



**Protocolo operacional de plantas de tratamiento de aguas residuales con recirculación para el lavado del banano en el Urabá Antioqueño: Un enfoque en la calidad del agua y el soporte técnico**

Yarledys María Zárate Martínez

Informe de práctica académica presentado para optar al Título de Ingeniera Sanitaria

Asesor

Yudy Andrea Londoño Cañas, Ph.D. MSc. Environmental Engineering, Sanitary Engineer

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental  
Ingeniería Sanitaria  
Medellín, Antioquia  
2023

Cita	(Zárate Martínez, 2023)
<b>Referencia</b>	Zárate Martínez, Y. M. (2023). Protocolo operacional de plantas de tratamiento de aguas residuales con recirculación para el lavado del banano en el Urabá Antioqueño: Un enfoque en la calidad del agua y el soporte técnico [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, 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:** Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Julio Cesar Saldarriaga Molina

**Jefe departamento:** Lina María Berronet Cadavid.

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.

## **Dedicatoria**

Dedico este logro a mi familia, padre y hermanos, hago honor especialmente a mi madre, que luchó y trabajó incansablemente por mi formación, esperó pacientemente, confió ciegamente en mí, puso todo su empeño, su amor y su sacrificio. Fue mi mayor motivación para llegar a cumplir este gran sueño.

## **Agradecimientos**

Toda la gloria siempre a Dios, sin él nada hubiese sido posible. Agradezco a mi familia, que en todo momento fue mi impulso para seguir, gracias por creer siempre en mí y por todo el apoyo que siempre me brindaron. A mi familia de la Fe que conocieron de cerca este proceso, me vieron caer y me ayudaron a levantar, a mi gran amiga Ena López que siempre tuvo sabias palabras y siempre estuvo para mí.

Infinitas gracias a la Universidad de Antioquia, por su formación académica, porque me acogió de gran manera, me hizo parte de ella, me brindo su apoyo, su compañía.

A mis amigos, compañeros y colegas que aportaron tanto en mi formación académica y personal y marcaron un sello muy especial en mí.

A cada docente que hizo parte de mi formación, por sus aprendizajes y consejos que marcaron un antes y un después a lo largo de la carrera. A mi asesora gracias por su conocimiento, por guiarme, por acompañarme y por sus palabras de aliento, al coordinador de prácticas por sus consejos y su apoyo en este proceso.

## Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Objetivos	13
1.1 Objetivo general	13
1.2 Objetivos específicos	13
2 Marco teórico	14
3 Metodología	16
3.2 Análisis y revisión bibliográfica	17
3.3.1 Recorrido por las plantas de tratamiento y recirculación del agua en compañía de auxiliares y coordinadores.	18
3.3.2 Registro de infraestructura	18
3.3.3. Medición de parámetros fisicoquímicos	19
3.4 Elaboración de manuales de operación y mantenimiento	19
4 Resultados	20
4.1. Resultados de la evaluación del estado de las infraestructuras de las plantas de tratamiento y recirculación del agua	20
4.2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos	22
4.3 Recomendaciones en los PTRAs	23
5 Diagnóstico	30
5.1 Diagnóstico de las unidades de tratamiento faltantes más comunes en las PTRAS	30
5.2. Parámetros que afectan la calidad de agua	31
5.3. Sistema de desinfección	31
6 Conclusiones	33
Referencias	34



## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Criterios de las características fisicoquímicas relacionadas de acuerdo con la res 2115 de 2007	18
<b>Tabla 2</b> Resultados de infraestructura de las plantas de tratamiento y recirculación del agua	21
<b>Tabla 3</b> Resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados en las diferentes PTRAs, sugiero ingresar una columna más con criterio de la norma.	22
<b>Tabla 4</b> Descripción general de las PTRAs y recomendaciones de mejora para el funcionamiento.	23

## **Lista de figuras**

<b>Figura 1</b>	Esquema general de los sistemas de tratamiento y recirculación del agua	19
<b>Figura 2</b>	Equipo de medición empleado para el monitoreo del cloro residual	32

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>FAO</b>	Organización para las Naciones Unidas y la Alimentación
<b>Ha</b>	Hectáreas
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>pH</b>	Potencial de Hidrogeno
<b>PTRA</b>	Planta de Tratamiento y Recirculación del Agua



---

## Resumen

El agua es esencial para la producción de alimentos, la creciente escasez de este recurso, que posiblemente se agudizará en un contexto de cambio climático, tiene consecuencias significativas para asegurar su alimentación. En los últimos años, la agricultura ha evolucionado hacia modelos más eficientes y sostenibles, donde la calidad e inocuidad son cada vez más importantes.

La empresa agrícola Sara Palma S.A.S se encarga de la producción de banano, lo cual tiene una demanda alta de agua para el lavado de la fruta. Razón por la cual se han implementado sistemas de tratamiento de agua residuales industriales con recirculación, con el objetivo de hacer uso eficiente y ahorro del recurso hídrico.

El agua utilizada para el lavado del banano debe cumplir con condiciones de calidad de agua potable RES 2115, por lo que se cuenta con plantas de tratamiento las cuales tienen procesos y operaciones unitarias que deben ser llevadas a cabo con el máximo cuidado posible.

En la práctica académica, se visitaron las 26 fincas encargadas de la producción de banano con el fin de conocer los procesos para la elaboración de los manuales de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento y recirculación del agua, también se apoyó en el mejoramiento operacional de los sistemas de tratamiento, se realizó seguimiento a los parámetros fisicoquímicos más importantes para la calidad del agua en el lavado del banano. Estos resultados permitieron obtener un diagnóstico de la infraestructura y los procesos unitarios de los sistemas.

*Palabras clave:* Manuales, operación, planta de tratamiento y recirculación de agua, seguridad alimentaria, banano.

### **Abstract**

Water is essential for food production, and the growing scarcity of this resource, which is likely to worsen in the context of climate change, has significant consequences for ensuring food security. In recent years, agriculture has evolved towards more efficient and sustainable models, where quality and safety are increasingly important.

The agricultural company Sara Palma S.A.S is responsible for banana production, which requires a high demand for water for fruit washing. For this reason, industrial wastewater treatment systems with recirculation have been implemented, aiming to achieve efficient water use and conservation. The water used for banana washing must meet drinking water quality conditions (RES 2115), so treatment plants have been established with specific processes and unitary operations that must be carried out with the utmost care.

During the academic practice, visits were made to the 26 farms responsible for banana production to understand the processes for the development of operation and maintenance manuals for the water treatment and recirculation plants. Support was also provided in the operational improvement of the treatment systems, and monitoring of the most important physicochemical parameters for water quality in banana washing was conducted. These results allowed for obtaining a diagnosis of the infrastructure and unitary processes of the systems.

*Keywords:* Manuals, operation, water treatment and recirculation plant, food security, banana.

## **Introducción**

A nivel mundial cerca del 70% de la demanda de agua dulce es destinada para el uso agrícola. Sin embargo, la oferta de este recurso es cada vez más limitada, factores como cambio climático que tiene un impacto directo en la disponibilidad y distribución del recurso, ya que los patrones climáticos se ven alterados lo que genera cambios en las precipitaciones, sequías más frecuentes e intensas e inundaciones. Adicionalmente, la disponibilidad del recurso hídrico está sujeta a otras fuertes presiones como es la contaminación, la sobreexplotación de acuíferos y la competencia por el agua entre los diversos sectores como el consumo humano e industrial, (Mannina et al., 2022). Es por esto la importancia de gestionar las aguas como un recurso que puede ser aprovechable para cubrir las necesidades en la agricultura.

La empresa Agrícola Sara Palma S.A.S., se encarga de la producción de banano tipo exportación, cuenta con 26 fincas en las que se lleva a cabo todo el proceso de siembra, cosecha, y empaque de la fruta. Cuenta con concesiones de agua de fuentes subterráneas y superficiales, las cuales ingresan a los sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales con recirculación para el lavado del banano, estos sistemas en su mayoría son de tipo convencionales, con dos excepciones de tratamiento alta tasa. La calidad del agua para el lavado del banano debe cumplir con la normativa de calidad de agua potable, RESOLUCIÓN 2115-2007 que permita cumplir con los estándares de calidad y las buenas prácticas agrícolas. Estos sistemas cuentan con operaciones unitarias como el cribado (trampa de sólidos), coagulación, floculación, sedimentación, desinfección y un tanque de bombeo que redistribuye el agua a los tanques de lavado de la fruta, luego por medio de unas canaletas ingresa nuevamente al tren de tratamiento, donde ocurre la remoción de látex y sólidos. El RAS 2000, TÍTULO C.16.4.3.2 establece “toda operación realizada en la planta debe hacerse con el máximo cuidado posible ya que cualquier error en uno de los procesos, afectará tanto la calidad del agua como los sistemas de tratamiento”, por lo que se dispone de los manuales de operación en los cuales se especifique y facilite las actividades de operación y mantenimiento, y se establezcan los análisis físicos, químicos y microbiológico que deben efectuarse durante la operación.

Por lo que durante la práctica se elaboraron los manuales de operación y mantenimiento de 3 de las 24 fincas que no contaban con este documento, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento y continuidad del servicio y cumplimiento con la normativa en relación de calidad

de agua y con las buenas prácticas agrícolas regidas por Global GAP y Rainforest. Adicional a esto se realizó un seguimiento a los parámetros fisicoquímicos más importantes para el lavado del banano con la normativa de agua potable. También se llevó a cabo una evaluación del estado de las infraestructuras de las plantas de tratamiento, todo esto permitió brindar un diagnóstico de los sistemas de la mano con los resultados fisicoquímicos evaluados.

## **1 Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Contribuir al correcto funcionamiento, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento con recirculación de agua para el lavado del banano en las fincas de Agrícola Sara Palma, ubicadas en la región del Urabá.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Elaborar tres de los manuales de operación de las plantas de tratamiento y recirculación del agua para el lavado del banano de las fincas Agrícola Sara Palma.
- Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua utilizada para el lavado del banano con la normativa de calidad del agua potable RESOLUCIÓN 2115 de 2007.
- Identificar los parámetros críticos que afectan la calidad del agua para el lavado del banano en las plantas de tratamiento y recirculación del agua.
- Diagnosticar y proponer algunas recomendaciones sobre la necesidad y alternativas de sistemas de tratamiento de agua para el lavado del banano según los resultados obtenidos

## 2 Marco teórico

La recirculación del agua en el lavado del banano es una técnica utilizada por las empresas agroindustriales para reducir el consumo de agua en el proceso de lavado y mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico. Este proceso consiste en recolectar y tratar el agua utilizada en el lavado del banano, para la eliminación de los sólidos presentes y el látex que genera la fruta, luego ser desinfectada para ser reutilizada en el mismo proceso, con el fin de evitar hongos y pudriciones en la fruta (FAO 2023). La calidad del agua utilizada en el lavado de la fruta es un aspecto crucial para garantizar la inocuidad del producto final, Por ello, se debe cumplir con los estándares de calidad de agua potable, resolución 2115 de 2007, y con las normativas nacionales y los procesos de certificación exigidos por el mercado internacional (YOSHIOKA, 2014). Así como las buenas prácticas agrícolas como Global GAP (Good Agricultural Practices), Rainforest Alliance y la organización mundial de la salud (OMS).

Para un mejor desarrollo operacional de los procesos para la calidad del agua es necesario disponer de la información del sistema de tratamiento con instrucciones adecuadas a los operarios para que desarrollen el correcto funcionamiento. Algunos de los conceptos relevantes llevados a cabo para el proceso de tratamiento y recirculación del agua para el lavado del banano son:

- **Captación:** Estructura que permite obtener el agua de proceso, ya sea fuente superficial o subterránea.
- **Cribado (Trampa de coronas):** Tiene como objetivo la eliminación de los sólidos gruesos al ingreso de la planta de tratamiento de agua para evitar daños y obstrucciones en tuberías y las unidades de tratamiento. (Londoño Mendoza & García Arcilla, 2009)
- **Coagulación:** Desestabilización de las partículas disueltas y suspendidas mediante la adición de coagulantes a través de la mezcla rápida. (Romero Rojas,1999)
- **Floculación:** Aglutinación de las partículas desestabilizadas mediante un proceso de mezcla lenta. (Romero Rojas,1999)
- **Sedimentación:** Proceso mediante el cual los sólidos formados en las etapas previas precipitan al fondo del sedimentador por acción de la gravedad, formando el clarificado del agua. (Romero Rojas,1999)

- **Desinfección:** Proceso cuyo objetivo es eliminar los organismos patógenos presentes en el agua, como bacterias, virus y parásitos se realiza mediante el uso de agentes químicos o físicos que matan o inactivan estos microorganismos presentes en el agua.
- **Tanque de bombeo:** Tanque que surte a otros, por lo que se requiere de un sistema de bombeo que facilite la distribución del servicio (Londoño et al., 2005).
- **Dosis óptima:** Se refiere a la cantidad adecuada de un agente químico que se debe aplicar al agua para obtener los resultados deseados en términos de calidad del agua. Esta dosis debe ser cuidadosamente calculada y monitoreada por medio de un test de jarras para asegurar que el proceso de tratamiento sea eficiente y seguro, sin causar efectos secundarios no deseados en la calidad del agua. La dosis óptima puede variar dependiendo del tipo de tratamiento de agua que se está realizando, así como de las características específicas del agua a tratar.
- **Recirculación del agua:** La recirculación del agua es un proceso en el cual el agua se trata y se devuelve al sistema para ser reutilizada en el mismo proceso en el que se utilizó por primera vez.
- **Tratamiento del agua:** Es el conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre un agua cruda con el fin de hacerla apta para el uso requerido (Romero Rojas, 1999).
- **Tanque desmane:** Es el primer tanque de ingreso para el lavado de la fruta en donde se da la mayor remoción del látex.
- **Tanque desleche:** Es el posterior tanque donde ingresa la fruta para ser seleccionada y empacada.
- **Tanque de almacenamiento o reservorio:** Cumple con la función de almacenar el agua de los tanques de lavado del banano (desmane y desleche) una vez termine el tren de tratamiento (Londoño Mendoza & García Arcilla, 2009).
- **Flauta:** Punto de ingreso del agua a los tanques de lavado de fruta por medio de unas tuberías con orificios de diámetros pequeños, para generar una mayor presión en los tanques y permitir que la fruta se desplace hacia el final de los tanques.
- **Global Gap:** Es un programa de certificación ampliamente reconocido a nivel mundial que establece estándares para la producción agrícola sostenible. Global GAP abarca aspectos como la gestión del agua, uso de agroquímicos, bienestar animal y condiciones laborales.

