figura 3. Municipio de Cubará.....	30
Figura 4. Fotografía de Cubará.....	31
Figura 5. Fotografía digital Cubará.....	31
Figura 6. Ubicación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará	32
Figura 7. Porcentaje de participación en las actividades de la PTAP	41
Figura 8. Porcentaje de nivel de confianza.....	42
Figura 9. Porcentaje de fallas operativas que requieren intervención correctiva	43
Figura 10. Porcentaje de procedimientos escritos actualmente para las tareas rutinarias.....	44
Figura 11. Porcentaje de procedimientos escritos actualmente para las tareas rutinarias.....	45
Figura 12. Porcentaje sobre el valor de la utilidad que tendría un manual operativo y mantenimiento.....	46
Figura 13. Fallas o interrupciones del servicio de agua	47
Figura 14. Participación de la comunidad	48
Figura 15. Servicios a mejorar.....	49
Figura 16. Validación y capacitación para implementar el manual.....	50
Figura 17 y 18. Capacitación a personal de planta sobre el manual de operaciones	51

Resumen

El trabajo de grado presenta como “objetivo elaborar un manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento para la prevención de fallas en el sistema y la capacitación técnica de los empleados de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará”. Dicha investigación surgió para fortalecer los procesos operativos de la planta, considerando la estandarización de los procedimientos que faciliten la apropiación técnica por parte del personal.

Dentro de la metodología implementada se consideró la Investigación Acción Participativa (IAP), permitiendo la articulación del diagnóstico con la reflexión y la acción que corresponde a la participación activa del personal de la planta y los actores líderes involucrados. La población estudiada correspondió a (7) siete funcionarios de la planta de tratamiento y (3) tres líderes comunitarios del municipio de Cubará, para un total de (10) diez seleccionados mediante una muestra no probabilística. La técnica para la recolección de información se utilizó la encuesta, diseñada a identificar el sistema operacional de la planta mediante preguntas mixtas.

El resultado de la encuesta permitió evidenciar las debilidades de estandarización de procesos, dando pie a la elaboración y de manera participativa un manual de buenas prácticas que este ajustado a las condiciones reales y específicas de la planta tipo FIME. Finalmente, fue necesario desarrollar un proceso de capacitación para el fortalecimiento de las competencias técnicas del personal y de esta forma prevenir fallas, mejorando la continuidad y sostenibilidad del sistema.

Palabras claves: Manual, mantenimiento, sistema, tratamiento, prevención, capacitación

Abstract

The undergraduate thesis aims to develop a manual of good operational and maintenance practices for the prevention of system failures and the technical training of the employees of the drinking water treatment plant in the municipality of Cubará. This research arose from the need to strengthen the plant's operational processes, considering the standardization of procedures that facilitate technical appropriation by the staff.

Regarding the methodology, Participatory Action Research (PAR) was implemented, allowing the articulation of diagnosis, reflection, and action through the active participation of plant personnel and the involved community leaders. The study population consisted of seven (7) employees of the water treatment plant and three (3) community leaders from the municipality of Cubará, for a total of ten (10) participants, selected through a non-probabilistic sampling method. The data collection technique used was a survey designed to identify the plant's operational system through mixed (qualitative and quantitative) questions.

The survey results revealed weaknesses in the standardization of operational processes, which led to the participatory development of a manual of good practices adapted to the real and specific conditions of the FIME-type treatment plant. Finally, a training process was carried out to strengthen the technical competencies of the personnel, thereby preventing system failures and improving the continuity and sustainability of the water treatment system.

Keywords: Manual, maintenance, system, treatment, prevention, training

Introducción

El presente proyecto aborda la necesidad e importancia de tener normas estandarizadas en el sistema operacional y las actividades de mantenimiento en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará y de esta manera garantizar un recurso hídrico de calidad ausente de interrupciones inesperadas por fallas en el sistema, para dar inicio a esta investigación, el documento presenta un abordaje que trata el tema de lo general a lo particular, definiciones aportadas por la UNESCO, OMS, DANE y autores como Garzón & Steven, entre otros, deja plasmar sus ideas sobre la importancia del buen manejo del recurso hídrico y el uso de manuales para la capacitación y control de dichas actividades.

En lo que corresponde al capítulo I, este inicia con el planteamiento del problema donde se hace un análisis de las opiniones de autores y se deja datos importantes como el número de habitantes que cuenta el municipio y dichas cifras responden a la atención inmediata de abastecimiento en el suministro de agua potable, seguidamente se observa los objetivos del proyecto y la justificación. Como toda investigación es necesario presentar los antecedentes, estos fueron seleccionados desde un abordaje a nivel internacional, nacional y regional, dejando así, una contextualización sobre aquellos proyectos que tienen relación con el tema en estudio.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico que aborda definiciones puntuales relacionados con aquellos componentes propios de una planta de tratamiento de agua potable cuyos argumentos están soportados por la opinión de autores expertos en el tema.

El capítulo IV describe el marco conceptual donde se aborda definiciones relacionadas con la calidad del agua, registros de operación, filtros y demás componentes que intervienen en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará.

El capítulo V presenta la reglamentación técnica y resoluciones que se adoptan para garantizar el servicio del agua señalando aquellas características e instrumentos del sistema de control y vigilancia, incluyendo los parámetros físicos, químicos y microbiológicos

En el capítulo VI se presenta el marco geográfico con la descripción del municipio de Cubará acompañado de imágenes que ayudan a visualizar el lugar de ejecución del proyecto.

El capítulo VII se aborda la metodología realizada, se explica el tipo de investigación, la población y muestra de estudio, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Es de mencionar, que en este mismo apartado se aborda las fases del proyecto que explica el accionar de las actividades para dar cumplimiento a los objetivos específicos

El capítulo VIII presenta el análisis de los resultados donde se da a conocer mediante graficas circulares los datos obtenidos de manera porcentual la opinión de las personas encuestadas y que sirvió para la realización del manual propuesto

Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones, seguido del anexo que presenta el manual en su totalidad para ser usado en la planta de tratamiento de agua potable

Planteamiento del Problema

A nivel mundial un de los recursos naturales primordial para la vida de todo ser viviente es el recurso hídrico, gracias a este líquido no solamente se puede mantener la hidratación y el cuidado del ser humano, sino también ayuda al sostenimiento del campo y a su vez a las numerosas producciones agroindustriales para el desarrollo económico.

Para la (UNESCO, 2021) menciona:

El agua es un recurso único e insustituible cuya cantidad es limitada. Al ser fundamental para la vida, las sociedades y las economías, presenta múltiples valores y beneficios, pero, al contrario que con la mayoría de los recursos valiosos, se ha comprobado que su valor “real” resulta muy difícil de determinar.

Es importante mencionar que siendo el agua ese recurso hídrico vital para el ser humano, no siempre puede ser consumido en su pleno estado natural, entendiéndose como natural aquellos arroyos, caudales, ríos que en tiempos de mayores inviernos hace que la fuerza del agua arrastre todo tipo de elementos que encuentra a su paso generando grados de turbiedad muy elevados que cambian la calidad del recurso haciéndolo imposible para el consumo humano, En este sentido la Organización Mundial para la Salud (OMS 2023) explica “El consumidor depende principalmente de sus sentidos para evaluar la calidad del agua (...) Se considerará peligrosa y se rechazará el agua muy turbia, de un color acentuado o de sabor u olor desagradable”.

Para dar solución al manejo del agua de manera controlada y ofrecer un producto inocuo y de buena calidad, en muchos países se desarrollan plantas de tratamiento de agua potable que aborda todo un conjunto de operaciones y actividades que de manera controlada garantizan la eficiencia del suministro a toda una comunidad. En este orden de ideas (Araque, 2022) señala:

Las plantas de tratamiento de agua potable pueden considerarse como una de las industrias más importantes para la subsistencia de la vida en nuestro planeta, ya que reciben materia prima como el agua cruda con características físico químicas variables y entregan agua potable apta para el consumo humano (...)

Es importante resaltar que para lograr lo anterior, las plantas deben contar con manuales operativos y de mantenimientos, que logren garantizar un control eficiente en todo el sistema del fluido hídrico como resultado de las buenas prácticas en las actividades realizadas por todo el personal involucrado en la planta de tratamiento. En este sentido para (Garzón & Steven, 2017) mencionan que “Un manual de operación y mantenimiento de un sistema de acueducto dispone la información referente a los componentes del sistema y da las instrucciones correctas a los operadores (...)”

En Colombia según el DANE se cuenta con una atención de hasta de un 80% de agua potable y la necesidad de mantener directrices claras y precisas para evitar problemas en el servicio es indispensable el uso de manuales propios para las operaciones y mantenimiento del sistema (Minvivienda, 2022)

Con lo antes citado, es de mencionar que en el municipio de Cubará se cuenta con una planta de tratamiento de agua potable que satisface la necesidad del servicio a una población de 10.964 habitantes (unidadvictimas, 2023). Es importante resaltar que la formación para el personal con respecto al desarrollo de las actividades operativas y de mantenimiento, se hacen de manera verbal y práctica, pero sin el apoyo de algún recurso técnico como la implementación de un manual que especifique e ilustre el paso a paso de todo el ejercicio necesario para el buen funcionamiento del sistema.

La ausencia de un manual operativo para la planta puede acarrear riesgos en la operación y mantenimiento del sistema, cualquier operador podría actuar por criterios propios y modificar o alterar aquellos aspectos de control relacionados con dosificaciones de químicos y el mayor riesgo esta durante las posibles ausencias del operador experimentado, lo anterior puede generar como producto final un agua con sabor no deseado siendo incluso dañino y peligroso al ser consumido

Igualmente, al no contar con las directrices del mantenimiento, existe el riesgo y la posibilidad de un mayor desgaste de equipos como en válvulas, motores, bombas y sensores que terminaran provocando paradas del fluido, ocasionado de esta manera la intranquilidad y el descontento de la comunidad por acciones que pudiesen evitar con los correctivos y orientaciones mediante el uso de un manual, pero el impacto negativo incluye también los altos costos que pueden generar la reparación de los equipos dañados y puede influir sanciones en sanciones administrativas y auditorias.

Todo lo anterior, deja evidenciar la necesidad de elaborar un manual que oriente las buenas prácticas de operación y mantenimiento para lograr la reducción de fallas en el sistema y a su vez sirva de capacitación técnica para los empleados perteneciente a la planta de tratamiento de agua potable que funciona en el Municipio de Cubará.

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento para la prevención de fallas en el sistema y capacitación técnica de los empleados de la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Cubará

Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico sobre las actividades de cada uno de los procesos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará.

Elaborar un manual que incluya las buenas prácticas de cada uno de los procesos de operación y mantenimiento para la prevención de fallas en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará.

Capacitar al personal de la planta para el fortalecimiento técnico operativo mediante el uso adecuado del manual.

Justificación

La elaboración de un manual completo de operación y mantenimiento para la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará es de suma importancia ya que este manual permitirá asegurar que todos los procesos de potabilización desde la entrada del agua cruda, hasta la salida de agua tratada se realicen correctamente.

Desde lo económico, el proyecto se justifica considerando que con la implementación de este manual se garantizará la conservación de la vida útil de la planta y a su vez, que el agua suministrada cumpla con los parámetros establecidos en la resolución 2115 del 2007, de esta forma los usuarios del acueducto podrán disfrutar de agua apta para consumo humano. Dado que la planta es de tipo FIME su manejo requiere especial atención, especialmente durante la época de invierno, por tanto, el manual incluirá todos los aspectos necesarios para la operación y mantenimiento de una planta con estas características.

Por otro lado, desde la formación, el manual queda en manos de la oficina de la Unidad de Servicios Públicos, de modo que sea usado como guía tanto para las operaciones y mantenimiento de la planta mediante capacitaciones al nuevo personal que se incorpore y aún para afianzar los conocimientos al personal antiguo. Importante mencionar, que la elaboración del manual responde a un requerimiento de los entes encargados de la calidad del agua, como la Secretaría de Salud de Boyacá, la CAR, la Personería Municipal y el Ministerio de Salud.

Marco de Referencia

Antecedentes

A nivel internacional se cuenta con un trabajo patrocinado por el Banco Interamericano de Desarrollo y realizado por (Orellana et al., 2020) cuyo título es “manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento para asegurar la prestación de los servicios de agua y saneamiento: durante y después de la emergencia causada por covid-19” y presentó como objetivo: Brindar un Manual de Buenas Prácticas de Operación y Mantenimiento que se puedan aplicar en Latinoamérica, el Caribe y otras regiones, para garantizar en condiciones sanitarias seguras, la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento a la comunidad durante el tiempo de pandemia y post pandemia ocasionado por el Covid-19.

La metodología usada presenta un enfoque cuantitativo apoyada con diseño documental, para la recolección de datos usaron la técnica de la encuesta y como instrumento el cuestionario conformado por 40 interrogantes de selección cerrada o dicotómica, se usó como población u objeto de estudio a 23 plantas específicas, que funcionan como prestadores del servicio de agua potable en países como Argentina, Perú, Chile, Honduras, Brasil, Ecuador, Colombia, Mexico, Bolivia, Costa Rica. Los resultados permitieron abordar de manera mancomunada unas normas operativas y de mantenimiento para ser usadas en las 23 plantas que intervinieron en la investigación y que a su vez sirva para ser distribuidas a otras plantas de los países beneficiados.

El trabajo realizado deja en evidencia la importancia de contar con un manual operativo que oriente el accionar para la eficiencia del funcionamiento de todo el sistema de una planta de tratamiento de agua potable, en este sentido con el antecedente anterior siendo de gran relevancia se considera útil para el desarrollo del manual propuesto en el presente trabajo.

Igualmente se encontró un trabajo de grado presentado ante la facultad de Ingeniería de la Universidad de Guatemala por (Yumán, 2020) y que presentó como título “Manual para mejorar operación y mantenimiento de planta purificadora de agua La. Bendición de Dios, Iztapa, Escuintla”. La metodología empleada consistió en el método deductivo y el marco lógico, las técnicas usadas para la recolección de los datos correspondieron a la observación directa, investigación documental, la entrevista con una muestra investigativa de 10 empleados pertenecientes a la planta de tratamiento de agua potable. El autor concluye a través de una hipótesis planteada, que existe un bajo rendimiento en la eficiencia al servicio del recurso hídrico por el mal manejo en las actividades realizadas en el sistema de operaciones y al mantenimiento de los equipos, quedando como propuesta la implementación del manual para identificar los puntos críticos y direccionar eficientemente todo el fluido como producto de calidad a las comunidades beneficiadas.

A nivel nacional se tiene un proyecto de grado presentado por (Bermudez, 2021) ante la universidad de Antioquia para optar al título de ingeniero sanitario y que lleva por objetivo. “Elaborar el manual de operación y mantenimiento para el sistema de acueducto multiveredal la Acuarela en su planta de tratamiento El Moral y la actualización para las plantas la Acuarela en su filtración lenta y filtración rápida”. Con respecto a la metodología se abordó desde un enfoque descriptivo haciendo énfasis en el diseño documental para la recolección de información y estructuración del marco teórico, el autor concluye que se logró la actualización de los manuales operativos y señaló la importancia de garantizar la producción continua del servicio de agua y que dichos manuales aseguran la eficiencia de la planta y sugiere sobre la importancia de hacer la formación y mantener actualizado en las actividades realizadas por el personal de la planta.

Igualmente se cuenta con un proyecto presentado por (Moreno, 2020) ante la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD para el programa de Tecnología en Saneamiento Ambiental y que presenta como objetivo general “Actualizar el manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y la planta de tratamiento de agua potable domestica del campamento la higuera, sociedad minera de Santander.minesa.s.a.s”. La metodología corresponde al método descriptivo y documental para la recolección de información y abordaje de las condiciones actuales de funcionamiento, estado físicos y los parámetros de diseño. El autor concluye dejando como producto final el manual como propuesta para ser usado en la planta investigada y hace acotación sobre la necesidad de realizar acciones preventivas de operación y mantenimiento siendo vital ya que esto evita costosos daños a futuro.

