



**Elaboración de los Manuales de Operación Y Mantenimiento de las Plantas de Potabilización de  
La Corporación Acueducto Multiveredal La Cuarela**

Estefania Mora Bermúdez

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Sanitario

Asesora

Diana Catalina Rodríguez Loaiza, Doctor (PhD) en Ingeniera Sanitaria

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Sanitaria  
Medellín, Antioquia, Colombia

2021

<b>Cita</b>	(Mora Bermúdez, 2021)
<b>Referencia</b>	Mora Bermúdez, E. (2021). <i>Elaboración de los Manuales de Operación Y Mantenimiento de las Plantas de Potabilización de La Corporación Acueducto Multiveredal La Acuarela</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

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

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Diana Catalina Rodríguez Loiza.

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

## Tabla de contenido

Resumen.....	7
Introducción .....	8
1 Objetivos .....	9
1.1 Objetivo general.....	9
1.2 Objetivos específicos.....	9
2 Marco teórico.....	10
3 Metodología.....	12
3.1 Revisión bibliográfica y Desarrollo del marco teórico .....	12
3.2 Diagnóstico.....	13
3.3 Elaboración de manuales.....	13
3.4 Capacitación a operarios .....	13
4 Resultados y análisis .....	14
4.1 Revisión bibliográfica y Desarrollo del marco teórico .....	14
4.2 Diagnóstico.....	16
4.2.1 Ubicación .....	16
4.2.2 Descripción general de las PTAP .....	18
4.2.3 Concesiones de agua.....	19
4.2.4 Sectores de Macromedición .....	19
4.2.5 Operación y mantenimiento de las plantas a grandes rasgos .....	20
4.3 Elaboración de manuales.....	22
4.4 Capacitación a operarios .....	23
5 Conclusiones .....	24

6 Agradecimientos ..... 25

7 Referencias ..... 26

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Características Físicas .....	14
<b>Tabla 2</b> <i>Características químicas que tienen implicaciones en la salud humana</i> .....	15
<b>Tabla 3</b> <i>Características Microbiológicas</i> .....	15

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Ubicación de las PTAP.....	16
<b>Figura 2</b> Ubicación PTAP La Acuarela. ....	17
<b>Figura 3</b> .....	17
<b>Figura 4</b> .....	22

## Resumen

El presente informe de prácticas consolida toda la información sobre la actualización y realización de los manuales de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua potable de la Corporación de Acueducto Multiveredal La Acuarela, ubicada en el Corregimiento de San Cristóbal, en jurisdicción del municipio de Medellín en el Departamento de Antioquia. Para llevar a cabo la materialización de estos manuales de operación y mantenimiento fue necesario realizar una revisión bibliográfica y desarrollo del marco teórico donde se hizo una investigación de la fuente primaria de información como la normatividad vigente y las fuentes secundarias de información; además se hizo necesario realizar un diagnóstico inicial, comenzando con recorridos por las plantas y verificación de la información existente, analizando los procesos y elaborando los manuales. Finalmente, se encuentra que la infraestructura física y operativa de las plantas pertenecientes a La Acuarela se encuentra en buen estado y garantizan la entrega de agua apta para el consumo humano, sin dejar de lado que es necesario fortalecer actividades concernientes a la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento.

*Palabras clave:* Mantenimiento, plantas de tratamiento, agua potable, calidad.

---

## Introducción

El agua es un factor importante para el desarrollo de las civilizaciones, históricamente, los primeros asentamientos humanos se realizaron alrededor de fuentes hídricas, lo que posibilitaba realizar diferentes actividades económicas que potenciaban el progreso económico y social de las poblaciones, pero no solo para esto ha sido fundamental, ya que el agua es esencial para el desarrollo de la vida. Por estas razones que se considera primordial para una población tener disponibilidad de este recurso, el cual, dependiendo de su uso debe tener ciertas características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas y para el consumo humano ésta debe ser potable, es decir, debe cumplir las condiciones señaladas en la Resolución 2115 de 2007 (Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