- **Rainforest:** Es una organización sin fines de lucro que promueve la conservación ambiental y el desarrollo sostenible. Rainforest Alliance establece estándares para la producción responsable de productos agrícolas, incluyendo el manejo del agua y prácticas que minimicen el impacto ambiental.

Para el lavado del banano, es fundamental asegurar que el agua cumpla con los parámetros de calidad de agua potable requeridos para garantizar la inocuidad del producto. Algunos de los parámetros más importantes a tener en cuenta son:

- **pH:** Es una medida que indica el grado de acidez o alcalinidad de una disolución, e indica la cantidad iones de hidrogeno presentes en dicha disolución.
- **Turbiedad:** Es un indicador de la cantidad de partículas sólidas o suspendidas en el agua que afectan la capacidad de transmitir la luz.
- **Cloro Residual:** El cloro residual es esencial para desinfectar el agua y eliminar microorganismos patógenos. Mantener un nivel adecuado de cloro residual asegurar la seguridad microbiológica del agua de lavado.

### 3 Metodología

Para llevar a cabo los objetivos establecidos durante la práctica se realizó la siguiente metodología.

#### 3.1 Área de estudio:

La región del Urabá Antioqueño es una zona ubicada al noroeste del departamento de Antioquia, en Colombia. Es una región con una gran importancia económica y productiva, caracterizada por su rica biodiversidad, extensas áreas de cultivo y una amplia actividad agroindustrial. Está área de estudio se destaca por su clima tropical, con altas temperaturas y una temporada de lluvias prolongada. Estas condiciones climáticas favorables, combinadas con la fertilidad de los suelos, permiten el desarrollo de una variada agricultura en la región. En el Urabá Antioqueño, el cultivo de banano es una de las principales actividades económicas. La región



cuenta con extensas plantaciones de banano, que representan una importante fuente de empleo y generación de ingresos para la población local. Los municipios comprendidos en la realización del proyecto se encuentra Turbo, Apartadó, Carepa y Chigorodó, en los que están ubicadas las diferentes fincas productoras de banano de la empresa Agrícola Sara Palma. Estas fincas concentran diversas plantas de tratamiento de agua que son utilizadas en el proceso de lavado del banano.

### 3.2 Análisis y revisión bibliográfica

Se llevo a cabo una revisión de la información relevante de los lineamientos técnicos para la operación de los sistemas de tratamiento, resolución 0330 de 2017, la cual adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS, el cual también menciona del seguimiento de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que debe realizarse según sea el caso a la planta de tratamiento.

Para los sistemas de tratamiento de lavado del banano, se realizó seguimiento frecuente mediante un equipo electrónico de los parámetros fisicoquímicos Turbiedad, pH, y cloro residual, los cuales de acuerdo con la resolución 2115 deben cumplir con ciertos valores máximos permitidos, ver **Tabla 1**. (Criterios de las características fisicoquímicas relacionadas de acuerdo con res 2115 de 2007). Parámetros como el hierro y el manganeso, hacen presencia en el agua de proceso para el lavado del banano, los cuales durante el desarrollo de la practica debido a ciertas limitaciones estos no fueron objeto de análisis. Por lo cual, si se consideraron aspectos importantes a tener en cuenta para evaluar la incidencia de estos parámetros; como la fuente subterránea, conocida por la presencia de estos compuestos, análisis visual de las instalaciones y el historial de problemas relacionados en las fincas.

Como información base, se llevó a cabo una revisión exhaustiva y análisis detallado de toda la información contenida en los manuales de operación existentes, los cuales fueron proporcionados como guías para el funcionamiento de los sistemas de tratamiento de agua.

**Tabla 1.** *Criterios de las características fisicoquímicas relacionadas de acuerdo con la res 2115de 2007*

<b>Parámetros</b>	<b>Expresadas como</b>	<b>Valor máximo aceptable</b>
Turbiedad	UNT	2
pH	No aplica	6.6 a 9.5
Color	UPC	15
Cloro residual	mg/L	0.3 a 2.0
Hierro	Fe (mg/L)	0.3
Manganeso	Mn (mg/L)	0.1

### 3.3 Visitas de campo

#### 3.3.1 Recorrido por las plantas de tratamiento y recirculación del agua en compañía de auxiliares y coordinadores.

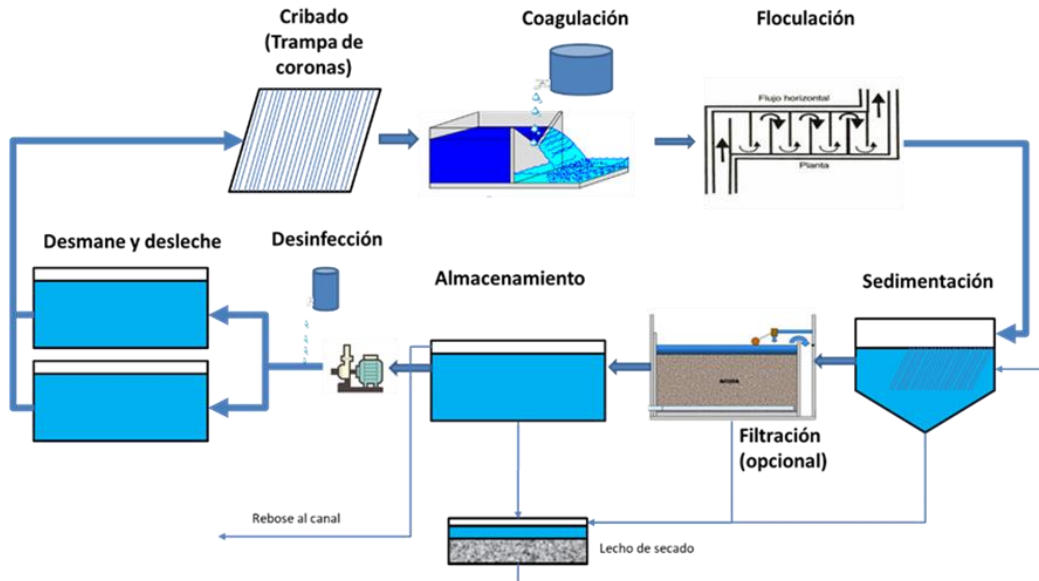
Durante la práctica académica, se realizaron visitas a las diferentes fincas con el objetivo de conocer de cerca el funcionamiento de los sistemas de tratamiento y recirculación de agua. Estas visitas permitieron observar y recopilar información sobre las operaciones y estados de las unidades de tratamiento. En este punto fue muy importante la comunicación con cada operario y coordinador, los cuales brindaron la información necesaria para conocer de cerca el funcionamiento de cada sistema

#### 3.3.2 Registro de infraestructura

Se realizó un recorrido específico donde se registró los estados de las infraestructuras de las plantas de tratamiento de cada finca. A continuación, se presenta un esquema general del funcionamiento de las fincas de Agrícola Sara Palma S.A.S, el cual permitió evaluar el cumplimiento de cada unidad de tratamiento.

**Figura 1**

*Esquema general de los sistemas de tratamiento y recirculación del agua*



*Nota.* Fuente: Guía técnica de calidad del agua en plantas de recirculación Uniban.

### 3.3.3. Medición de parámetros fisicoquímicos

Se hizo recorrido específico en las diferentes fincas realizando monitoreos de parámetros fisicoquímico del agua utilizada en el lavado del banano durante dos semanas. Este recorrido involucró la toma de muestras de agua in situ a la salida de las flautas, en el que se midieron parámetros como pH, turbiedad y cloro residual.

### 3.4 Elaboración de manuales de operación y mantenimiento

De acuerdo con la información recopilada y las visitas realizadas, se llevó a cabo la elaboración de los manuales de operación para 3 de las 24 fincas que estaban provistas para ser objeto de elaboración del documento. Durante los recorridos realizados en estas fincas (Canthó, el Roble y Cativos), se realizaron las marcaciones de las válvulas de los sistemas de tratamiento. Estas marcaciones tenían como objetivo facilitar la identificación de los diferentes procesos y componentes para la posterior elaboración de los manuales de operación y mantenimiento. La

marcación de las válvulas permitió una mejor comprensión de la ubicación y función de cada una en los sistemas de tratamiento de agua. Esto fue fundamental para documentar de manera precisa los pasos y procedimientos requeridos en los manuales.

## **4 Resultados**

### **4.1. Resultados de la evaluación del estado de las infraestructuras de las plantas de tratamiento y recirculación del agua.**

Esta evaluación implicó analizar las instalaciones existentes para identificar las deficiencias y limitaciones que afectan su eficiencia y capacidad de tratamiento. La presencia de estas unidades de tratamiento faltantes, ver **Tabla 2** (Resultados de infraestructura de las plantas de tratamiento y recirculación del agua), implica que ciertos procesos unitarios necesarios para garantizar la eliminación eficiente de contaminantes y la mejora de la calidad del agua no se están llevando a cabo de manera adecuada. Esto puede dar lugar a la persistencia de sustancias indeseables en el agua, como compuestos orgánicos, metales pesados u otros contaminantes, que afectan negativamente su calidad. Por lo tanto, es crucial resaltar la importancia de implementar las unidades de tratamiento faltantes para asegurar que el agua utilizada en los procesos de lavado del banano cumpla con los estándares de calidad e inocuidad requeridos. Estas unidades de tratamiento desempeñan un papel fundamental en la remoción de contaminantes y en la mejora de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para cada una de las fincas que hacen parte de la empresa Agrícola Sara Palma S.A.S.

**Tabla 2**

*Resultados de infraestructura de las plantas de tratamiento y recirculación del agua*

UNIDAD DE TRATAMIENTO  FINCAS	Tratamiento preliminar	Sistema de coagulación	Estructura de mezcla rápida	Estructura de floculación	Sedimentador	Sistema de desinfección	Estación de bombeo	Reservorio	Lechos de secado
Abrazo			x	x					
Antares			x	x					
Arcua			x	x					
Canthó									
Caruba			x	x					
Cascada			x	x					
Cascarón			x	x	x			x	
Catalina			x	x					
Cativos									
Estampa			x	x					
Génesis									
Guatapurí			x	x				x	
Guineo				x					
Horizonte			x	x	x			x	
Jacaranda			x	x				x	
Katia			x	x				x	
Marandúa			x	x				x	
Montañita			x	x				x	
Montecristo			x	x					
Plantación			x	x					
Retorno			x	x					
Rincón									
Roble									
Villa Clemencia			x	x	x			x	

Villa María			x	x					
Zumbadora			x	x					

\* Las marcaciones “X” indican la unidad de tratamiento faltante en el sistema de tratamiento.

Esto evidencia que no todos los sistemas presentan todas las unidades de tratamiento importante en el proceso de tratamiento del agua, por ello se requiere de revisión y actualizaciones. A medida que el tiempo avanza, las tecnologías y las mejores prácticas en el tratamiento de agua evolucionan, lo que deja obsoletos a los sistemas antiguos. La falta de actualizaciones implica que estos sistemas no cumplen con los estándares y requisitos actuales para un tratamiento eficiente del agua.

#### 4.2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos

Se realizó un seguimiento de los parámetros fisicoquímicos más importantes que afectan la calidad del agua para el lavado del banano. De acuerdo con la normativa de calidad de agua potable, resolución 2115 de 2007, ver **Tabla 1** (Criterios de las características fisicoquímicas relacionadas de acuerdo con res 2115 de 2007). Estos puntos de muestreos fueron realizados a la salida de las flautas, puntos donde ingresa el agua recirculada a los tanques de lavado de fruta luego del tratamiento. Estos altos niveles de turbiedad y la carencia de las unidades de tratamiento demuestran la necesidad de mejorar y fortalecer los procesos de tratamiento. Ver **Tabla 3** (Resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados en las diferentes PTR A.).