Otro antecedente a nivel nacional, es el presentado en Cundinamarca ante la Universidad Distrital Francisco José De Caldas en el programa de Tecnología de gestión ambiental y servicios públicos por (Galindo, 2020) cuyo objetivo general fue: “Elaborar el manual para la operación y mantenimiento de la PTAP Buenos Aires del municipio de El Colegio, Cundinamarca”. La metodología empleada fue de diseño documental distribuidas en fases para la recopilación de información, El autor concluye que durante el proceso de diagnóstico se logró identificar fugas y desgastes de quipos por cumplimiento de la vida útil de los mismos, deja claro el autor sobre la importancia de afianzar los conocimientos en el manejo de las diferentes actividades relacionadas al servicio del agua potable.

En lo que corresponde a nivel regional, se encontró un proyecto presentado ante la Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia por (Torres, 2021) que presenta como objetivo general “Proponer una mejora para la prestación del servicio de agua potable con el fin

de garantizar un mejor suministro a la población de Firavitoba, sin afectar la calidad actual de la misma” la metodología abordada fue documental distribuidas en cuatro (4) fases que le permitió realizar un diagnóstico y la recolección de datos a modo general, y de esta manera dejar plasmado las diferentes operaciones y demás actividades necesarias para el buen funcionamiento de la planta.

El autor concluye que existe una falencia en el sistema de tratamiento y la principal causa está relacionada con la antigüedad de la planta, y que dicho diseño fue calculado para abastecer una población más reducida, por tanto, se menciona que el caudal que ingresa para el tratamiento respectivo es mayor al caudal de salida, provocando excesos y desbordes. Igualmente, dentro de las explicaciones de buenas prácticas operativas y de mantenimiento el autor manifiesta que la planta no cuenta con los medidores de caudal necesarios a la entrada de la PTAP y las válvulas presentan desgaste.

Marco teórico

Descripción del sistema de abastecimiento

Un sistema de abastecimiento de agua potable comprende el conjunto de instalaciones que se debe hacer para derivar, transportar, acondicionar y distribuir el agua desde una fuente cualquiera hasta cada una de los puntos donde va ser utilizada. para cubrir las necesidades Gracias a este proyecto, se logró optimizar la operación de la planta mediante un diagnóstico exhaustivo y una evaluación de las técnicas utilizadas, así como de la calidad del agua. Durante este proceso, se identificaron diversas falencias, entre las cuales se destacó la inadecuada aplicación de cloro. En particular, se observó la necesidad de determinar la dosis óptima de cloro, ajustándola a las características específicas del agua tratada de la localidad, el abastecimiento debe ser satisfactorio en calidad y debe tener suficiente cantidad de agua disponible al consumidor durante cualquier periodo del año (Ingenieria Civil, 2019)

Captación

Conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento. (RAS 2000, Titulo C, 2000)

Desarenadores

Estructura en la cual se logra eliminar mediante la sedimentación las arenas, barros y otros agentes presentes en al agua captada por lo general, el desarenador se localiza cerca a la captación con el objeto de que las partículas no ocupen espacio en la aducción disminuyendo así su capacidad de transporte de agua. (Organizacion Panamericana de la Salud, 2005)

Línea de Aducción

La aducción se efectúa mediante una tubería que conduce el agua que sale del desarenador hasta la planta de tratamiento o tanque de almacenamiento, en caso de no existir tratamiento. (Hernando, 2021)

Plantas de tratamiento de agua potable

Las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) son estructuras que tienen como objetivo principal realizar un tratamiento óptimo del recurso hídrico para que este sea apto para consumo humano, para lograr este objetivo, se deben de diseñar plantas de tratamiento acordes a la composición física, química y biológica del agua a tratar y así se tendrá conocimiento de los elementos que se deben abatir y cuales se deben adicionar para obtener agua apta para consumo humano.

En la actualidad, existe una gran variedad de plantas de tratamiento de agua potable (PTAP), las más empleadas en Colombia tanto en sector urbano como en el sector rural son las siguientes. (Ingenieriaenaguas.com, 2024)

Plantas convencionales

Son aquellas plantas donde cada uno de los procesos presentes en la potabilización se generan en estructuras diferentes, está conformada por canales, floculadores, sedimentadores y filtros, los costos de funcionamiento son muy altos, y general mente este tipo de plantas son empleadas para abastecer del recurso a grandes ciudades y municipios. (Aguatecnica s.a.s, 2018).

Plantas compactas

Son plantas potabilizadoras de agua donde los procesos de coagulación, floculación y sedimentación ocurren en una misma unidad para posteriormente enviar el agua clarificada a los filtros, los costos de operación de esta planta son bajos las plantas de tratamiento de agua potable

compactas se pueden clasificar en varios tipos dependiendo la demanda de la población y el tipo de tratamiento que el agua requiera. (Fibras y normas s.a.s, 2022)

Plantas filtración en múltiples etapas (FIME)

Estas plantas consisten en la combinación de los procesos de filtración gruesa en grava y filtros lentos de arena. esta tecnología debe estar precedida de un detallado proceso de análisis técnico, social y de las capacidades locales de construcción y operación de la planta.

La planta FIME puede estar conformada por dos otros procesos de filtración dependiendo el grado de contaminación de la fuente de agua. está integrada por tres procesos: Filtros gruesos dinámicos (FGD) filtro grueso ascendente en capas (FGAC) y filtros lentos de arena (fla) los dos primeros procesos constituyen el proceso de pretratamiento que permite reducir la concentración de solidos suspendidos en el agua. (Galvis, Latorre, & Visscher, 1999)

Al circular el agua por los filtros gruesos en forma descendente y ascendente los sólidos suspendidos y partículas pequeñas son eliminadas hasta llegar al filtro lento de arena es reconocida como una tecnología sencilla y confiable y eficiente, puede producir agua de baja turbiedad libre de impurezas. (Vega Serrano, 2013). Es de fácil manejo en verano cuando las turbiedades son bajas, pero en época de invierno que las turbiedades, son altas es de sumo cuidado su operación.

Tipos de operación y mantenimiento

Operación.

Son todas las acciones externas que se efectúan en los componentes, instalaciones o equipos con el fin de conseguir un adecuado funcionamiento de la PTAP, la operación de las plantas de tratamiento se puede clasificar en:

Operación para la puesta en marcha

Son las actividades que surgen después de un mantenimiento que interrumpió por completo el funcionamiento de una estructura o por terminación de una etapa constructiva.

Operación Normal

Se caracterizan por ser actividades rutinarias que no provoquen una suspensión total o parcial de la planta.

Operación Especial o Eventual

Son actividades que implican una salida de operación total o parcial del sistema.

Operación de Emergencia

Actividades que se presentan a causa de daños graves o desastres

Mantenimiento

Son todas las acciones internas que se efectúan en los componentes, instalaciones o equipos con el fin de conseguir un buen funcionamiento del sistema

Mantenimiento Preventivo

Consiste en un conjunto de actividades orientadas a la planificación que se efectúan en una estructura, instrumento o equipo antes de que se produzcan los daños, evitando paradas forzosas o imprevistas

Mantenimiento Correctivo

Consiste en el conjunto de acciones que se efectúan de manera inmediata ante cualquier daño o falla en los componentes, instalaciones o equipos del sistema

Mantenimiento Predictivo

Consiste en el conjunto de acciones relacionadas con la vida útil de una estructura, instalación o equipo con base a un monitoreo de las condiciones de operación del mismo.

Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo.

La seguridad industrial y salud ocupacional son el conjunto de actividades que tienen como objetivo evitar los accidentes de trabajo, prevenir la interrupción del funcionamiento del sistema y conservar los materiales, y equipos e instalaciones en condiciones apropiadas.

Marco conceptual

Para interpretar y aplicar este manual se tendrán en consideraciones las siguientes definiciones que fueron tomadas del reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico (RAS 2000, Título C, 2000)

Agua cruda

Así se denomina el agua que no ha sido sometida a un proceso de tratamiento

Agua potable o agua para consumo humano

Es aquella que, por cumplir las características fisicoquímicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el decreto 1575 de 2007 del Ministerio de Protección Social y demás normas que lo reglamentan, es apta para consumo humano. Por tal motivo, se puede utilizar en bebidas, en la preparación de alimentos o en la higiene personal

Calidad de agua

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

Cloro residual

Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado

Bypass

Desviación que se le hace al agua por medio de tubería, con el fin de haberlas mantenimiento a una estructura

Micromedidor

Dispositivo en forma de reloj que tiene como función medir el agua que entra y sale de la planta

Curva de demanda de cloro

Ensayo que se hace para hallar el punto de quiebre o la dosis optima de cloro que necesita el agua a tratar según sus características.

Operador

Persona calificada y responsable de la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable

Registro de operación

Anotaciones de las todas las actividades de operación y mantenimiento de la planta.

Filtración lenta

proceso de filtración a baja velocidad

Marco legal

Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000, sección II título C, sistemas de potabilización,

Resolución 0330 del 8 de julio de 2017, por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico -RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y la 2320 de 2009.

Resolución 799 de 2021, por la cual, se modifica el reglamento técnico de agua y saneamiento

Decreto 1575 del 2007, el objeto de este decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, con el propósito de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud causados por el consumo, aplicándose aquellas personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para el consumo humano. (Ministerio de salud y protección social , 2007)

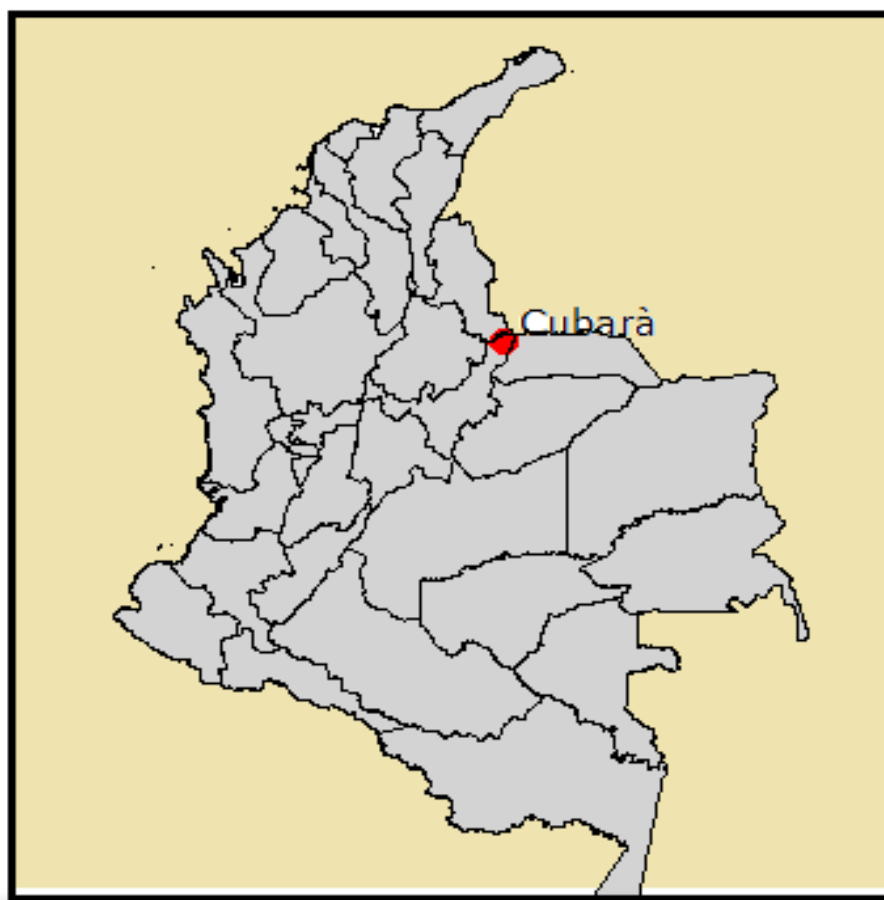
Resolución 2115 de 2007, señala las características y los instrumentos básicos frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, en el que se establecen los valores máximos permisibles para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua (ministerio de protección social y ministerios de ambiente vivienda y desarrollo territorial .2007)

Marco Geográfico

Cubará, un municipio ubicado en el extremo nororiental del departamento de Boyacá, se encuentra estratégicamente situado en la región del Sarare, específicamente en el piedemonte llanero de la Orinoquía colombiana. Con una altitud promedio de 360 metros sobre el nivel del mar, el municipio disfruta de un clima cálido y fresco, con una temperatura media de 26°C. Extendido sobre la planicie ribereña del río Cobararí, afluente del imponente río Arauca, Cubará ofrece un entorno natural privilegiado y diverso.

Figura 1

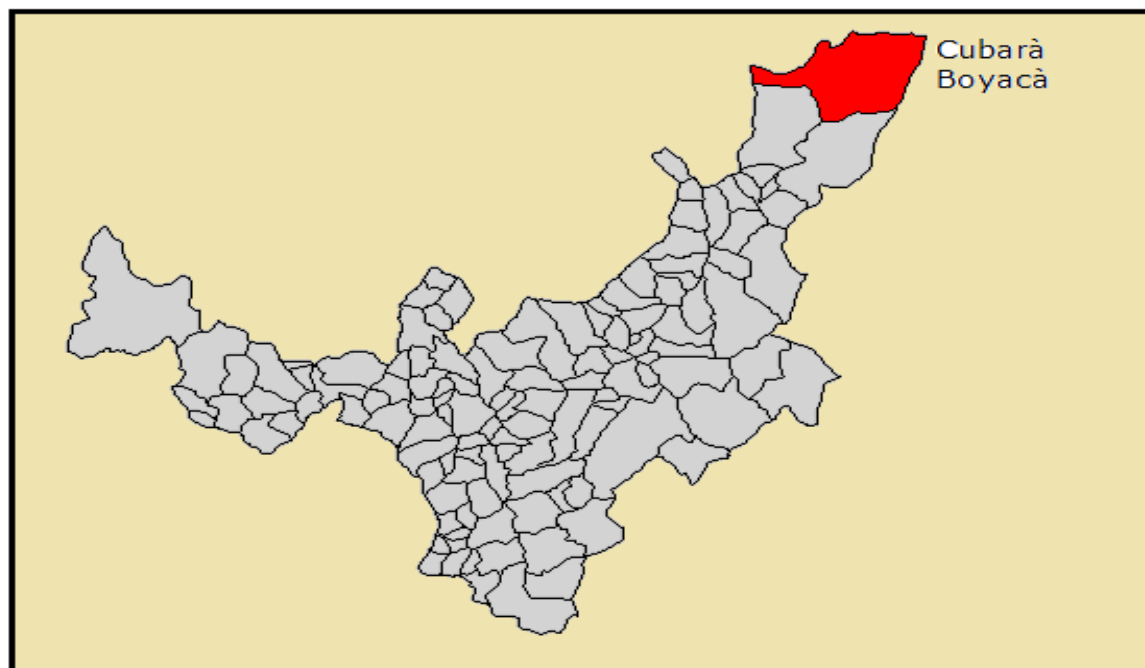
Ubicación de Cubará en el mapa de Colombia



Fuente: Wikipedia, 2018, <https://es.wikipedia.org/wiki/cubar%c3%a1>

Figura 2.

Ubicación de Cubara en el mapa de Boyacá 2



Fuente: Wikipedia, 2018, <https://es.wikipedia.org/wiki/cubar%c3%a1>

Figura 3.

Municipio de Cubará



Fuente: Familysearch, 2018, https://www.familysearch.org/es/wiki/distrito_fronterizo_boyac%c3%a1_colombia_-_genealog%c3%ada

Figura 4

Fotografía de Cubará



Fuente: Tomando del EOT, 2009

Figura 5.

