

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y  
RESIDUAL EN LA EMPRESA PALMAS DEL CESAR S.A.

CATHERIN HAMMERSCHMIDT CASTILLO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA

2018

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y  
RESIDUAL EN LA EMPRESA PALMAS DEL CESAR S.A.

CATHERIN HAMMERSCHMIDT CASTILLO

Práctica empresarial para optar por el título de  
INGENIERA AMBIENTAL

DIRECTOR

ÁLVARO ANDRÉS CAJIGAS CERÓN

Ingeniero Sanitario

Msc. Ingeniería área con énfasis en Ingeniería Sanitaria y Ambiental

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

BUCARAMANGA

2018

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

*"Ganamos fuerza, coraje y confianza por cada experiencia en la que nos  
paramos a mirar al miedo a la cara.  
Debemos hacer lo que creemos que no podemos."*

- Eleanor Roosevelt.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, en primera instancia, porque me ha otorgado la vida y la ha colmado de bendiciones. Porque me escucha con paciencia, ilumina mi camino y llena mi alma de paz.

A mis padres Consuelo y José, por dedicar su vida a mis sueños, por amarme sin medidas y educarme con sabiduría, siempre recordándome que lo que se desea se obtiene con servicio y con esfuerzo.

A mi hermano Franz, por compartir la vida conmigo y demostrarme que, entre risas y disgustos, juntos siempre es mejor.

A mi abuela Herminia, que me ha enseñado a surgir con firmeza y con carácter, y me ha hecho entender que eso también es amor.

A mis docentes, que han sido maestros de vida, que presionaron los límites de mis capacidades para demostrarme que se pueden romper.

A Sergio, Viviana, Claudia y los integrantes de la empresa Palmas del Cesar, por su apoyo y su orientación profesional y personal, por instruirme y brindarme nuevos conocimientos y experiencias.

A mis amigos, colegas y compañeros, por patrocinar mis aventuras y acompañarme en el camino, por tener paciencia en mis errores y compartir la alegría de mis triunfos.

A la gente que me reta y desafía, la que cree más en mí que yo misma, y la que no; porque me han inspirado a hacer lo que me asusta, que ha terminado siendo lo que amo hacer. A esa gente que, sumando o restando, me impulsa a ser luz.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	<b>15</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES</b> .....	<b>17</b>
3.1 ANÁLISIS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) .....	17
3.1.1 <i>Evaluación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)</i> .....	17
3.1.2 <i>Propuesta de mejoramiento PTAP</i> .....	52
3.2 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA (STARD) .....	65
3.2.1 <i>Evaluación de los Sistemas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (STARD)</i> 66	
4.2.2. <i>Propuesta de Mejoramiento STARD</i> .....	69
3.3 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS .....	75
3.3.1 <i>Gestión de Residuos Sólidos y Peligrosos</i> .....	75
3.3.2 <i>Seguimiento a las Áreas con Valor para la Conservación (AVC)</i> .....	75
3.3.3 <i>Plan de Capacitación al personal y la comunidad</i> .....	75
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>77</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>80</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>81</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores determinantes para la evaluación de la PTAP .....	18
Tabla 2. Indicadores de evaluación de Operatividad PTAP .....	19
Tabla 3. Indicadores de evaluación de disponibilidad y concesión de aguas .....	20
Tabla 4. Indicadores de evaluación para calidad del efluente PTAP .....	20
Tabla 5. Calificación final para diagnóstico inicial de PTAP .....	21
Tabla 6. Resultados de la evaluación inicial según factores determinantes para la PTAP .....	21
Tabla 7. Inspección del Mantenimiento PTAP .....	36
Tabla 8. Parámetros de referencia de diseño de aireadores de bandejas múltiples .....	38
Tabla 9. Carga hidráulica de filtrado .....	49
Tabla 10. Puntaje de Riesgo para Características de Calidad del Agua .....	49
Tabla 11. Datos de campo .....	51
Tabla 12. Resultados de pruebas fisicoquímicas .....	51
Tabla 13. Áreas de Mejora para Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP .....	53
Tabla 14. Propuesta de mejoramiento PTAP-Palmas del Cesar S.A.....	54
Tabla 15. Resultados Análisis del Agua Cruda PTAP – Palmas del Cesar S.A. ....	58
Tabla 16. Presupuesto para Adquisición de Equipos de Medición .....	59
Tabla 17. Inversión anual por compra de botellones de agua.....	60
Tabla 18. Inversión inicial por suministro de agua PTAP .....	60
Se consideraron los costos de funcionamiento anual del nuevo sistema de suministro, incluyendo mantenimiento de equipos, operación, insumos y repuestos. Ver Tabla 19. ....	61
Tabla 20. Resultados de la Evaluación Financiera y Económica.....	64
Tabla 21. Cálculo para valores actuales de consumo .....	64
Tabla 22. Generalidades STARD Palmas del Cesar.....	66
Tabla 23. Parámetros de cumplimiento para vertimientos .....	67
Tabla 24. Resultados de la caracterización de vertimientos .....	67
Tabla 25. Propuesta de mejoramiento PTAP-Palmas del Cesar S.A.....	71
Tabla 26. Estudiantes capacitados en cada institución .....	76

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. PTAP suministro Palmas del Cesar .....	23
Imagen 2. Ingreso de agua, tubería de succión del pozo .....	23
Imagen 3. Macromedidor para registro de caudal de captación .....	24
Imagen 4. Fuga en unión de bomba .....	25
Imagen 5. Torre de Aireación.....	25
Imagen 6. Lecho de contacto saturado.....	26
Imagen 7. Canal de paso y vertedero .....	27
Imagen 8. Punto de aplicación de coagulante .....	27
Imagen 9. Unidad de Floculación Hidráulica .....	28
Imagen 10. Tubo de paso saturado de material orgánico .....	29
Imagen 11. Sedimentador de Alta Tasa.....	30
Imagen 12. Cámara de Recibo y Tanque de Retrolavado .....	31
Imagen 13. Filtro anaerobio de flujo ascendente.....	32
Imagen 14. Bomba dosificadora de cloro.....	33
Imagen 15. Tanques de Reserva de agua tratada .....	34
Imagen 16. Unidad de Operación de la PTAP .....	35



## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Organigrama Palmas del Cesar S.A. ....	15
Gráfica 2. Curva de variación diaria en mes de muestreo.....	37
Gráfica 3. Proyección de consumo de agua en botellón .....	65

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A.** LISTA DE CHEQUEO ESTADO FÍSICO PTAP

**ANEXO B.** LISTA DE CHEQUEO DISEÑO PTAP

**ANEXO C.** MONITOREO PTAP 2017

**ANEXO D.** MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAP

**ANEXO E.** CORRECCIÓN DE NIVELES PLATAFORMA DE AIREACIÓN

**ANEXO F.** COTIZACIONES LABORATORIO PTAP

**ANEXO G.** PLAN DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO STARD

**ANEXO H.** FORMATO SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

**ANEXO I.** PROCEDIMIENTO CENTRO DE ACOPIO

**ANEXO J.** PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

**ANEXO K.** PRESENTACIÓN EDUCACIÓN AMBIENTAL

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL EN LA EMPRESA PALMAS DEL CESAR S.A.

**AUTOR(ES):** CATHERIN HAMMERSCHMIDT CASTILLO

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR(A):** ALVARO ANDRÉS CAJIGAS CERÓN

### **RESUMEN**

El presente documento contiene el análisis de las condiciones operativas y la propuesta de mejoramiento para los sistemas de tratamiento de agua de la empresa Palmas del Cesar S.A., para el suministro de un agua tratada con buena calidad y el control de los impactos ambientales causados por el vertimiento de aguas residuales domésticas al suelo, evitando descargas a zonas de cultivo de la palma de aceite. Se generó un Plan de Inspección y Mantenimiento para los STARD y un Manual de Operación y Mantenimiento para la PTAP, complementados con una propuesta para la instalación de un laboratorio y una unidad de suministro de agua potable en botellones desde la PTAP. De manera adicional se estableció y ejecutó un Plan de Capacitación Ambiental para los trabajadores, un Plan de Capacitación para las instituciones educativas de las zonas de influencia y un Procedimiento para Operación de Centros de Acopio de Residuos Sólidos y Peligrosos.

### **PALABRAS CLAVE:**

Potabilización, agua residual, residuos sólidos, educación ambiental, impacto ambiental.

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** IMPROVEMENT PROPOSAL FOR THE TREATMENT OF DRINKING AND RESIDUAL WATER IN THE COMPANY PALMAS DEL CESAR S.A.

**AUTHOR(S):** CATHERIN HAMMERSCHMIDT CASTILLO

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR:** ALVARO ANDRÉS CAJIGAS CERÓN

### **ABSTRACT**

This document contains the analysis of the operating conditions and the improvement proposal for the water treatment systems of the company Palmas del Cesar SA, for the supply of a treated water with good quality and the control of the environmental impacts caused by the discharge of domestic wastewater to the soil, avoiding discharges to areas of oil palm cultivation. An Inspection and Maintenance Plan for the Domestic Wastewater Treatment Systems and an Operation and Maintenance Manual for the Potable Water Treatment Plant were generated, complemented with a proposal for the installation of a laboratory and a potable water supply unit in large bottles from the Potable Water Treatment Plant. Additionally, an Environmental Training Plan for workers, a Training Plan for the educational institutions of the zones of influence and a Procedure for Operation of Solid and Hazardous Waste Collection Centers were established and executed.

### **KEYWORDS:**

Water treatment, waste water, solid waste, environmental education, environmental impact.

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## INTRODUCCIÓN

La potabilización es un proceso fundamental para posibilitar el acceso de agua apta para consumo humano, y debe garantizar la protección de la salud pública; puede utilizarse para todas las actividades domésticas habituales, incluyendo el lavado y la higiene personal [1]. Durante la práctica realizada se evaluó el funcionamiento del sistema de potabilización de agua de la empresa Palmas del Cesar S.A., identificando aspectos por mejorar para generar propuestas de mejoramiento.

Una vez se da uso al agua tratada sus características varían, transformándola en agua residual. Las aguas residuales son aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben desecharse debido a su contenido de sustancias contaminantes y/o microorganismos patógenos; cuando éstas provienen del aseo personal o de actividades de lavado y limpieza, se denominan aguas residuales domésticas, y se caracterizan principalmente por contener altas concentraciones de materia orgánica, microorganismos, grasas y detergentes [2].

De acuerdo a su política integrada de gestión, Palmas del Cesar S.A. se compromete con el desarrollo de procesos que conlleven a la mejora continua, enfocada en la preservación del medio ambiente en términos del desarrollo sostenible. Para garantizar el cumplimiento de este componente, el área de gestión ambiental de la empresa coordina procesos de protección de la biodiversidad, tratamiento de agua potable y residual, manejo integrado de residuos sólidos y peligrosos, educación ambiental, entre otros.

Para disminuir el impacto ambiental y a la salud de este tipo de aguas, Palmas del Cesar S.A. implementa los Sistemas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (STARD), que requieren de inspección y mantenimiento adecuados para asegurar su correcto funcionamiento. Por tanto, se plantean en este documento estrategias para su mejoramiento.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Formular la propuesta de mejoramiento para el tratamiento de agua potable y agua residual en la empresa Palmas del Cesar S.A.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las condiciones operativas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de la zona administrativa de la empresa.
- Evaluar las condiciones operativas de los Sistemas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (STARD).
- Establecer las estrategias de mejoramiento para los sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual de la zona administrativa de la empresa.