**Tabla 3**

*Resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados en las diferentes PTR A.*

Finca	Cloro residual (mg/L)		pH (Unidad de pH)		Turbiedad (UNT)	
	Valor obtenido	Valor máximo aceptable (0.3 a 2.0 mg/L)	Valor obtenido	Valor máximo aceptable (6.6 a 9.5)	Valor obtenido	Valor máximo aceptable (2 UNT)
Rincón	0.17	No cumple	7.4	Cumple	>100	No cumple
Montecristo	0.32	Cumple	6.7	Cumple	17	No cumple




Horizontes	0.45	Cumple	7.2	Cumple	35	No cumple
Plantación	0.26	No cumple	<6.4	No cumple	50	No cumple
Montañita	1.02	Cumple	7.1	Cumple	9	No cumple
Cascarón	0.26	No cumple	6.7	Cumple	24	No cumple
Marandúa	0.27	No cumple	7.1	Cumple	12	No cumple
Jacaranda	0.38	Cumple	7.2	Cumple	9	No cumple
Villa María	0.84	No cumple	7.2	Cumple	26	No cumple
Abrazo	0.35	Cumple	7.5	Cumple	13	No cumple
Arcua	0.2	No cumple	6.7	Cumple	27	No cumple
Estampa	0.71	Cumple	7.6	Cumple	70	No cumple
Retorno	0.93	Cumple	6.9	Cumple	39	No cumple
Cascada	0.46	Cumple	6.8	Cumple	55	No cumple
Cativos	0.98	Cumple	<6.4	No cumple	17	No cumple
Canthó	0.19	No cumple	<6.4	No cumple	11	No cumple
Guineo	0.14	No cumple	<6.4	No cumple	34	No cumple
Villa Clemencia	0.31	Cumple	7.3	Cumple	54	No cumple
Katía	0.41	No cumple	7.7	Cumple	87	No cumple
Guatapurí	0.21	No cumple	6.5	Cumple	19	No cumple
Zumbadora	0.21	No cumple	7.4	Cumple	27	No cumple
El Roble	0.48	No cumple	<6.4	No cumple	28	No cumple
Génesis	0.59	Cumple	6.7	Cumple	7	No cumple

### 4.3 Recomendaciones en los PTRAs

Durante las visitas se pudo realizar algunas correcciones y recomendaciones en los sistemas, como la correcta dosificación del sulfato de aluminio, calibración de las válvulas instaladas por goteo para el caudal dosificador. Charlas acerca de la importancia de la aplicación del sulfato de aluminio y del cloro, correcciones y supervisión en los días de mantenimiento en los sistemas para lograr el ahorro y uso eficiente del recurso hídrico.

**Tabla 4.** Descripción general de las PTRAs y recomendaciones de mejora para el funcionamiento.

FINCAS	Registro fotográfico	Descripción General	Recomendaciones
--------	----------------------	---------------------	-----------------

<p><b>1. Abrazo</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Carepa, Antioquia. Vía al aeropuerto</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.8006937,  <b>Y:</b> 76.7142050</p> <p><b>Caudal de diseño de la PTR A:</b>              8L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b>              55.60 Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p> <p>El sedimentador no contaba con la válvula de extracción de lodos, razón por la cual se hizo la respectiva solicitud. Cambiar la ubicación de la caneca dosificadora ya que estaba ubicada antes del tratamiento preliminar, los sólidos gruesos en este caso la cascara de banano consumen parte de la dosis de sulfato del aluminio.</p>
<p><b>2. Antares</b></p>	<p>N/A</p>	<p><b>Municipio:</b> Corregimiento Rio Grande, Turbo, Antioquia</p> <p><b>Coordenadas: X:</b>7.969534,  <b>Y:</b> -76.688901</p> <p><b>Caudal de diseño de la PTR A:</b>              11L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b>              144.30 Ha</p>	<p>Agregar una estructura que genere un resalto hidráulico o flujo turbulento para favorecer la mezcla completa del coagulante.</p>
<p><b>3. Arcua</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Corregimiento Rio Grande, Turbo, Antioquia</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.9559366,  <b>Y:</b> -76.6531385</p> <p><b>Caudal de diseño: 9L/s</b></p> <p><b>Hectáreas:</b> 127.88Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p> <p>Agregar una estructura que genere un resalto hidráulico o flujo turbulento que favorezca la mezcla completa del coagulante.</p>
<p><b>4. Canthó</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Corregimiento Rio Grande, Turbo, Antioquia.</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.9559366,  <b>Y:</b> -76.6531385</p> <p><b>Caudal de diseño: 9L/s</b></p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, y a la caneca dosificadora del polímero una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p>



		<p><b>Hectáreas:</b> 127.88 Ha</p>	
<p><b>5. Caruba</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Corregimiento Rio Grande, Turbo, Antioquia.</p> <p><b>Coordenadas:</b> X: 7.961904 Y: -76.695422</p> <p><b>Caudal de diseño:</b></p> <p><b>Hectáreas:</b> 149.41 Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p> <p>Cambiar la ubicación de la caneca dosificadora ya que estaba ubicada antes del tratamiento preliminar, los sólidos gruesos en este caso la cascara de banano consumen parte de la dosis de sulfato del aluminio.</p>
<p><b>6. Cascada</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Corregimiento Rio Grande, Turbo, Antioquia.</p> <p><b>Coordenadas:</b> X: 7.9735916, Y: -76.6599718</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 11L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 148.10Ha</p>	<p>Se encontró un agua muy acida, razón por la cual se hizo la respectiva corrección en el uso y aplicación del coagulante. En el cual también para un mejor manejo de este la recomendación de Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p>
<p><b>7. Cascarón</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Carepa, vía aeropuerto.</p> <p><b>Coordenadas:</b> X: 7.9735916, Y: -76.6599718</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 6L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 67.95 Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p> <p>Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p>


<p><b>8. Catalina</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Carepa, vía aeropuerto.</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 7.8170706, <b>Y:</b> -76.7345744</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 11L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 182.46 Ha</p>	<p>Calibrar la válvula de la caneca de dosificación de sulfato de aluminio.</p>
<p><b>9. Cativos</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Rio Grande, Jurisdicción de Turbo Antioquia</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 7.935427, <b>Y:</b> -76.674401</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 11L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 100.65Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p> <p>Disolver completamente el sulfato de aluminio, ya que genera un residual en el fondo de esta, afectando la dosificación de sulfato de aluminio.</p>
<p><b>10. Estampa</b></p>	<p>N/A</p>	<p><b>Municipio:</b> Rio Grande, Jurisdicción de Turbo Antioquia</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 7.9585780 <b>Y:</b> -76.6584751</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 11L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 138.86 Ha</p>	<p>Instalar estructura para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p> <p>El reservorio requiere de mantenimiento más frecuente debido a que el agua de proceso está presentando malos olores</p>
<p><b>11. Guatapurí</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Chigorodó, Antioquia</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 7.9585780, <b>Y:</b> -76.6584751</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 11L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 105.60 Ha</p>	<p>Calibrar la válvula de la caneca de dosificación de sulfato de aluminio.</p>

<p><b>12. Guineo</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Rio Grande, Jurisdicción de Turbo - Antioquia</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 7.917365 <b>Y:</b> -76.675889</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 7 L/S</p> <p><b>Hectáreas:</b> 74.90 Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca dosificadora del sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal. Se indicó la correcta aplicación de sulfato de aluminio. Se corrigió la correcta apertura de las válvulas que dirigen el agua a los tanques de lavado de fruta.</p>
<p><b>13. Horizontes</b></p>	<p>N/A</p>	<p><b>Municipio:</b> Carepa, Antioquia</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 7.917365 <b>Y:</b> -76.675889</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 141.12 L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 141.12Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal. Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p>
<p><b>14. Jacaranda</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Carepa Antioquia.</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 7.8241402 <b>Y:</b> -76.7569216</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 9 L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 107.74Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p>
<p><b>15. Katía</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Rio Grande, Jurisdicción de Turbo, Antioquia</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 8.010549, <b>Y:</b> -76.693980</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 9L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 97.53 Ha</p>	<p>Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio. Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal. Se sugirió para este sistema un tanque de almacenamiento para el agua de los tanques (desmanes y desleche) para favorecer el ahorro y uso eficiente del agua, ya que al momento de realizar la</p>

			recirculación grandes cantidades de volumen iban al canal.
<b>16. Marandúa</b>		<p><b>Municipio:</b> Carepa, Antioquia, vía aeropuerto.</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.828081  <b>Y:</b> -76.732311</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 6L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 78.83 Ha</p>	<p>Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p> <p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p> <p>Instalación de la caneca dosificadora de cloro al tanque de bombeo para que haya una distribución y tiempo de contacto del desinfectante</p>
<b>17. Montañita</b>		<p><b>Municipio:</b> Carepa, Antioquia, vía aeropuerto.</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.7671023  <b>Y:</b> -76.6945176</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 9L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 90.80Ha</p>	<p>Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p> <p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p>
<b>18. Montecristo</b>		<p><b>Municipio:</b> Chigorodó, Antioquia.</p> <p><b>Coordenadas:</b> 7.6737152, -76.6581931</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 9L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 180.71 Ha</p>	<p>Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p> <p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p>
<b>19. Plantación</b>		<p><b>Municipio:</b> Carepa, Antioquia.</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.7654171  <b>Y:</b> -76.6570559</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 5L/s</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para el caudal dosificador y otra para mantener la calibración del caudal.</p> <p>Al no tener estructura de mezcla rápida, se debe inspeccionar el objeto provisto para generar la turbulencia y favorecer la mezcla del coagulante.</p>

		<p><b>Hectáreas:</b> 38.80 Ha</p>	<p>Antes del agua captada de la fuente ingresar al sistema de recirculación, agregar en el tanque de almacenamiento una pequeña concentración de sulfato de aluminio para que el hierro y manganeso presente pueda sedimentar y no llegar con altas concentraciones al sistema de tratamiento.</p>
<p><b>20. Retorno</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Rio Grande, Jurisdicción de Turbo, Antioquia</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.9548222  <b>Y:</b> -76.6650411</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 8L/S</p> <p><b>Hectáreas:</b> 91.66Ha</p>	<p>Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p> <p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para abrir y cerra el caudal y la otra para mantener la calibración del caudal dosificador</p>
<p><b>21. Roble</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Carepa, Antioquia, Vía aeropuerto</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.823877  <b>Y:</b> -76.672809</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 12L/S</p> <p><b>Hectáreas:</b> 290.64Ha</p>	<p>Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p> <p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para abrir y cerrar el caudal y otra para mantener la calibración del caudal dosificador.</p> <p>Disolver completamente el sulfato de aluminio, ya que genera un residual en el fondo de esta, afectando la concentración de sulfato de aluminio.</p>
<p><b>22. Villa María</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Carepa, Antioquia.</p> <p><b>Coordenadas:</b>  <b>X:</b> 7.7551984  <b>Y:</b> -76.7277374</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 12L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 129.14 Ha</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para abrir y cerrar el caudal y otra para mantener la calibración del caudal dosificador.</p>



<p><b>23. Zumbadora</b></p>		<p><b>Municipio:</b> Turbo, Antioquia.</p> <p><b>Coordenadas:</b> <b>X:</b> 7.970103 <b>Y:</b> -76.647853</p> <p><b>Caudal de diseño:</b> 11L/s</p> <p><b>Hectáreas:</b> 182.70</p>	<p>Instalar dos válvulas a la caneca de dosificación de sulfato de aluminio, una para abrir y cerrar el caudal y otra para mantener la calibración del caudal dosificador.</p> <p>Instalar estructura en forma de “T” para favorecer la mezcla completa del sulfato de aluminio.</p>
-----------------------------	---	---	--

## 5 Diagnóstico

### 5.1 Diagnóstico de las unidades de tratamiento faltantes más comunes en las PTRAS

La **Tabla 2** evidencia como los sistemas de tratamiento de agua utilizados para el lavado del banano presentan una carencia significativa de estructuras de mezcla rápida, estructuras de floculación y reservorios para almacenar el agua. Esta falta de infraestructura tiene un impacto directo en la calidad del agua tratada. A continuación, se explica cómo la ausencia de estas infraestructuras afecta negativamente la calidad del agua:

- **Estructuras de mezcla rápida:** Las estructuras de mezcla rápida desempeñan un papel crucial en el proceso de tratamiento de agua, ya que permiten la dispersión y mezcla adecuada de los productos químicos utilizados para la coagulación. Sin estas estructuras, el tiempo de contacto y la eficiencia de la reacción química se ven comprometidos, lo que resulta en una reducción en la capacidad para eliminar los sólidos suspendidos y el látex generado por el banano. Esto se evidenció en las visitas realizadas ya que las plantas de tratamiento que no contaban con una estructura de mezcla rápida se observaban como el sulfato de aluminio se desplazaba por una sola línea de flujo, dando lugar a tener turbiedades muy altas. Ver **Tabla 3.** (Resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados en las diferentes PTRAS)
- **Estructuras de floculación:** Las estructuras de floculación son esenciales para favorecer la formación de floc, favorecen la precipitación de sólidos en el proceso de sedimentación.