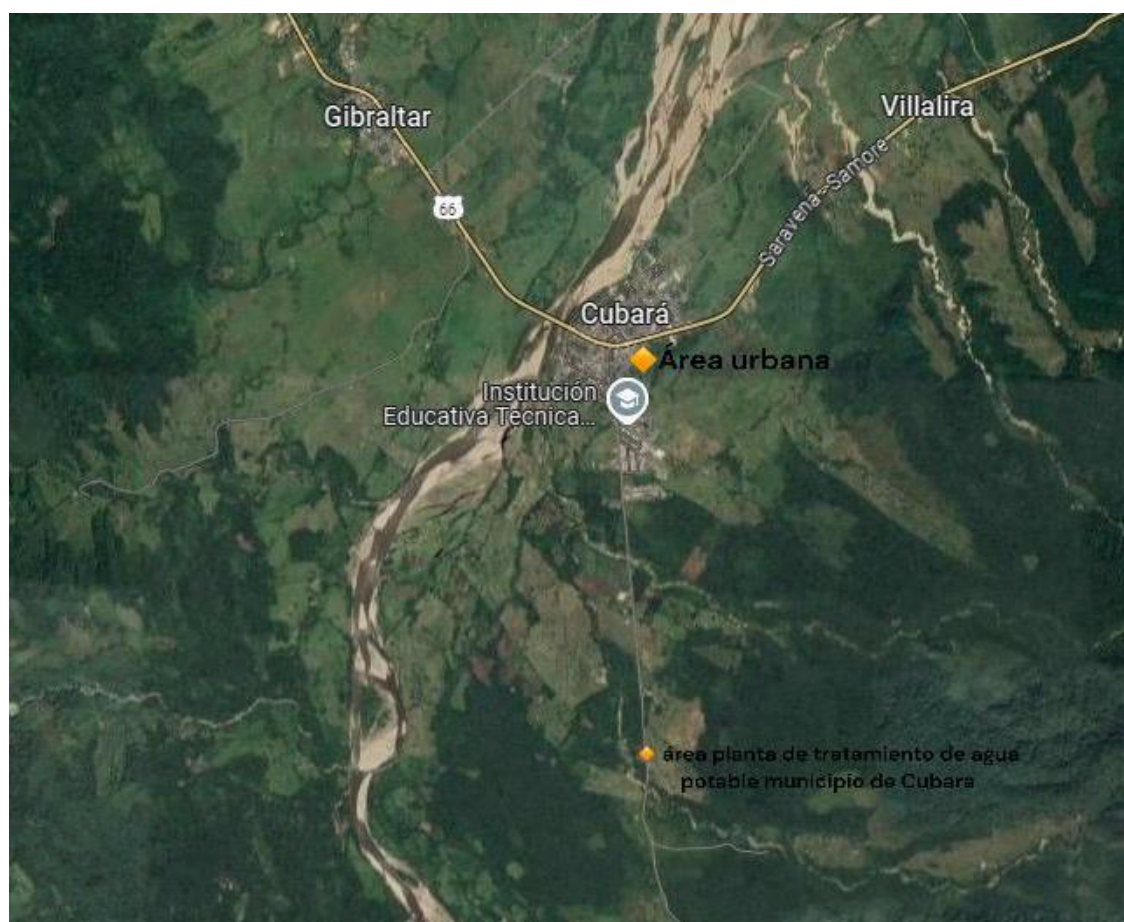
Fotografía digital Cubará



Nota: Adaptado de Google Earth

Figura 6.

Ubicación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará



Fuente: Adaptado de Google Earth

Metodología

La metodología del presente trabajo tiene un abordaje desde el paradigma positivista y crítico social, esta ruta es importante debido a que la búsqueda de dar solución a las actividades de la planta de agua no es simplemente una normatividad, sino que va más allá de unas letras plasmadas, sino que, su impacto involucra a la comunidad y el actuar del propio territorio Cubareense, que exige el buen servicio de tan apreciado líquido esencial para las necesidades básicas del ser humano. En este sentido, Herrera (2024) con respecto al paradigma positivista menciona:

También conocido como paradigma cuantitativo, empírico-analítico o racionalista, tiene como objetivo principal explicar, predecir y controlar los fenómenos mediante la verificación de teorías y leyes. Este enfoque es especialmente relevante en la investigación en física y matemática, donde se busca identificar las causas reales de los fenómenos y su relación temporal con otros eventos. La investigación cuantitativa se basa en este paradigma, utilizando métodos y técnicas rigurosas para recopilar y analizar datos numéricos y estadísticos con el fin de obtener resultados precisos y verificables.

Con base a lo citado, es importante resaltar que la investigación realizada para la elaboración del manual de operación y mantenimiento presentó un análisis cuantitativo y dichos indicadores se podrán observar en el marco de análisis de resultados.

Por otra parte, Maldonado (2018) hablando sobre el paradigma crítico social nos dice:

El paradigma sociocrítico se fundamenta en la crítica social con un marcado carácter auto reflexión; considera que el conocimiento se construye con base en intereses que parte de las necesidades de los grupos sociales; pretende la autonomía liberadora y

racional del ser humano y se consigue mediante la capacitación de los sujetos mediante la participación de los actores y transformación social de las comunidades

Importante resaltar que tanto el paradigma positivista que involucra el enfoque cuantitativo y el paradigma sociocrítico que es de carácter crítico social, permitió que los actores protagonistas para el desarrollo del manual cuenten con una auténtica participación para la construcción del conocimiento y la importancia de cuidar la planta de tratamiento de agua potable como impacto territorial

Tipo de investigación

Para llevar a cabo lo mencionado en el apartado anterior, fué necesario partir de un diagnóstico que luego dió paso a una planificación articulada con la reflexión y la acción, todo esto corresponde a la Investigación Acción Participativa (IAP) necesaria para abordaje de situaciones que ayudan a direccionar soluciones a problemas comunitarios dejando al lado la simple observancia estática del individuo y siendo conscientes de las necesidades sujetas a la intervención de transformación.

Desde el punto de vista epistemológico, Balcalzar (2003) señala:

la IAP plantea primero que la experiencia le permite a los participantes “aprender a aprender.” Este es un rompimiento con modelos tradicionales de enseñanza en los cuales los individuos juegan un papel pasivo y simplemente acumulan la información que el instructor les ofrece.

Población

La población corresponde al número de sujetos que pueden intervenir debido a que presentan las mismas condiciones y necesidades que podrán beneficiarse con el desarrollo de la investigación planteada, en este caso se puede unir población con el termino de comunidad, es en una comunidad donde interactúan personas que luchan por un mismo sueño y que apuntan al desarrollo del territorio. En este sentido Hojeda (2023) señala que la población es: “Elementos accesibles o unidad de análisis que perteneces al ámbito especial donde se desarrolla el estudio”

Con lo antes citado, para efecto de este trabajo se escogió directamente como población de estudio a 7 representantes específicos de la planta de agua potable y 3 líderes comunitarios.

Muestra de estudio

La muestra correspondió a la técnica no probabilística, es decir, simplemente se escoge el mismo número de personas mencionadas en la población, un total de 10 personas que fueron sometidos a una encuesta para la recolección de datos. Para Cely et al., (2023) señala que:

Una muestra no probabilística depende de las características de la investigación y no de la probabilidad. Por lo que no se fundamentan en procedimientos aleatorios ni fórmulas de investigación, dependen de las decisiones que son tomadas por la persona que investiga.

Técnicas y recolección de datos

Para le recolección de datos se partió de la Investigación Acción Participativa (IAP) que para el desarrollo del diagnóstico se usó la técnica de la encuesta a la comunidad participante con 10 preguntas mixtas y desde ahí abordar la elaboración del manual de operaciones y de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable. Para Falcón (2018) menciona: (...) Cuando se trata de lograr una caracterización-diagnóstico tendiente al diseño de estrategias para

la intervención en una comunidad normalmente se recurre a las encuestas o a entrevistas como instrumentos de recolección de datos.

La información correspondiente a la encuesta realizada se puede observar en el apartado de análisis de resultados.

Fases del proyecto

Fase 1. Diagnóstico sobre las actividades de cada uno de los procesos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará.

Para el desarrollo de la primera fase, se abordó la búsqueda de información partiendo de fuentes primarias y fuentes secundarias

Fuente Primaria

La información primaria para la elaboración del manual de la planta FIME se obtuvo a través de un método principal conocido con la Investigación Acción Participativa (IAP) que se articuló como eje principal en el proceso de investigación, en este sentido se logró la construcción del conocimiento desde la valiosa participación de la comunidad, que incluye a los administrativos de la Unidad de Servicios Públicos, como el Gerente, el Ingeniero Ambiental, el Auxiliar Administrativo, así como del Técnico Operativo, dos (2) operarios, tres (3) líderes del municipio y un (1) técnico en saneamiento de la Secretaría de Salud de Boyacá,

Los datos recolectados es una muestra de la importancia de la integración de los saberes y punto de vista de los participantes que permiten reflexionar, entender y cuestionar la eficiencia del sistema operativo y de mantenimiento de la planta. En este sentido, la encuesta realizada fue tanto medibles y observables, lo que permitió una comprensión integral de la situación actual de la planta, el análisis correspondiente se puede observar en el apartado de resultados.

Es importante mencionar que la (IAP) generó espacios de discusión de manera horizontal dejando ver las responsabilidades que se deben asumir como equipo y la expectativa de los líderes comunitarios como la voz del pueblo frente al funcionamiento y eficiencia del servicio del agua potable.

Fuentes secundarias

El proceso se inició con una exhaustiva revisión bibliográfica y teórica, buscando información en fuentes internas de la Unidad de Servicios Públicos. Se verificó la documentación existente sobre la planta de potabilización de agua tipo FIME, incluyendo los resultados de muestras tomadas en los puntos de muestreo de la red de distribución y la planta de tratamiento.

De esta manera, se logró obtener un punto de partida para comprender los procesos que se han llevado a cabo hasta el momento. La revisión evidenció que, si bien la unidad cuenta con manuales individuales para cada estructura, no se disponía de un manual completo de operación y mantenimiento de la planta en su conjunto.

Posteriormente, se investigaron fuentes externas, buscando información sobre sistemas de potabilización en manuales de operación y mantenimiento de plantas similares, teniendo en cuenta aspectos como el caudal, la población atendida y los procesos de potabilización empleados. Además, se revisaron artículos y la normativa vigente, con el fin de enriquecer el contenido del manual.

Esta búsqueda en fuentes secundarias, tanto internas como externas, permitió recopilar información valiosa para la elaboración de un manual de operación y mantenimiento completo y actualizado, adaptado a las características específicas de la planta FIME del municipio de Cubará.

Fase 2. Elaboración de un manual que incluya las buenas prácticas de cada uno de los procesos de operación y mantenimiento para la prevención de fallas en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará.

La segunda fase del proceso de investigación, consistió en la construcción del manual de buenas prácticas, pero de manera participativa para la obtención de un instrumento con orientaciones técnico operativas que apunta a la prevención de futuras fallas presentes en los sistemas que involucra la captación, el proceso de tratamiento y la distribución del agua potable. Importante resaltar que la fase fue desarrollada desde la perspectiva de la (IAP), esto facilitó la integración del análisis crítico, experiencias sistematizadas y el diálogo de saberes, articulado y orientado desde la guía de estudio como el paradigma crítico social

En primer lugar, se realizó la sistematización y la organización de toda la información que fue obtenida durante el diagnóstico realizado en (Fase 1). Se logró identificar los principales riesgos operativos, las fallas técnicas, los puntos críticos relacionados al proceso y aquellas prácticas empíricas que se realizan de manera no estandarizada, el análisis permitió contar con una base sólida para la definición de los contenidos centrales del manual de operaciones y mantenimiento, Además, con dicho análisis se asegura que la estructura del manual este estrictamente alineado y articulado con las necesidades reales del personal operativo y de la planta FIME

En este orden de ideas, es importante resaltar que posteriormente, se llevó a cabo mesas de trabajo colaborativas con la presencia de los operarios, del técnico operativo, personal administrativo y también de los líderes comunitarios que fueron involucrados en la investigación. En dicho encuentro se socializaron los procedimientos más adecuados que se deben considerar en cada una de las etapas involucradas en el proceso como la captación, el desarenado, la

coagulación y floculación, la sedimentación, la filtración, desinfección, el manejo de insumos químicos, el control de variables operativas, el mantenimiento preventivo, correctivo y demás protocolos de emergencia. Por tanto, desde el enfoque de la IAP, las mesas de trabajo no fueron limitadas solo a transferir conocimientos técnicos, sino también a la promoción de un diálogo de manera horizontal que ayudó a integrar esa experiencia práctica pertenecientes a los trabajadores con los criterios de normatividad y medio ambiente esenciales en el funcionamiento de una PTAP en Colombia.

En concordancia con el párrafo anterior, mencionar que el paradigma crítico-social, implicó un ejercicio de reflexión acerca de las prácticas laborales que existen en la planta, identificándose brechas relacionadas con la formación o capacitación, algunas dificultades desde la comunicación operativa. por tanto, el manual, no está limitado a una estandarización rígida de procedimientos, sino que busca actuar como un instrumento para transformación que se orienta al mejoramiento de las condiciones de trabajo, promoviendo la corresponsabilidad del personal y fortaleciendo la sostenibilidad del sistema de tratamiento de agua potable.

En relación con la estructura del manual se puede visualizar al final del trabajo en el apartado de los anexos.

Análisis de los resultados

Tabla 1.
Ítems 1. Participación en actividades en la PTAP

Opción	Frecuencia
Diario	
Varias veces por semana	
Semanal	2
Mensual	5
Rara vez / Nunca	
	7

Figura 7
Porcentaje de participación en las actividades de la PTAP



Nota: La grafica correspondiente al Item1, refleja que un 71 % de la muestra encuestada, señala que reciben capacitación de las actividades correspondientes a la planta de tratamiento de agua potable durante cada mes, mientras que un 29% manifiesta que logran recibir capacitación una vez por semana. Esto refleja la necesidad de que exista un manual para que el personal pueda formarse, haciendo lectura y reflexión de las actividades en todo momento hasta que logre comprender sin vacilaciones el actuar ante alguna falla o situación imprevista, evitando así la inestabilidad del sistema del fluido hídrico.

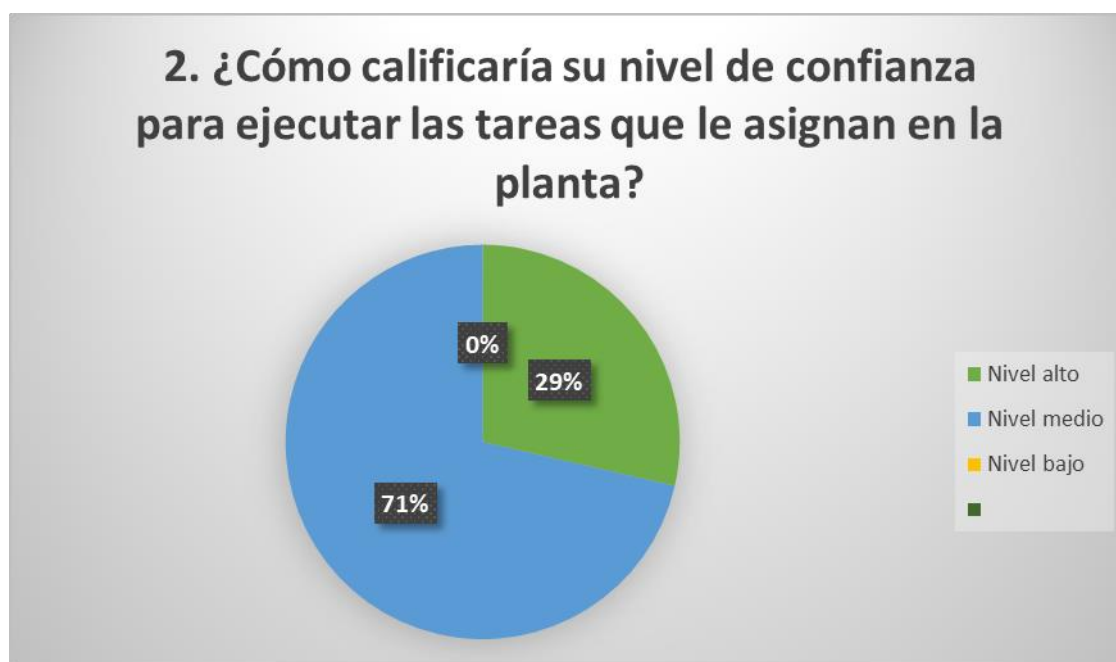
Tabla 2.