El acueducto multiveredal La Acuarela fue construido en 1995, en principio operaba con un sistema de filtración lenta y en el año 2019 debido al incremento en demanda de agua a causa de su crecimiento y expansión en las diversas veredas, se construyó una planta de filtración rápida la cual abastece a los sectores Las Playas, el Patio, Travesías Parte Alta y Travesías Parte Baja, y en el año 2020 la Alcaldía de Medellín le entregó a la corporación La Acuarela, la planta El Moral ubicada en la vereda La Palma Parte Alta para abastecer el sector de la Palma, dicha planta es de filtración rápida. Así mismo, los sistemas de potabilización instalados deben disponer de un manual en el cual se especifique y facilite las actividades de operación, según lo establece el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico título C, sección C.7.5.4, dicho manual debe estar disponible para los operadores de las plantas de tratamiento los cuales están encargados del correcto funcionamiento de los sistemas de operación (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesaria la elaboración de manuales que identifiquen las condiciones actuales de operación y mantenimiento de los sistemas, mediante la



caracterización de sus componentes y su funcionamiento para asegurar que el sistema esté en buen estado, con el fin de garantizar la continuidad del servicio y el cumplimiento de la normatividad en relación con la calidad del agua.

## **1 Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

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.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Identificar actividades que involucren la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable.
- Describir los procesos rutinarios para la adecuada operación y mantenimiento de las plantas de potabilización para garantizar un funcionamiento adecuado, cumpliendo con la calidad de agua establecida en la resolución 2115 de 2007.
- Capacitar a los operarios en el manejo, operación y mantenimiento de la planta de potabilización.

## 2 Marco teórico

Según la Ley 142 de 1994, por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones, se debe garantizar a los usuarios la calidad, cobertura y continuidad del servicio prestado, en este caso el servicio de agua potable para satisfacer las necesidades básicas; para que las empresas prestadoras de servicios puedan tener un correcto funcionamiento deben estar sujetas a la vigilancia y control que se lleva a cabo por la Superintendencia de Servicios Públicos. En el decreto número 1575 de 2007 se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, por esto, como empresa prestadora del servicio de acueducto, se debe cumplir con diversos parámetros para garantizar la calidad del agua para consumo humano, los cuales están establecidos en la resolución número 2115 del 2007 que señala las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia. (CONGRESO DE COLOMBIA, 1994)

Para el desarrollo del manual de operación y mantenimiento de un sistema de potabilización se hace necesario disponer de la información referente al sistema y dar a conocer las instrucciones adecuadas a los operarios para que desarrollen las diversas actividades que son indispensables para el correcto funcionamiento de las plantas de una manera eficiente. Algunos de los conceptos más relevantes en el proceso del tratamiento de agua para consumo humano, son:

**Cuenca hidrográfica:** área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2017).

**Obra de captación:** son estructuras hidráulicas ubicadas directamente en fuentes de agua superficial o subterránea, se encargan de captar un determinado caudal a fin de abastecer una

red de acueducto. Según la fuente que se desee captar se diseña o construye una estructura específica acorde a unos criterios de diseño (Garzón & Piraquive, 2017).

**Aducción:** es la tubería que conduce el agua sin tratar desde la cámara de derivación de la bocatoma hasta la planta de tratamiento. Su flujo siempre es por gravedad y va de una cota superior a una cota inferior (Empresas Públicas De Medellín, 2010).

**Desarenador:** Componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2017).

**Coagulación:** se refiere al proceso de desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas. La coagulación comienza en el mismo instante que en que se agrega el agente coagulante al agua y dura solamente fracciones de segundo (Arboleda, 1992).

**Floculación:** aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada. Este es el fenómeno por el cual las partículas ya desestabilizadas chocan unas con otras para formar coágulos mayores (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

**Sedimentación:** proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua o partículas floculadas se separan por gravedad con previa adición de químicos coagulantes (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

**Filtración:** proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso. La filtración se puede clasificar en lenta y rápida. El filtro lento consta de una caja o tanque que contiene una capa sobrenadante del agua

que se va a desinfectar, un lecho filtrante de arena, drenajes y un juego de dispositivos de regulación y control, mientras que la filtración rápida consiste en dos etapas: 1) etapa de filtración, durante la cual las partículas se acumulan en el filtro y 2) etapa de retrolavado, en la cual el material acumulado es retirado del filtro (CONAGUA, 2016).