La falta de estas estructuras dificulta la formación adecuada de floc y limita la eficiencia en la eliminación de sólidos y contaminantes, Además, la falta de estructuras de floculación también puede llevar a un aumento en la turbiedad del agua tratada. Las partículas suspendidas más pequeñas no se agrupan de manera efectiva y permanecen en suspensión, lo que resulta en un agua con una turbiedad más alta de lo deseado. La alta turbiedad no solo afecta la apariencia del agua, sino que también puede indicar la presencia de partículas y contaminantes indeseables. Ver **Tabla 3.** (Resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados en las diferentes PTRAS)

- **Reservorios o tanques de almacenamiento de agua:** La falta de reservorios adecuados para almacenar el agua de los tanques de lavado del banano tiene un efecto significativo en la capacidad de mantener un suministro estable y ahorro del recurso hídrico, ya que los sistemas de tratamiento usados para el lavado del banano de las diferentes fincas se encuentran en una capacidad mucho menor de la cantidad de agua que actualmente les ingresa. Las fincas que no cuentan con un tanque de almacenamiento tienen un mayor gasto en el consumo de agua semanal.

## 5.2. Parámetros que afectan la calidad de agua

Dado que las fuentes de agua utilizadas para el lavado del banano en un 70% son subterráneas, es común la presencia de hierro y manganeso en el agua. La presencia de estos componentes en el agua de lavado del banano tiene impactos negativos ya que al entrar en contacto con el látex del banano en los tanques de lavado ocasiona que la coloración del agua torne morado, dando así un aspecto de mala calidad y aunque el color por sí mismo no implica necesariamente un riesgo para la salud o la seguridad alimentaria, puede afectar la percepción visual que el cliente de la fruta tenga hacia la calidad del proceso de lavado. Adicional a esto, la presencia de estos compuestos causa la formación de manchas y decoloración en la superficie o cascara del banano, lo que afecta su aspecto visual y puede influir en su aceptación y valor comercial.

## 5.3. Sistema de desinfección

Los sistemas de desinfección en las plantas de tratamiento de agua no eran adecuados debido a la falta de constancia en su funcionamiento. Estos sistemas carecen de la capacidad necesaria para mantener una desinfección continua y consistente del agua tratada. La desinfección del agua es un paso crítico en el proceso de tratamiento, ya que tiene como objetivo eliminar o inactivar los microorganismos patógenos presentes en el agua para garantizar su seguridad sanitaria. Con el objetivo de mejorar el monitoreo y asegurar un suministro constante de desinfección en las plantas de tratamiento de agua, se implementaron equipos de medición de cloro en diferentes fincas, ver **Figura 2** (Equipo de medición empleado para el monitoreo del cloro residual). Estos equipos de medición permitieron realizar un seguimiento continuo de los niveles de cloro residual presente en el agua tratada, lo que brinda información precisa sobre la eficacia del proceso de desinfección.

Con el monitoreo regular de los niveles de cloro residual, se puede identificar de manera temprana cualquier fluctuación o deficiencia en el proceso de desinfección. Si los niveles de cloro son inferiores a lo deseado, se pueden tomar medidas correctivas, como ajustar la dosificación de cloro o realizar mantenimiento en los equipos de desinfección, para garantizar un suministro constante y adecuado de desinfección.

La implementación de equipos de medición de cloro en las plantas de tratamiento de agua también ha tenido un impacto significativo en fomentar una mayor constancia por parte de los encargados en la aplicación del cloro. Estos equipos proporcionan una retroalimentación instantánea y objetiva sobre los niveles de cloro residual, lo que crea conciencia y responsabilidad para su aplicación.

**Figura 2**

*Equipo de medición empleado para el monitoreo del cloro residual*





## **6 Conclusiones**

La elaboración de los manuales de operación y mantenimiento de las PTRAs resulta de gran importancia para cada coordinador y auxiliar de empacadora ya que esto permite tener un recurso de información fundamental para asegurar el correcto funcionamiento y correcta aplicación de las sustancias químicas para garantizar la calidad de agua.

Es fundamental destacar la necesidad de contar con una gestión integral del agua que incluya la evaluación regular de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para garantizar la calidad del agua utilizada en la producción de banano.

### Referencias

- FAO. (1998). Water quality for agriculture (No. 29). Recuperado de <https://www.fao.org/3/i6914es/i6914es.pdf>
- Icontec. (s.f.). Agrícola y alimentos. Recuperado de <https://www.icontec.org/agricola-y-alimentos/>
- Londoño, Y. Sistemas de potabilización de agua. [Diapositivas de PowerPoint]. Universidad de Antioquia.
- Londoño, P., García, N. (2009). Aproximaciones a los parámetros de diseño y operación de un sistema de tratamiento de las aguas de lavado de banano.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017, 08 de junio). Resolución 0330. 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>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2013, 4 de diciembre). Resolución 0330 Título C. Obtenido de: <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo-c-dic-4-2013.pdf>
- Romero, J (2015). Potabilización del agua. Editorial escuela Colombia de ingeniería. Obtenido de: [https://www.academia.edu/38972813/Calidad\\_del\\_Agua\\_ROMERO\\_ROJAS?email\\_work\\_card=view-paper](https://www.academia.edu/38972813/Calidad_del_Agua_ROMERO_ROJAS?email_work_card=view-paper)
- Vergara, J. (2020). Manual técnico de calidad de agua en plantas de tratamiento y recirculación [Documentado no publicado]. Apartadó. Uniban.
- Yoshioka, I. (2014). Diagnóstico del consumo de agua y eficiencia de remoción en diversos sistemas de tratamiento de aguas para el lavado del banano.
- Mannina, G., Gulhan, H., & Ni, B.-J. (Noviembre, 2022). Water reuse from wastewater treatment: The transition towards circular economy in the water sector. ScienceDirect, 363, Artículo 127951. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852422012846?via%3Dihub>.

## **Anexos**

**Anexo 1.** Manual de Operación y Mantenimiento Planta de Tratamiento y Recirculación de Agua Finca Canthó

**Anexo 2.** Manual de Operación y Mantenimiento Planta de Tratamiento y Recirculación de Agua Finca Cativos


**Anexo 3.** Manual de Operación y Mantenimiento Planta de Tratamiento y Recirculación de agua Finca El Roble



**AGRÍCOLA SARAPALMA S.A.S.**

**MANUAL DE OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES INDUSTRIALES CON  
RECIRCULACIÓN (PTRA)**

**FINCA CANTHÓ**

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 2 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

## **INTRODUCCIÓN**


La empresa Agrícola Sara Palma S.A.S., se encarga de la producción de banano, cuenta con un total de 26 fincas en la región de Urabá, en los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo, por lo cual, cuentan con sistemas de tratamiento de agua con recirculación para el lavado del banano.

La fuente donde es captada el agua para el sistema de la Finca Canthó Fuente subterránea – pozo profundo y el sistema de tratamiento se compone de un conjunto de obras de infraestructuras, dentro de las que se encuentra; la captación, cárcamos o canales de aproximación, trampa de sólidos, canaleta parshal, floculadores, sedimentador, estación de bombeo, tanque de almacenamiento, lechos de secado y los tanques de lavado de la fruta (desmane y desleche).

La planta de tratamiento de agua con recirculación es fundamental dentro del proceso de lavado de la fruta, sin ella o con una operación y/o mantenimiento inadecuado sería imposible obtener un agua de calidad y en cantidad para su reutilización y cumplimiento en la concesión.

El manejo de la planta de recirculación requiere de la puesta en marcha de varios procesos, los cuales son explicado en este manual, y el éxito de la obtención del agua apta para el lavado de la fruta, depende en gran manera de un estricto seguimiento a cada proceso.

El trabajo de la planta considera varios aspectos dentro de los que se encuentra la operación y mantenimiento de las instalaciones.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 3 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

## OBJETIVO

Establecer la metodología de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento y recirculación de agua (PTAR), para asegurar la calidad del agua, el ahorro y uso eficiente de la misma y la extracción de lodos a los lechos de secados.

## 1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El proceso de recirculación es un circuito cerrado entre los tanques de desmane, desleche y la planta de tratamiento y recirculación que permite que el agua utilizada en el lavado de la fruta, se someta a procesos fisicoquímicos que remueven la contaminación adquirida en el uso y se conserve la calidad requerida para el proceso.

## 2 PROCESOS FISICOQUÍMICOS (ver esquema 1)

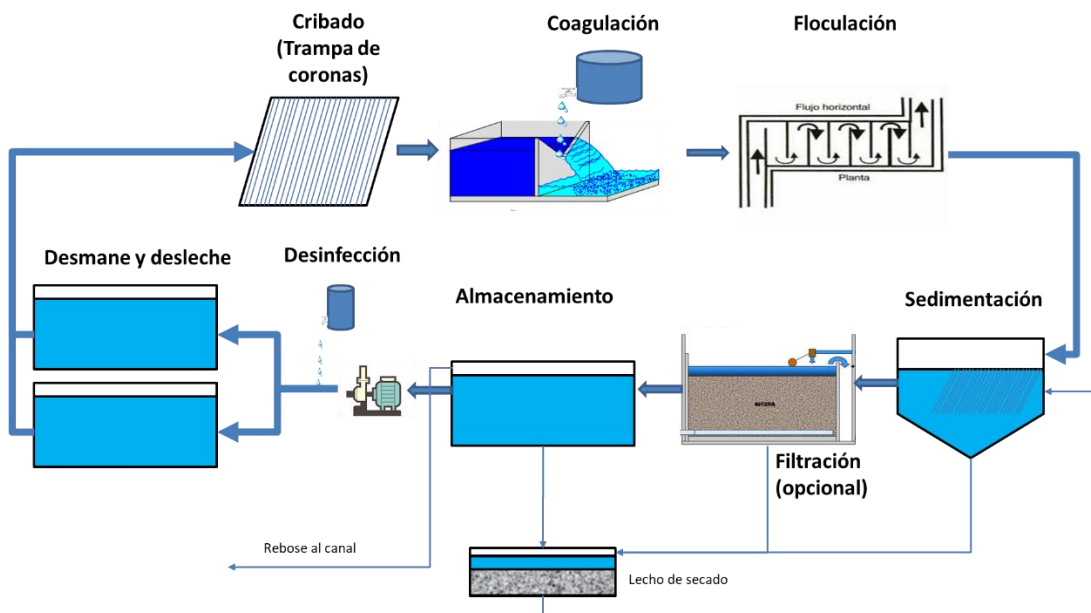
- 2.1 Tratamiento preliminar (Trampa de sólidos):** Es la etapa de inicio del tratamiento del agua de lavado de fruta, el cual consiste en separar los sólidos de mayor tamaño del agua.
- 2.2 Coagulación:** Es un proceso fisicoquímico, el cual implica la adición de sustancias químicas denominadas coagulantes en un tramo de mezcla rápida, este proceso de coagulación es una desestabilización de las cargas superficiales de partículas coloidales (sólidos en suspensión), que una vez desestabilizadas comienzan aglomerarse.
- 2.3 Floculación:** Proceso de menor turbulencia comparado con la mezcla rápida o coagulación, donde las partículas coloidales desestabilizadas, o las partículas formadas durante la etapa de coagulación, se aglomeran para que formen un floc de mayor tamaño, gane peso suficiente y pueda sedimentar.
- 2.4 Sedimentación:** Proceso mediante el cual los sólidos de mayor tamaño y peso formados en la floculación, se depositan en el fondo del sedimentador por efectos de la gravedad formando así un mejor clarificado del agua.

**2.5 Desinfección:** Es el último proceso unitario de tratamiento y recirculación del agua, y tiene como objetivo garantizar la calidad del agua, inhibiendo la acción de microorganismos patógenos mediante la cloración del agua.

**2.6 Extracción (Purga) de lodos:** Tiene por finalidad la remoción de los lodos depositados en el fondo del sedimentador, estos lodos son conducidos al lecho de secado.

**2.6.1 Lecho de secado:** Tiene como objeto remover el exceso de agua de los lodos por filtración y en menor extensión por evaporación. El lecho de secado está compuesto por un medio filtrante (arena y grava) y un sistema de drenaje por donde se evacua el agua filtrada.


Esquema del sistema de recirculación.



1 Fuente: Guía Técnica de Calidad de Agua en Plantas de Recirculación de Uniban

### 3. OPERACIÓN

El agua que sale de los tanques de desmane y desleche es conducida por un canal a la trampa de sólidos, donde se remueven sólidos gruesos (corona); de allí

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 5 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

el agua pasa a la planta de tratamiento y recirculación, donde inicialmente se adiciona el coagulante en un sitio de mezcla rápida o canaleta parshal, con el fin de que los sólidos suspendidos presentes en el agua choquen, se junten, aumenten de tamaño (floculación) y posteriormente debido a su peso precipiten al fondo de la planta (sedimentación), adicional a esto, este sistema cuenta con la adición de polímero, el cual funciona como ayudante de floculación, y tiene como objetivo favorecer la formación del floc, permitiendo así obtener un mejor rendimiento en el proceso de sedimentación y por ende un mejor clarificado del agua.


Al finalizar el recorrido del agua por la planta de tratamiento y recirculación, se obtiene un agua clarificada que es bombeada nuevamente a los tanques de desmane y desleche, o al tanque de almacenamiento, según sea requerido.

La finca Canthó cuenta con un sistema de tratamiento y recirculación con sedimentación alta tasa tipo colmena; es decir, que la sedimentación que ocurre principalmente por acción de la gravedad debido al peso que adquieren las partículas en la floculación se ve favorecida por este tipo de estructuras que aceleran y mejoran la eficiencia de precipitación del floc formado. Es importante resaltar también que el sistema cuenta con un reservorio para favorecer el reusó del agua.