Ítems 2. Nivel de confianza en la ejecución de las tareas que se asignan en la planta

Opción	Frecuencia
Nivel alto	2
Nivel medio	5
Nivel bajo	0
7	

Figura 8

Porcentaje de nivel de confianza



Nota: La grafico del item2. Permite visualizar que un 71% de la muestra encuestada considera presentar un nivel de confianza en término medio, esto debido a que existen situaciones que requieren otras destrezas y al no contar con el conocimiento necesario no se daría un accionar inmediato en determinadas situaciones.

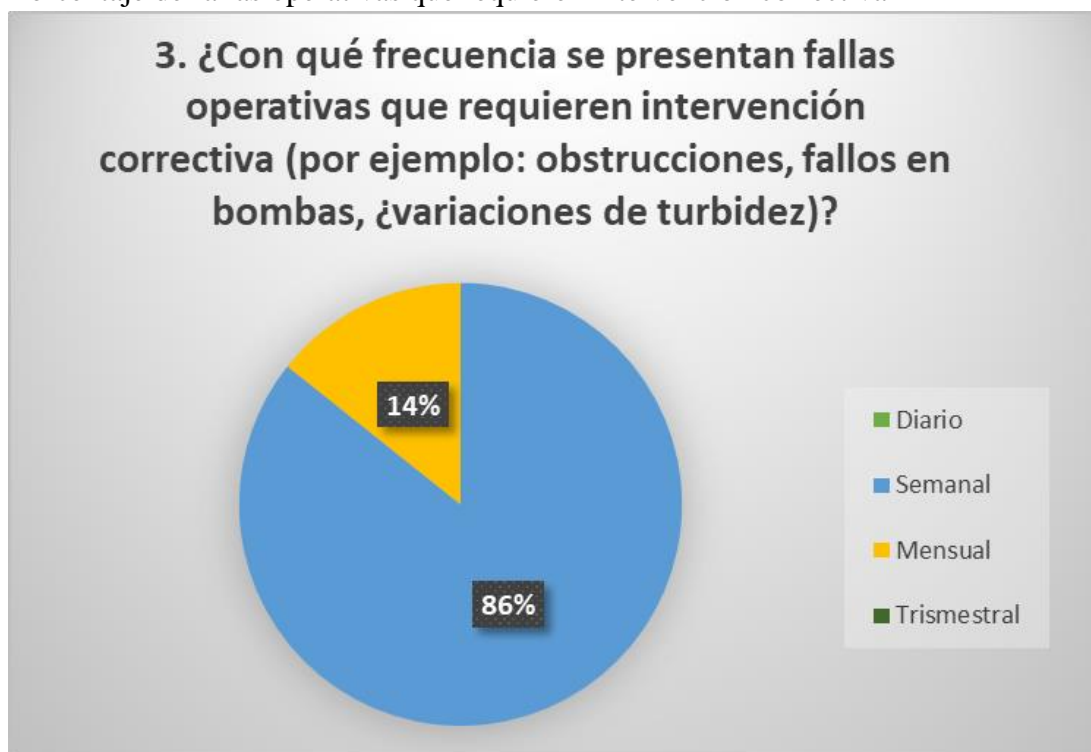
Tabla 3.

Ítems 3. Fallas operativas que requieren intervención correctiva

Opción	Frecuencia
Diario	0
Semanal	6
Mensual	1
Trimestral	0
	7

Figura 9

Porcentaje de fallas operativas que requieren intervención correctiva



Nota: Se aprecia en la gráfica de los ítems 3, que un 86% del personal encuestado manifiesta que semanalmente es necesario hacer intervenciones operativas por fallas del sistema, esto involucra la turbidez y algunas obstrucciones en válvulas, es importante mencionar que el municipio de Cubarà siempre existe precipitaciones durante todo el año y esto hace que las actividades operativas cuenten con un protocolo de emergencias para la correcta intervención.

Tabla 4.

Ítems 4. Fallas operativas que requieren intervención correctiva

Opción	Frecuencia
Sí, completos y actualizados	0
Sí, pero incompletos o desactualizados	0
No existen	7
Trimestral	0
	7

Figura 10

Porcentaje de procedimientos escritos actualmente para las tareas rutinarias



Nota: se puede observar que un 100% de los encuestados mencionaron que no existe procedimientos escritos actualmente para las tareas rutinarias, entiéndase como escritos un manual que oriente dichas acciones, sin embargo, la planta de tratamiento de agua potable cuenta con folletos que describen algunas actividades operativas, pero no como un todo.

Tabla 5.

Ítems 5. Falta de capacitación contribuye a las fallas en la planta

Opción	Frecuencia
5	7
4	0
3	0
2	0
1	0
	7

Figura 11

Porcentaje de procedimientos escritos actualmente para las tareas rutinarias



Nota: Se aprecia en el gráfico que un 100 % de los encuestados seleccionaron como escala el número cinco (5), indicando que la falta de capacitación al personal de la planta contribuye a que exista la posibilidad de ocurrencias de fallas y esto puede traer como consecuencia una baja eficiencia en el servicio del agua potable.

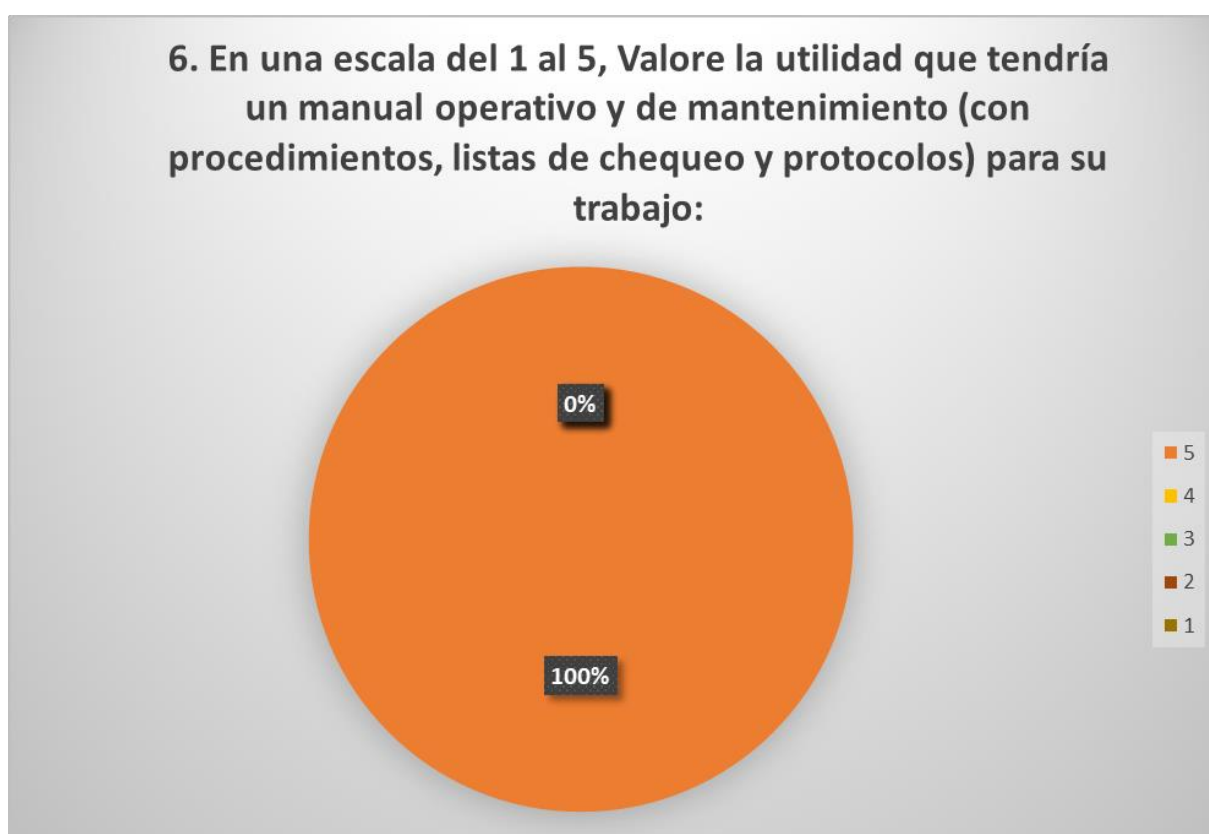
Tabla 6.

Ítems 6. En una escala del 1 al 5, Valore la utilidad que tendría un manual operativo y de mantenimiento (con procedimientos, listas de chequeo y protocolos) para su trabajo:

Opción	Frecuencia
5	7
4	0
3	0
2	0
1	0
	7

Figura 12

Porcentaje sobre el valor de la utilidad que tendría un manual operativo y mantenimiento



Nota: El gráfico correspondiente al ítems 6, muestra que el 100 % de las personas encuestadas considera relevante y de gran utilidad la elaboración de un manual operativo y de mantenimiento que cuente con procedimientos definidos y propios de la planta de tratamiento de agua potable

Las siguientes preguntas de la 7 a la 9 fué realizada a 3 líderes comunitarios.

Tabla 7.

Ítems 7. ¿Ha experimentado fallas o interrupciones en el servicio de agua potable durante el último año?

Opción	Frecuencia
Sí, con frecuencia	0
Sí, ocasionalmente	0
Muy pocas veces	3
No, nunca	0
	0
	3

Figura 13

Fallas o interrupciones del servicio de agua



Nota: la encuesta realizada a 3 líderes comunitarios del municipio de Cubarà, manifiestan en un 100% que muy pocas veces han experimentado fallas en el servicio de agua potable, esto deja ver que a pesar de algunos problemas operativos en PTAP siempre se logra solucionar de manera eficiente y no interrumpir el servicio del agua.

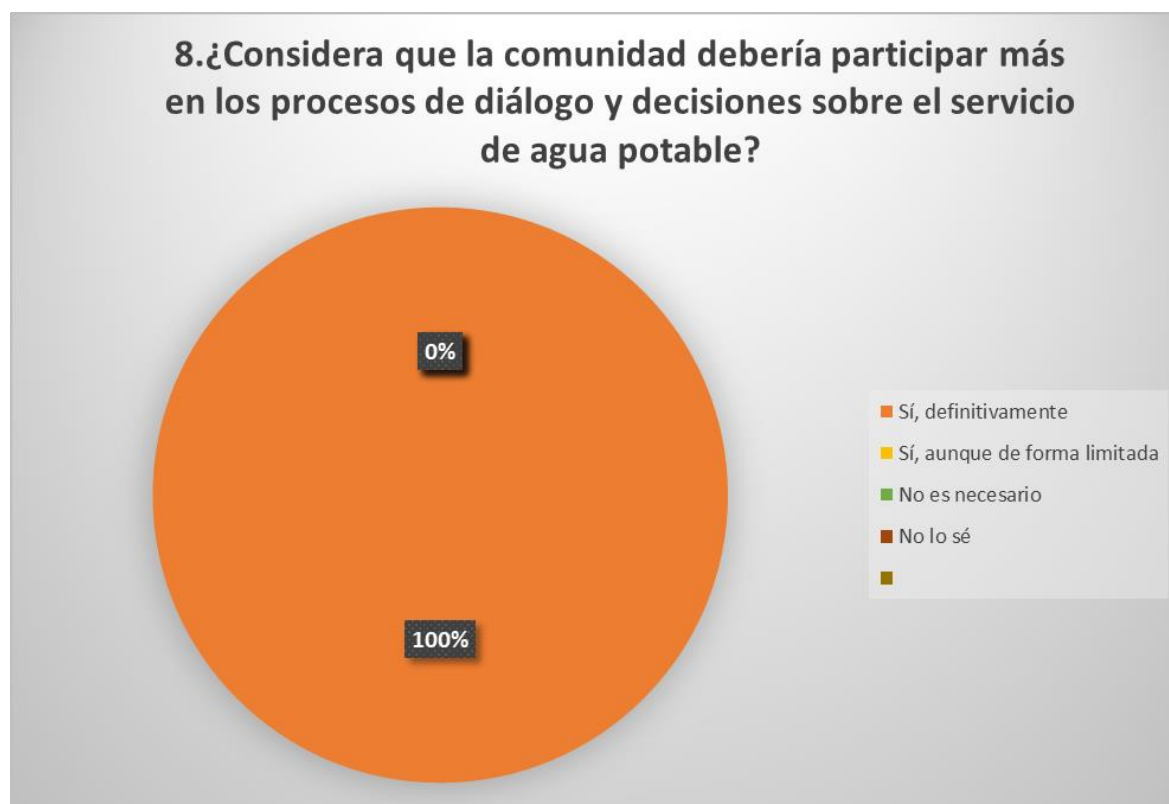
Tabla 8.

Ítems 8. ¿Considera que la comunidad debería participar más en los procesos de diálogo y decisiones sobre el servicio de agua potable?

Opción	Frecuencia
Sí, definitivamente	3
Sí, aunque de forma limitada	0
No es necesario	0
No lo sé	0
	0
	3

Figura 14

Participación de la comunidad



Nota: La grafica nos indica que el 100% de los lideres entrevistados consideran definitivamente que es importante que exista participación mediante diálogos para la toma de decisiones que sean de beneficio para la comunidad. Con lo anterior se observa igualmente esa importancia de la investigación acción participativa para la transformación de los territorios.

Tabla 9.

Ítems 9. ¿Qué aspectos del servicio considera más importantes para mejorar?

Opción	Frecuencia
Continuidad del servicio	0
Calidad del agua	0
Tiempo de respuesta a fallas	0
Mantenimiento de la infraestructura	3
	0
	3

Figura 15

Servicios a mejorar



Nota: la comunidad entrevistada están en acuerdo que de los servicios a mejorar está el mantenimiento que se debe dar a la infraestructura de la planta, pues manteniendo en buenas condiciones dichas infraestructura es más fácil dar continuidad al servicio con agua de calidad y respondiendo a las posibles fallas de manera inmediata.

La pregunta del ítems 10, contestada por los empleados y por los lideres comunitarios

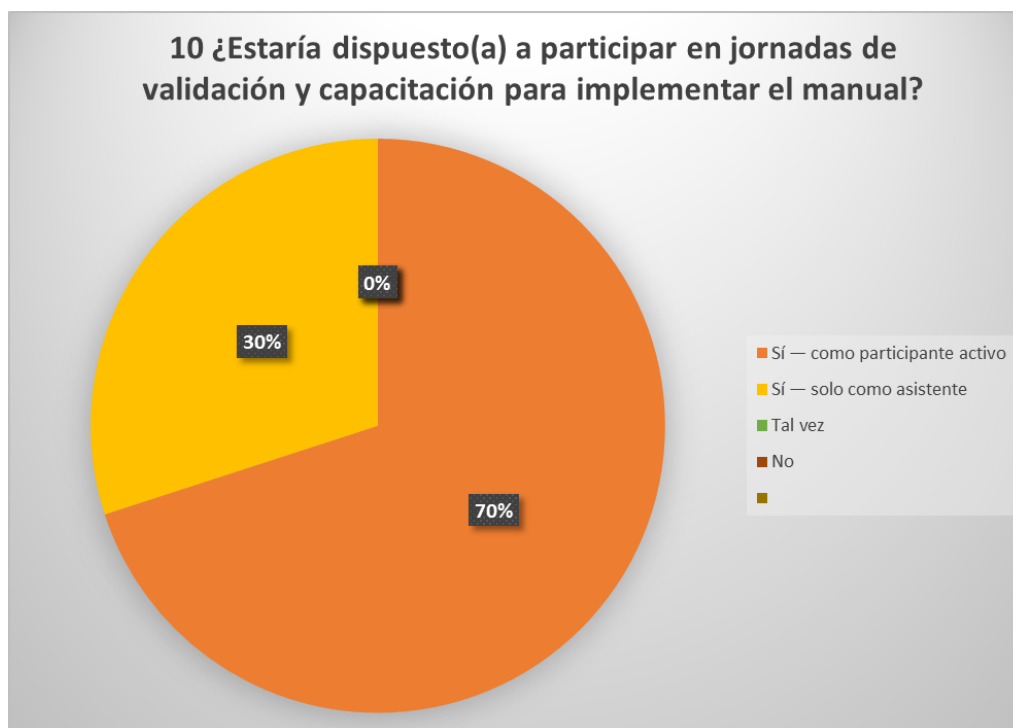
Tabla 10.