## 2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

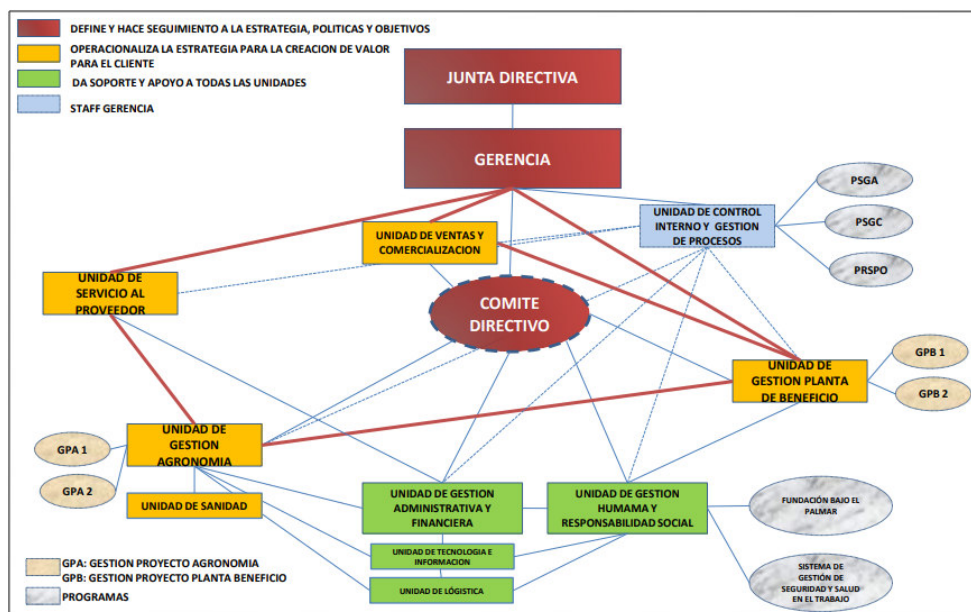
Palmas del Cesar S.A. es una empresa agroindustrial enfocada en la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social, que provee bienes y servicios derivados de la palma de aceite bajo la Certificación ISO 9001 y la Certificación RSPO. Posee dos plantas de beneficio en las cuales se procesa el fruto de la palma (racimos de fruta fresca – RFF) que se compra a terceros y el proveniente de la cosecha de áreas propias. Los productos principales de su actividad industrial son el aceite crudo de palma y el aceite crudo de palmiste. Sus pilares misionales pueden resumirse en procesos de agronomía, atención a proveedores y proceso de beneficio primario.

Dirección Oficinas Bucaramanga: Calle 35 # 17 – 56 Oficina 1501 Edificio Davivienda,

Tel. 6334109

Dirección Plantación: Km 113 Vía al Mar, Corregimiento de Minas, San Martín Sur del Cesar.

**Gráfica 1. Organigrama Palmas del Cesar S.A.**



**Fuente:** Palmas del Cesar S.A. [3]

Dentro de las estrategias existentes para asegurar el tratamiento de agua potable y agua residual se encuentra la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y los Sistemas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (STARD). Actualmente, la PTAP no cuenta con un Manual de Operación que facilite su funcionamiento y los STARD no poseen un Plan de Mantenimiento que garantice condiciones adecuadas para recibir el vertimiento de agua residual que se descarga en cada punto.

El área de gestión ambiental realiza monitoreos de calidad de agua anuales a la PTAP y monitoreos semestrales a los STARD, que deben evidenciar el cumplimiento los parámetros de la normativa vigente.



### **3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

Para el desarrollo de la práctica se ejecutaron las siguientes actividades encaminadas al mejoramiento de los sistemas de tratamiento de agua potable y residual:

- Reconocimiento y evaluación de los sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual doméstica de la empresa.
- Identificación de fallas y/o aspectos por mejorar en los sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual doméstica.
- Generación de estrategias de mejoramiento a partir de la implementación de medidas de prevención, operación y corrección adecuadas para un funcionamiento más eficiente.

De manera complementaria, se desarrollaron acciones para el mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos y residuos peligrosos, se realizó el seguimiento a especies en la Áreas de Valor para la Conservación (AVC), se elaboró un Plan de Capacitación Ambiental al personal de trabajo y un Plan de Educación Ambiental para las comunidades de influencia.

#### **3.1 ANÁLISIS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)**

A continuación se presenta la evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de tratamiento de agua potable.

##### **3.1.1 Evaluación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)**

Se realizó la inspección y el diagnóstico de la PTAP de la zona administrativa, identificando las unidades de los procesos operativos de la planta y los componentes determinantes para su adecuado funcionamiento, con el fin de establecer los aspectos por mejorar en cada componente.

### 3.1.1.1 Revisión de la Documentación

El área de gestión ambiental debe contar con documentación adecuada y completa de la planta de tratamiento de agua potable para asegurar su correcta operación, y tenerla disponible para consulta en caso de necesitar mantenimiento u optimizaciones.

Para identificar la información existente y/o disponible de la PTAP, se evaluó la documentación utilizando el Método de la Matriz de Factores Ponderados en el cual se asigna un porcentaje de peso a cada factor determinante, estableciendo una evaluación cualitativa y cuantitativa. Se presentan en la tabla 1 los factores con su importancia relativa.

**Tabla 1.** Factores determinantes para la evaluación de la PTAP

CONTEXTO	FACTOR	IMPORTANCIA (%)
OPERATIVO	Planos PTAP	15
	Clase de PTAP	5
	Caudal de diseño	10
	Caudal de captación	10
	Tanque de reserva	5
	Año de construcción	5
AMBIENTAL	Caudal mínimo de fuente de abastecimiento	10
	Concesión del recurso hídrico	10
	Caudal concesionado	5
	Calidad del efluente PTAP	25
<b>TOTAL</b>		100

Fuente: Autora

Los factores operativos se identificaron según su relevancia para el dimensionamiento hidráulico de la PTAP, y los factores ambientales según los requerimientos de la Autoridad Ambiental Competente para la concesión del recurso hídrico. A cada factor corresponde un puntaje cualitativo, al cual se asigna un puntaje cuantitativo cuya calificación corresponde de 1 a 5 obteniendo un punto de comparación entre factores.

- Operatividad

Corresponde a las características físicas que condicionan el funcionamiento de la planta, y son referencia para determinar las condiciones actuales. Con esta información se identifican las fortalezas y falencias del sistema como principio para elaborar la propuesta de mejoramiento de la PTAP. Los indicadores que definen la calificación de operación de la PTAP se expresan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Indicadores de evaluación de Operatividad PTAP

CUANTITATIVO	CUALITATIVO	INFORMACIÓN PLANOS, Q, TANQUE	CLASE DE PTAP	AÑO DE CONSTRUCCIÓN
1	No cumple	No hay información	Compacta	2017 en adelante
2	No cumple	Hay información, no está disponible	Tratamiento no técnico	2009-2017
3	Cumple	Hay información disponible, muy incompleta	Convencional	2005-2009
4	Cumple	Hay información disponible, incompleta	Filtros a presión	2003-2005
5	Cumple	Hay información disponible, completa	Filtración en múltiples etapas	<2003

**Fuente:** Autora

- Ambiental

Este contexto presenta características del agua respecto a su disponibilidad, concesión y calidad. En la tabla 3 a continuación se establece la calificación.

**Tabla 3.** Indicadores de evaluación de disponibilidad y concesión de aguas

<b>CUANTITATIVO</b>	<b>CUALITATIVO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Sin información	No hay información
2	Sin información disponible	Información mínima necesaria no existe
3	Información incompleta	Información mínima necesaria, no disponible
4	Información aceptable	Información mínima necesaria, disponible, incompleta
5	Información completa	Información mínima necesaria, disponible, completa

**Fuente:** Autora

Para evaluar la calidad del agua se definen los indicadores expuestos en la tabla 4.

**Tabla 4.** Indicadores de evaluación para calidad del efluente PTAP

<b>CUANTITATIVO</b>	<b>CUALITATIVO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	No cumple	No realizan pruebas fisicoquímicas frecuentes- No hay información
2	No cumple	Realizan pruebas fisicoquímicas frecuentes- Información no disponible
3	Cumple	Realizan pruebas fisicoquímicas frecuentes- Información disponible incompleta
4	Cumple	Realizan pruebas fisicoquímicas frecuentes- Información disponible completa- Incumplimiento de parámetros
5	Cumple	Realizan pruebas fisicoquímicas frecuentes- Información disponible completa- Cumplimiento de parámetros

**Fuente:** Autora

Como resultado final de la matriz ponderada se obtiene una calificación general para el estado de las características operativas y ambientales de la planta, estipulada por los puntajes reportados en la tabla 5.

**Tabla 5.** Calificación final para diagnóstico inicial de PTAP

CUANTITATIVO	CUALITATIVO	DESCRIPCIÓN
0-1	No cumple	El registro documental de la PTAP es inexistente.
1-2	No cumple	El registro documental de la PTAP es inaprovechable, muy incompleto
2-3	No cumple	El registro documental de la PTAP es muy incompleto
3-4	Cumple	El registro documental de la PTAP es incompleto pero aprovechable
4-5	Cumple	El registro documental de la PTAP es completo y aprovechable

Fuente: Autora

En la tabla 6 se presentan los resultados de la evaluación de la documentación según el Método de Factores Determinantes.

**Tabla 6.** Resultados de la evaluación inicial según factores determinantes para la PTAP

FACTOR	IMPORTANCIA (%)	CUALITATIVO	CUANTITATIVO	PONDERADO
Planos PTAP	15	Cumple	3	0.45
Clase de PTAP	5	Cumple	3	0.15
Caudal de diseño	10	No cumple	1	0.1
Caudal de captación	10	Cumple	5	0.5
Tanque de reserva	5	No cumple	2	0.1
Año de construcción	5	Cumple	5	0.25
Caudal mínimo de fuente de abastecimiento	10	Sin información	1	0.1
Concesión del recurso hídrico	10	Información aceptable	4	0.4
Caudal concesionado	5	Información aceptable	4	0.2
Calidad del efluente PTAP	25	No cumple	4	1
<b>Total Ponderado</b>				<b>3.25</b>

Fuente: Autora

La matriz arrojando una calificación de 3.25 que corresponde al cumplimiento de la información para la documentación inicial de la PTAP.

Los factores críticos son el caudal de diseño, dato sin el cual se dificulta el dimensionamiento de los parámetros hidráulicos, y la calidad del efluente que no ha sido periódicamente monitoreada, lo cual no permite la correcta trazabilidad de los procesos de potabilización.

Es necesario complementar la documentación para realizar un seguimiento frecuente al funcionamiento, permitiendo el establecimiento de procedimientos de calidad que aseguren la adecuada operatividad de la planta.

### **3.1.1.2 Descripción de la PTAP**

Se llevó a cabo un reconocimiento inicial de la PTAP de la empresa, en el cual se identificaron las estructuras, equipos y procesos existentes para obtener una descripción general por unidad de funcionamiento, diagnosticando mediante Listas de Verificación el estado físico de sus componentes (Ver Anexo A) y los parámetros de diseño (Ver Anexo B).

La planta de tratamiento de agua potable para suministro doméstico (Imagen 1) de la empresa Palmas del Cesar S.A. es de tipo convencional y se encuentra constituida por procesos, los cuales se organizan a continuación en unidades de funcionamiento para facilitar la identificación de las fases de potabilización del agua. Lo anterior permite una correcta distribución de la información relevante de la planta, que conlleva a una mayor comprensión del sistema para la detección rápida y eficiente de procedimientos y metodologías susceptibles a falencias y/u optimizaciones.