Con el fin de garantizar un adecuado funcionamiento de la planta de recirculación se debe tener en cuenta:

- Cuando se reponga un alto porcentaje de agua del pozo subterráneo para el llenado de los tanques y PTRAs, se debe recircular el agua el día de llenado y/o antes de iniciar el proceso, esta debe ser recirculada con Sulfato de Aluminio, para que el hierro y manganeso presentes en el agua puedan sedimentar y así evitar la coloración morada del agua.



	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 6 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01


- Cada día de embarque se debe asegurar la preparación, dosificación y aplicación de los productos recomendados a la entrada de la planta, después de la trampa de corona, en un sitio de mezcla rápida o zona de turbulencia que garantice la mezcla completa del producto.
- Se debe verificar la posición y calibración de las válvulas dosificadoras de los productos utilizados en el tratamiento de aguas, para garantizar la óptima dosificación.
- Se debe verificar que se disuelve completamente las dosis del coagulante (Sulfato de Aluminio tipo A) y ayudante de floculación (Polímero).
- Durante la operación de la planta de tratamiento y recirculación de agua, se debe verificar que el agua pase por rebose a las canaletas recolectora de agua sedimentado, las cuales se ubican en los sedimentadores, que tienen como función de conducir el agua limpia al tanque de bombeo por rebose, debido que este es el adecuado nivel de operación de la planta con sedimentación alta tasa.
- Durante la operación de la PTR A, debe estar encendida la bomba ubicada en el tanque de bombeo del agua ya clarificada y la válvula que dirige el agua a los tanques de desmane y desleche.
- Para mantener la presión en las flautas, se debe tener encendida la bomba de sobrepresión ubicada en el tanque de desleche.
- Al reponer el agua limpia en la planta se debe asegurar que este no sobre pase los niveles de operación de los sedimentadores (canaleta recolectora de agua sedimentada).
- Se debe mantener cerrado el tapón que conduce el agua al reservorio el cual se ubica en los cárcamos después de la canaleta parshall y antes del ingreso del agua a la PTR A.
- Se recomienda que para la reposición de aguas a la planta se utilice la contenida en el reservorio.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 7 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

- No debe haber presencia de coronas y otros elementos flotantes en la planta de tratamiento, estos deben ser retenidos en el tratamiento preliminar (trampa de sólidos o trampa de coronas).
- Debe retirar todos los días de proceso las coronas retenidas en la trampa de corona.
- Se debe realizar extracción (drenaje) de lodos a partir del segundo día de embarque, esta debe ser a primera hora en la mañana, antes de iniciar la recirculación del agua.
- Los días de aseo se debe reservar un lecho de secado para las purgas de lodos durante los días de embarque (idealmente el que se ubica dentro de la PTR).
- Se debe verificar en los tanques de lavado de la fruta el pH del agua, ya que valores por fuera del rango (6.5 y 9) inhibe la acción del cloro residual y la del sulfato de aluminio, afectando así los procesos en el tren de tratamiento.
- En caso de encontrar el agua con pH por debajo de 6.5, se debe suspender la adición del Sulfato de Aluminio y evaluar; la concentración que se está aplicando y la calibración de la válvula dosificadora del Sulfato de Aluminio, también, se puede agregar agua de la fuente abastecedora (Agua subterránea) que ya que al ser aguas alcalinas contrarrestan la acidez que esta presenta. En caso de tener aguas con pH por encima de 9 también se debe verificar la concentración aplicada y la calibración de la válvula dosificadora ya que para este caso se requiere una mayor concentración del Sulfato de Aluminio en el agua.

#### **4. MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS**

El manejo de sustancias químicas debe realizarse con los elementos de protección personal requeridos por la etiqueta del producto.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 8 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

**SULFATO DE ALUMINIO:** Sustancia química encargada de anular las cargas eléctricas sobre la superficie del coloide, permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos.

**Descripción:** Producto solido granular de color blanco a ligeramente amarillento. No se debe mezclar con otros químicos. Evitar el contacto con la piel, ojos, y ropa, en caso contrario lavar con abundante agua mínimo durante 15 minutos.

**Preparación:** Dosificar 20Kg de Sulfato de Aluminio en 200L de agua, mezclar completamente hasta obtener una mezcla homogénea.

**Caudal dosificador:** La caneca dosificadora de sulfato de aluminio debe contar con un caudal de dosificación de 162 cm<sup>3</sup>/minuto. Este sistema cuenta con dos válvulas.

**Válvula L1.** Abre y cierre del caudal

**Válvula L2.** Calibración para el caudal dosificador


Una vez calibrada la válvula L2, esta no debe ser manipulada, se debe abrir y cerrar cuando se termine el embarque con la válvula L1 con el fin de no perder la calibración de L2.

**POLIMERO:** Sustancia química utilizada para acelerar la formación del floc en el proceso de floculación.

**Descripción:** Producto solido en polvo granular de color blanco. No mezclar con otros químicos. Evitar contacto con la piel y usar protección para su preparación.

**Preparación:** Preparar 200gr/día de polímero en 200L de agua, mezclar completamente hasta disolver todo el producto.

**Caudal dosificador:** La caneca dosificadora del polímero debe contar con caudal óptimo de 333cm<sup>3</sup>/minuto. Por lo que cuenta con dos válvulas.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 9 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01


**Válvula L3:** Abre y cierre del caudal

**Válvula L4:** Calibración para el caudal dosificador


Una vez calibrada la válvula L4, esta no debe ser manipulada, se debe abrir y cerrar cuando se termine el embarque con la válvula L3 con el fin de no perder la calibración de L4.

## 5. MANTENIMIENTO

- El mantenimiento consiste en la limpieza general de los tanques de desmane, desleche y la planta de tratamiento y recirculación de agua.
- Antes de iniciar el vaciado de los tanques, se deben retirar los sólidos que se encuentran en los tanques (bananos, coronas, entre otros).
- Se debe utilizar el agua limpia de los tanques de lavado de fruta para la limpieza de las divisiones, bandejas, cuñas, mesas de selección, pisos entre otros.
- Los vaciados del tanque de lavado de fruta se deben realizar uno a la vez y utilizando un solo tapón, es decir, se debe vaciar y asear primero uno de los tanques y posteriormente se inicia con el vaciado del otro.
- Para el vaciado del agua limpia de los tanques de lavado de fruta se debe abrir el desagüe elevado de los mismos y tener abierto el tapón que está ubicado en la parte superior de la canaleta parshall para conducir el agua limpia directamente al reservorio y se debe bloquear el paso de esta agua a la plata de tratamiento y recirculación de aguas (PTRA).
- En el momento de conducir los lodos a la PTRA, se debe cerrar el tapón ubicado en la parte superior de la que conduce agua al reservorio, para evitar el ingreso de lodos al reservorio.
- La conducción de los lodos a la PTRA, de cada tanque se debe realizar con el desagüe de piso y se hace cuando deje de salir agua limpia por el desagüe elevado.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 10 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

- Para mantener el nivel de operación de PTRA, durante el vaciado de los tanques de lavado de fruta, se debe tener abierto el rebose del reservorio.
- Se debe utilizar el vaciado del último tanque para realizar el aseo de la trampa de sólidos y otras unidades que así lo permitan.
- Luego de haber vaciado los dos tanques de lavado de fruta y el remanente (agua y lodos) de estos que ha ingresado a la planta de recirculación, se debe esperar un tiempo prudente para que los lodos se depositen en las tolvas de los sedimentadores (fondo de los sedimentadores).
- Se debe tener en cuenta que a la última unidad que se le realiza el aseo y limpieza es a la planta de tratamiento.
- Después de que los lodos estén sedimentados en el fondo de los sedimentadores, se procede a bombear el agua limpia a los tanques de lavado de fruta, reservorio y/o al canal si se va cambiar el agua, este proceso se debe realizar con la granada elevada ubicada en los sedimentadores.
- Se debe evacuar de los sedimentadores la mayor cantidad de agua limpia, para asegurar que todos los lodos de los sedimentadores, se pueden contener en los lechos de secados y no verterlos al canal.
- El aseo y limpieza de la planta se debe iniciar por los floculadores (punto de ingreso del agua a los sedimentadores) y aprovechar cuando se esté vaciando el agua limpia.
- Antes de iniciar la extracción de lodos de los sedimentadores se deben retirar los lodos secos de los lechos de secados, por ningún motivo depositar los lodos acuosos sobre los lodos secos.
- Después de evacuar el agua limpia se bombean los lodos a los lechos de secados con la granada que llega hasta el piso de los sedimentadores.
- Durante la evacuación de los lodos a los lechos de secado o cuando se halla bombeados toda el agua limpia se debe de utilizar la bomba y manguera utilizada para el lavado de cochinilla para limpiar los paneles tipo colmena, con agua del

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 11 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

tanque de bombeo, motivo por el cual no se puede vaciar este tanque, esta actividad se debe realizar cada ocho días.

- Para el lavado de los paneles tipo colmena, se debe dirigir el agua a presión a los agujeros de estos.
- Luego de haber realizado la purga de lodos y previa verificación que los lodos estén sedimentados en el fondo de los lechos de secados, se drena la fase del agua clarificada, con el objetivo de favorecer el proceso de deshidratación de los lodos. El agua restante se filtra a través del lecho y retorna a la planta de recirculación o reservorio.
- Los lodos quedan retenidos en el lecho de secado hasta que se deshidraten, momento en el cual deben ser retirados y dispuestos en el campo, solo en este momento se puede realizar una nueva purga, por ningún motivo se debe realizar purga sobre lodos que ya se encuentren secos en el lecho.
- Cada tres meses en compañía del área de mantenimiento se deben retirar todos los paneles tipo colmena, para limpiarlos complemente, al igual que el tubo de distribución del agua en el fondo de los sedimentadores.

## **6. MANIPULACIÓN DE BOMBAS Y LLAVES DE PASO**

Con el fin de asegurar el adecuado funcionamiento de los diferentes procesos que se presentan durante el llenado, operación, funcionamiento y mantenimiento de la planta de tratamiento y recirculación, se requiere de la manipulación de algunas bombas y Llaves que se detallaran a continuación.

### **6.1. Identificación de Bombas**

- B1 Bomba Abastecimiento pozo profundo (Agua subterránea)
- B2 Bomba Planta de Recirculación (Planta de tratamiento)
- B3 Bomba Sobre presión (Tanque desmane)
- B4 Bomba para el lavado de cochinilla. (Planta de tratamiento)




## 6.2. Identificación de Válvulas o Llaves de Paso

Válvula	Llaves de Paso
1	Llave paso de la granada de succión agua limpia y lodo del tanque de bombeo
2 y 3	Llave paso agua limpia entre el tanque de bombeo, el sedimentador 1, y el reservorio
4	Llave paso cebar bomba 1
5	Llave paso agua limpia a tanques de lavado de fruta y lodos a lechos de secado
6	Llave paso lodos a los lechos de secado
7	Llave paso del pozo profundo a la planta de tratamiento y recirculación
8	Llave paso succión agua clarificada de los sedimentadores a reservorio y/o tanque de bombeo
9	Llave paso succión de lodos desde el sedimentador 1
10	Llave paso succión de lodos desde el sedimentador 2
11	Llave paso lodos al lecho de secado 1
12	Llave paso lodos al lecho de secado 2
13	Llave paso lodos al lecho de secado 3
14	Llave paso dosificación de cloro
L1	Llave paso abrir y cerrar el caudal dosificador del sulfato de aluminio
L2	Llave paso calibración del caudal dosificador del sulfato de aluminio
L3	Llave paso abrir y cerrar el caudal dosificador polímero
L4	Llave paso calibración para el caudal dosificador del polímero

## 6.3. Operación de la Planta de Tratamiento y Recirculación de Agua

Operación Planta de Recirculación de Agua.				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Llenado de la planta de recirculación con agua del pozo profundo.	7		La distribución tiene un paso directo al pozo de bombeo o al tanque de almacenamiento.
2	Paso agua limpia desde el tanque de bombeo a los tanques de lavado de fruta	1, 2, 5 y 14	El resto de llaves deben estar cerradas	2 y 14 tener abiertas hasta obtener cloro residual en el agua.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 13 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

3	Llenado de tanques para lavado de fruta con agua del reservorio	2,3, 5 y 14	El resto de llaves deben estar cerradas	
---	---	-------------	---	--


#### 6.4. Operación de Limpieza Planta de Tratamiento y Recirculación de Aguas

<b>Succión de Agua Limpia desde los Sedimentadores.</b>				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Succión de agua clarificada desde los sedimentadores a tanque de lavado de fruta	8, 2, 5 y 14	El resto cerradas	
2	Succión agua limpia desde los sedimentadores al canal	8, 2,5,6 y 13		La válvula número 13, Se acopla una tubería manualmente para verter directamente al canal agua limpia y no a los lechos de secado

<b>Extracción de lodos desde los Sedimentadores</b>				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Sedimentador 1.	9,2,5, 6 y/o 11,12,13	El resto cerradas	Utilizar lecho de secado disponible
2	Sedimentador 2.	10, 2,5, 6 y/o 11,12,13		
3	Succión de lodos desde el tanque de bombeo	1, 5, 6 y/o 11,12,13		

<b>Succión de Agua desde el reservorio</b>				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Para tanque de fruta	2,3 y 5	El resto cerradas	
2	Para canal	2,3, 6 y 13		La válvula número 13 se acopla una tubería manualmente para verter directamente al canal agua limpia y no a los lechos de secado



	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 14 de 14
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA – FINCA CANTHÓ</b>	Versión No. 01

## 7. DOSIFICACIONES

CAUDAL DE LA PLANTA (L/s)	Sulfato de Aluminio			Polímero		
	Cantidad (Kg)	Volumen (L)	Caudal dosificador (cm3/minuto)	Cantidad (gramo)	Volumen (L)	Caudal dosificador (cm3/minuto)
9	20	200	162	200	200	333


<b>ELABORADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>FECHA EDICIÓN</b>
Practicante Gestión Ambiental y Certificaciones	Coordinador Gestión Ambiental y Certificaciones	
Yarledys Zárate Martínez	Cleyber Mosquera Murillo	16/05/2023



**AGRÍCOLA SARAPALMA S.A.S.**

**MANUAL DE OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES INDUSTRIALES CON  
RECIRCULACIÓN (PTRA)**

**FINCA CATIVOS**

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 2 de10
	<b>MANUAL PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA - FINCA CATIVOS</b>	Versión No. 01

## **INTRODUCCIÓN**


La empresa Agrícola Sara Palma S.A.S., se encarga de la producción de banano, cuenta con un total de 26 fincas en la región de Urabá, en los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo, por lo cual, cuentan con sistemas de tratamiento de agua con recirculación para el lavado del banano.