Ítems 10. ¿Estaría dispuesto(a) a participar en jornadas de validación y capacitación para implementar el manual?

Opción	Frecuencia
Sí — como participante activo	7
Sí — solo como asistente	3
Tal vez	0
No	0
	0
	10

Figura 16

Validación y capacitación para implementar el manual



Nota: la gráfica correspondiente al ítem 10. Fué contestada por las 7 personas de la planta de tratamiento de agua potable y por los 3 lideres comunitarios, la respuesta o porcentajes obtenidos es que un 70 % participaran de manera activa en la capacitación del manual, esto corresponde al 100% de los empleados la PTAP y un 30 % participaran solo como asistente y corresponden a los 3 lideres comunitarios que en si es el 100%.

Fase 3. Capacitación al personal de la planta para el fortalecimiento técnico operativo mediante el uso adecuado del manual.

El manual elaborado, fué presentado ante los funcionarios de la planta de tratamiento de agua potable el jueves 15 de enero del 2026 se expuso la ruta que aborda el cronograma de actividades y que hace relación a las diferentes actividades tanto operativas y de mantenimiento con fines de garantizar el buen manejo del servicio hídrico y de fortalecer las capacidades técnicas de los trabajadores

Figura 17 y 18.

Capacitación a personal de planta sobre el manual de operaciones

Figura 17



Figura 18



Nota: se contó con una participación de 7 trabajadores de la planta de tratamiento de agua potable que lograron fortalecer las competencias técnicas en el desarrollo de las actividades operativas y de mantenimiento de PTAP. (el manual se puede observar en la sección de anexos)

Conclusiones

El desarrollo del proyecto permitió consolidar un proceso integral orientado al fortalecimiento de la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable tipo FIME del municipio de Cubará, a partir del diagnóstico con un enfoque participativo, crítico y contextualizado se evidenció que, aunque la planta contaba con documentación parcial y con el conocimiento empírico del personal operativo, existían vacíos importantes en la estandarización de procedimientos, en la articulación de los procesos y en la consolidación de un manual único que integrara de manera coherente la captación, el tratamiento, la distribución y el mantenimiento del sistema. Importante mencionar que el diagnóstico permitió la aplicación de la Investigación Acción Participativa (IAP) recolectando información técnica relevante, visibilizando las percepciones, responsabilidades y expectativas de los actores institucionales y comunitarios, fortaleciendo la comprensión colectiva de la situación real de la planta.

Con respecto a la elaboración participativa del manual de buenas prácticas se constituyó en un ejercicio de construcción colectiva del conocimiento, donde el diálogo de saberes entre operarios, personal administrativo, técnicos y líderes comunitarios posibilitó la definición de procedimientos claros, pertinentes y ajustados a las condiciones específicas de la planta FIME.

Este manual no se limita a ser un documento técnico, sino que se proyecta como una herramienta de transformación organizacional, orientada a la prevención de fallas, al mejoramiento de las condiciones laborales, al cumplimiento de la normatividad vigente y a la sostenibilidad del sistema de potabilización. Desde el paradigma crítico-social, el manual promueve la corresponsabilidad, la reflexión sobre las prácticas cotidianas y la mejora continua de los procesos operativos.

En relación con el proceso de capacitación se planteó como componente clave para garantizar la apropiación efectiva del manual y su correcta implementación en la operación diaria de la planta mediante el fortalecimiento técnico-operativo del personal, buscando consolidar competencias prácticas, reducir riesgos operativos, mejorar la calidad del servicio y asegurar la continuidad del suministro de agua potable en condiciones óptimas para la comunidad. En conjunto, las tres fases del proyecto evidencian que la participación activa de los actores locales, articulada con criterios técnicos y normativos, es fundamental para el fortalecimiento de los sistemas de tratamiento de agua potable y para la construcción de soluciones sostenibles que respondan a las necesidades reales del territorio.

Recomendaciones

Es necesario realizar constantemente los análisis fisicoquímicos al agua cruda y al agua tratada para cumplir con la normatividad vigente, realizar la curva de demanda de cloro para saber cuánto cloro aplicar según las características del agua, también llenar diariamente el registro de operación de la planta solicitado por la secretaria de salud y la corporación autónoma de esta zona. (Corporinoquia).

Se recomienda capacitar a todo el personal que interviene en la operación y mantenimiento de forma periódica y cada vez que ingrese un nuevo trabajador. Igualmente suministrar los elementos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento en cada una de las estructuras de forma adecuada y efectiva.

Si alguna estructura o equipo o elementos empleados en el proceso de potabilización presentas fallas o daños, realizar la solicitud de reparación o cambio de los elementos dañados en el menor tiempo posible

Realizar un plan de mantenimiento periódico en el cual se tenga en cuenta los cambios meteorológicos durante el año.

Referencias bibliográficas

- Aguatecnica s.a.s. (15 de 06 de 2018). Obtenido de <https://acuatecnica.com/caracteristicas-las-plantas-tratamiento-agua-potable-convencionales/>
- Alegria Vivas , E. (2012). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/7305/An%C3%A1lisis%20f%C3%ADsico%20qu%C3%ADmico%20y%20microbiol%C3%B3gico%20del%20agua%20cruda%20empleada%20para%20consumo%20humano.pdf?
- Araque. (2022). *Planta de tratamiento de agua potable*. Obtenido de <https://books.scielo.org/id/m8d8m/pdf/araque-9789978108208-05.pdf>
- Archila, M. B. (2004). *Manual de Operacion y Mantenimiento Planta de Tratamiento Filtracion en Multiples Etapas (FIME)*. Tunja: Gobernacion de Boyaca.
- Balcazar. (2003). *Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/184/18400804.pdf>
- Bermudez. (2021). *Elaboración de los Manuales de Operación Y Mantenimiento de las Plantas de Potabilización de La Corporación Acueducto Multiveredal La Acuarela*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/c02e5134-f130-4190-a7c7-507aec2b137f/content>
- Cely et al. (2023). *Conceptos y enfoques de la metodología de la investigación*. Obtenido de <https://repositorio.ufps.edu.co/server/api/core/bitstreams/7f7338b9-3422-4473-b4f6-509e7e4745bc/content>

- CEPIS. (2006). Obtenido de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/21478?locale-attribute=es>
- Falcon. (2018). *La encuesta como instrumento de recolección de datos sociales*. Obtenido de https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.13544/ev.13544.pdf
- Fibras y normas s.a.s. (2022). Obtenido de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable-ptap-funcionamiento-y-tipos/>
- Galindo. (2020). *ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BUENOS AIRES EN EL MUNICIPIO DE EL COLEGIO, CUNDINAMARCA*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/a41f0af9-5a0a-4b95-a2b5-c97aa0c25068/content>
- Galvis, G., Latorre, J., & Visscher, J. T. (1999). *CINARA-Instituto de Investigación en Agua Potable, Saneamiento Básico y Obtenido de Filtración en Múltiples Etapas. Tecnología Innovativa para el agua potable*
- Garzón, & Steven. (2017). *Un manual de operación y mantenimiento de un sistema de acueducto*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/c2f2fa8d-c15b-4955-ab8e-bd039f9afc20/content>
- Hernando, R. (9 de 12 de 2021). Obtenido de <https://todosloshechos.es/que-es-una-linea-de-aduccion-y-conduccion>
- Herrera. (2024). *Paradigma Positivista*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9759162>

Hojeda. (2023). *Universo, población y muestra*. Obtenido de

<https://www.aacademica.org/cporfirio/18.pdf>

Ingenieria Civil. (26 de 03 de 2019). Obtenido de [http://alicaresp.com/2019/03/26/conceptos-](http://alicaresp.com/2019/03/26/conceptos-basicos-de-abastecimiento-de-agua/)

[basicos-de-abastecimiento-de-agua/](http://alicaresp.com/2019/03/26/conceptos-basicos-de-abastecimiento-de-agua/)

Ingenieriaenaguas.com. (2024). Obtenido de [https://www.ingenieriaenaguas.com/agua-](https://www.ingenieriaenaguas.com/agua-potable/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable)

[potable/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable](https://www.ingenieriaenaguas.com/agua-potable/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable)

Maldonado. (2018). *El diseño socio-crítico*. Obtenido de [https://vlex.com.co/vid/disenio-socio-](https://vlex.com.co/vid/disenio-socio-critico-862762941)

[critico-862762941](https://vlex.com.co/vid/disenio-socio-critico-862762941)

Ministerio de salud y proteccion social . (2007). Obtenido de

[https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-1575-de-2007.pdf)

[1575-de-2007.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-1575-de-2007.pdf)

Minsalud. (2021). Obtenido de chrome-

[extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://minsalud.gov.co/Ministerio/Institu-](extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GTHS02.pdf)

[cional/Procesos%20y%20procedimientos/GTHS02.pdf](extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GTHS02.pdf)

Minvivienda. (27 de 07 de 2022). *Vivienda.Gov.co*. Obtenido de

[https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-](https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras)

[basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-](https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras)

[saneamiento-basico-ras](https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras)

minvivienda. (2023). *Rendición de cuentas*. Obtenido de

[https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/231117_informe-](https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/231117_informe-rendicion-de-cuentas-mvct-1.pdf)

[rendicion-de-cuentas-mvct-1.pdf](https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/231117_informe-rendicion-de-cuentas-mvct-1.pdf)

- Moreno. (2020). *Actualización del manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y la planta de tratamiento de agua potable domestica*. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36157/cemorenoro.pdf?sequence=1&utm_source=chatgpt.com
- OMS. (2023). *Agua para el consumo humano*. Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water?utm_source=chatgpt.com
- Orellana et al. (2020). *Manual de operaciòn de buenas pràcticas y mantenimiento para asegurar la prestaciòn de los servicios de agua y saneamiento: Durante y despues de la emergencia causada por el Covid 19*. Obtenido de [file:///D:/Downloads/Manual-de-buenas-pr%C3%A1cticas-de-operacion-y-mantenimiento-para-asegurar-la-prestacion-de-los-servicios-de-agua-y-saneamiento-durante-y-despues-de-la-emergencia-causada-por-COVID-19%20\(3\).pdf](file:///D:/Downloads/Manual-de-buenas-pr%C3%A1cticas-de-operacion-y-mantenimiento-para-asegurar-la-prestacion-de-los-servicios-de-agua-y-saneamiento-durante-y-despues-de-la-emergencia-causada-por-COVID-19%20(3).pdf)
- Organizacion Panamericana de la Salud. (2005). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005b.%20Gu%C3%ADa%20desarenadores%20y%20sedimentadores.pdf
- RAS 2000, Título C. (11 de 2000). Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>

Sanchez Carrillo, S. E. (2021). (*repositoriodspace.unipamplona.edu.co*). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5548/1/Sanchez_2021_TG.pdf

Torres. (2021). *OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PTAP DEL MUNICIPIO DE FIRAVITOBA, BOYACÁ*. Obtenido de <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/ba243bfc-e6c3-4da3-abe1-7405e9afae39/content>

UNESCO. (2021). Obtenido de <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/es>


unidadvictimas. (2023). *Así avanza el plan de retorno y reubicación en Cubará*. Obtenido de <https://www.unidadvictimas.gov.co/asi-avanza-el-plan-de-retorno-y-reubicacion-en-cubara/>

Vega Serrano, H. A. (05 de 2013). Obtenido de https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/151/402_Vega_Serrano_Haimar_Ariel_2013_Documento.pdf?sequence=1

Yumán. (2020). *Manual para mejorar operación y mantenimiento de planta purificadora de agua La Bendición de Dios, Iztapa, Escuintla*. Obtenido de <https://urural.edu.gt/wp-content/uploads/2024/08/0556-2019.pdf>

Anexos


	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 1 de 20
 <p data-bbox="646 1633 938 1701">Julián Cáceres Medina Diseñador</p> <hr data-bbox="553 1738 1065 1745"/> <p data-bbox="727 1768 894 1797">de contenido</p>		


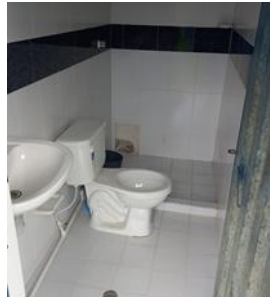


	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 2 de 20





Introducción


El Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) establece que los sistemas de potabilización deben contar con un manual que especifique y facilite las actividades de operación, al cual deben tener acceso los operadores de la planta encargados del correcto funcionamiento del sistema. Este manual debe redactarse de manera clara, contemplando instrucciones directas y simples, junto con una descripción detallada de cada proceso.

En la actualidad, la calidad del agua es un aspecto fundamental, especialmente cuando se destina al consumo humano. Aunque existen diversos procesos para su potabilización, aún persisten carencias en cuanto a la manera de potabilizar el agua, tanto en aspectos de infraestructura como en la metodología aplicada, la cual en ocasiones no satisface las necesidades requeridas por la población.