**Desinfección:** proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua. La desinfección es un proceso selectivo para la destrucción de los microorganismos patógenos (capaces de producir enfermedades), involucra un tratamiento especializado mediante el empleo de un agente físico o químico para la destrucción de aquellos microorganismos que pueden ser peligrosos (Garzón& Piraquive, 2017).

### 3 Metodología

Para materializar los manuales de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua potable de La Acuarela y Palma Alta (El Moral), se tienen algunos puntos importantes que hacen parte del proceso, tales como:

#### 3.1 Revisión bibliográfica y Desarrollo del marco teórico

- Se realizó una revisión de la fuente primaria de información como la normatividad vigente y las fuentes secundarias de información tales como libros, manuales elaborados anteriormente en el acueducto, informes y actas de entrega de los sistemas.
- Se realizó con la información recopilada la estructuración de todo lo concerniente al marco teórico con el fin de dar claridad a todos los conceptos que se necesitan en los procesos de potabilización.

### **3.2 Diagnóstico**

- Se recopiló la información extraída de la normatividad vigente, de los manuales elaborados anteriormente, de las actas de entrega de los sistemas y del conocimiento de los operarios del sistema de abasto.
- Se realizaron recorridos con el operador de la planta, donde se mostraron todas las estructuras que conformaban las plantas de potabilización, su respectiva condición y funcionamiento.
- Se identificó todo el sistema de válvulas y se realizó la adecuada numeración de las mismas.
- Observación, recorridos y mediciones en campo para fundamentar todo el proceso de potabilización de agua en los manuales de operación y mantenimiento.

### **3.3 Elaboración de manuales**

- De acuerdo a la información recolectada se lleva a cabo el desarrollo de los procedimientos de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua potable actualizados.
- Se realizaron reuniones recurrentes con el operador principal de las plantas para verificar que los procedimientos estuvieran acorde a lo realizado en las plantas, mejorando algunos aspectos de dichas labores.

### **3.4 Capacitación a operarios**

- Posterior a la elaboración del manual, se programó una capacitación a los operarios de las plantas de potabilización en aspectos relacionados con el mantenimiento, seguimiento y diligenciamiento de formatos necesarios para la correcta operación de la planta.

## 4 Resultados y análisis

### 4.1 Revisión bibliográfica y Desarrollo del marco teórico

Para realizar el marco teórico de los manuales fue necesario remitirse a documentos, normas, manuales y libros, tales como el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - RAS, título B de sistemas de acueducto; RAS, título C de sistemas de potabilización, la resolución número 2115 del 2007 emitida por el ministerio de la protección social y el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial; Teoría y práctica de la purificación del agua de Arboleda Valencia; manual para la referenciación de redes de acueducto y alcantarillado del sistema de gestión de calidad de epm y el manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la comisión nacional del agua en México. Finalmente, con la recopilación de la información se realizó la estructuración del marco teórico.

Es fundamental que las plantas de potabilización cumplan con lo establecido en la normatividad, por esta razón cabe resaltar algunos aspectos importantes de la resolución 2115 del 2007, ya que el agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para las características físicas, químicas y microbiológicas que se señalan a continuación:

**Tabla 1**

*Características Físicas*

<b>Características físicas</b>	<b>Expresadas como</b>	<b>Valor máximo aceptable</b>
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

*Fuente.* tomado de la resolución 2115 de 2007.

**Tabla 2***Características químicas que tienen implicaciones en la salud humana*

<b>Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana</b>	<b>Expresadas como</b>	<b>Valor máximo aceptable</b>
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,1
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10
Fluoruros	F	1,0

*Fuente.* tomado de la resolución 2115 de 2007.**Tabla 3***Características Microbiológicas*

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

*Fuente.* tomado de la resolución 2115 de 2007.