La fuente donde es captada el agua para el sistema de la Finca Cativos es Fuente superficial, río Arcua. El sistema de tratamiento se compone de un conjunto de obras de infraestructuras, dentro de las que se encuentra; la captación, cárcamos o canales de aproximación, trampa de sólidos, floculadores, sedimentador, estación de bombeo, tanque de almacenamiento, lechos de secado y los tanques de lavado de la fruta (Desmane y desleche).

La planta de tratamiento de agua con recirculación es fundamental dentro del proceso de lavado de la fruta, sin ella o con una operación y/o mantenimiento inadecuado sería imposible obtener un agua de calidad y en cantidad para su reutilización y cumplimiento en la concesión.

El manejo de la planta de recirculación requiere de la puesta en marcha de varios procesos, los cuales son explicado en este manual, y el éxito de la obtención del agua apta para el lavado de la fruta, depende en gran manera de un estricto seguimiento a cada proceso.

El trabajo de la planta considera varios aspectos dentro de los que se encuentra la operación y mantenimiento de las instalaciones.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 3 de 10
	<b>MANUAL PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA - FINCA CATIVOS</b>	Versión No. 01

## OBJETIVO

Establecer la metodología de operación del sistema de tratamiento y recirculación de agua (PTAR), para asegurar la calidad del agua, el ahorro y uso eficiente de la misma y la extracción de lodos a los lechos de secados.

### 1. RECIRCULACIÓN DE AGUA

El proceso de recirculación es un circuito cerrado entre los tanques de desmane, desleche y la planta de tratamiento y recirculación que permite que el agua utilizada en el lavado de la fruta, se someta a procesos fisicoquímicos que remueven la contaminación adquirida en el uso y se conserve la calidad requerida para el proceso.

### 2. PROCESOS FISICOQUÍMICOS (Ver esquema 1)

**2.1 Trampa de Sólidos:** Es la etapa de inicio del tratamiento del agua de lavado de fruta, el cual consiste en separar los sólidos de mayor tamaño del agua.

**2.2 Coagulación:** Es un proceso fisicoquímico, el cual implica la adición de sustancias químicas denominadas coagulantes en un tramo de mezcla rápida, este proceso de coagulación es una desestabilización de las cargas superficiales de partículas coloidales (sólidos en suspensión), que una vez desestabilizadas comienzan aglomerarse.

**2.3 Floculación:** Proceso de menor turbulencia comparado con la mezcla rápida o coagulación, donde las partículas coloidales desestabilizadas, o las partículas formadas durante la etapa de coagulación, se aglomeran para formar un floc de mayor tamaño, ganando peso suficiente para que pueda sedimentar.

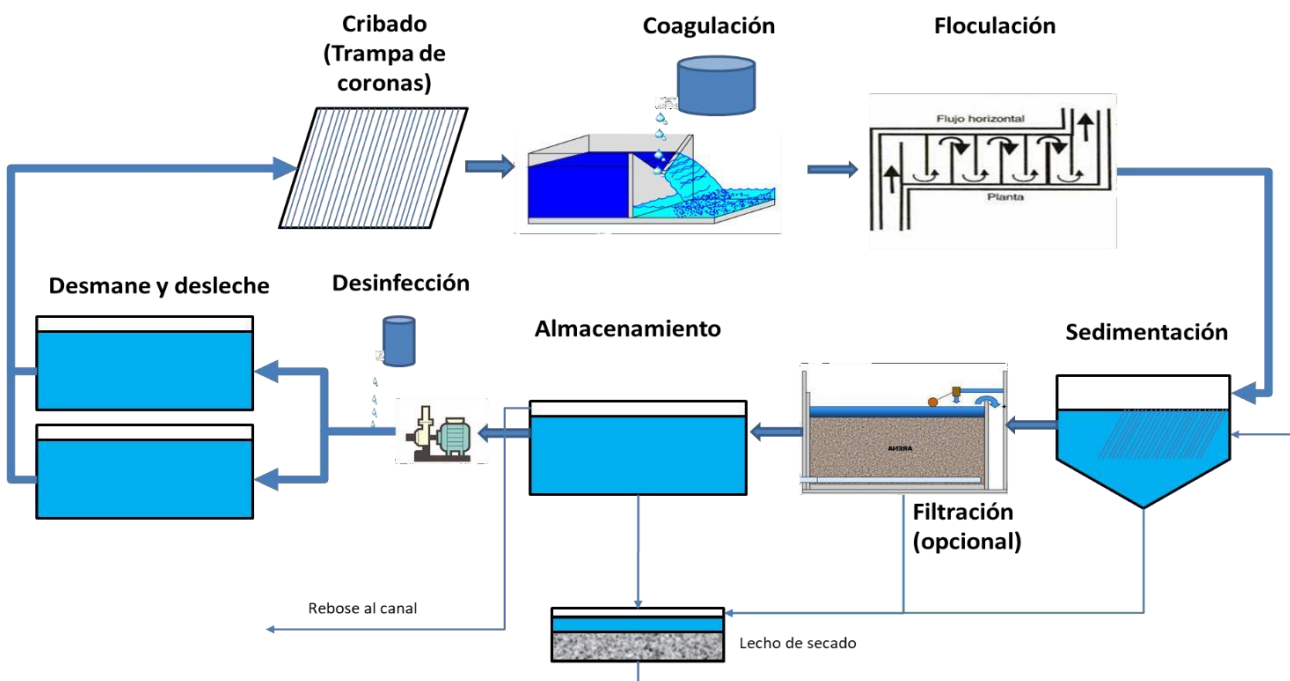
**2.4 Sedimentación:** Proceso mediante el cual los sólidos de mayor tamaño y peso formados en la floculación, se depositan en el fondo del sedimentador por efectos de la gravedad, realizando la separación de la fase sólida de la líquida, formando así un mejor clarificado del agua.

**2.5 Desinfección:** Es el último proceso unitario de tratamiento y recirculación del agua, y tiene como objetivo garantizar la calidad del agua, inhibiendo la acción de microorganismos patógenos mediante la cloración del agua.


**2.6 Drenaje (purga) de Lodos:** tiene por finalidad la remoción de los lodos depositados en el fondo del sedimentador, estos lodos son conducidos al lecho de secado.

**2.6.1 Lecho de secado:** Tiene como objeto remover el exceso de agua de los lodos por filtración y en menor extensión por evaporación. El lecho de secado está compuesto por un medio filtrante (arena y grava) y un sistema de drenaje por donde se evacua el agua filtrada.

Esquema del sistema de recirculación.



Fuente: Guía Técnica de Calidad de Agua en Plantas de Recirculación de Uniban

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 5 de 10
	<b>MANUAL PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA - FINCA CATIVOS</b>	Versión No. 01


### 3. OPERACIÓN

El agua que sale de los tanques de desmane y desleche es conducida por un canal a la trampa de sólidos, donde se remueven los pedazos de vástago y corona; de allí el agua pasa a la planta de tratamiento y recirculación, donde inicialmente se adiciona el coagulante en un sitio que asegure una mezcla adecuada, con el fin de que los sólidos suspendidos en el agua choquen, se junten, aumenten de tamaño (floculación) y posteriormente debido a su peso precipiten al fondo de la planta (sedimentación). Al finalizar el recorrido del agua por la planta de tratamiento y recirculación, se obtiene un agua clarificada que es bombeada nuevamente a los tanques de desmane y desleche.

La finca Cativos cuenta con un sistema de tratamiento y recirculación de agua convencional, donde el proceso de remoción de látex y sólidos suspendidos presentes en el agua se da por acción de la gravedad, precipitando y formando así el clarificado. Es importante resaltar también que el sistema cuenta con un reservorio para favorecer el reusó del agua.

Con el fin de garantizar un adecuado funcionamiento de las plantas de recirculación se debe tener en cuenta:


- Cada día de embarque se debe asegurar la preparación y dosificación de los productos recomendados a la entrada de la planta, después de la trampa de corona, en un sitio de mezcla rápida o zona de turbulencia que garantice la mezcla completa del producto.
- Se debe verificar la posición y calibración de las válvulas dosificadoras de los productos utilizados en el tratamiento de aguas, para garantizar la óptima dosificación.
- Cuando se reponga un alto porcentaje de agua de la fuente superficial para el llenado de los tanques y PTR, se debe recircular el agua el día de llenado y/o antes de iniciar el proceso.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 6 de 10
	<b>MANUAL PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA - FINCA CATIVOS</b>	Versión No. 01

- Durante la operación de la planta de tratamiento y recirculación de agua, se debe verificar que el agua pase por rebose a las canaletas recolectora de agua sedimentado, las cuales se ubican en los sedimentadores, que tienen como función conducir el agua limpia al tanque de bombeo por rebose, debido que este es el adecuado nivel de operación de la planta.
- Al reponer el agua limpia en la planta se debe asegurar que este no sobre pase los niveles de operación de los sedimentadores.
- Se recomienda que para la reposición de aguas a la planta se utilice la contenida en el reservorio.
- No debe haber presencia de coronas y otros elementos flotantes en los tanques de la planta, estos deben ser retenidos en la trampa de sólidos o corona.
- Debe retirar todos los días de proceso las coronas retenidas en la trampa de corona.
- Se debe realizar extracción (drenaje) de lodos a partir del segundo día de embarque, esta debe ser a primera hora en la mañana, antes de iniciar la recirculación del agua.
- Se debe verificar en los tanques de lavado de la fruta el pH del agua, ya que valores por fuera del rango (6.5 y 9) inhibe la acción del cloro residual, afectando así la calidad de la misma.
- En caso de encontrar el agua con pH por debajo de 6.5, se debe suspender la adición del Sulfato de Aluminio y evaluar; la concentración que se está aplicando y la calibración de la válvula dosificadora del Sulfato de Aluminio. En caso de tener aguas con pH por encima de 9 también se debe verificar la concentración aplicada y la calibración de la válvula dosificadora, para este caso se requiere una mayor concentración del Sulfato de Aluminio en el agua.


#### **4. MANTENIMIENTO**

- El mantenimiento consiste en la limpieza general de los tanques de desmane, desleche y la planta de tratamiento y recirculación de agua entre otros.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 7 de 10
	<b>MANUAL PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA - FINCA CATIVOS</b>	Versión No. 01

- Antes de iniciar el vaciado de los tanques, se deben retirar los sólidos grandes que se encuentran en los tanques (bananos, coronas, entre otros).
- Se debe utilizar el agua limpia de los tanques de lavado de fruta para la limpieza de las divisiones, bandejas, cuñas, mesas de selección piso entre otros.
- Los vaciados del tanque de lavado de fruta se deben realizar uno a la vez y utilizando un solo tapón, es decir, se debe vaciar y asear primero uno de los tanques y posteriormente se inicia con el vaciado del otro.
- Para el vaciado del agua limpia de los tanques de lavado de fruta se debe abrir el desagüe elevado de los mismos para conducir el agua limpia directamente al reservorio y/o canal si se requiere.
- La conducción de los lodos a la PTR, de cada tanque se debe realizar con el desagüe de piso y se hace cuando deje de salir agua limpia por el desagüe elevado.
- Para mantener el nivel de operación de PTR, durante el vaciado de los tanques de lavado de fruta, se debe tener de abierto el rebose de la planta.
- Se debe utilizar el vaciado del último tanque para realizar el aseo de la trampa de sólidos y otras unidades que así lo permitan.
- Luego de haber vaciado los dos tanques de lavado de fruta y el remanente (agua y lodos) de estos que ha ingresado a la planta de recirculación, se debe esperar un tiempo prudente para que los lodos se depositen en las tolvas (fondo de los sedimentadores).
- Se debe tener en cuenta que a la última unidad que se le realiza el aseo y limpieza es a la planta de tratamiento.
- Después de que los lodos estén sedimentados en el fondo de los sedimentadores, se procede a bombear el agua limpia a los tanques de lavado de fruta, reservorio y/o al canal si se va cambiar el agua, este proceso se debe realizar con la granada elevada ubicada en los sedimentadores.