	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 3 de 20
<p>Objetivos</p> <p>Objetivo General:</p> <p>Fortalecer las capacidades técnicas en el desarrollo de las actividades operativas y de mantenimiento al personal de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cubará</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Definir los diferentes componentes de la planta de tratamiento de agua potable</p> <p>Presentar el flujo grama de procesos que aborda el sistema operativo y mantenimiento de agua potable.</p>		





	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 4 de 20
Componentes de la planta parte I		
Componente	Descripción	Imagen
Batería Sanitaria	Está compuesta un lavamanos, inodoro, ducha y pozo séptico.	Imagen 1 Bateria sanaitaria 
Bodega de Herramientas	Allí se guardan todas las herramientas que se utilizan en las labores de la planta.	Imagen 2 Bodega de herramientas 
Cámara de Entrada	Recibe el agua que entra a la planta después de haber pasado por el macromedidor y la distribuye a los filtros gruesos.	Imagen 3 Cámara de entrada 





		Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
			Fecha: 20-12-2025
			Pg. 5 de 20
Componentes de la planta parte II			
Componente	Descripción	Imagen	
Casetas o Área de Descanso	En este cuarto reposan los registros diarios de la planta, el extintor, los elementos de protección personal, el botiquín y la camilla de primeros auxilios	<p>Imagen 4 Área de cescanso</p> 	
Cuarto de Químicos	En este lugar se almacenan los químicos para el tratamiento de agua (cloro granulado y cal hidratada para consumo humano). (RAS 2000, Título C, 2000)	<p>Imagen 5 Cuarto de Químicos</p> 	
Dosificador de Cloro	Este equipo nos permite bombear una cantidad precisa de cloro al agua de forma constante y controlada, de manera que se asegure la concentración de cloro en el agua, para garantizar la desinfección. (RAS 2000, Título C, 2000)	<p>Imagen 6 Dosificador de cloro</p> 	


	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 6 de 20


Componentes de la planta parte III

Componente	Descripción	Imagen
Filtro grueso ascendente	La función es retener partículas sólidas que se hayan pasado del filtro descendente	Imagen 7 Filtro grueso ascendente 
Filtro grueso descendente	La función de este filtro es retener partículas sólidas en suspensión y mejorar la turbiedad del agua	Imagen 8 Filtro grueso descendente 
Filtros lentos	Contamos con tres filtros lentos de arena. El filtro 1 y el 2 tratan cada uno 3 l/seg y el filtro 3 trata 3.2 l/seg. La función de estos filtros es mejorar la calidad bacteriológica del agua y remover partículas suspendidas más finas. Se utiliza como tratamiento único de la calidad de agua cruda cuando esta mantiene una turbiedad no mayor a 15 UNT, el color menor a 20 UPC y los coliformes fecales por debajo de 500. (RAS 2000, Título C, 2000)	Imagen 9 Filtros lentos 

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 1 de 20
Componentes de la planta parte IV		
Componente	Descripción	Imagen
Laboratorio	En este lugar se analizan las muestras fisicoquímicas de agua cruda y agua tratada; también se realiza la curva de demanda de cloro. Está compuesto por un fotómetro digital DR 900, un equipo comparador visual de cloro y pH marca HACH, vasos precipitados, entre otros. (Alegría Vivas, 2012)	Imagen 10 Laboratorio 
Macromedidor de Entrada	La función que cumple este dispositivo es medir el caudal que entra a la planta.	Imagen 11 Macromedidor de Entrada 
Micromedidor de Salida de la Planta	Con este equipo se mide el caudal de agua tratada que sale de la planta, para después compararla con el agua facturada y conocer el porcentaje de pérdidas en la red de distribución.	Imagen 12 Micromedidor de Salida de la Planta 

		Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
			Fecha: 20-12-2025
			Pg. 1 de 20
Componentes de la planta parte V			
Componente	Descripción	Imagen	
Tanque de contacto de cloro	Es una estructura hidráulica donde se pone en contacto el agua con el cloro para inactivar cualquier microorganismo que contenga el agua. Este tanque en su parte interna tiene forma de laberinto para que el agua dure más tiempo en su recorrido y se realice un buen proceso de desinfección.	Imagen 13 Tanque de contacto de cloro 	
Tanque de solución de cloro	En este tanque de dos mil litros se prepara la solución de cloro (hipoclorito de calcio al 70 % de concentración). Esta mezcla se hace según el tiempo de aplicación, el caudal a tratar y las características del agua.	Imagen 14 Tanque de solución de cloro 	
Tanques y almacenamiento	Los tanques de almacenamiento sirven para compensar las variaciones de consumo en el día y conservar y equilibrar las presiones en la red, así como para acumular cierta cantidad de agua que permita atender escenarios de emergencia o interrupciones provocadas por daños del acueducto o, en el caso de esta planta, por turbiedades altas. (RAS 2000, Título C, 2000)	Imagen 15 Tanques almacenamiento 	y

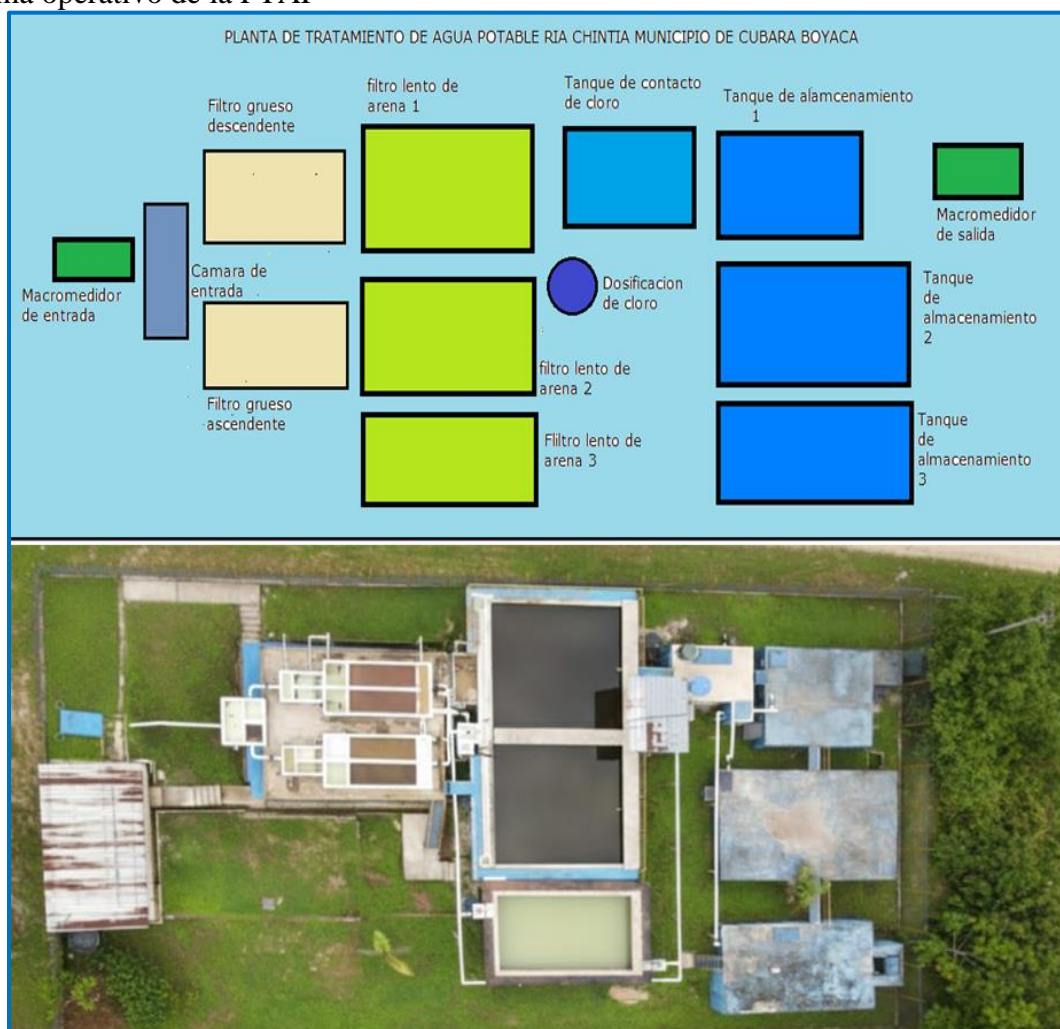
	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>Componente Hidráulico</p> <p>La planta de tratamiento de agua potable del Municipio de Cubará es una planta FIME, consta del siguiente componente hidráulico como se presenta a continuación en el esquema</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cámara de Entrada 2. Vertederos filtro grueso descendente 3. Filtro grueso descendente 4. Vertederos filtro grueso descendente 5. Filtro grueso descendente 6. Canaleta de entrada filtros lentos 7. Filtro lento 1 8. Filtro lento 2 9. Filtro lento 3 10. Dosificación de cloro 11. Cámara de salida filtros gruesos 12. Tanque de contacto 13. Tanque de almacenamiento 1 14. Tanque de almacenamiento 2 15. Tanque de almacenamiento 3 		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20


Distribución del sistema operativo de la PTAP


Imagen 16


Sistema operativo de la PTAP






Nota: La explicación a cada sistema de la distribución, se aprecia en los componentes operativos

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>Componente Sanitario</p> <p>El primer componente de planta de tratamiento del municipio de cubara, es el filtro grueso dinámico descendente, tiene dos sesiones de filtrado los cuales retienen solidos suspendidos y microorganismos del agua después de haber pasado por el desarenador, está compuesto de grava de distintos diámetros, cuando el agua llega con turbiedades altas el filtro dinámico se tapa en la parte de encima y evita que el lodo pase al componente siguiente que es el filtro grueso ascendente</p> <p>El segundo componente de la planta de tratamiento es el filtro grueso ascendente remueve sólidos, microorganismos y parte de turbiedad que se ha pasado por el filtro grueso dinámico descendente</p> <p>La tercera etapa de filtración consta de tres filtros lentos de arena, filtro 1, filtro 2, y filtro3 estos filtros están compuestos de grava gruesa de 1 cm y grava delgada de 0.5 cm y arena silica 20/45, son de flujo descendente, y se utilizan como tratamiento final y como barrera de seguridad para retención de material particulado y eliminación de patógenos turbiedad color olor y trazas de hierro</p> <p>Para la dosificación de cloro o desinfectante se hace por medio de una bomba dosificadora y se utiliza hipoclorito de calcio al 70% de concentración, para hallar la dosis optima de cloro según las características del agua se hace la curva de demanda de cloro</p> <p>Después de la aplicación del desinfectante el agua pasa al tanque de contacto en el cual tiene contacto el cloro con el agua para desinfectarla, manteniendo siempre una cantidad adecuada de cloro residual para asegurar que el agua limpia o tratada este completamente libre de bacterias patógenas. El tanque de cloración está diseñado en función de su tiempo de retención. habitualmente se debe asegurar que el afluente permanezca en esa cámara en 30 minutos</p>		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>Pretratamientos</p> <p>Generalmente es necesario realizar uno o varios pretratamientos al agua cruda con el objetivo de dejarla en condiciones óptimas para su tratamiento. Para el acueducto del municipio de cubara, el agua se capta en un nacimiento o quebrada llamada Fátima, y por los análisis realizados al agua en época de verano e invierno y por sus buenas características, se tomó la decisión de construir una planta FIME (filtración por múltiples etapas). el pretratamiento empieza por las rejillas de la captación y dos desarenadores cuya función consiste en la retención de materiales en suspensión principalmente arena para evitar taponamientos daños en las válvulas, adicionalmente facilitan que mediante la retención de los sólidos gruesos suspendidos se inicie el proceso de clarificación del agua.</p> <p>En el pretratamiento a esta agua no hace ningún proceso de oxidación ya que los valores del hierro y manganeso están por debajo de los valores permisibles de la resolución 2115 y el olor y el sabor son aceptables</p> <p>Etapas de Tratamiento</p> <p>En una planta de tratamiento de agua potable es fundamental conocer el caudal de agua que se va a tratar y existen diversas formas de medir dicho caudal , una de ellas es por medio de una estructura hidráulica conocida como canaleta parshall cuya medición está contemplada en la norma técnica colombiana ntc 3933 método estándar de medición de flujo canal abierto con canaletas parshall (reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico ras título c sistema de potabilización 2000).</p> <p>En la planta tipo FIME del municipio de cubara se cuenta con un macromedidor para medir el caudal de entrada y salida de la planta.</p>		

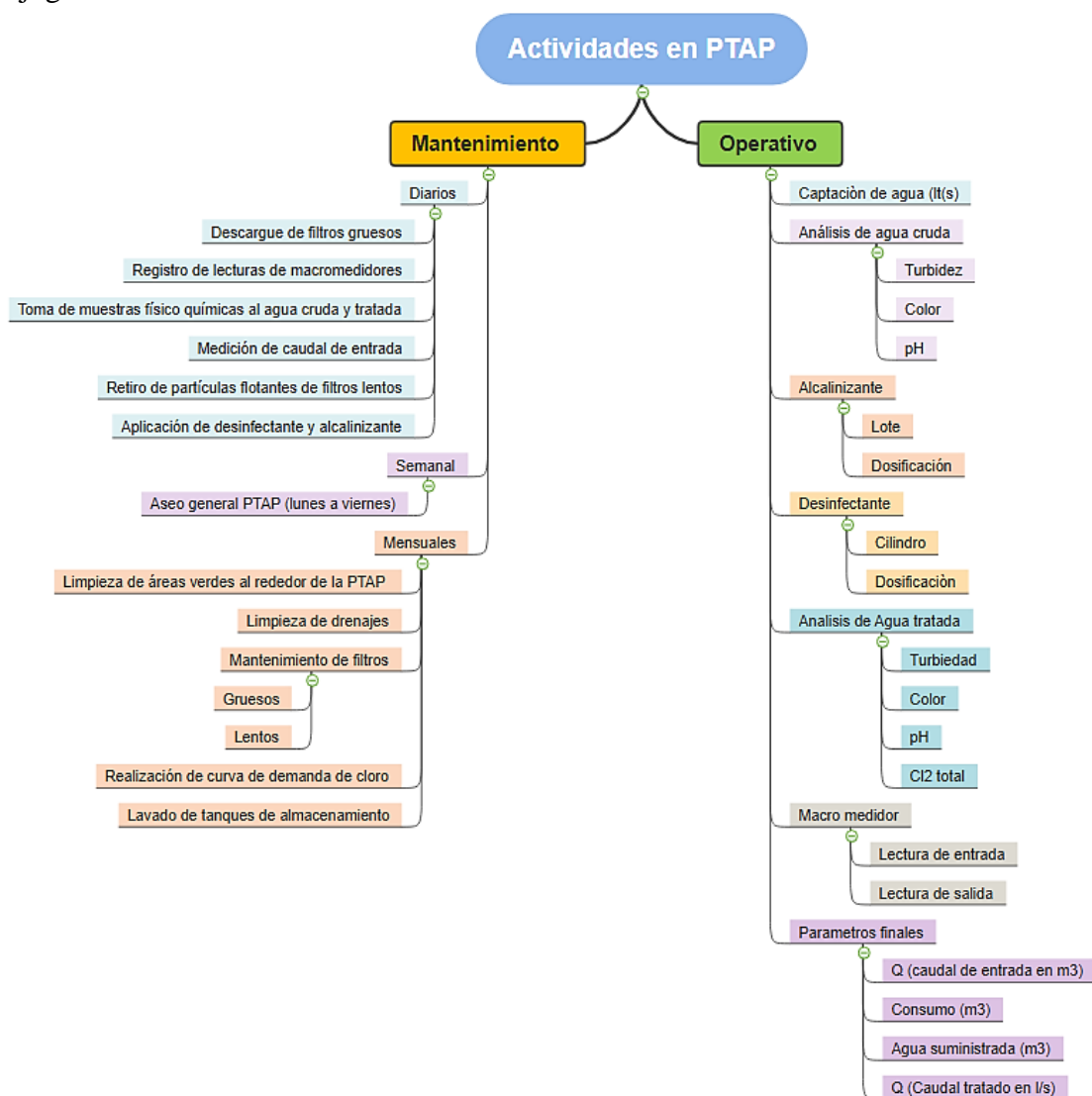
	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>Filtración Gruesa Descendente</p> <p>El primer proceso de tratamiento es la filtración gruesa descendente tiene dos sesiones de filtrado los cuales retienen solidos suspendidos y microorganismos del agua después de haber pasado por el desarenador, está compuesto de grava de distintos diámetros, cuando el agua llega con turbiedades altas el filtro dinámico se tapa en la parte de encima y evita que el lodo pase al componente siguiente que es el filtro grueso ascendente.</p> <p>Filtración Gruesa Ascendente</p> <p>El segundo componente de la planta de tratamiento es el filtro grueso ascendente remueve sólidos, microorganismos y parte de turbiedad y color que se ha pasado por el filtro grueso dinámico descendente</p> <p>Filtración Lenta</p> <p>La tercera etapa de filtración consta de tres filtros lentos de arena, filtro 1, filtro 2, y filtro3 estos filtros están compuestos de grava gruesa de 1 cm y grava delgada de 0.5 cm y arena silica 20/45, son de flujo descendente, y se utilizan como tratamiento final y como barrera de seguridad para retención de material particulado y eliminación de patógenos turbiedad color olor y trazas de hierro</p> <p>Ajuste de PH</p> <p>El agua cruda que se trata en la planta llega con un PH de 5.5 a 6 por este motivo se hace ajuste de PH con cal hidratada para subirlo de 6.5 a 9 que es el valor permisible de la resolución 2115 de 2007.</p>		


	Manual de buenas prácticas	Versión: 1
	de operación y	Fecha: 20-12-2025
	mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Pg. 1 de 20
<p>Desinfección</p> <p>La desinfección se realiza después del ajuste de PH y el objetivo es garantizar la calidad de agua desde un punto de vista microbiológico y asegurar que no cause daño para la salud de los consumidores</p> <p>La desinfección consiste en la aplicación directa al agua de sustancias químicas o se usa un agente físico para destruir los microorganismos patógenos, que pueden transmitir enfermedades en el organismo del ser humano. en este caso en particular se desinfecta el agua con hipoclorito de calcio o cloro granulado al 70% de concentración, por medio de un tanque de PVC se realiza la respectiva solución de hipoclorito despendiendo la dosis predeterminada par una correcta desinfección.</p> <p>Tanque de Contacto de Cloro</p> <p>Después de la aplicación del desinfectante el agua pasa al tanque de contacto donde el agua hace contacto con el cloro para desinfectarla, manteniendo siempre una cantidad adecuada de cloro residual para asegurar que el agua limpia o tratada este completamente libre de bacterias patógenas.</p> <p>El tanque de cloración está diseñado en función de su tiempo de retención. habitualmente se debe asegurar que el afluente permanezca en esa cámara 30 minutos</p>		
		<p>Imagen 13 Tanque de contacto de cloro</p> 