La zona administrativa de la empresa tiene un sistema de tratamiento con estructura en concreto reforzado. La capacidad de la planta es de 94,8 m<sup>3</sup>/d (de acuerdo a la capacidad del filtro). La planta se encuentra rodeada con cerramiento perimetral en alambre. Cuenta con sistemas de medición de caudal, aireación y mezcla rápida, floculación por manto de lodos, sedimentación de alta tasa, filtración rápida y desinfección.

**Imagen 1.** PTAP suministro Palmas del Cesar



**Fuente:** Autora

- ***Captación y Sistema de Ingreso***

El suministro de agua proviene de un pozo subterráneo ubicado dentro de la zona de la planta, y es captada por medio de bombeo a través de una tubería (Imagen 2) que conduce directamente hacia la torre de aireación. El volumen a tratar es captado según indicación de flotadores eléctricos ubicados en el tanque de retrolavado cuando el nivel del agua baja considerablemente, y se registra en el macromedidor (Imagen 3) instalado en la tubería de succión.

**Imagen 2.** Ingreso de agua, tubería de succión del pozo



**Fuente:** Autora

**Imagen 3.** Macromedidor para registro de caudal de captación



**Fuente:** Autora

El pozo subterráneo presenta las características siguientes:

Profundidad total: 12 m  
Diámetro de la tubería: 2" en RDE 26  
Tubería ciega: 0-5 m  
Tubería perforada: 5-12 m  
Caudal concesionado: 4,75 l/s

Según el informe de mantenimiento preventivo realizado en marzo de 2018, el pozo disminuyó su capacidad de caudal y aumentó su turbiedad. Debido a su profundidad, la recarga de agua ocurre desde el acuífero más superficial y contaminado por presencia de óxidos y materia orgánica. La captación del agua desde el pozo se realiza por medio de una bomba de succión (Imagen 4) en regular estado, ya que presenta fuga por goteo; la bomba presenta las siguientes especificaciones:

Marca: Barnes de Colombia S.A.  
Modelo: AE 2 50  
Tipo: Autocebante de alimentación eléctrica  
Potencia: 5 hp  
Capacidad máxima: La succión máxima de la bomba es 953,92 m<sup>3</sup>/día.



**Imagen 4.** Fuga en unión de bomba



**Fuente:** Autora

El agua se bombea directamente a la Unidad de Aireación, pues no posee cámara disipadora de energía.

- ***Unidad de Aireación***

La tubería de succión conduce el agua hacia la parte superior de la Torre de Aireación (Imagen 5), desde la cual desciende por gravedad a través de los orificios de las bandejas, interactuando con el medio de contacto que remueve materiales ferrosos, hasta la tubería que conecta con el canal de paso hacia el vertedero.

**Imagen 5.** Torre de Aireación



**Fuente:** Autora

La Torre de Aireación tiene 3,4 m de altura (desde la plataforma de soporte hasta la bandeja superior), consta de una estructura en PVC reforzada con FRV, y soporta 5 bandejas con las siguientes especificaciones:

Longitud de bandeja: 1 m

Ancho de bandeja: 1 m

Altura de bandeja: 0,33 m

Distancia entre bandejas: 0,54 m (borde a borde)

Número de orificios por bandeja: 30

Diámetro de orificios: 0,8 cm

Separación entre orificios: 8 cm a lo ancho / 10 cm a lo largo

El material de contacto es tipo Anillo Pall Ring (Imagen 6), elaborado en polipropileno de alta densidad, de 5 cm de diámetro y 6 cm de largo. El espesor del lecho de contacto es de 10 cm; en este lecho el hierro se precipita en partículas insolubles que se adhieren a los anillos, los cuales son 100% recuperables en el lavado. Todas las estructuras de la unidad se encuentran en buen estado.

**Imagen 6.** Lecho de contacto saturado



**Fuente:** Autora

- ***Unidad de Coagulación***

De la Torre de Aireación el agua fluye al canal de paso (Imagen 7) construido en acero tipo HR con pintura epóxica atóxica, Niple de 4" de acero SCH 40 para la conexión con el floculador, y tiene las siguientes dimensiones:

Ancho de canal de paso: 0,3 m

Longitud de canal de paso: 1 m

Altura de canal de paso: 0,56 m

**Imagen 7.** Canal de paso y vertedero



**Fuente:** Autora

En este canal ocurre la mezcla rápida hidráulica, mediante un vertedero triangular de pared delgada de 45° en lámina metálica. Se cuenta con EXRO 614 como coagulante, aplicado por medio de una bomba dosificadora de diafragma electrónica marca Seko modelo 603, con rangos de flujo de 4 a 15 L/h, que succiona del tanque de solución de coagulante de 500 L, alimentada por un tubo de 4/6 mm y luego se conduce por tubería PVC al punto de aplicación, ubicado directamente en el vertedero triangular, mediante un tubo con un único orificio (Imagen 8).

**Imagen 8.** Punto de aplicación de coagulante



**Fuente:** Autora

El tanque de solución es operado manualmente mientras que la dosificación del coagulante al agua ocurre de manera automática mediante la bomba dosificadora.

El resalto hidráulico es provocado por el vertedero de 0,3 m de longitud, 0,3 m de altura hasta su vértice y 0,45 m de altura hasta el extremo lateral; se encuentra

parcialmente oxidado por el flujo continuo de agua. Las características de la lámina de agua generada por el resalto son:

Altura de lámina de agua antes del resalto: 0,42 m

Altura de lámina de agua en cresta de vertedero: 0,1 m

Altura de lámina de agua después del resalto: 0,09 m

El operario de la planta cuenta con una referencia para dosis única de coagulante. No existen equipos que permitan determinar la cantidad de coagulante a dosificar para solución. El agua sale del canal de paso a través de un tubo de 4" que descarga en el floculador.

- **Unidad de Floculación**

Una vez pasa por mezcla rápida en el canal, el agua ingresa a la unidad de floculación (Imagen 9) a través de una tubería que conduce hacia el fondo del floculador, que tiene un sistema de flujo ascensional hasta el tubo que transporta el agua al sedimentador.

**Imagen 9.** Unidad de Floculación Hidráulica



**Fuente:** Autora

El tubo de descarga del canal de paso ingresa al floculador de manto de lodos de estructura pirámide troncocónica invertida, suministrando el agua desde la zona inferior hasta la superficie del tanque, cuyas dimensiones son:

Longitud superior del floculador: 2,52 m  
Ancho superior del floculador: 2,38 m  
Longitud inferior del floculador: 0,45 m  
Ancho inferior del floculador: 0,45 m  
Altura del floculador: 1,7 m  
Volumen total del floculador: 4,13 m<sup>3</sup>

Esta unidad no realiza descarga continua de los lodos generados durante el proceso de floculación, razón por la cual se acumulan ocasionando descomposición y problemas de olor (Imagen 10). Además, el tanque presenta fisuras en su perímetro exterior. La salida de agua del floculador ocurre mediante un tubo de 6", al cual también ingresa material orgánico generado por falta de mantenimiento.

**Imagen 10.** Tubo de paso saturado de material orgánico



**Fuente:** Autora

- ***Unidad de Sedimentación***

El tubo proveniente del floculador descarga el agua a una cámara que la dirige a través de una pantalla de aquietamiento hacia el sedimentador de alta tasa (Imagen 11), en el cual están dispuestas 16 placas paralelas onduladas en PVC. Los apoyos de acero inoxidable de las placas se encuentran en regular estado.

**Imagen 11. Sedimentador de Alta Tasa**



**Fuente:** Autora

El sedimentador está conformado por una estructura en concreto reforzado que cuenta con una pantalla en concreto y mampostería frisada para generar una zona de aquietamiento precedente a la sedimentación acelerada. Las dimensiones de esta unidad son:

Ancho de zona de aquietamiento: 0,53 m  
Longitud de la zona de aquietamiento: 2,38 m  
Altura de pantalla: 0,4 m desde el piso  
Ancho de pantalla: 0,12 m

Ancho del sedimentador: 1,51 m  
Longitud del sedimentador: 2,38 m  
Altura total del sedimentador: 1,83 m  
Altura de sedimentador hasta vertedero de paso: 1,66 m

Número de placas onduladas: 16  
Longitud de placa: 1,65 m  
Espesor de placa: 3 mm  
Separación entre placas: 0,12 m  
Ángulo de inclinación de placas: 60°

Después de pasar por la sedimentación, el agua se dirige a una cámara de recibo a través de un vertedero de pendiente leve. Allí se encuentran 2 flotadores eléctricos

para el control automático/manual del encendido de la bomba 1, que succiona agua del pozo hacia la torre de aireación, y la bomba 2, que direcciona el agua hacia el filtro para luego ascender a los tanques elevados; la cámara está cubierta por tapas elaboradas en lámina de alfajor; el agua pasa desde allí hasta la unidad de retrolavado a través de una tubería de 2". La cámara tiene las siguientes dimensiones:

Longitud de la cámara de recibo: 2,38 m

Ancho de la cámara de recibo: 0,51 m

Altura de la cámara de recibo: 1,83 m

- **Unidad de Retrolavado**

La cámara de recibo conecta con la unidad de retrolavado (en la cual también están ubicados flotadores eléctricos), que suministra agua para hacer el lavado del filtro o para realizar el filtrado del agua y dirigirla directamente a los tanques de reserva, según sea necesario. La unidad de retrolavado (Imagen 12) está ubicada debajo de la torre de aireación y el canal de paso, separada de ellos por una plataforma de concreto.

**Imagen 12.** Cámara de Recibo y Tanque de Retrolavado



**Fuente:** Autora

Las dimensiones de esta unidad son las siguientes:

Longitud tanque retrolavado: 2,3 m

Ancho tanque retrolavado: 2,38 m

Altura tanque retrolavado: 1,83 m

- **Unidad de Filtración**

El agua dispuesta en la cámara de recibo se bombea a la parte inferior del filtro anaerobio de flujo ascendente con lecho de arena (Imagen 13) construido en fibra de vidrio.

**Imagen 13.** Filtro anaerobio de flujo ascendente



**Fuente:** Autora

Se cuenta con una bomba de succión autocebante de mismas características que la bomba de captación de pozo subterráneo. El filtro utilizado para la depuración es de marca Panda Products y presenta las siguientes especificaciones:

Diámetro de filtro: 40"

Medio filtrante: Arena

Profundidad de medio filtrante: 0,5 m

Flujo máximo del filtro: 94,8 m<sup>3</sup>/d

Carga de arena: 700 kg

Área de filtrado: 0,79 m<sup>2</sup>

Tasa de filtración promedio: 120-150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-día

Diámetro de válvula de control: 2"

Diámetro de tubo de paso a tanque de reserva: 2"



El efluente residual del retrolavado del filtro tiene salida a una cámara de 48 cm x 30 cm y 40 de profundidad, la cual descarga a la zona exterior de la PTAP. Esta cámara se encuentra ubicada en el suelo del cuarto de operación y carece de señalización o cercamiento, generando riesgo de accidentes para el operario.

- ***Unidad de Desinfección***

Se dispone de un sistema para desinfección con cloro granulado al 70%, que se aplica en solución preparada en el tanque de mezcla desinfectante de 250 L, directamente al tubo que conduce el agua filtrada hacia los tanques de reserva, los cuales actúan simultáneamente como tanques de mezcla de desinfectante.

Para la dosificación se utiliza una bomba Seko 603 (Imagen 14) de las mismas características que la bomba dosificadora de coagulante. La dosis de aplicación es regulada a criterio del operario según las características de olor y sabor del agua efluente de la planta.