	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 8 de 10
	<b>MANUAL PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA - FINCA CATIVOS</b>	Versión No. 01

- Se debe evacuar de los sedimentadores la mayor cantidad de agua limpia, para asegurar que todos los lodos de los sedimentadores, se pueden contener en el lecho de secado y no verterlos al canal.
- El aseo y limpieza de la planta se debe iniciar por los floculadores (punto de ingreso del agua a los sedimentadores) y aprovechar cuando se esté vaciando el agua limpia.
- Antes de iniciar la extracción de lodos del sedimentador se deben retirar los lodos secos del lecho de secado, por ningún motivo depositar los lodos acuosos sobre los lodos secos.
- Después de evacuar el agua limpia se bombean los lodos al lecho de secado con la granada que llega hasta el piso del sedimentador.
- Durante la evacuación de los lodos a lecho de secado o cuando se halla bombeado toda el agua limpia se debe de utilizar la bomba y manguera utilizada para el lavado de cochinilla para limpiar las placas, con agua del tanque de bombeo, motivo por el cual no se puede vaciar este tanque, esta actividad se debe realizar cada ocho días.
- Luego de haber realizado la purga y previa verificación que los lodos estén sedimentados en el fondo del lecho de secado, se drena la fase del agua clarificada, con el objetivo de favorecer el proceso de deshidratación de los lodos. El agua restante se filtra a través del lecho y retorna a la planta de recirculación o reservorio.
- Los lodos quedan retenidos en el lecho de secado hasta que se deshidraten, momento en el cual deben ser retirados y dispuestos en el campo, solo en este momento se puede realizar una nueva purga, por ningún motivo se debe realizar purga sobre lodos que ya se encuentren secos en el lecho.

#### **4.1 Manipulación de Bombas y Llaves de paso**

Con el fin de asegurar el adecuado funcionamiento de los diferentes procesos que se presentan durante el llenado, operación y funcionamiento de las plantas de

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 9 de 10
	<b>MANUAL PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA - FINCA CATIVOS</b>	Versión No. 01

tratamiento y recirculación, se requiere de la manipulación de algunas bombas y Llaves que se detallaran a continuación.

#### 4.2 Identificación de bombas


- B1 Bomba Abastecimiento quebrada (Agua superficial)
- B2 Bomba Planta de Recirculación (Planta de tratamiento)
- B3 Bomba Reservorio

#### 4.3. Identificación de Válvulas o Llaves de Paso

Válvula	Llaves de Paso
1	Llave paso ingreso de agua de la fuente superficial a planta de tratamiento y recirculación
2	Llave paso granada succión agua limpia desde el tanque de bombeo
3	Llave paso agua limpia desde el tanque bombeo a tanques de lavado de fruta o reservorio
4	Llave paso dosificación de cloro
5	Llave paso granada succión de lodos desde el sedimentador
6	Llave paso succión lodos desde el tanque de bombeo
7	Llave paso lodos a los lechos de secado
8	Llave paso llenado caneca dosificadora de cloro
9	Llave paso agua desde la captación a tanques de lavado de fruta
10	Llave paso lodos al lecho de secado desde la PTR
11	Llave paso lodos al lecho de secado desde el reservorio
12	Llave paso agua limpia desde el reservorio
13	Llave paso agua limpia desde el reservorio a tanques de lavado de fruta
14	Llave paso succión lodos desde el reservorio
15	Llave paso lodos desde el reservorio a lechos de secado

#### 4.4. Operación de la Planta de Tratamiento y Recirculación de Aguas

Operación Planta de Recirculación de Agua.				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Llenado de la planta de recirculación con agua de la fuente superficial	1		

 AGRÍCOLA Sara Palma S.A.S	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 10 de 10
	<b>MANUAL PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA - FINCA CATIVOS</b>	Versión No. 01

2	Paso agua limpia desde el tanque de bombeo a los tanques de lavado de fruta	2, 3 y 4	El resto de llaves deben estar cerradas	La 4 se abre hasta obtener cloro residual en el agua.
3	Llenado de tanques de lavado de fruta con agua de la fuente superficial	9	El resto de llaves deben estar cerradas	

#### 4.5. Operación de Limpieza de la Planta de Tratamiento y Recirculación de Aguas.

Extracción de lodos				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Succión de lodos desde el sedimentador	5, 7 y 10	El resto cerradas.	
2	Succión de lodos desde el tanque de bombeo	6, 7 y 10		
2	Succión de lodos desde reservorio	14, 15 y 11		

Succión de Agua desde el reservorio				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Para tanque lavado de fruta	12 y 13	El resto cerradas	

#### 5. DOSIFICACIONES

CAUDAL DE LA PLANTA (L/s)	Sulfato de Aluminio		
	Cantidad (Kg)	Volumen (L)	Caudal dosificador (cm <sup>3</sup> /minuto)
11	20	200	198


<b>ELABORADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>FECHA EDICIÓN</b>
Practicante Gestión Ambiental y Certificaciones	Coordinador Gestión Ambiental y Certificaciones	
Yarledys Zárate Martínez	Cleyber Mosquera Murillo	



**AGRICOLA SARAPALMA S.A.S.**

**MANUAL DE OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES INDUSTRIALES  
CON RECIRCULACIÓN (PTRA)**

**FINCA EL ROBLE**

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 2 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

## **INTRODUCCIÓN**


La empresa Agrícola Sara Palma S.A.S., se encarga de la producción y comercialización de banano, cuenta con un total de 26 fincas en la región de Urabá, en los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo, por lo cual, cuentan con sistemas de tratamiento de agua con recirculación para el lavado del banano.

La fuente donde es captada el agua para el sistema de la Finca El Roble es del pozo profundo y el sistema de tratamiento se compone de un conjunto de obras de infraestructuras, dentro de las que se encuentra; la captación, estructura de entrada, rejillas, sedimentador, estación de bombeo, tanque de almacenamiento, reservorio, lechos de secado y los tanques de lavado de la fruta (Desmane y desleche).

La planta de tratamiento de agua con recirculación es fundamental dentro del proceso de lavado de la fruta, sin ella o con una operación y/o mantenimiento inadecuado sería imposible obtener un agua de calidad y en cantidad para su reutilización y cumplimiento en la concesión.

El manejo de la planta de recirculación requiere de la puesta en marcha de varios procesos, los cuales son explicado en este manual, y el éxito de la obtención del agua apta para el lavado de la fruta, depende en gran manera de un estricto seguimiento a cada proceso.

El trabajo de la planta considera varios aspectos dentro de los que se encuentra la operación y mantenimiento de las instalaciones, la toma de muestras y sus respectivos análisis, recepción y preparación de las sustancias químicas que intervienen en el proceso.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 3 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

## OBJETIVO

Establecer la metodología de operación del sistema de tratamiento y recirculación de agua (PTAR), para asegurar la calidad del agua, el ahorro y uso eficiente de la misma y la extracción de lodos a los lechos de secado.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El proceso de recirculación es un circuito cerrado entre los tanques de desmane, desleche y la planta de tratamiento y recirculación que permite que el agua utilizada en el lavado de la fruta, se someta a procesos fisicoquímicos que remueven la contaminación adquirida en el uso y se conserve la calidad requerida para el proceso.


## 2. PROCESOS FISICOQUÍMICOS (ver esquema 1)

**2.1. Tratamiento preliminar (Trampa de sólidos):** Es la etapa de inicio del tratamiento del agua de lavado de fruta, el cual consiste en separar los sólidos de mayor tamaño del agua.

**2.2. Coagulación:** Es un proceso fisicoquímico, el cual implica la adición de sustancias químicas denominadas coagulantes en un tramo de mezcla rápida, este proceso de coagulación es una desestabilización de las cargas superficiales de partículas coloidales (sólidos en suspensión), que una vez desestabilizadas comienzan aglomerarse.

**2.3. Floculación:** Proceso de menor turbulencia comparado con la mezcla rápida o coagulación, donde las partículas coloidales desestabilizadas, o las partículas desestabilizadas durante la etapa de coagulación, se aglomeran para formar un floc de mayor tamaño, ganando peso suficiente para que pueda sedimentar.

**2.4. Sedimentación:** Proceso mediante el cual los sólidos de mayor tamaño y peso formados en la floculación, se depositan en el fondo del sedimentador

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 4 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

por efectos de la gravedad, realizando la separación de la fase sólida de la líquida, formando así un mejor clarificado del agua.

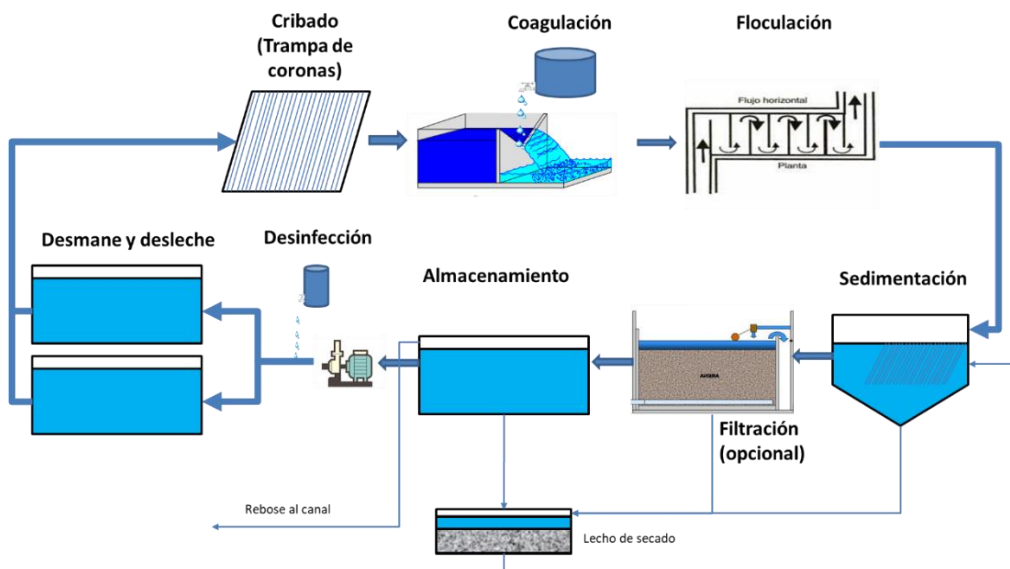
**2.5. Filtración:** Proceso mediante el cual se realiza la remoción de las partículas suspendidas y coloidales del agua que no fueron removidas en el proceso de sedimentación, a través de un medio poroso.

**2.6. Desinfección:** Es el último proceso unitario de tratamiento y recirculación del agua, y tiene como objetivo garantizar la calidad de la misma, inhibiendo la acción de microorganismos patógenos mediante la cloración del agua.


**2.7. Drenaje (purga) de Lodos:** Tiene por finalidad la remoción de los lodos depositados en el fondo del sedimentador, estos lodos son conducidos al lecho de secado.

**2.7.1. Lecho de secado:** Tiene como objeto remover el exceso de agua de los lodos por filtración y en menor extensión por evaporación. El lecho de secado está compuesto por un medio filtrante (arena y grava) y un sistema de drenaje por donde se evacua el agua filtrada.

Esquema 1: Sistema de recirculación



1 Fuente: Guía Técnica de Calidad de Agua en Plantas de Recirculación de Uniban

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 5 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

### **3. OPERACIÓN**


El agua que sale de los tanques de desmane y desleche es conducida por un canal a la trampa de sólidos, donde se remueven los pedazos de vástago y corona; de allí el agua pasa a la planta de tratamiento y recirculación, donde inicialmente se adiciona el coagulante en un sitio que asegure una mezcla completa, con el fin de que los sólidos suspendidos en el agua choquen, se junten, aumenten de tamaño (floculación) y posteriormente debido a su peso precipiten al fondo de la planta (sedimentación). Al finalizar el recorrido del agua por la planta de tratamiento y recirculación, se obtiene un agua clarificada que es bombeada nuevamente a los tanques de desmane y desleche, o al tanque de almacenamiento según sea requerido.

La finca El Roble cuenta con un sistema de tratamiento y recirculación de agua con sedimentación convencional, donde el proceso de remoción de los sólidos suspendidos presentes en el agua se da por acción de la gravedad, precipitando y formando así el clarificado. También cuenta con un proceso de filtración del agua compuesto de grava y arena, el cual nos permite obtener un mejor clarificado del agua, removiendo los sólidos coloidales y suspendidos que se escapen del sedimentador. Importante recalcar que este sistema cuenta con un reservorio para favorecer el reusó del agua.


Con el fin de garantizar un adecuado funcionamiento de las plantas de recirculación se debe tener en cuenta:

- Cuando se reponga un alto porcentaje de agua del pozo subterráneo para el llenado de los tanques y PTRAs, se debe recircular el agua el día de llenado y/o antes de iniciar el proceso, esta debe ser recirculada con Sulfato de Aluminio para evitar la coloración morada del agua.