	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20


Organigrama de actividades operativas y de mantenimiento de la PTAP

Imagen 17
Flujograma



	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p style="text-align: center;">Descripción del organigrama en actividades operativas</p> <p>Para el desarrollo del proceso operativo, todo se registra diariamente en un documento en físico que contiene todo lo expuesto en el organigrama anterior. El registro cuenta con lo siguiente:</p> <p>1. Día</p> <p>Corresponde a la fecha exacta en la que se realizan las mediciones y registros operativos de la planta. Este dato permite llevar una trazabilidad cronológica, facilitar auditorías, análisis históricos del funcionamiento de la PTAP y la identificación de eventos anómalos.</p> <p>2. Época del año (invierno o verano)</p> <p>Indica la condición climática predominante durante el día de operación. Este registro es importante porque la calidad del agua cruda varía según la época del año, en invierno suelen aumentar la turbiedad y el color por arrastre de sedimentos, mientras que en verano el caudal puede disminuir y concentrarse más los contaminantes.</p> <p>3. Q – Caudal (litros o litros por segundo)</p> <p>Es el volumen de agua que circula por la planta en un tiempo determinado. El caudal permite controlar la capacidad de tratamiento, ajustar las dosificaciones de productos químicos y verificar que la planta opere dentro de los rangos de diseño.</p>		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>4. Agua cruda</p> <p>Hace referencia a las características físicas y químicas del agua antes del tratamiento:</p> <p>Turbiedad: mide la cantidad de partículas en suspensión; valores altos indican mayor presencia de sólidos.</p> <p>Color: refleja la presencia de materia orgánica disuelta, se maneja un color de 0 o menor que 5</p> <p>pH: es el potencial de hidrogeno que indica el nivel de acidez o alcalinidad, parámetro clave para la eficiencia de los procesos de coagulación y desinfección, se lleva el pH desde 5.5 hasta 6.5 en adelante con aplicación de cal hidratada</p> <p>Este registro permite evaluar la variabilidad de la fuente y ajustar los procesos de tratamiento.</p> <p>5. Alcalinizante</p> <p>Corresponde al producto utilizado para ajustar el pH del agua:</p> <p>Nº de lote: permite la trazabilidad del insumo químico utilizado.</p> <p>Dosificación (ml/s): cantidad aplicada en función del caudal y la calidad del agua cruda.</p> <p>Su control garantiza que el pH se mantenga en rangos adecuados para los procesos posteriores.</p> <p>6. Desinfectante Cl₂ (cloro)</p> <p>Se refiere al producto químico empleado para la desinfección del agua:</p> <p>Nº de cilindro: identifica el envase de cloro utilizado.</p> <p>Dosificación (mg/L): concentración aplicada para eliminar microorganismos patógenos aun 70% de concentración de cloro granulado</p>		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20

7. Agua tratada

Corresponde a los parámetros del agua después de completar el proceso de tratamiento:

Turbiedad: debe cumplir los límites normativos.

Color: debe ser bajo o inexistente.

pH: debe mantenerse dentro del rango permitido.


Cloro residual total (Cl₂): garantiza la desinfección y protección del agua en la red de distribución.


Es importante mencionar, que la unidad de servicios públicos toma la contramuestra y se lleva para su análisis a la ciudad de Saravena a la empresa comunitaria de acueducto, alcantarillado y aseo (ECAAAS), esta empresa esta certificada por el ministerio de salud

Referencia de toma de muestras del seguimiento a la calidad del agua

Poblacion atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	caracteristicas	Frecuencia minima	Numero minimo de muestras a analizar por cada frecuencia
2501 A 10,000	Turbiedad,color aparente, PH, cloro residual libre o residual del desinfectante usado	Mensual	1
	COT, Fluoruros y residual del coagulante utilizado	Anual	1
	Aquellas caracteristicas fisicas, quimicas de interes en salud publica exigidas por el mapa de riesgo.	De acuerdo con lo exigido en el mapa de riesgo	De acuerdo con lo exigido en el mapa de riesgo

Nota: la imagen presenta las características de seguimiento del agua potable

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>8. Macromedidor de entrada PTAP</p> <p>Dispositivo que mide el volumen total de agua que ingresa a la planta. Permite conocer el caudal real de operación y es la base para los balances hidráulicos.</p> <p>9. Macromedidor de salida PTAP</p> <p>Registra el volumen total de agua tratada que sale de la planta hacia la red de distribución, permitiendo evaluar pérdidas internas y eficiencia del sistema.</p> <p>10. Parámetros finales</p> <p>a) Q entrada (m³)</p> <p>Es el volumen total de agua cruda que ingresa a la PTAP durante un periodo determinado, generalmente diario.</p> <p>b) Consumo PTAP (m³)</p> <p>Hace referencia al agua utilizada internamente en la planta, principalmente en: Lavado y descargue de filtros. Preparación y dosificación de productos químicos, como el cloro.</p> <p>c) Agua suministrada (m³)</p> <p>Corresponde al volumen de agua realmente entregado a la comunidad, obtenido como la diferencia entre el caudal de entrada y el consumo interno de la PTAP</p>		



UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS
USC CUBARA

Manual de buenas prácticas de
operación y mantenimiento de
PTAP del municipio de Cubará

Versión: 1

Fecha: 20-12-2025

Pg. 1 de 20

11. Q tratado (L/s)

Es el caudal efectivo de agua suministrada, expresado en litros por segundo.


Se obtiene al dividir el volumen de agua suministrada (en litros) entre 86.400 segundos, que equivalen a 24 horas. Este valor permite comparar la operación real con la capacidad de diseño de la planta. En conjunto, estos registros constituyen una herramienta clave de control operativo y sanitario, permitiendo asegurar la eficiencia del tratamiento, la continuidad del servicio y el cumplimiento de la normativa de agua potable.


Imagen 18


Registro de operaciones diarias

EPOCA DEL AÑO		Q captado	AGUA CRUDA			ALCALINIZANTE		DESINFECTANTE CL2		AGUA TRATADA				MACROMEDIDOR ENTRADA PTAP	MACROMEDIDOR SALIDA PTAP	Q entrada	Consumo PTAP	AGUA SUMINISTRADA	Q tratado	OBSERVACIONES
DIA	INV. VER.	L/s	Turbiedad	Color	pH	Lote	Dosificación	Cilindro	Dosificación	Turbiedad	Color	pH	Cl2 total			m3	m3	m3	L/s	
			Unt	UPC	Unids	No.	(ml/s)	No.	mg/L	Unt	UPC	Unids	mg/L							
J	16	6.2	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	7	3.2	1891001	423480	564	1013	551	6.3			
V	17	7.	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	6.8	1	1891565	424135	605	1513	587	6.7			
S	18	7.1	0.00	40	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	7	1.2	1892120	424401	619	1013	606	7			
D	19	6.5	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	7.2	1.1	1892387	425394	565	1013	552	6.3			
L	20	5.9	0.00	41	6.8	150 a 110	110 a 110	0.00	41	7	0.9	1893354	426022	513	1513	495	5.7			
M	21	6.1	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	6.9	1.2	1893864	426700	530	1013	517	5.9			
M	22	7.6	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	6.8	1.3	1894377	427267	662	1013	649	7.5			
J	23	7.4	0.00	41	6.0	150 a 110	110 a 110	0.00	41	7	0.9	1895059	428289	640	1013	627	7.2			
V	24	7	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	7.2	1.3	1895699	428700	605	1013	587	6.7			
S	25	7.	0.00	41	6.0	150 a 110	110 a 110	0.00	41	6.9	1.4	1896304	429002	601	1013	588	6.8			
D	26	5.7	100	41	6.0	150 a 110	110 a 110	0.00	41	6.9	1	1896905	429807	495	1013	489	5.0	Turbiedad altas se grito H2O		
L	27	6.8	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	7	1.1	1897440	430780	593	1513	575	6.6			
M	28	7.0	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	7.1	1.3	1897636	431039	620	1013	607	7			
M	29	6.5	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	6.9	1	1898613	432091	583	1013	570	6.5			
J	30	7.0	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	6.9	1.2	1898820	432025	624	1013	611	7			
V	31	7.3	0.00	41	6.5	150 a 110	110 a 110	0.00	41	6.9	1.2	1899060	433277	634	1513	616	7			

Nota: en la imagen se observa el registro de operaciones realizadas durante 16 días

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p style="text-align: center;">Descripción del organigrama actividades de mantenimiento</p> <p>Actividades diarias</p> <p>1. Descargue de filtros gruesos</p> <p>Esta actividad consiste en la limpieza y evacuación de los sólidos retenidos en los filtros gruesos, tales como hojas, ramas, arena, grava y otros materiales de gran tamaño presentes en el agua cruda. El descargue se realiza de forma manual o mediante sistemas de purga, permitiendo restablecer la capacidad hidráulica del filtro, evitar obstrucciones y garantizar un flujo adecuado hacia las etapas posteriores del tratamiento. Su ejecución diaria previene sobrecargas, pérdidas de eficiencia y daños en la infraestructura.</p> <p>2. Registro de lecturas de macromedidores</p> <p>El registro de macromedidores corresponde a la lectura y anotación del volumen de agua que ingresa y/o sale de la planta. Esta información es fundamental para el control operativo, la evaluación del rendimiento del sistema y la detección de pérdidas o variaciones anormales en el suministro. Las lecturas se consignan en formatos diarios, permitiendo el seguimiento histórico del consumo y la planificación adecuada del tratamiento.</p> <p>3. Toma de muestra físico-química de agua cruda y agua tratada</p> <p>La toma de muestras tiene como finalidad evaluar la calidad del agua antes y después del tratamiento. En el agua cruda se analizan parámetros como turbiedad, color, pH y, en algunos casos, alcalinidad y temperatura; mientras que en el agua tratada se verifican los mismos parámetros, además del cloro residual. Esta actividad permite comprobar la eficiencia del proceso de potabilización y asegurar que el agua suministrada cumpla con la normatividad vigente para consumo humano.</p>		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>4. Medición de caudal de entrada</p> <p>La medición del caudal de entrada consiste en determinar la cantidad de agua que ingresa a la planta por unidad de tiempo, generalmente expresada en litros por segundo (L/s). Este dato es clave para ajustar las dosificaciones químicas, optimizar los procesos de tratamiento y garantizar una operación estable del sistema. La medición puede realizarse mediante macromedidores, vertederos o aforadores, según el diseño de la PTAP.</p> <p>5. Retiro de partículas flotantes</p> <p>Esta actividad se realiza en las estructuras de captación o cámaras de entrada y consiste en la remoción manual de materiales livianos y flotantes, como hojas, plásticos, espumas y residuos orgánicos. El retiro oportuno de estas partículas evita su ingreso a las unidades de tratamiento, reduce riesgos de taponamiento y mejora las condiciones sanitarias y operativas de la planta.</p> <p>6. Aplicación de desinfectante y alcalinizante</p> <p>La aplicación de desinfectante y alcalinizante es una actividad esencial para garantizar la inocuidad y estabilidad del agua tratada. El desinfectante, generalmente cloro, se dosifica para eliminar microorganismos patógenos y mantener un cloro residual adecuado en la red de distribución. El alcalinizante se utiliza para corregir el pH del agua, mejorar la eficiencia del cloro y prevenir la corrosión de las tuberías. Ambas dosificaciones</p>		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20

Actividades semanales

Aseo general de la PTAP

Se realiza el aseo general y mantenimiento preventivo de la caseta de descanso, el laboratorio, los servicios sanitarios, el cuarto de almacenamiento de productos químicos y la bodega, garantizando condiciones adecuadas de orden, limpieza, seguridad y salubridad para el personal operativo y los procesos de la planta.

Se efectúa el aseo y limpieza de la cámara de entrada a la planta, así como de los vertederos y el tanque de entrada a los filtros gruesos, retirando sedimentos, material en suspensión y residuos acumulados que puedan afectar el flujo hidráulico y la eficiencia del tratamiento.


Con respecto a la cámara de entrada, como su nombre lo dice es la primera estructura de la planta que entra el agua para su potabilización.

El mantenimiento se hace los lunes y los viernes, y el procedimiento es el siguiente:

1. Se suelta el tapón que está en la parte lateral y con una escoba o cepillo se le hace aseo a las paredes y el piso hasta que quedar limpios.
2. Cada 15 días se hace una solución con agua y cloro al 5% y se procede a lavar las paredes y el piso hasta que queden limpios

Figura 11.
Cámara de entrada



	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20

Las actividades diarias con respecto al mantenimiento de los filtros gruesos están asociadas con los lavados y acciones tendientes a prevenir o reparar daños. Las actividades diarias le permiten al operador tener un control sobre el funcionamiento de la planta frente a los cambios en la calidad de agua para esta manera poder implementar correctivos del caso, para facilitar la labor del operador debe conocer el funcionamiento de las válvulas y accesorios para la regulación y control de flujo.


Actividades Diarias:


1. Cerrar la salida del agua
2. Abrir válvulas laterales de lavado.
3. Remover la superficie de la grava hasta que el agua de lavado aclare utilizando un cepillo de piso o una pala.
4. Abrir y cerrar diez veces la válvula de descargue de los filtros y dejar la válvula abierta para que salga el agua sucia y volverle hacer

Figura 12.
Filtro grueso descendente y ascendentes



el mismo procedimiento hasta que el agua de lavado sea similar al agua del afluente

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>Se ejecuta el aseo de las canaletas y vertederos de los filtros lentos, asegurando la libre conducción del agua tratada, evitando obstrucciones y garantizando una adecuada distribución hidráulica.</p> <p>Finalmente, se realiza el aseo de la cámara de aplicación de cloro, manteniendo condiciones óptimas de higiene y seguridad, previniendo la acumulación de residuos químicos y asegurando una adecuada operación del sistema de desinfección.</p> <p>Actividades mensuales</p> <p>Mantenimiento mensual de áreas verdes en la Planta de Tratamiento de Agua Potable</p> <p>El mantenimiento de las áreas verdes que rodean la Planta de Tratamiento de Agua Potable se realiza de manera mensual, con el propósito de preservar condiciones adecuadas de seguridad, higiene, accesibilidad y protección de la infraestructura, evitando riesgos operativos, sanitarios y ambientales.</p> <p>Durante esta actividad se lleva a cabo el corte y control de la vegetación (césped, maleza y arbustos) en el perímetro de la planta, garantizando una altura adecuada que permita la visibilidad de las estructuras, el libre tránsito del personal operativo y el acceso seguro a las unidades de tratamiento, cámaras, válvulas y equipos.</p> <p>Se realiza la poda controlada de árboles y arbustos, evitando que ramas o raíces afecten las estructuras civiles, tuberías, canales, cercas, sistemas eléctricos o de instrumentación. Esta labor contribuye a prevenir daños físicos, obstrucciones, caídas de material vegetal y riesgos durante la operación y el mantenimiento de la planta.</p> <p>Asimismo, se efectúa la recolección y disposición adecuada de residuos vegetales, evitando su acumulación cerca de las unidades de tratamiento, lo cual podría favorecer la presencia de plagas, vectores o la contaminación del entorno de la planta.</p>		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 1 de 20

Mantenimiento en filtros

Estas actividades periódicas se realizan cada mes o cuando el filtro pierde capacidad de carga por haber filtrado agua con turbiedades altas.