## 4.2 Diagnóstico

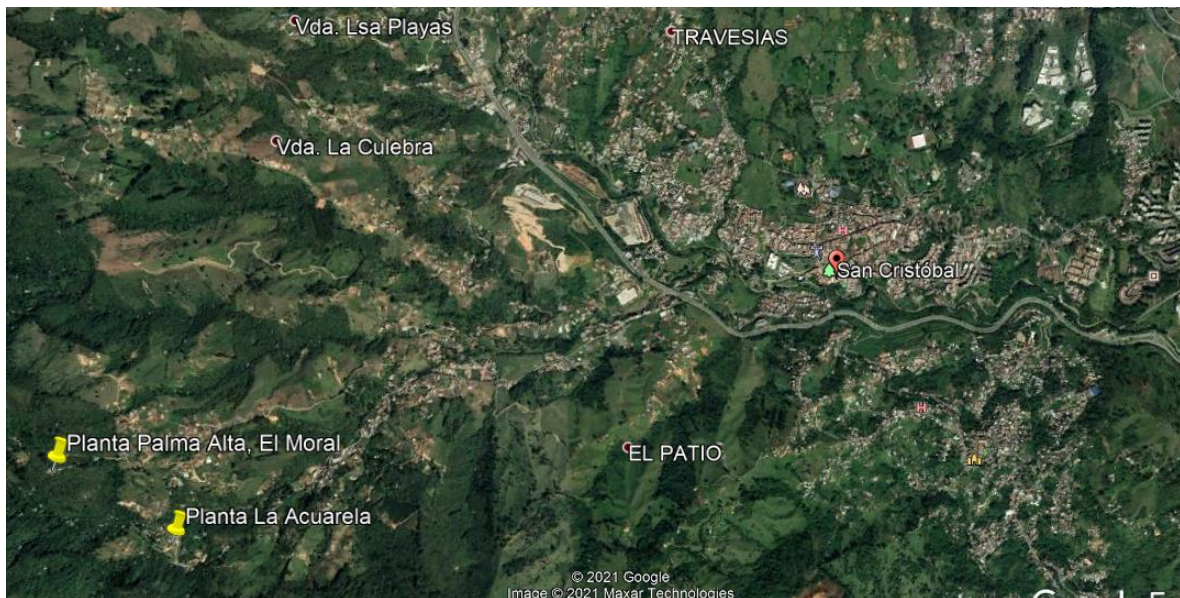
Se realizó un reconocimiento de las plantas de potabilización pertenecientes al acueducto multiveredal La Acuarela, sus estructuras y su funcionamiento, a continuación, se muestra la ubicación de dichas plantas y sus descripciones generales.

### 4.2.1 Ubicación

Los sistemas de tratamiento de agua del acueducto La Acuarela, están ubicados en el corregimiento de San Cristóbal, en jurisdicción del municipio de Medellín en el Departamento de Antioquia.