	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 6 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

- Se debe verificar la posición y calibración de las válvulas dosificadoras de los productos utilizados en el tratamiento de aguas, para garantizar la óptima dosificación.
- Cada día de embarque se debe asegurar la preparación y dosificación de los productos recomendados a la entrada de la planta, en un sitio de mezcla rápida ó zona de mayor turbulencia, (antes del inicio de la sección de floculadores), que garantice la mezcla completa del producto.
- Se debe verificar que se disuelve completamente la dosis del coagulante (Sulfato de Aluminio).
- Durante la operación de la planta de tratamiento y recirculación de agua, se debe verificar que el agua pase por rebose a las canaletas recolectoras de agua sedimentado, las cuales se ubican en los sedimentadores, que tienen como función conducir el agua limpia al tanque de bombeo o al sistema de filtración debido a que este es el adecuado nivel de operación de la planta.
- Para mantener la presión en las flautas, se debe tener encendida la bomba de sobrepresión ubicada en el tanque de desleche.
- Al reponer el agua limpia en la planta se debe asegurar que este no sobre pase los niveles de operación de los sedimentadores (canaleta recolectora de agua sedimentada).
- Se recomienda que para la reposición de aguas a la planta se utilice la contenida en el reservorio.
- No debe haber presencia de coronas y otros elementos flotantes en la planta de tratamiento, estos deben ser retenidos en el tratamiento preliminar (trampa de sólidos).
- Se debe retirar todos los días de proceso las coronas retenidas en la trampa de corona.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 7 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

- Se debe verificar en los tanques de lavado de la fruta el pH del agua, ya que valores por fuera del rango (6.5 y 9) inhibe la acción del cloro residual, afectando así la calidad de la misma.
- En caso de encontrar el agua con pH por debajo de 6.5, se debe suspender la adición del Sulfato de Aluminio y evaluar; la concentración que se está aplicando y la calibración de la válvula dosificadora del Sulfato de Aluminio, también, se puede agregar agua de la fuente abastecedora (Agua subterránea) que ya que al ser aguas alcalinas contrarrestan la acidez que esta presenta. En caso de tener aguas con pH por encima de 9 también se debe verificar la concentración aplicada y la calibración de la válvula dosificadora ya que para este caso se requiere una mayor concentración del Sulfato de Aluminio en el agua.

#### **4 MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICA**

El manejo de sustancias químicas debe realizarse con los elementos de protección personal correspondientes: Guantes, gafas y tapabocas.


**SULFATO DE ALUMINIO:** Producto solido granular de color blanco a ligeramente amarillento. No se debe mezclar con otros químicos, todos deben ser mezclados separadamente. Evitar el contacto con la piel, ojos, y ropa, en caso contrario lavar con abundante agua mínimo durante 15 minutos.

**Preparación:** Dosificar 20Kg de Sulfato de Aluminio en 200L de agua, mezclar completamente hasta obtener una mezcla homogénea.

**Caudal dosificador:** La caneca dosificadora de sulfato de aluminio debe contar con un caudal de dosificación de 296 cm<sup>3</sup>/minuto. Este sistema cuenta con dos válvulas.

**Válvula L1.** Abre y cierre del caudal


**Válvula L2.** Calibración para el caudal dosificador

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 8 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01


Una vez calibrada la válvula L2, esta no debe ser manipulada, se debe abrir y cerrar cuando se termine el embarque con la válvula L1 con el fin de no perder la calibración de L2.

## **5. MANTENIMIENTO**

- El mantenimiento consiste en la limpieza general de los tanques de desmane, desleche y la planta de tratamiento y recirculación de agua.
- Antes de iniciar el vaciado de los tanques, se deben retirar los sólidos que se encuentran en los tanques (bananos, coronas, entre otros).
- Se debe utilizar el agua limpia de los tanques de lavado de fruta para la limpieza de las divisiones, bandejas, cuñas, mesas de selección, pisos entre otros.
- Los vaciados del tanque de lavado de fruta se deben realizar uno a la vez y utilizando un solo tapón, es decir, se debe vaciar y asear primero uno de los tanques y posteriormente se inicia con el vaciado de los otros tanques.
- Para el vaciado del agua limpia de los tanques de lavado de fruta se debe abrir el desagüe que se encuentra en el piso elevado.
- La conducción de los lodos a la PTR, de cada tanque se debe realizar con el desagüe de piso del fondo y se hace cuando deje de salir agua limpia por el desagüe del elevado.
- Después de vaciar el primer tanque se debe limpiar completamente y se inicia a llenar con el agua del tanque de al lado con el desagüe lateral y con agua bombeada desde el reservorio o tanque de bombeo (cada vez que se desocupe un tanque se debe limpiar completamente).
- El tanque que va ser utilizado para llenar el tanque limpio con el desagüe lateral no se debe hacer ninguna actividad que agite el agua.
- Para mantener el nivel de operación de PTR, durante el vaciado de los tanques de lavado de fruta, se debe tener abierto el rebose de la planta.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 9 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

- Se debe utilizar el vaciado del último tanque para realizar el aseo de la trampa de sólidos y otras unidades que así lo permitan.
- Luego de haber vaciado los cuatro tanques de lavado de fruta y el remanente (agua y lodos) de estos que ha ingresado a la planta de recirculación, se debe esperar un tiempo prudente para que los lodos se depositen en las tolvas de los sedimentadores (fondo de los sedimentadores).
- Se debe tener en cuenta que a la última unidad que se le realiza el aseo y limpieza es a la planta de tratamiento.
- Después de que los lodos estén sedimentados en el fondo de los sedimentadores, se procede a bombear el agua limpia a los tanques de lavado de fruta, reservorio. y/o al canal si se va cambiar el agua, este proceso se debe realizar con la granada elevada ubicada en los sedimentadores.
- Se debe evacuar de los sedimentadores la mayor cantidad de agua limpia, para asegurar que todos los lodos de los sedimentadores, se pueden contener en los lechos de secado y no verterlos al canal.
- El aseo y limpieza de la planta se debe iniciar por los floculadores (punto de ingreso del agua a los sedimentadores) y aprovechar cuando se esté vaciando el agua limpia.
- Antes de iniciar la extracción de lodos de los sedimentadores se deben retirar los lodos secos de los lechos de secado, por ningún motivo depositar los lodos acuosos sobre los lodos secos.
- Después de evacuar el agua limpia se bombean los lodos a los lechos de secado con la granada que llega hasta el piso de los sedimentadores.
- Luego de haber realizado la purga de lodos y previa verificación que los lodos estén sedimentados en el fondo de los lechos de secado, se drena la fase del agua clarificada, con el objetivo de favorecer el proceso de deshidratación de los lodos. El agua restante se filtra a través del lecho y retorna a la planta de recirculación o reservorio.

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 10 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

- Los lodos quedan retenidos en el lecho de secado hasta que se deshidraten, momento en el cual deben ser retirados y dispuestos en el campo, solo en este momento se puede realizar una nueva purga, por ningún motivo se debe realizar purga sobre lodos que ya se encuentren secos en el lecho.
- Cada tres meses en compañía del área de mantenimiento se debe limpiar complementemente, el tubo de distribución del agua en el fondo de los sedimentadores.

## **6. MANIPULACIÓN DE BOMBAS Y LLAVES DE PASO**

Con el fin de asegurar el adecuado funcionamiento de los diferentes procesos que se presentan durante el llenado, operación, funcionamiento y mantenimiento de la planta de tratamiento y recirculación, se requiere de la manipulación de algunas bombas y Llaves que se detallaran a continuación.

### **6.1. Identificación de Bombas**

- B1 Bomba Abastecimiento pozo profundo (Agua subterránea)
- B2 Bomba Planta de Recirculación (Planta de tratamiento)
- B3 Bomba alterna Planta de recirculación (Planta de tratamiento)
- B4 Bomba de sobre presión (Tanque desmane)
- B5 Bomba para el lavado de cochinilla y para bombear el agua del reservorio a la planta de recirculación y a los tanques de desleche y desmane.


### **6.2. Identificación de Válvulas o Llaves de Paso**

<b>Válvula</b>	<b>Llaves de Paso</b>
1	Llave paso granada succión agua limpia desde el tanque de bombeo número 1
2	Llave paso granada succión agua limpia desde el tanque de bombeo número 2
3 y 4	Llave paso agua limpia a tanques de lavado de fruta y/o reservorio
5	Llave paso agua limpia a tanques de lavado de fruta o lodos a lechos de secado número 3, 4, 5 y 6
6	Llave paso agua limpia a tanques de lavado de fruta con bomba número 2

**MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN  
DEL AGUA - FINCA EL ROBLE**

Versión No. 01

7	Llave paso agua limpia a tanques de lavado de fruta con bomba número 3
8	Llave paso agua limpia desde el sedimentador 2
9	Llave paso agua limpia a reservorio
10	Llave paso cebar bomba 2
11	Llave paso succión de lodos desde la zona de floculación
12	Llave paso succión de lodos desde el sedimentador 1
13	Llave paso succión de lodos desde el sedimentador 2
14 y 16	Llave paso succión lodos desde la zona de filtración
15	Llave paso succión de lodos desde la zona de válvulas
17	Llave paso agua limpia desde el sedimentador hacia el filtro número 1
18	Llave paso agua limpia desde el sedimentador hacia el filtro número 2
19	Llave paso succión de lodos desde el tanque de bombeo
20	Llave paso lodos al lecho de secado número 1
21	Llave paso lodos al lecho de secado número 2
22	Llave paso lodos al lecho secado número 3
23	Llave paso lodos al lecho secado número 4
24	Llave paso dosificación de cloro
25	Llave paso ingreso agua limpia del pozo profundo a planta de recirculación del agua
26	Llave paso succión agua limpia desde el reservorio
27	Llave paso succión de lodos desde el reservorio
28	Llave paso ingreso del agua desde el pozo profundo al reservorio
29	Llave paso agua limpia desde el reservorio a tanques de lavado de fruta
30	Llave paso lavado de cochinilla
31	Llave paso retorno al reservorio
32	Llave paso cebar bomba 3
33	Llave paso agua limpia desde el reservorio hacia tanques de lavado de fruta
34	Llave paso lodos al lecho de secado número 5
35	Llave paso lodos al lecho de secado número 6
36	Llave paso agua filtrada del lecho de secado número 1
37	Llave paso agua filtrada del lecho secado número 2
38	Llave paso agua filtrada del lecho secado numero 5 a la PTR A
39	Llave paso agua filtrada del lecho de secado número 6 a la PTR A
40	Llave paso agua limpia desde el sedimentador a tanque de bombeo (Caso de emergencia)
41	Llave paso agua desde el proceso de filtración hacia el tanque de bombeo

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 12 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01


### 6.3. Operación de la Planta de Tratamiento y Recirculación de Aguas

Operación Planta de Recirculación de Agua.				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Llenado de la planta de recirculación con agua del pozo profundo.	25		
2	Paso agua limpia desde el tanque de bombeo a los tanques de lavado de fruta	7 y 40	El resto de llaves deben estar cerradas	
3	Llenado de tanques para lavado de fruta con agua del reservorio			

### 6.4. Operación de Limpieza Planta de Tratamiento y Recirculación de Aguas

Succión de Agua Limpia desde los Sedimentadores.				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Succión de agua clarificada desde los sedimentadores a tanque de lavado de fruta.	5,2 y 17	El resto cerradas	Se acondiciona manualmente una tubería adicional que se encarga de llevar el agua limpia al canal
2	Succión de agua clarificada desde los sedimentadores al canal.	4, 5, 24 y 27		

Extracción de lodos				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Desde los sedimentadores	<b>Opción 1:</b> 12, 13, 3, 20, y/o 21, 22, 23, 24	El resto cerradas	Opción 1: Conduce los lodos a los lechos de secado número 1, 2, 3, y 4.
		<b>Opción 2:</b> 12, 13, 3, 5 y/o 34 y 35		
2	Desde la zona de floculación	<b>Opción 1:</b> 11, 20, y/o 21, 22, 23, 24		El resto cerradas
		<b>Opción 2:</b> 11, 5 y/o 34 y 35		
3	Desde la zona de filtración	<b>Opción 1:</b> 14, 16, 20, y/o 21, 22, 23, 24	El resto cerradas	
		<b>Opción 2:</b> 14,16, 5 y/o 34 y 35		

	<b>AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S</b>	Página 13 de 13
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO Y RECIRCULACIÓN DEL AGUA - FINCA EL ROBLE</b>	Versión No. 01

3	Desde el tanque de bombeo	<b>Opción 1:</b> 19, 20, y/o 21, 22, 23, 24		
		<b>Opción 2:</b> 19, 5 y/o 34, 35		

<b>Succión de Agua desde el reservorio</b>				
Ítem	Actividad	Válvulas		Observaciones
		Abiertas	Cerradas	
1	Para tanque de fruta	30,33	El resto cerradas	Se acondiciona manualmente una tubería adicional que se encarga de llevar el agua del reservorio al canal
2	Para canal	30 y 31		

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>FECHA EDICIÓN</b>
Practicante Gestión Ambiental y Certificaciones	Coordinador Gestión Ambiental y Certificaciones	
Yarledys Zárate Martínez	Cleyber Mosquera Murillo	08/02/2023