1. Se abren las válvulas de lavado laterales
2. Se cierra las válvulas de salida de los filtros
3. Con el agua circulando por encima del filtro se remueve la grava con una pala de un lado para el otro para que salga el lodo y se drena el agua con las válvulas de descargue


Imagen


Actividades de mantenimiento mensual



Raspado de filtros

1. Sacar el material flotante o llevarlo para que salga por el cuello ganso
2. Cerrar la válvula de entrada de agua al filtro
3. A medida que el agua sale por el cuello ganso lavar las paredes del filtro con un cepillo con cabo
4. Abrir los tapones de lavado del filtro, para que este termine de drenar hasta que quede la arena seca.
5. Se ingresa al filtro con botas de caucho, la pala para el raspado varias tablas para andar sobre ellas y costales donde se va a depositar la arena sucia. el raspado se hace continuamente sacando de 1 a 3 centímetros de arena según la suciedad del filtro, los costales se ordenan en un solo sitio para después sacarlos al tanque de lavado.

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>6. Medir la profundidad del lecho de arena</p> <p>7. Colocar los tapones de lavado del filtro y empezar a llenarlo de abajo hacia arriba con el 25% del agua normal</p> <p>8. La maduración biológica se da de 1 a 2 días después de este tiempo se pone en marcha el filtro con el caudal normal</p> <p>Actividades eventuales en filtros</p> <p>Retiro de la Grava.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cerrar la salida de agua hacia los filtros lentos. 2. Cerrar la entrada de agua hacia el filtro grueso 3. Drenar la unidad a través de la válvula de apertura rápida o válvula de descargue 4. Retirar las diferentes capas de gravas, separándolas por tamaño 5. Lavar las capas de grava en forma separada 6. Lavar tuberías, piso del filtro y paredes del filtro 7. Instalar las capas de grava en el mismo orden y con igual espesor al que tenían Antes de ser retiradas para el lavado. 8. Llenar el filtro y realizar varios drenajes siguiendo las recomendaciones de lavado diario 9. Abrir las válvulas de salida hacia los filtros lentos 		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20

Tanque de Solución de Cloro

El tanque de preparación y almacenamiento de la solución de cloro, con una capacidad de 2.000 litros, es sometido a mantenimiento mensual, el cual consiste en el raspado y lavado de su superficie interna (paredes y fondo).

Esta actividad tiene como finalidad remover los residuos y depósitos de cloro que permanecen adheridos a las paredes y al piso del tanque, los cuales, con el tiempo, pueden generar incrustaciones, afectar la concentración de la solución desinfectante y deteriorar el material del tanque.


El procedimiento de limpieza contribuye a mantener la calidad de la solución de cloro, garantizar una dosificación adecuada en el proceso de desinfección y prolongar la vida útil del tanque, además de prevenir riesgos operativos y de seguridad asociados a la acumulación de residuos químicos.

Las labores de mantenimiento se realizan bajo estrictas medidas de seguridad, utilizando los elementos de protección personal (EPP) correspondientes y registrando la actividad en los formatos de control y mantenimiento de la planta.

Figura 5.

Tanque de solución de cloro




	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 1 de 20


Bomba Dosificadora de Cloro

1. La bomba dosificadora de cloro requiere un programa de operación, inspección y mantenimiento preventivo, con el fin de garantizar una dosificación continua, segura y eficiente del desinfectante dentro del proceso de potabilización del agua.
2. De manera diaria, se realiza la verificación de la temperatura de operación de la bomba, así como el control de la cantidad de desinfectante aplicado, asegurando que la dosificación se encuentre dentro de los rangos establecidos y evitando variaciones que puedan afectar la calidad del agua tratada.
3. Los días lunes y viernes, se efectúa la limpieza de las mangueras y líneas de succión y descarga, con el objetivo de prevenir taponamientos, incrustaciones y acumulación de residuos de cloro,
4. De forma mensual, se revisa el nivel y estado del aceite lubricante, realizando su cambio cuando corresponda, para asegurar una adecuada lubricación de los componentes mecánicos y prolongar la vida útil de la bomba.
5. Cada seis (6) meses, se ejecuta un mantenimiento general, que incluye la inspección de componentes internos, sellos, diafragmas, válvulas, conexiones eléctricas y estado general del equipo, garantizando condiciones óptimas de operación y seguridad.

Figura 15.
Bomba dosificadora de cloro



	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>Tanque de Contacto de Cloro</p> <p>Este tanque se la hace mantenimiento cada 6 meses y el mantenimiento consiste en lo siguiente.</p> <p>En la hora que hay menos demanda de agua de parte de los usuarios y con los tanques de almacenamiento llenos se procede hacer el lavado:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se cierra la válvula de entrada de agua al tanque y se abre la válvula de lavado. 2. Con un cepillo de piso agua y jabón sin olor se procede a lavar las paredes y el piso, 3. Se hace una solución con agua, hipoclorito de calcio al 5% y de concentración y Se procede a desinfectar paredes y pisos del tanque 4. Se deja un tiempo de 20 minutos con el desinfectante y se procede a enjuagar con agua tratada. 5. Se llena el tanque y se toma una muestra de cloro residual si la muestra está dentro de los parámetros que exige la norma se pone a funcionar el tanque normalmente y si la muestra no cumple se drena el tanque y se lava nuevamente. 		

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 1 de 20


Tanques de Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento se lavan cada 6 meses y el procedimiento es el siguiente:

1. Se cierra la válvula de entrada de agua al tanque
2. Se abre la válvula de drenaje del agua del tanque
3. Con una escoba o esponja de alambre y jabón sin olor y cloro se lavan las Paredes y pisos del tanque que queden del color natural de la cerámica.
4. Después de haber lavado el tanque se hace una solución de agua y cloro al 5% de concentración y se procede a desinfectar el tanque por un tiempo de 20 minutos.
5. Se enjuaga con agua tratada se cierra la válvula de lavado y se abre la válvula de entrada para su llenado.
6. Se toma una muestra para verificar el cloro residual y si cumplen con los parámetros que rige la resolución 211, se pone a funcionar normalmente.

Imagen 13
Tanque de contacto de cloro



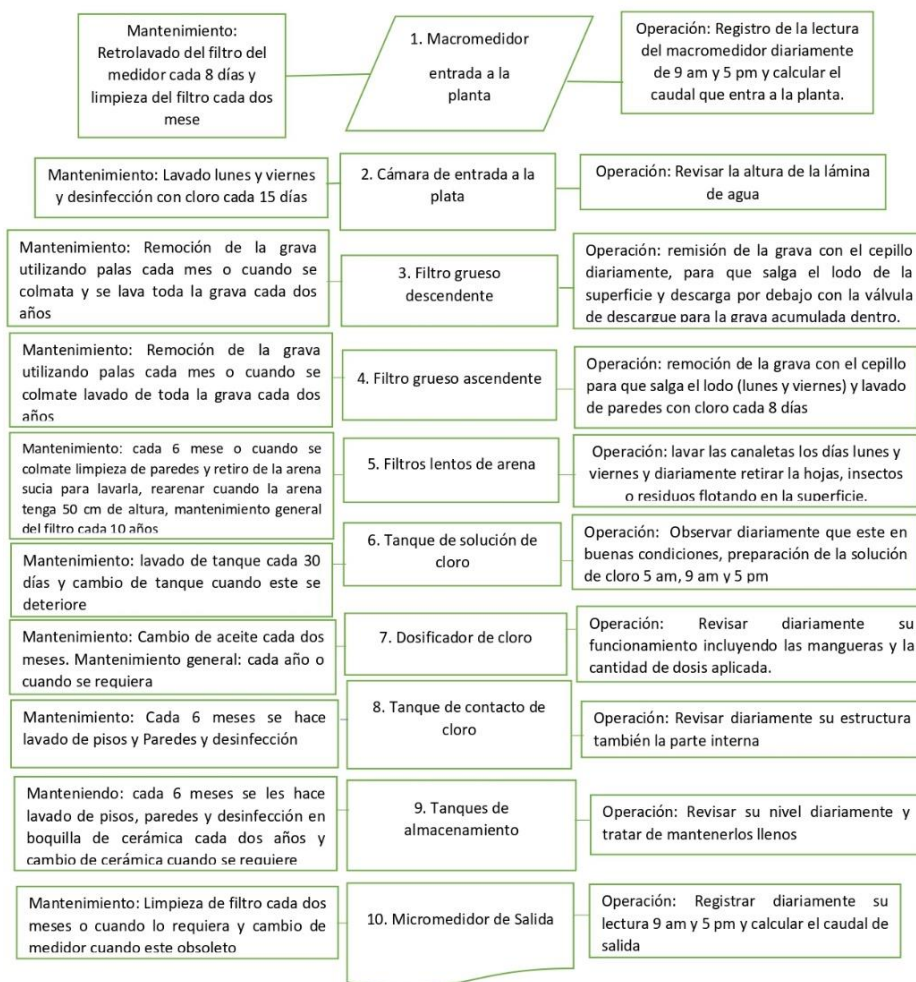
	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20

Flujograma mantenimiento y operación de la planta de agua potable del municipio de


Cubara

Figura 18.

Flujograma de mantenimiento y operaciones



Nota: La imagen muestra las actividades de mantenimiento con sus respectivas operaciones


	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20

Informe y Reporte de Calidad de Agua

La secretaria de salud de Boyacá toma una muestra mensual en el municipio de cubará y es llevada al laboratorio de Tunja donde se le analizan los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que rige la resolución 2115 para agua tratada.

La unidad de servicios públicos toma la contramuestra y es llevada al laboratorio de la empresa de acueducto y alcantarillado de Saravena (ECAAAS) donde le analizan los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, esta empresa es certificada por el ministerio de salud.

Resultados de análisis de la secretaria de salud de Boyacá.

	FORMATO	VERSIÓN: 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	CÓDIGO: M-GS-LS-F-088
		FECHA: 04/Abr/2022

INFORMACIÓN DEL PRESTADOR/ MUESTRA

NIT: 800099196	Persona Prestadora: ALCALDÍA ESPECIAL DE CUBARÁ
----------------	---

Muestra No. 288035	Código Laboratorio: 2989 AG-25	Contramuestra PP: SI
Fecha de Toma: 2025/10/06 15:00:00	Fecha Recep. Laboratorio: 2025/10/07 08:53:00	Fecha Análisis Laboratorio: 2025/10/07 14:00:00
Muestra Tomada Por: DICKSON DALADIER MORENO GELVES	Desinfectante: HIPOCLORITO DE CALCIO-HTH-OXICLORURO DE CALCIO	Coagulante: NO USAN
Análisis Solicitados: Microbiológico, Físico, Químico, In-Situ	Resultados para: Vigilancia	Tipo de Muestra: Tratada


INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Código: 26	Nombre: LABORATORIO DEPARTAMENTAL DE SALUD PUBLICA	Teléfono: 7420115
Fax: 7420115	Dirección: CALLE 23 N° 12-74	E-mail: aguas.saludambiental@boyaca.gov.co
Página Web: www.boyaca.gov.co		

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Nombre: GOBERNACIÓN DE BOYACÁ- SESALUB- AV. COLÓN 22 A-16 TEL: 7420111	Municipio: TUNJA	Departamento: BOYACA
--	------------------	----------------------

Nota: la imagen presenta la primera parte del formato de análisis de la calidad de agua

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 1 de 20

Resultados de análisis de la secretaria de salud de Boyacá.

ANÁLISIS IN-SITU

Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
pH In-situ	KIT COMPARACIÓN VISUAL	6.8	Unidades de PH	6.5 A 9	Aceptable
Cloro Residual Libre In-Situ	Kit comparación Visual	0.8	mg Cl ₂ /L	0.3 A 2	Aceptable

ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS


Característica	Método	Resultado	Unidades	Valores Aceptables	Diagnóstico
Cloro Residual Libre	Kit comparación Visual	0.8	mg Cl ₂ /L	0.3 A 2	Aceptable
Cloruros	SM 4500-Cl B	5	mg Cl - /L	0 A 250	Aceptable
Coliformes Totales	ENSAYO ENZIMA-SUSTRATO STANDARD METHODS 9223 B	0	UFC/100ml - NMP/100ml	0 A 0	Aceptable
Color Aparente	SM 2120 B	5	UPC	0 A 15	Aceptable
E. Coli	ENSAYO ENZIMA-SUSTRATO STANDARD METHODS 9223 B	0	UFC/100ml - NMP/100ml	0 A 0	Aceptable
Hierro Total	SM 3500-Fe B	0.05	mg Fe/L	0 A 0.3	Aceptable
pH	KIT COMPARACIÓN	6.8	Unidades de PH	6.5 A 9	Aceptable

Elaboró: Analistas Vigilancia Calidad del Agua
Fecha: 2013-02-19


Revisó: Facilitador Técnico.
Fecha: 2022-03-29
Página 1 de 2

Aprobó: Líder Equipo LDSP
Fecha: 2022-04-04


Código Laboratorio: 2989 AG-25

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12- 2025
		Pg. 1 de 20


Resultados de los análisis de la contramuestra enviada a la empresa de acueducto, alcantarillado y aseo de Saravena (ECAAAS).

	Código: M5-F-02					
	INFORME DE RESULTADOS					
1. DATOS DE LABORATORIO						
NOMBRE:	LABORATORIO DE AGUAS EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA ECAAAS-ESP					
DIRECCIÓN:	CALLE 30 N° 15-30					
TELEFONO:	8892028					
2. DATOS DEL CLIENTE						
SOLICITANTE:	UNIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS ALCALDÍA DE CUBARA	DEPARTAMENTO:	BOYACA			
TELEFONO:	3103267485	MUNICIPIO:	CUBARA			
DIRECCIÓN:	ALCALDÍA DE CUBARA	NIT:	800099196-2			
3. DATOS DE LA MUESTRA						
ORIGEN:	RED DE DISTRIBUCIÓN	IDENTIFICACIÓN:	4			
TIPO:	POTABLE	DIRECCIÓN:	carrera 2 N. 3-65 Barrio Pablo sexto.			
3.1 ESPECIFICACIONES						
DATOS DE TOMA DE MUESTRA			RECEPCIÓN	DATOS DE ANÁLISIS		
COD. MUESTRA	FECHA	HORA	FECHA	TIPO DE ANÁLISIS	FECHA	HORA
MP04	06-10-2025	03:00 p. m.	06-10-2025	Microbiológico	07-10-2025	07:30 a. m.
FQP04				Fisicoquímico		07:30 a. m.
COD. MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS	
FQP04	pH	Unidades de pH	Electrométrico	6.5-9.0	6.75	
	Turbiedad	NTU	Fotométrico	2.0	0.39	
	Cloro	mg/L	DPD	2.0	0.80	
	Color aparente	UPC	Comparación visual	15	5	
5. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO						
COD. MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS	
MP04	Coliformes totales	UFC/100 ml	Filtración por membrana	0 UFC/100 ml	0	
	E. coli				0	
6. % IRCA						
%IRCA	0					

Observaciones: Estos resultados solamente se relacionan con los items sometidos a ensayo.


 Autorizado por: Renny Warceia Nunez
 Coordinadora PTAP

Nota: Informe de resultados de laboratorio

	Manual de buenas prácticas de operación y mantenimiento de PTAP del municipio de Cubará	Versión: 1
		Fecha: 20-12-2025
		Pg. 1 de 20
<p>Recomendaciones para el personal operador</p> <p>Las personas que labore en esta PTAP deben ser unas personas responsables, cuidar su salud, siempre utilizando los elementos de protección personal y tener en cuenta las siguientes recomendaciones.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer su entorno laboral 2. Mantener las posturas correctas para las diferentes labores 3. Tomar descansos regulares 4. Utilizar adecuadamente las herramientas 5. Mantener el fácil acceso a las salidas de emergencia 6. Informar sobre condiciones inseguras al gerente de la unidad de servicios 7. El uso de ayudas mecánicas siempre que sea posible. 8. Reducir el estrés laboral. 9. Usar el equipo de seguridad adecuado. 		