**Imagen 14.** Bomba dosificadora de cloro



**Fuente:** Autora

- **Unidad de Reserva**

Cuando el agua ha pasado por las demás unidades, es conducida hacia los tanques de reserva (Imagen 15), ubicados en una plataforma elevada, y suministran el agua tratada a las diferentes áreas de la zona administrativa de la empresa. Los tanques están elaborados en fibrocemento, elevados a 8 m de altura, ubicados en una plataforma de superficie 3 m x 6 m, con capacidad de 5000 L cada uno. Desde allí el agua es distribuida hacia los diferentes puntos de consumo de agua en el área administrativa de la empresa.

**Imagen 15.** Tanques de Reserva de agua tratada



**Fuente:** Autora

- **Unidad de Operación**

Los procesos de preparación y dosificación de coagulante y desinfectante, el filtrado y la operación automática y manual de la planta se llevan a cabo en el cuarto de máquinas (Imagen 16) donde se encuentran ubicadas las bombas de succión, las bombas dosificadoras, el tablero electrónico y el filtro. Desde allí se controla el funcionamiento general de la PTAP.

**Imagen 16.** Unidad de Operación de la PTAP



**Fuente:** Autora

En el cuarto de operación se encuentran ubicados el filtro, la cámara de salida de retrolavado, el tablero electrónico que controla automática o manualmente las bombas de succión y bombas dosificadoras, y los registros de aplicación de cloro y EXRO y de Seguimiento Diario de Cloro y pH.

Los formatos de registro no presentan de manera adecuada la información relevante, las unidades de operación carecen de señalización en tubería y equipos; existen cables eléctricos sueltos y almacenamiento de herramientas.

El pH y el cloro se miden con un kit práctico, no existe laboratorio para control de la calidad del agua ni equipos adecuados para las mediciones de los parámetros fisicoquímicos.

### **3.1.1.3 Inspección del Mantenimiento**

Se llevó a cabo la inspección identificando métodos, herramientas y productos de limpieza, para establecer posteriormente los procedimientos adecuados. El mantenimiento se realiza cada 2 meses y está a cargo del operario de la planta y un ayudante. Inicialmente se realiza la limpieza de la Unidad de Aireación, mientras se desocupan las demás unidades para su posterior lavado. Las actividades realizadas se presentan en la tabla 7.

**Tabla 7.** Inspección del Mantenimiento PTAP

<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Captación y sistema de ingreso	Por gestor externo, cada 2 años.
Aireación	Lavado de bandejas con manguera de agua a presión. Se lavan los Pall Rings, removiendo película de contacto.
Coagulación	Lavado de canal con cloro y manguera de agua a presión, removiendo lecho orgánico formado por exposición a la humedad.
Floculación	Remoción de material algal del tanque con escoba, lavado con cloro y manguera a presión.
Sedimentación	Lavado del tanque y los módulos con cloro y manguera de agua a presión.
Retrolavado	Lavado del tanque con cloro y manguera de agua a presión.
Filtración	Retrolavado diario automático.
Desinfección	Sin mantenimiento.
Reserva	Lavado de tanque con cepillo o escoba.
Operación	Sin mantenimiento.

**Fuente:** Autora

#### **3.1.1.4 Verificación de Parámetros Hidráulicos**

Para generar un diagnóstico global del estado actual de la PTAP se realizó la revisión de su comportamiento hidráulico con base en el caudal de diseño, evaluando cada una de las unidades según el fundamento teórico. Con esta información es posible determinar si la planta puede funcionar correctamente para cumplir con los parámetros mínimos de calidad de agua tratada.

Según lo dispuesto en la norma RAS 2000 [4], se deben calcular las demandas de consumo promedio bajo las cuales la planta está funcionando como base para los demás parámetros. A continuación se presentan los cálculos hidráulicos:

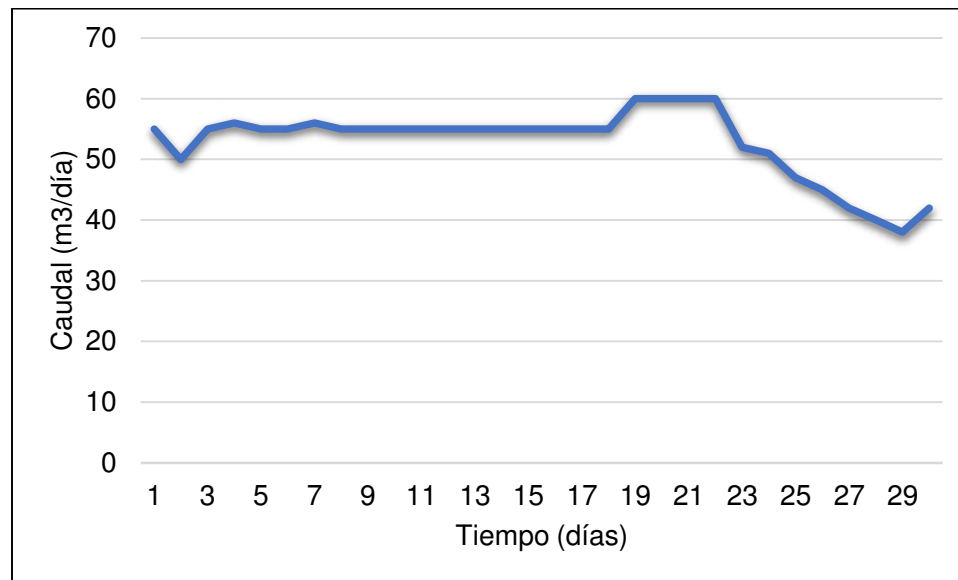
- ***Sistema de ingreso***

- *Chequeo de Caudal (Q)*

- Demanda real de agua en zona administrativa

Se realizó mediante monitoreo mensual del consumo de los trabajadores del área durante la jornada laboral, registrando la lectura del macromedidor ubicado en la entrada de la PTAP. Los datos obtenidos del monitoreo se reflejan en la Gráfica 1.

**Gráfica 2.** Curva de variación diaria en mes de muestreo



**Fuente:** Autora

El valor más alto de caudal medio diario se presentó repetitivamente desde el día 19 de junio hasta el día 22 de junio de 2018, con un registro de 60 m<sup>3</sup>/día y el valor más bajo se presentó el día 29 de junio con un caudal de 38 m<sup>3</sup>/s. Según el monitoreo, la demanda de agua promedio por parte de los trabajadores de la zona es de 52,8 m<sup>3</sup>/día.

Debido a que la planta de tratamiento no posee registro de caudal de diseño, se considera como capacidad instalada el caudal máximo de funcionamiento del filtro, que corresponde a 94,8 m<sup>3</sup>/d. De acuerdo a lo anterior, la planta se encuentra en capacidad de abastecer la demanda diaria de agua de los trabajadores de la zona administrativa de la empresa.

### Chequeo de Bombas

Para la estimación de los caudales de las bombas se realizaron aforos: El caudal de la bomba 1, de succión de pozo subterráneo e impulsión a torre, se aforó en el vertedero (considerando pérdida de caudal en la torre de aireación por salpicadura) y para la bomba 2, de succión de retrolavado e impulsión a filtro, se aforó la cámara de retrolavado.

Caudal Bomba 1: 4,8 L/s=414,72 m<sup>3</sup>/d; esta bomba trabaja 2,72 horas para satisfacer la demanda de agua diaria.

Caudal Bomba 2: 11,52 L/s=955,328 m<sup>3</sup>/d; esta bomba trabaja 1,13 horas para satisfacer la demanda de agua diaria.

- **Unidad de Aireación**

Para la evaluación de los aireadores de bandeja se tiene como referencia los parámetros del RAS, que se presentan a continuación:

**Tabla 8.** Parámetros de referencia de diseño de aireadores de bandejas múltiples

PARÁMETRO	VALOR
<i>RAS 2000</i>	
Carga hidráulica	Menor a 100 m/d
Número de bandejas	3 – 5
Distancia entre bandejas	0,3 – 0,75 m
Espesor de lecho de contacto	0,15 – 0,3 m
<i>RAS 2017</i>	
Altura total	1,2 – 3 m
Altura de bandeja	0,2 – 0,25 m
Diámetro medio de orificios	0,5 – 0,6 cm
Separación media entre orificios	0,25 m
Material de lecho de contacto	Carbón activado o coque, ladrillo triturado, cerámica, resinas de intercambio iónico
Tamaño de material de contacto	5 – 15 cm

Fuente: RAS 2000-2017 [4]

La altura de bandejas, diámetro y separación entre orificios, la altura total, y el espesor del lecho de contacto no cumplen con el rango estipulado por la norma, sobrepasándose pocos centímetros. El tamaño del material de contacto, número de bandejas y la distancia entre bandejas cumplen con la norma.

Chequeo de Carga Hidráulica (CH)

$$CH = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

$$CH = \frac{52,8 \frac{m^3}{d}}{1 m * 1 m} = 52,8 \frac{m^3}{m^2 * día}$$

Donde Q: caudal (m<sup>3</sup>/d)

A: área (m<sup>2</sup>)

La unidad de aireación presenta una carga hidráulica de 52,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-día, que resulta acorde con la norma (RAS 2000).

Chequeo de Área de Bandeja (Ab)

Se obtiene a partir del caudal máximo diario (QMD) y la carga hidráulica.

$$Ab = \frac{QMD}{CH} \quad (2)$$

$$Ab = \frac{60 m^3/s}{52,8 \frac{m^3}{m^2 * día}} = 1,14 m^2$$

El área de cada bandeja es 1 m<sup>2</sup>, lo cual no cumple exactamente con el área requerida según el caudal máximo diario y la carga hidráulica, pero se encuentra en

el rango permisible por la norma (0,5-2 m<sup>2</sup> por cada 1000 m<sup>3</sup> de capacidad según RAS 2000).

- **Unidad de Coagulación**

El caudal aforado el día de la inspección es 47 m<sup>3</sup>/d, el cual resulta acorde con la capacidad de operación de la planta.

Chequeo del Resalto Hidráulico

Para realizar eficientemente la coagulación, el punto de aplicación de coagulante debe ubicarse en el resalto hidráulico, cuya distancia del vertedero (x) se calcula como se muestra a continuación:

$$x = 1,45 ha \left( \frac{y}{ha} \right) \quad (3)$$

Donde y: Altura del vertedero (m)

ha: Lámina de agua antes del vertedero (m)

$$x = 1,45 * 0,12 m \left( \frac{0,3}{0,12} \right) = 0,44 m$$

Como se mencionó anteriormente, el punto de aplicación de coagulante se encuentra en la cresta del vertedero, y según el cálculo realizado, debería estar a 0,44 m que es donde se presenta el resalto hidráulico.