#### Figura 1

*Ubicación de las PTAP.*

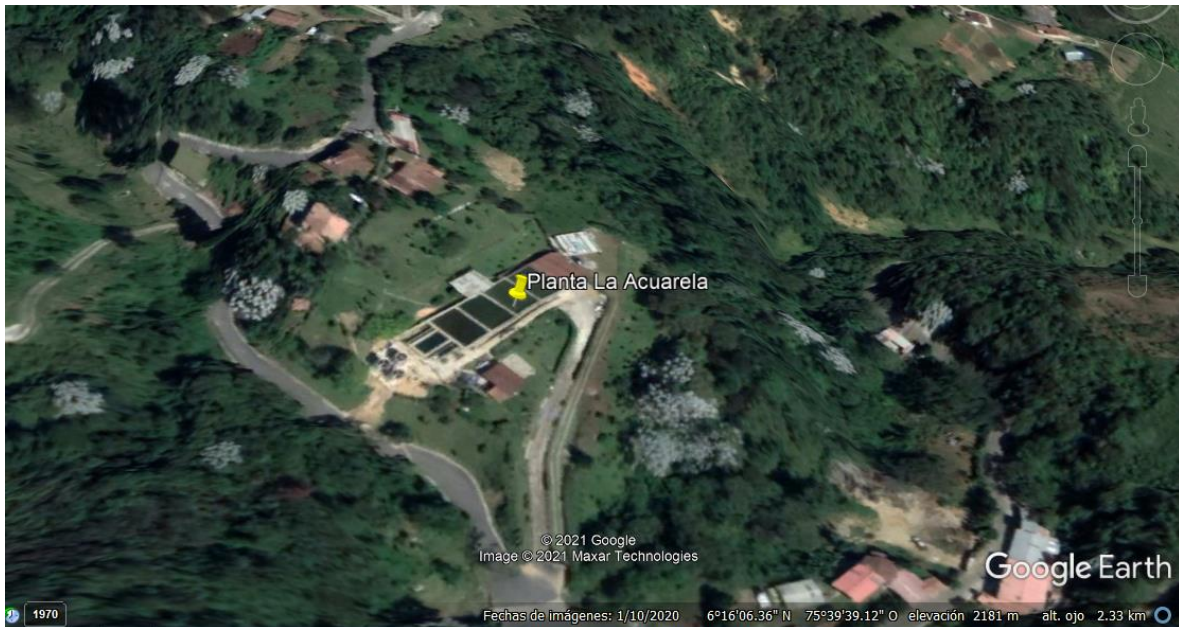


*Nota.* Fuente: tomado de Google Earth.



**Figura 2**

*Ubicación PTAP La Acuarela.*



*Nota.* Fuente: tomado de Google Earth.

**Figura 3**

*Ubicación PTAP Palma Alta – El Moral*



*Nota.* Fuente: tomado de Google Earth.

#### **4.2.2 Descripción general de las PTAP**

La planta de tratamiento La Acuarela: filtración lenta es la de mayor capacidad del sistema de abastecimiento, con un caudal de diseño de 26 L/s y un caudal de operación promedio de 23 a 24 L/s. Ésta planta de tratamiento es alimentada con agua cruda mediante tuberías de 4" que vienen desde la bocatoma de la fuente La Palma y La San Francisca, dicha planta cuenta con la siguiente estructura de tratamiento:

- Bocatoma
- Rejilla
- Cámara de derivación
- Tanque desarenador
- Tubería de aducción
- Canales y prefiltros
- (4) Filtros lentos
- Desinfección
- Tanque de almacenamiento

La planta de filtración rápida La Acuarela, tiene un caudal de diseño de 20 L/s y un caudal de operación promedio de 10 L/s, Ésta planta de tratamiento es alimentada con agua cruda mediante tuberías de 4" que vienen desde la bocatoma de la fuente La Palma y La San Francisca, dicha planta cuenta con la siguiente estructura de tratamiento:

- Coagulación (Mezcla rápida)
- Floculación-Sedimentación (clarificación)
- Filtración
- Desinfección
- Tanque de almacenamiento

La planta de filtración rápida Palma Alta - El Moral, tiene un caudal de diseño de 2.64 L/s y un caudal de operación promedio de 1.1 L/s, Ésta planta de tratamiento es alimentada con agua

cruda mediante tuberías de 3" que vienen desde la bocatoma de la fuente La Fría, dicha planta cuenta con la siguiente estructura de tratamiento:

- Bocatoma
- Caja de derivación
- Tubería de aducción
- Desarenador
- Floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Desinfección
- Lechos de secado
- Tanque de almacenamiento

#### ***4.2.3 Concesiones de agua***

En el momento el Acueducto multiveredal La Acuarela cuenta con tres concesiones de agua para tres fuentes, las cuales son: Quebrada La San Francisca, Quebrada La Palma y Quedada La Fría.

Para la Planta de tratamiento de agua potable La Acuarela, se tienen dos concesiones de aguas superficiales, para la planta de filtración lenta se obtiene el agua de la Quebrada La San Francisca con un caudal concesionado de 14.1782 L/s; en cuanto a la planta de filtración rápida, recibe el agua de la Quebrada La Palma con un caudal concesionado de 10.8524 L/s.

Para la planta de tratamiento de agua potable de Palma Alta – El Moral, se tiene un caudal concesionado de la fuente Quebrada La Fría de 2.9572 L/s.

#### ***4.2.4 Sectores de Macromedición***

La Corporación Acueducto La Acuarela cuenta con once sectores de macromedición, entre los cuales están: Travesías Parte Alta, Bellavista Conducción, Filo de Playas, El Patio, Los Correos,

Bellavista y San José, Sectores Unidos, Las Playas, Travesías Parte Baja, Luis Vásquez y Palma Alta, abasteciendo así a 4302 suscriptores, dato a agosto de 2021.