- **Altura conjugada (h):**

$$h = \frac{hc\sqrt{2}}{1,06 + \sqrt{\left(\frac{y}{h} + \frac{3}{2}\right)}} \quad (4)$$

siendo hc la altura de la lámina de agua sobre la cresta del vertedero, donde:



$$h = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (5)$$

Considerando q como el gasto unitario dado por el vertedero: caudal (Q)/largo de la cresta (L) y g la aceleración de la gravedad;

$$q = \frac{Q}{L} \quad (6)$$

$$q = \frac{0,0048 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2 \text{ m}} = 0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{s} * \text{m}}$$

Entonces:

$$h1 = \sqrt[3]{\frac{\left(0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{s} * \text{m}}\right)^2}{9,81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}} = 0,039 \text{ m}$$

- Número de Froude (Nf):

$$v = q/h \quad (7)$$

donde v1: velocidad en punto de aplicación de coagulante

h1: altura de lámina de agua en punto de aplicación de coagulante

$$v1 = \frac{0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{s} * \text{m}}}{0,039 \text{ m}} = 0,62 \text{ m/s}$$

Se halla Nf:

$$Nf = \frac{v}{\sqrt{gh_i}} \quad (8)$$

$$Nf = \frac{0,62 \text{ m/s}}{\sqrt{9,81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} * 0,039 \text{ m}}} = 1$$

- Altura conjugada  $h_2$ :

$$h_2 = \frac{h_1}{2} (\sqrt{1 + 8Nf^2} - 1) \quad (9)$$

$$h_2 = \frac{0,039 \text{ m}}{2} (\sqrt{1 + 8 * 1^2} - 1) = 0,039 \text{ m}$$

- Velocidad  $v_2$ :

$$v_2 = \frac{0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{s} * \text{m}}}{0,039 \text{ m}} = 0,62 \text{ m/s}$$

- La pérdida de carga ( $E_1 - E_2$ ) que corresponde a la diferencia de energías específicas es:

$$E_1 - E_2 = \left[ h_1 + \frac{v_1^2}{2g} \right] - \left[ h_2 + \frac{v_2^2}{2g} \right] \quad (9)$$

$$E_1 - E_2 = \left[ 0,045 \text{ m} + \frac{(0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} \right] - \left[ 0,045 \text{ m} + \frac{(0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} \right] = -1,66x10^{-16} \text{ m}$$

- La longitud del resalto es:

$$x_r = 6(h_2 - h_1) \quad (10)$$

$$x_r = 6(0,045 \text{ m} - 0,045 \text{ m}) = -1,66x10^{-16} \text{ m}$$

Chequeo de Tiempo de mezcla (t)

$$t = \frac{x_r}{v_m} \quad (11)$$

Siendo

$$v_m = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (12)$$

entonces:

$$v_m = \frac{0,67 \frac{m}{s} + 0,67 \frac{m}{s}}{2} = 0,62 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{0,18 \text{ m}}{0,59 \text{ m/s}} = -2,7 \times 10^{-16}$$

El tiempo de mezcla cumple con la norma, que establece un tiempo no mayor a 1 s.

Chequeo de Gradiente

$$G = \sqrt{\frac{r \cdot h_p}{\mu \cdot t}} \quad (13)$$

Donde  $\mu$ : viscosidad del líquido  
r: peso específico del líquido  
hp: pérdida de carga total (m)  
t: tiempo de mezcla (s)

$$G = \sqrt{\frac{9779,4 \text{ N/m}^3}{8,9324 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2} * \frac{-1,66 \times 10^{-16} \text{ m}}{-2,5 \times 10^{-16} \text{ s}}} = 822,22 \text{ s}^{-1}$$

El gradiente medio de velocidad no cumple la norma ya que debería estar entre  $1000 \text{ s}^{-1}$  y  $2000 \text{ s}^{-1}$ .

- **Unidad de Flocculación**

Chequeo de la velocidad

$$Vel = \frac{Q}{A} \quad (13)$$

$$v_o = \frac{0,0048 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2 \text{ m}^2} = 0,024 \text{ m/s}$$

$$v_f = \frac{0,0048 \text{ m}^3/\text{s}}{6 \text{ m}^2} = 0,0008 \text{ m/s}$$

La velocidad promedio (0,0123 m/s) se encuentra debajo del rango recomendado en el RAS 2000 (0,2 m/s a 0,6 m/s) lo cual puede causar decantación del flóculo. Esto explicaría la presencia de gran cantidad de material orgánico acumulado en el floculador.

Chequeo del tiempo de retención

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad (13)$$

$$TRH = \frac{4,14 \text{ m}^3}{0,0048 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 862,06 \text{ s} = 14,37 \text{ min}$$

El tiempo de retención se encuentra fuera del rango establecido en la Norma RAS 2000 (20 a 30 min).

Para la Pérdida de carga:

Según Arboleda (2000) [5], se puede asumir  $K=3,5$  y coeficiente  $n=0,013$  siendo la superficie de cemento, entonces:

$$h_f = \frac{k * v^2}{2g} + L * \left( \frac{v * n}{Rh^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad (14)$$

Donde Rh: radio hidráulico

b: base

y: altura

z: proporcionalidad vertical

$$Rh = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{(b + zy)y}{b + zy\sqrt{(1 + z^2)}} \quad (15)$$

$$Rh = \frac{(0,45 + 0,6 * 1,7) * 1,7}{0,45 + 0,6 * 1,7 * \sqrt{(1 + 0,6^2)}} = 1,52$$

Entonces:

$$h_f = \frac{3,5 * (0,024 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}})} + 1,7 * \left( \frac{0,024 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,013}{(1,52)^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 0,000027 \text{ m}$$

### Chequeo de Gradiente de Velocidad

Según la ecuación (13):

$$G = \sqrt{\frac{9779,4 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 0,000027 \text{ m}}{862,06 \text{ s} * 8,9324 \times 10^{-3} \text{ N} * \text{s/m}^2}} = 0,185 \text{ s}^{-1}$$

El gradiente se encuentra fuera del rango establecido por el RAS 2000 ( $10 \text{ s}^{-1}$  a  $100 \text{ s}^{-1}$ ).

- **Unidad de Sedimentación**

Chequeo de Carga

Se utiliza para este cálculo el caudal máximo de capacidad de la planta:  $94,8 \text{ m}^3/\text{d}$ .

$$A_t = L * A \quad (16)$$

$$1,51 \text{ m} * 2,38 \text{ m} = 3,59 \text{ m}^2$$

$$V_o = \frac{Q}{A_t * \sin\theta - (n * e * L)} \quad (17)$$

Donde n: número de placas  
e: espesor de placa

$$V_o = \frac{94,8 \text{ m}^3/\text{d}}{3,59 \text{ m}^2 * \sin(60^\circ) - (16 * 0,003 \text{ m} * 1,65 \text{ m})} = 31,25 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}/\text{d}$$

Chequeo de Placas

$$n = \frac{1,21 * \sin(60^\circ)}{1,65 * (0,12 + 0,003)} = 15,34 \quad \text{Despejando (17)}$$

Actualmente existen 16 placas instaladas en la unidad de sedimentación, considerando que para el caudal de diseño es acorde con lo requerido.

### Chequeo de Tiempo de Retención

El tiempo de detención es:

$$td = \frac{V_{placas}}{Q} \quad (18)$$

Donde

$$V_{placas} = L * A_T \quad (19)$$

$$A_T = \frac{\text{Área total proyectada}}{\cos\alpha} \quad (20)$$

siendo L la longitud de placa y  $A_T$  el área total ocupada por las placas, entonces:

$$A_T = \frac{2,38 \text{ m} * 1,51 \text{ m}}{\cos 60^\circ} = 7,19 \text{ m}^2$$

$$V_{placas} = 1,65 \text{ m} * 7,71 \text{ m}^2 = 11,86 \text{ m}^3$$

El tiempo de detención máximo se establece según la capacidad de caudal máximo de la planta.

$$td \text{ máx} = \frac{11,86 \text{ m}^3}{0,065 \text{ m}^3/\text{min}} = 180,15 \text{ min}$$

El tiempo de detención real del sedimentador se estima con el caudal proporcionado por la bomba 1 al sistema (4,8 L/s).

$$td = \frac{11,86 \text{ m}^3}{0,288 \text{ m}^3/\text{min}} = 41,18 \text{ min}$$

El tiempo de sedimentación es:

$$ts = Hs/vs \quad (21)$$

Siendo la altura de sedimentación:

$$Hs = \frac{L}{\cos\theta} \quad (22)$$

y velocidad de sedimentación crítica:

$$v_{sc} = \frac{S * V_o}{\sin\theta + L\cos\theta} \quad (23)$$

entonces:

$$Hs = \frac{1,65 \text{ m}}{\cos(60^\circ)} = 3,3 \text{ m}$$

$$v_{sc} = \frac{\left(\frac{4}{3}\right) * 33,32}{\text{sen}(60^\circ) + 1,65 * \cos(60^\circ)} = 26,38 \text{ m/d}$$

El parámetro S caracteriza la eficiencia del sedimentador, para el caso de las placas onduladas paralelas es 1.

$$ts = \frac{3,3 \text{ m}}{26,38 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,13 \text{ s}$$

El tiempo de detención debe ser mayor que el tiempo de sedimentación, por lo cual los parámetros del sedimentador cumplen.

- **Unidad de Filtración**

Chequeo de Tasa de filtración

$$q_f = \frac{Q}{A_f} \quad (24)$$



**Tabla 9.** Carga hidráulica de filtrado

PRODUCCIÓN	TECNOLOGÍA	DISEÑO
$q_f = \frac{52,8 \text{ m}^3/d}{0,79 \text{ m}^2} = 66,17 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}/d$	$q_f = \frac{995,33 \text{ m}^3/d}{0,79 \text{ m}^2} = 1247,32 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}/d$	$q_f = \frac{94,8 \text{ m}^3/d}{0,79 \text{ m}^2} = 118,8 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}/d$

Fuente: Autora

La carga máxima del filtro según especificaciones es 120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d. El caudal máximo soportado por el filtro (diseño) y el caudal promedio tratado por consumo de personal (producción) cumplen con la capacidad de carga, mientras que el caudal aportado por la bomba (tecnología) sobrepasa la capacidad de carga.

### 3.1.1.5 Cálculo del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA)

Se determinó el IRCA según la Resolución 2115 de 2007 [6], identificando los parámetros críticos. Se asignó un puntaje de riesgo para cada característica física, química y microbiológica, establecidos en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Puntaje de Riesgo para Características de Calidad del Agua

CARACTERÍSTICA	PUNTAJE DE RIESGO
Color Aparente	6
Turbiedad	15
pH	1.5
Cloro Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1,5
Cloruros	1
Nitritos	1
Nitratos	3

Aluminio (Al <sup>+3</sup> )	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

**Fuente:** Resolución 2115 2007

El cálculo del IRCA por muestra se realizó con los resultados reportados en el último informe de calidad de agua PTAP en noviembre de 2017 (Ver Anexo C); los parámetros que incumplen la norma son Color Aparente, Cloro Residual Libre, Turbiedad, Aluminio (Al<sup>+3</sup>), Hierro Total y Manganeso.

$$IRCA(\%) = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} * 100 \quad (25)$$

$$IRCA(\%) = \frac{42,5}{97} * 100 = 43,8\%$$

El IRCA para la PTAP es de 43,8%, que corresponde a un alto riesgo. Esto refleja la necesidad de mejoramiento a 2017 de algunos procesos, para obtener un efluente que no represente ningún riesgo a la salud de los usuarios.

### 3.1.1.6 Monitoreo de la Calidad del Agua

Finalmente, se llevó a cabo un muestreo para la caracterización fisicoquímica del efluente de la planta, determinando la calidad del agua según el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Resolución 2115 de 2007. Se realizó la toma de muestras en el afluente y efluente de la PTAP de acuerdo a los estándares del IDEAM, preservada y transportada al laboratorio siguiendo la cadena de custodia; para los análisis de laboratorio se siguió la metodología del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Los datos de campo se registran en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Datos de campo

<b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>	
Sitio de muestreo	PTAP Palmas del Cesar
Fecha de muestreo	Julio 18 de 2018
Fecha de recepción	Julio 19 de 2018
Tipo de muestra	Agua cruda y tratada
Procedencia	Pozo subterráneo y salida de PTAP
Nombre de muestra	Afluente PTAP, Efluente PTAP
Tipo de muestreo	Puntual

Fuente: Autora

**Tabla 12.** Resultados de pruebas fisicoquímicas

<b>INFORME DE RESULTADOS</b>				
<b>Nombre de Muestra</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultado</b>
Afluente PTAP	pH	Multiparámetro Hach	Unidades de pH	6,95
Afluente PTAP	Turbiedad	2130 B	NTU	11,1
Afluente PTAP	Cloro residual	Colorimétrico	mg/L Cl <sub>2</sub>	0
Afluente PTAP	Alcalinidad	Titrición – 2320 B	mg/L CaCO <sub>3</sub>	89
Afluente PTAP	Dureza	Titrición – 2324 C	mg/L CaCO <sub>3</sub>	52
Afluente PTAP	Color	Colorimétrico	m <sup>-1</sup>	44
Efluente PTAP	pH	Multiparámetro Hach	Unidades de pH	7,17
Efluente PTAP	Turbiedad	2130 B	NTU	0,52
Efluente PTAP	Cloro residual	Colorimétrico	mg/L Cl <sub>2</sub>	0,1
Efluente PTAP	Alcalinidad	Titrición – 2320 B	mg/L CaCO <sub>3</sub>	84,5
Efluente PTAP	Dureza	Titrición – 2324 C	mg/L CaCO <sub>3</sub>	95,5
Efluente PTAP	Color	Colorimétrico	m <sup>-1</sup>	1

Fuente: Autora

En la tabla 12 se evidencia que el agua cruda proveniente de pozo subterráneo posee características fisicoquímicas cercanas a los rangos permisibles, justificando el tratamiento convencional. Los parámetros de pH, turbiedad, alcalinidad, dureza y color en el efluente cumplen con el máximo permisible establecido por la norma vigente para consumo humano.

El cloro residual libre no está dentro del rango; causa de esto es la dosificación inadecuada del cloro ya que la dosis de desinfectante se adiciona por tanteo, y se propicia la evaporación del cloro por las elevadas temperaturas de la zona ( $T_{prom}=30^{\circ}$  C según IDEAM).

El aumento de la dureza durante el tratamiento puede ocurrir por la interferencia de lluvia ácida en el proceso de potabilización o el depósito de material particulado y contacto con gases provenientes de emisiones vehiculares, pues la PTAP se encuentra al aire libre y muy cerca a la vía de tránsito de transporte pesado.

Se evidencia el mejoramiento de procesos en la PTAP que en 2017 presentaba no cumplimiento de 6 parámetros. Actualmente cumple con los requisitos de control diario (pH, turbiedad, color aparente), exceptuando el rango de cloro residual libre. Es necesario evaluar en el siguiente monitoreo la concentración de metales, para verificar el mejoramiento de la calidad del agua respecto a estos parámetros críticos.

### **3.1.2 Propuesta de mejoramiento PTAP**

#### Objetivo general

Plantear alternativas y recomendaciones designadas al mejoramiento de la PTAP, estableciendo un marco de referencia para el aseguramiento de la calidad del agua suministrada y la disminución del riesgo a la salud de los trabajadores de la empresa.

#### Objetivos específicos

- Identificar los aspectos susceptibles de mejora en la operación y mantenimiento de la PTAP.
- Proponer alternativas para mejoramiento de las condiciones operativas en la planta de tratamiento de agua potable.
- Establecer las estrategias para la planificación y el seguimiento de las medidas de acción en el mejoramiento la planta.

### Identificación de Áreas de Mejora:

La propuesta está fundamentada en los resultados obtenidos de la evaluación de la planta de tratamiento de agua potable, a través de la cual se identificaron las áreas de mejora como los componentes que determinan su funcionamiento:

**Tabla 13.** Áreas de Mejora para Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP

<b>COMPONENTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Documentación	Revisión de información técnica, planos, legislación, informes de monitoreo, matriz de factores ponderados.
Reconocimiento	Identificación de estructuras y procesos, organización y descripción de procesos por unidades de funcionamiento.
Funcionamiento	Identificación de métodos, procedimientos, herramientas y productos de operación y funcionamiento.
Comportamiento Hidráulico	Verificación de parámetros hidráulicos y comparación con la norma RAS 2000.
Estimación de Riesgo	Cálculo del Índice de Riesgo para la Calidad del Agua.
Monitoreo de Calidad de Agua	Toma de muestra, ensayos de laboratorio para caracterización fisicoquímica de afluente y efluente.

**Fuente:** Autora

### Planteamiento de la Propuesta

Las irregularidades en el funcionamiento integral de la PTAP son generadas desde los diferentes componentes. La evaluación del sistema permitió identificar los aspectos por mejorar en cada uno de ellos y plantear medidas de acción con objetivos específicos para cada área de mejora.

**Tabla 14.** Propuesta de mejoramiento PTAP-Palmas del Cesar S.A.

ÁREA DE MEJORA	ASPECTOS POR MEJORAR	CAUSAS	OBJETIVO	ACCIONES DE MEJORA	BENEFICIOS ESPERADOS
Documentación	Indisponibilidad de manuales de equipos existentes.	No se identificaba la necesidad pues el operario posee la experticia para la realización de labores actuales.	Actualizar la documentación de la PTAP.	Elaborar de planos detallados de la planta en AutoCad, basados en la información recopilada en las inspecciones.	Fortalecimiento de documentación y disponibilidad de información técnica para caso de consulta o toma de decisiones.
	Inexistencia de manual de operación y mantenimiento detallados.	No se identificaba la necesidad pues el operario posee la experticia para la realización de labores actuales.		Obtener los documentos correspondientes a la información técnica y relevante de la PTAP para consulta en medio digital.	
	La documentación existente está desorganizada y desactualizada.	Los archivos digitales de planos detallados están dañados.		Obtener la información referente a los manuales de equipos de bombas de succión/impulsión, bombas dosificadoras, filtro anaerobio de flujo ascendente, entre otros.	
		La plataforma de diseño de planos existentes no reporta mediciones. Hay información de la PTAP dispersa en las diferentes áreas que la manejan.		Integrar toda la documentación existente desde las diferentes áreas que manejan la planta.	
Reconocimiento	Inexistencia de especificación de procesos de manera ordenada.	En el informe de optimización anterior se presentan los cambios de manera general sin especificar unidades de proceso.	Identificar las unidades de proceso de la PTAP.	Dividir por unidades los procesos de la planta, incluyendo de manera detallada características físicas, hidráulicas y de mantenimiento.	Mayor comprensión del funcionamiento y operación de la PTAP.
Funcionamiento	Se evidencia desuso de EPP por parte de operarios.	Inexistencia de claridad acerca de cuáles son los EPP necesarios.	Presentar los procedimientos adecuados para la operación y el mantenimiento de la PTAP.	Elaborar un Manual de Operación y Mantenimiento para la PTAP.	Aumento de la eficiencia en el seguimiento y control de los procesos de la PTAP.
	Lavado inadecuado de Pall Rings.	Inexistencia de claridad acerca de cuál debe ser el proceso de lavado.		Especificar los EPP necesarios para operación de la PTAP en el manual.	
	El tubo de paso floculador-sedimentador no	Desconocimiento del operario acerca de la necesidad de limpieza del tubo.		Especificar el procedimiento para limpieza de Pall Rings y tubo de paso en el manual.	

	presenta mantenimiento.				
	El lodo se conduce y dispone directamente al suelo.	Inexistencia de alternativa para disposición final de lodos.		Conducir el lodo generado hacia el STARD aledaño.	
	La plataforma de soporte de Torre de Aireación presenta encharcamiento constante.	Rebose de bandeja superior por exceso de material de contacto.		Llenar la bandeja superior de la Torre hasta el 60% de su volumen con el lecho de contacto.	Aumento de la calidad del agua.
		Pendiente contraria al drenaje.		Corregir los niveles de la plataforma de la torre con relleno de mortero.	
	Sobreacumulación de material orgánico en floculador.	Inadecuada periodicidad en el mantenimiento.		Realizar mantenimiento mensual a la PTAP (incluir frecuencia en el manual).	
	Disminución de disponibilidad de caudal de pozo subterráneo.	Obstrucción de material filtrante natural.		Realizar mantenimiento preventivo al pozo subterráneo cada 2 años (incluir frecuencia en el manual).	Disminución del riesgo de propagación de vectores de enfermedades.
	Fuga en unión de Bomba 1.	Encendido y apagado constante.		Realizar mantenimiento de bomba 1.	
	Formatos de registro desactualizados.	Inexistencia de equipos para determinación de parámetros.		Crear formatos de registro para el seguimiento y control de procesos (anexarlos al manual).	
	Coagulante y desinfectante dosificados por tanteo.	Inexistencia de equipo de determinación de dosis.		Realizar pruebas para dosis óptima de coagulante y punto de quiebre del desinfectante.	Ahorro en costos por eficiencia en uso de insumos.
	Fisuras externas en floculador y cámara de retrolavado.	Exposición directa al calor.		Realizar mantenimiento de estructura física (resanar las paredes de las estructuras).	Reducción del impacto ambiental por disposición de lodo al suelo.
	Descarga inconstante de lodos en floculador y sedimentador genera resuspensión de lodo.	Desconocimiento de operario acerca de la periodicidad de purga de lodos.		Realizar purga de lodos semanalmente (incluir frecuencia en el manual).	Disminución del riesgo de accidentes para los operarios de la PTAP.
	Obstrucción de tubo de paso floculador-sedimentador por ingreso de material	Inadecuada periodicidad en el mantenimiento.			

	orgánico.				
	Ausencia de señalización de flujo hidráulico, equipos, estructuras ni EPP.	Priorización de presupuesto para otros fines.		Señalizar las estructuras, flujo hidráulico, uso de EPP y equipos de la PTAP.	
Comportamiento Hidráulico	Coagulación: Gradiente inadecuado.	No se produce resalto.	Establecer las condiciones más convenientes para el funcionamiento de la PTAP.	Realizar diariamente prueba de jarras para calcular dosis óptima de coagulante.	Ahorro en costos por eficiencia en uso de insumos, disminución del riesgo a la salud por presencia de iones libres de aluminio.
	Floculación: Velocidad, tiempo de retención y gradiente inadecuados.	Dispersión inadecuada del flujo.		Instalar tobera en el tubo de entrada al floculador, permitiendo flujo helicoidal y por tanto mayor contacto entre partículas para generar flóculos.	Aumento de eficiencia en el proceso de floculación.
	Sedimentación: Carga hidráulica inadecuada.	Formación de flóculo reducida por baja turbiedad inicial.		Realizar proceso directo de coagulación a filtración.	Ahorro en tiempo y costos de mantenimiento de unidades, mayor rapidez en tratamiento.
	Filtración: Carga hidráulica superior al rango recomendado.	Caudal de bomba 2 sobrepasa capacidad de área de filtrado.		Instalar regulador de velocidad en Bomba 2 para disminuir la carga hidráulica del filtro.	Aumento de la vida útil del filtro, aumento de eficiencia en proceso de filtración.
Estimación de Riesgo	Alto riesgo IRCA.	Parámetros monitoreados previamente a última optimización.	Producir un agua tratada sin riesgo según el IRCA.	Calcular el IRCA con los resultados del monitoreo siguiente a la implementación de las mejoras.	Generación de valor agregado al agua tratada
Monitoreo de Calidad de Agua	Periodicidad inadecuada en el seguimiento a la calidad del agua	Inexistencia de laboratorio con dotación de equipos.	Realizar seguimiento frecuente a la calidad del agua tratada de la PTAP.	Instalar en la Unidad de Operación un laboratorio para la medición de los parámetros básicos requeridos según normativa vigente.	Aumento de la eficiencia en el seguimiento y control de los procesos de la PTAP.
	Concentración de Cloro residual libre en el efluente PTAP por debajo del rango permisible.	Inexistencia de laboratorio con dotación de equipos.		Capacitar al operario de la PTAP en el manejo de los equipos de medición.	Aumento de eficiencia en operación y control de procesos de la PTAP.