#### ***4.2.5 Operación y mantenimiento de las plantas a grandes rasgos***

Para las tres plantas de tratamiento se verifica el estado de las bocatomas, se realiza podas constantes ya que están ubicadas en áreas protegidas y se realiza limpieza de las mismas, así como de los desarenadores a los que además se les realiza un lavado de la unidad interna. Todas las válvulas del sistema necesitan un mantenimiento por lo cual se procede a desarmar las válvulas para verificar que no se esté formando óxido y que esté funcionando adecuadamente.

Para el caso de la planta de filtración lenta, se realiza lavado de muros de los canales y prefiltros con hipoclorito y agua a presión, por la parte superior de éstos, posteriormente se procede a llenar las estructuras y se pasa a suministrar agua a los filtros. Para el caso del mantenimiento de los filtros se debe vaciar el filtro y proceder a raspar la unidad aproximadamente 40 centímetros, donde se recoge la arena y se hace un lavado y secado de la misma para luego rearenar el filtro y completar su nivel máximo de un metro de arena fina, así seguir con el llenado ascendente hasta que se tenga un sobrenadante de 40 centímetros aproximadamente, controlando que ingrese solo el 40% del caudal de diseño, lo demás debe ingresar a las otras unidades de filtración. Finalmente, para el caso del tanque de almacenamiento se debe suspender la dosificación de cloro y se deja airear por 20 minutos aproximadamente, se lavan las paredes removiendo partículas que se encuentren sedimentadas dentro de la unidad y se aplica hipoclorito de sodio dejándolo reaccionar por 30 minutos y posteriormente se enjuaga.

Para el caso de filtración rápida de la planta La Acuarela, se tiene que el coagulante se dosifica en el punto de mayor agitación en los ductos de entrada, posteriormente se cuenta con dos mantos de lodos de flujo ascendente donde ingresa el agua coagulada y se acumulan los lodos decantados, además, se forma un manto de lodos que facilita la floculación-sedimentación y sale el agua clarificada de esta unidad hacia el proceso de filtración; para que este proceso de floculación sedimentación se lleve a cabo de manera adecuada se debe retirar constantemente el material flotante en el decantador y drenar diariamente por aproximadamente tres minutos los

lodos del sedimentador; una vez el agua clarificada pasa al proceso de filtración se debe asegurar que el lavado del filtro se efectúe por gravedad invirtiendo el flujo en el lecho filtrante para eliminar las partículas retenidas y así obtener una mayor eficiencia de remoción de sólidos suspendidos.

Para el caso de la planta Palma Alta–El Moral, se realiza mantenimiento constante del vertedero triangular retirando los materiales que hayan sido arrastrados hasta allí, al floculador se le debe realizar verificaciones diarias de la dosificación y la formación de flóculos, se debe purgar cada tres días los lodos sedimentados en el floculador, además de que se debe lavar la unidad con agua a presión cuando se realice el vaciado de ésta; al sedimentador se le debe retirar el material flotante y también purgar cada tres días, además de manera bimensual se debe evacuar todo el lodo concentrado en el fondo del sedimentador hacia el tanque de espesamiento de lodos y proceder a lavar la unidad; para el lavado del filtro se tiene un sistema autolavante que cuenta con un dispositivo de almacenamiento en la parte superior para lavar con cuatro veces el caudal de diseño, a esta unidad se le debe realizar una prueba de granulometría para analizar el requerimiento de extraer material filtrante y sustituir la cantidad de material perdido, en cuanto a los lechos de secado se debe retirar los lodos cada tres días para restaurar su capacidad de almacenamiento y secado, Finalmente, para el tanque de almacenamiento se dejará vaciar el tanque y se lavará la unidad, se remojará toda la superficie interior con cloro al 12%, se dejará actuar y se enjuagará completamente.

**Figura 4**

*Planta La Acuarela Filtración Lenta y Filtración Rápida.*



*Nota.* Fuente: propia.

**4.3 Elaboración de manuales**

Como producto final se obtuvieron dos manuales, uno contiene todo lo relacionado a las dos PTAP de La Acuarela tanto filtración lenta como filtración rápida, el otro manual corresponde a la planta de Palma Alta–El Moral. Los manuales quedan en cada una de las plantas donde los operarios del sistema de abasto tendrán fácil acceso a los mismos.