Fuente: Autora



## Implementación de la Propuesta

Teniendo en cuenta las propuestas planteadas para el mejoramiento de la PTAP, se ejecutaron las siguientes medidas de acción:

*Organización de Documentación:* La elaboración del presente documento y los anexos generados (listas de chequeo, formatos de registro y control, planos, manuales, entre otros), posibilitaron la organización de la información existente y la producción de nuevos contenidos que se encontrarán disponibles para consulta en la plataforma digital y medios físicos de la empresa.

Los documentos correspondientes a la información técnica y relevante de la PTAP se encuentran ahora disponibles para consulta en medio digital, pues se recopiló y organizó la documentación, y se consiguió la información restante referente a los manuales de equipos de bombas de succión/impulsión, bombas dosificadoras, filtro anaerobio de flujo ascendente, fichas de seguridad de reactivos, entre otros.

*Manual de Operación y Mantenimiento PTAP:* Con el fin de cumplir con los requisitos establecidos para asegurar el suministro de agua tratada de calidad al personal de la empresa, se creó un Manual de Operación y Mantenimiento (Ver Anexo D). Este incluye la descripción detallada del sistema, las medidas preventivas para la Seguridad y Salud en el Trabajo (STT), funciones detalladas para el operador respecto a la operación y mantenimiento de la planta y los formatos de registro y control.

En el mantenimiento de los sistemas, se especificaron claramente las medidas adecuadas para el lavado de la Torre de Aireación, se enfatizó en la limpieza de la tubería que conduce el agua desde el floculador hasta el sedimentador, se resaltó la importancia de evitar el uso de detergentes y desinfectantes durante el lavado, se modificaron los periodos de mantenimiento y purga de lodos de la planta para asegurar que todas las unidades se encuentren siempre en buen estado de limpieza, entre otros.

El seguimiento y control de las dosificaciones de coagulante y desinfectante es indispensable para realizar un buen seguimiento a la PTAP, por tanto, se actualizaron y se implementaron nuevos procedimientos y sus respectivos formatos de registro (Ver anexos del Manual).

*Especificación de Procesos:* Para lograr una mayor comprensión del funcionamiento y operación de la PTAP, se organizó en el diagnóstico inicial la división por unidades de los procesos de la planta, incluyendo de manera detallada características físicas, hidráulicas y de mantenimiento. Estas medidas quedan disponibles para la elaboración de planos detallados de la planta.

*Corrección de Niveles a Plataforma de Torre de Aireación:* Para evitar el encharcamiento de la plataforma de concreto en la cual se soporta la Torre de Aireación y el Canal de Paso, es necesario corregir la pendiente de la superficie para asegurar el drenaje del agua nuevamente al sistema. Para lo anterior se debe realizar un relleno con mortero, elevando la superficie del extremo contrario a la tubería de desagüe (Ver Anexo E).

*Reparación de Equipos:* Es indispensable realizar una revisión periódica para asegurar el buen funcionamiento de los equipos y máquinas, para lo cual se creó un formato de registro para controlar su calibración y mantenimiento (Ver Anexos del manual). Después de la inspección inicial se identificó y reparó la fuga existente en la Bomba 1.

*Proceso Coagulación-Filtración Directa:* Para analizar la viabilidad del proceso se realizó un estudio de la calidad del agua cruda mediante la Prueba de Jarras reportado en la tabla 15.

**Tabla 15.** Resultados Análisis del Agua Cruda PTAP – Palmas del Cesar S.A.

<b>Concentración de Coagulante:</b>	5%	<b>Mezcla Rápida:</b>	120 rpm x 30 seg
<b>Turbiedad Inicial:</b>	<1 NTU	<b>Mezcla Lenta:</b>	45 rpm x 2 min
<b>pH Inicial:</b>	6,55	<b>Sedimentación:</b>	0 rpm x 10 min
<b>DOSIS (ml/L)</b>	<b>TURBIEDAD (NTU)</b>	<b>pH</b>	
0,4	<1	6,63	
0,5	<1	6,65	
0,6	<1	6,63	
0,7	<1	6,61	
0,8	<1	6,63	
0,9	<1	6,63	

**Fuente:** Autora

La turbiedad del agua cruda se encuentra dentro del rango requerido para agua tratada; cuando se presenta esta característica, el paso por el floculador y el sedimentador no es necesario ya que los procesos de floculación y sedimentación ocurren en el filtro, que se lava diariamente, evitando obstrucción del mismo. Esta medida permite mayor rapidez del proceso general y ahorro de tiempo y costos en el mantenimiento de las unidades de floculación y sedimentación.

#### Suministro Interno de Agua procedente de la PTAP

La proyección de funcionamiento de la PTAP comprende, además de asegurar distribución de agua para uso doméstico, posibilitar su consumo humano. Para lograr esto, es necesario el control mensual de los parámetros turbiedad, color aparente, pH y cloro residual libre mediante equipos especializados (según Resolución 2115 de 2007, Art. 21).

Se analizó el costo de los equipos e instrumentos de medición básica: pHmetro (medición de pH), turbidímetro (medición de turbiedad), colorímetro (medición de color aparente), clorímetro (medición de cloro residual libre), test de jarras (dosificación de coagulante) e insumos químicos necesarios para la calibración y operación de dichos equipos.

A continuación se presenta en la tabla 17 la alternativa más favorable para la instalación de un laboratorio con los equipos de medición básica, teniendo en cuenta calidad de la marca, costo y disponibilidad del equipo con cada proveedor.

**Tabla 16.** Presupuesto para Adquisición de Equipos de Medición

<b>EQUIPOS DE LABORATORIO</b>			
<b>PROVEEDOR</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>PRECIO</b>	<b>CONTACTO</b>
Hanna Instruments	Turbidímetro+Fotómetro HI 93102	\$ 5.816.708	3173719984
Hanna Instruments	Medidor pH/ORP portátil HI 9126	\$ 2.654.878	
Hanna Instruments	Fotómetro portátil p/Color del Agua HI 96727	\$ 1.402.998	
Arquilab	Prueba de Jarras	\$ 4.224.500	3143849962
Arquilab	Set de Vasos Precipitado para Prueba de Jarras (x6)	\$ 171.360,00	
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 14.270.444</b>	

**Fuente:** Autora

Para distribuir botellones de agua de la PTAP al personal de la empresa, se debe contar también con una Unidad de Lavado y Envasado de Botellones y una Unidad de Purificación de Agua Embotellada, con el fin de obtener el registro del INVIMA (según Resolución 12186 de 1991). La posibilidad de implementación de este sistema depende de la viabilidad económica que represente. Actualmente, los costos anuales generados por compra de botellones para suministro de agua potable al personal se presentan en la tabla 18.

**Tabla 17.** Inversión anual por compra de botellones de agua

INVERSIÓN POR COMPRA DE BOTELLONES DE AGUA						
Item	Descripción	Unidad	Valor Unitario	Cantidad Mes	Valor Mensual	Valor Anual
1	Botellón de agua Zafiro 5 galones - zona administrativa	Unidad	\$8.000	349	\$ 2.792.000,00	\$33.504.000
2	Botellón de agua Zafiro 5 galones - labrador y progreso	Unidad	\$11.000	19	\$ 209.000,00	\$2.508.000
3	Distribución Botellones Oficinas	Hora	\$5.099	30	\$ 152.962,50	\$1.835.550
4	Distribución Botellones Planta	Viaje	\$0	0	\$ -	\$0
5	Distribución Botellones Progreso	Viaje	\$93.744	2	\$ 187.488,00	\$2.249.856
6	Distribución Botellones Labrador	Viaje	\$128.016	2	\$ 256.032,00	\$3.072.384
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 3.153.962,50</b>	<b>\$37.847.550</b>

Fuente: Autora

En la tabla a continuación se presenta el presupuesto para la instalación de todo el sistema, que incluye compra de insumos y mantenimiento de equipos durante el primer año de funcionamiento.

**Tabla 18.** Inversión inicial por suministro de agua PTAP

INVERSIÓN INICIAL POR SUMINISTRO DE AGUA PTAP						
Item	Descripción	Unidad	Valor Unitario	Cantidad Mes	Valor Mensual	Valor Anual
1	Turbidímetro+Fotómetro HI 93102	Unidad	\$ 5.816.708	0,083	\$ 484.725	\$5.816.708
2	Medidor pH/ORP portátil HI 9126	Unidad	\$ 2.654.878	0,083	\$ 221.239	\$2.654.878
3	Fotómetro portátil p/Color del Agua HI 96727	Unidad	\$ 1.402.998	0,083	\$ 116.916	\$1.402.998
4	Prueba de Jarras Arquilab	Unidad	\$ 4.224.500	0,083	\$ 352.041	\$4.224.500
5	Set de Vasos Precipitado para Prueba de Jarras (x6) Arquilab	Unidad	\$ 171.360,00	0,083	\$ 14.280	\$171.360
6	Planta Purificadora de Agua para Botellones Filtech	Unidad	\$19.635.000	0,083	\$ 1.636.250	\$19.635.000

7	Planta Empacadora de Botellones Global Packing	Unidad	\$31.535.000	0,083	\$ 2.627.916	\$31.535.000
8	Operación del Sistema	Jornada	\$32.930	30	\$ 987.900	\$11.854.800
9	Distribución Botellones Oficinas	Hora	\$5.099		\$ -	\$0
10	Distribución Botellones Planta	Viaje	\$0		\$ -	\$0
11	Distribución Botellones Progreso	Viaje	\$93.744	2	\$ 187.488	\$2.249.856
12	Distribución Botellones Labrador	Viaje	\$128.016	2	\$ 256.032	\$3.072.384
13	Registro Sanitario INVIMA	Unidad	\$5.200.000	0,083	\$ 433.333	\$5.200.000
14	Botellón Policarbonato 20 litros (x100)	Unidad	\$83.333	1	\$ 83.333	\$999.996
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>					<b>\$ 7.401.456</b>	<b>\$88.817.480</b>
<b>IMPREVISTOS (20%)</b>					<b>\$17.763.496</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>\$106.580.976</b>	

Fuente: Autora

Se consideraron los costos de funcionamiento anual del nuevo sistema de suministro, incluyendo mantenimiento de equipos, operación, insumos y repuestos. Ver Tabla 19.