#### **4.4 Capacitación a operarios**

Finalizando la etapa práctica se realiza una capacitación a todos los operarios del sistema de abasto sin importar que no sean los encargados de permanecer en la planta ya que se pueden presentar situaciones en las que el operador principal no se encuentre disponible y por ende todos los operarios deben adquirir los conocimientos, herramientas y habilidades en cada una de las operaciones que les permitan llevar a cabo las labores requeridas en las PTAPs y entender cada uno de los procesos que se realizan tanto en las plantas de filtración rápida como en la de filtración lenta.

## 5 Conclusiones

Como producto final se modificaron y realizaron los manuales de las plantas de tratamiento de agua potable de la Corporación Acueducto Multiveredal La Cuarela, los cuales para el caso de filtración lenta se encontraba desactualizado dicho manual y para las filtraciones rápidas tanto La Cuarela como Palma Alta no se tenían definidos.

Lograr una adecuada operación de las plantas de tratamiento es fundamental para obtener agua potable que cumpla con las características y valores máximos permisibles exigidos por la normatividad colombiana, además, si se cumple con lo establecido en los manuales, llevando a cabo todos los mantenimientos preventivos se puede tener un control y una mejor respuesta ante posibles contingencias que se presenten.

La adecuada operación de las plantas de tratamiento es primordial para garantizar la producción continua de agua potable, por esto los operadores del sistema de abasto tienen la responsabilidad de desarrollar todas las actividades de operación y mantenimiento y así asegurar la eficiencia de las plantas.

Se hace necesario realizar capacitaciones periódicamente a los operadores del sistema de abasto sobre el desarrollo de las diversas actividades establecidas en los manuales de operación, ya que en ocasiones tienden a simplificar las acciones inconscientemente y de esta manera se puede mejorar el funcionamiento de las diferentes PTAPs y mantener actualizados a los operadores en cuanto a sus funciones a desarrollar.



## **6 Agradecimientos**

A la Corporación Acueducto Multiveredal La Cuarela quien permitió el desarrollo de esta práctica académica y el uso de la información para la elaboración de este documento final.

## 7 Referencias

- Arboleda Valencia, J. (1992). Teoría y práctica de la Purificación del agua. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill. Recuperado el 2021, de <https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/teoria.pdf>
- COMISIÓN NACIONAL DE AGUA: CONAGUA. (2016). Recuperado el 2021, de [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CONAGUA%202016.%20Dise%C3%B1o%20de%20plantas%20potabilizadoras.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%202016.%20Dise%C3%B1o%20de%20plantas%20potabilizadoras.pdf)
- CONGRESO DE COLOMBIA. (1994). Ley 142. Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0142\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html)
- EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. (2010). epm. Recuperado el 2021, de [https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/proveedores\\_y\\_contratistas/normas\\_y\\_especificaciones/manuales/52220-1Manual\\_Referenciacion07\\_09\\_2010.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/manuales/52220-1Manual_Referenciacion07_09_2010.pdf)
- Garzón Córdoba , D. C., & Piraquive Gamba, D. (2017). Repositorio Educativo Digital Udistrital. Recuperado el 2021, de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5955/Garz%C3%B1aC%C3%B3rdobaDianaCarolina2017.pdf?sequence=1>
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2010). Minvivienda. Recuperado el 2021, de <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo-c-dic-4-2013.pdf>
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2017). Minvivienda. Recuperado el 2021, de <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulob-030714.pdf>
- Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Minambiente. Obtenido de [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion\\_del\\_agua/Resolucion\\_2115.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion_del_agua/Resolucion_2115.pdf)
- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL & MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2007). Minambiente. Recuperado el 2021, de [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion\\_del\\_agua/Resolucion\\_2115.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion_del_agua/Resolucion_2115.pdf)

Ruiz Rojas, G. A. (2014). *Hacia la comprensión de la retórica como contenido formativo para la configuración de un sujeto deliberativo* [tesis de maestría, Universidad de San Buenaventura Medellín]. Biblioteca Digital Universidad de San Buenaventura Colombia.