**Tabla 20.** Inversión a anual sistema de suministro

INVERSIÓN ANUAL SISTEMA DE SUMINISTRO (MANTENIMIENTO)												
ARTICULO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS TO	SEPTIE MBRE	OCTU BRE	NOVIE MBRE	DICIE MBRE
Agua Desionizada - 10 Litros (cada 4 meses)	\$ 53.550				\$ 53.550				\$ 53.550			
Estándares CALCHECK para color del agua HI 96727-11 (cada 4 meses)	\$ 564.900				\$ 564.900				\$ 564.900			
Reactivo Cloro libre polvo x100 test HI 93701-01 (trimestral)	\$ 79.990			\$ 79.990			\$ 79.990			\$ 79.990		
Reactivo Cloro Total HI 93711-01 (trimestral)	\$ 112.990			\$ 112.990			\$ 112.990			\$ 112.990		
Solución de pH 4 HI 7004 (trimestral)	\$ 45.990			\$ 45.990			\$ 45.990			\$ 45.990		
Solución de pH 4 HI 7004 (trimestral)	\$ 45.990			\$ 45.990			\$ 45.990			\$ 45.990		
Solución de pH 4 HI 7004 (trimestral)	\$ 45.990			\$ 45.990			\$ 45.990			\$ 45.990		
Mantenimiento Turbidímetro HI (anual)	\$ 161.840											
Cartucho de Ozono para Planta Purificadora (trimestral)	\$ 114.240			\$ 114.240			\$ 114.240			\$ 114.240		
Microfiltro para Planta Purificadora (trimestral)	\$ 114.240			\$ 114.240			\$ 114.240			\$ 114.240		
Bombillo UV para Planta Purificadora (cada 3 años)	\$ 71.400			\$ 458.150			\$ 458.150			\$ 458.150		
Bombillo Ozono para Planta Purificadora (cada 3 años)	\$ 166.600											
Lecho de filtro para Planta Purificadora (cada 3 años)	\$ 152.717											
Operación del Sistema (mensual)	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900	\$ 987.900
Distribución Botellones Oficinas (mensual)	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963	\$ 152.963
Distribución Botellones Planta (mensual)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Distribución Botellones Progreso (mensual)	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488	\$ 187.488
Distribución Botellones Labrador (mensual)	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032	\$ 256.032
Imprevistos	\$ 662.964	\$ 316.877	\$ 316.877	\$ 520.393	\$ 440.567	\$ 316.877	\$ 520.393	\$ 316.877	\$ 440.567	\$ 520.393	\$ 316.877	\$ 316.877
<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3.977.783</b>	<b>\$ 1.901.259</b>	<b>\$ 1.901.259</b>	<b>\$ 3.122.355</b>	<b>\$ 2.643.399</b>	<b>\$ 1.901.259</b>	<b>\$ 3.122.355</b>	<b>\$ 1.901.259</b>	<b>\$ 2.643.399</b>	<b>\$ 3.122.355</b>	<b>\$ 1.901.259</b>	<b>\$ 1.901.259</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 30.039.200</b>											

Fuente: Autora

Se elaboró la evaluación financiera, que indica la viabilidad de recuperación de la inversión en el tiempo, y una evaluación económica, que representa la sostenibilidad en el tiempo de la propuesta presentada; se proyectó la propuesta a 10 años. Los resultados se enuncian en la tabla 21.

**Tabla 20.** Resultados de la Evaluación Financiera y Económica

<b>EVALUACIÓN</b>	<b>FINANCIERA</b>	<b>ECONÓMICA</b>
<b>VPNtot</b>	-\$ 65.806.865,60	\$ 2.926.560,76
<b>TIR</b>	8%	>8%
<b>B/C</b>	0,43	1,29

**Fuente:** Autora

La evaluación financiera establece la inviabilidad de la propuesta como estrategia de recuperación de la inversión pues, aunque la TIR (tasa interna de retorno) es mayor a la inflación a agosto 2018 (3,1%), el valor precio neto (VPN) total es negativo y la relación beneficio costo (B/C) es menor a 1. Lo anterior indica que la implementación de la propuesta no generaría el retorno de la inversión en una proyección de 10 años. Sin embargo, la evaluación económica demuestra que si es sostenible en el tiempo, pues su VPN total es positivo, la TIR es mayor a la inflación actual y el B/C es mayor que 1.

Para la validación técnica, se realizó la proyección de consumo basándose en información de años anteriores. Utilizando los valores de la tabla 21 se calculó la proyección.

**Tabla 21.** Cálculo para valores actuales de consumo

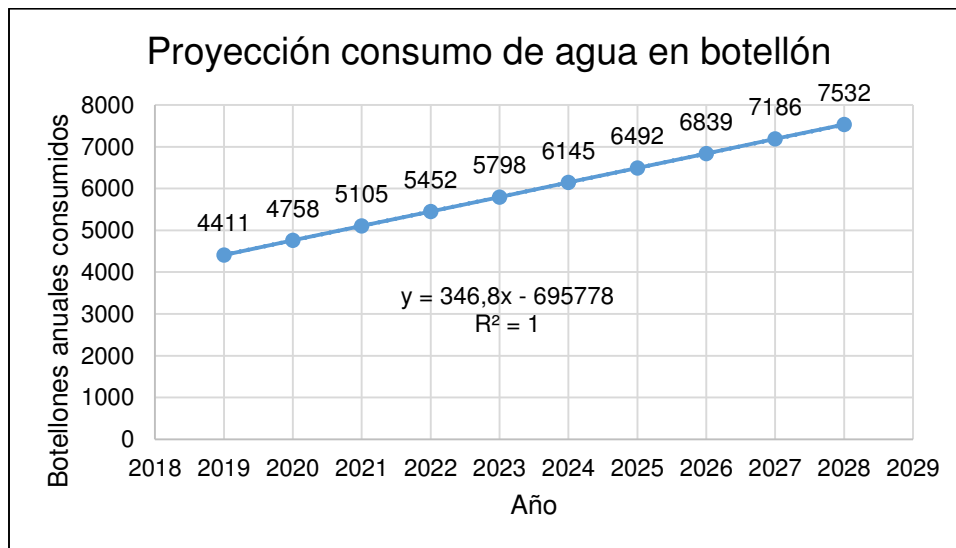
<b>AÑO</b>	<b>PERIODO (X)</b>	<b>DEMANDA (unid)- (Y)</b>	<b>X*Y</b>	<b>X*X</b>
2015	1	3116	3116	1
2016	2	3309	6618	4
2017	3	3565	10695	9
2018	4	4187	16746,66667	16
<b>SUMA</b>	10	14176,66667	37175,66667	30
<b>PROMEDIO</b>	2,5	3544,166667	9293,916667	7,5

**Fuente:** Autora



Mediante el cálculo de los factores  $a = \frac{\sum y - b \sum x}{N}$  y  $b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$ , y teniendo en cuenta la ecuación de la recta  $y = a + bx$ , se proyectó el consumo a 10 años de botellones de agua dentro de la empresa, como se muestra en el gráfico.

**Gráfica 3.** Proyección de consumo de agua en botellón



**Fuente:** Autora

Se proyecta un consumo de 7532 botellones de agua para el año 2028, en promedio 21 botellones de 18 litros, al día; es decir, 378 litros/día. La concesión actual permite el aprovechamiento de 410,4 litros/día. Por tanto, la oferta de agua supliría la demanda.

### 3.2 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA (STARD)

La empresa cuenta con zonas destinadas a la operación y control de trabajos de campo, las cuales poseen instalaciones administrativas de oficinas y de esparcimiento. Cada una de las instalaciones está dotada con su respectivo STARD, localizados en las diferentes zonas, y cuentan con las características descritas en la tabla 22.

**Tabla 22.** Generalidades STARD Palmas del Cesar

NORMA	LOCALIZACIÓN	COORDENADAS		TIPO DE VERTIMIENTO	MATERIAL DEL STARD	CAPACIDAD DEL STARD	CAUDAL ESTIMADO (L/s)
		N°	W°				
Resolución 0715 2014	Área social	1.364.694	1.068.264	Doméstico	Concreto	6000 L	0,024
	Casino	1.364.852	1.068.284	Doméstico	Concreto	6000 L	0,2
	Oficinas	1.364.068	1.068.287	Doméstico	Concreto	12000 L	0,024
	Baños Planta Extractora	1.363.897	1.067.268	Doméstico	Polipropileno con fibra reforzada de vidrio (PFRV)	2400 L	0,05
	Portería Planta	1.362.960	1.067.110	Doméstico	Concreto	1000 L	0,024
	Establo	1.263.960	1.058.284	Doméstico	Concreto	1000 L	0,024
	El Limón (Vivero)	1.362.968	1.067.686	Doméstico	Concreto	3000 L	0,024
Resolución 1568 2017	Jarantivá	7°50'8 4.4"	73°28'37.6"	Doméstico	Polipropileno con fibra reforzada de vidrio (PFRV)	8160 L	0,03
	Venecia	7°54'2 9.5"	73°27'17.8"	Doméstico	Polipropileno con fibra reforzada de vidrio (PFRV)	2400 L	0,04
	El Limón	7°52'5 9.6"	73°27'88.1"	Doméstico	Polipropileno con fibra reforzada de vidrio (PFRV)	2400 L	0,07
	El Progreso	7°49'0 2.2"	73°31'02.9"	Doméstico	Concreto	7432 L	0,16
	Labrador 1	7°48'5 9.9"	73°37'27.5"	Doméstico	Concreto-PFRV	11130 L	0,075
	Labrador 2	7°48'5 1.9"	73°37'22.9"	Doméstico	Concreto	4000 L	0,075

**Fuente:** Palmas del Cesar

### 3.2.1 Evaluación de los Sistemas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (STARD)

Se evaluaron mediante listas de chequeo (incluidas en el Plan presentado posteriormente) los componentes externos (cercamiento, poda, encharcamiento) y estructurales (tapas de tanque y filtro, tubos de paso, cajas de inspección, zanjas de infiltración) de cada unidad de tratamiento, teniendo en cuenta los factores que determinan la eficiencia del sistema (acumulación de grasas, sólidos, turbiedad, altura de lodo); se identificaron los aspectos por mejorar y las medidas de acción respectivas para el mejoramiento de los STARD enunciadas a continuación en la propuesta.

El análisis de los vertimientos se realizó a partir de los resultados del monitoreo realizado en el mes de julio de 2018, evaluando los parámetros de calidad enunciados en la tabla 23.

**Tabla 23.** Parámetros de cumplimiento para vertimientos

PARÁMETRO	REFERENCIA
pH	5 a 9 unidades
Temperatura	<=40 °c
DBO <sub>5</sub>	Remoción >=80%
DQO	Remoción >=80%
Material flotante	Remoción >=80%
Grasas y Aceites (G&A)	Remoción >=80%
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Remoción >=80%

**Fuente:** Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.9.14; para usuarios nuevos del sistema. [8]

La evaluación de la remoción aportada por los sistemas de tratamiento según la norma vigente se presenta en la tabla 24 (en verde parámetros dentro del rango permisible, en rojo parámetros fuera del rango permisible; E: entrada al sistema, S: salida del sistema).

**Tabla 24.** Resultados de la caracterización de vertimientos

LOCALIZACIÓN	pH	Temperatura (°c)	Remoción DBO (%)	Remoción DQO (%)	Remoción SST (%)	Remoción G&A (%)
E Labrador	7,29	29				
S Labrador	7,54	28,2	87,50	78,22	80,00	82,61
E Progreso	7,14	27,8				
S Progreso	7,29	28,5	29,41	12,44	80,00	81,25
E Jarantivá	7,81	30				
S Jarantivá	7,87	29,4	18,18	10,27	11,54	83,33
E Vivero	6,67	29,3				
S Vivero	6,9	28,8	20,00	6,17	80,00	82,35
E Conductores	7,42	28				
S Conductores	7,79	28	-8,70	-10,38	-80,00	-64,29
E Planta	7,86	31				
S Planta	7,52	29,8	-392,86	-155,42	-368,75	-1100,00
E Mulería	7,36	29				
S Mulería	7,5	29,1	33,96	55,66	80,61	42,50
E Venecia	6,96	27,7				

S Venecia	7,2	27,6	30,00	39,08	81,82	82,14
E Vivienda	7,35	28,9				
S Vivienda	7,09	28,1	88,68	58,42	80,56	80,65
E Casino	7,29	28,2				
S Casino	5,22	27,3	-4793,75	-443,98	-450,00	-333,33
E Oficinas	6,94	28,2				
S Oficinas	7,02	27,6	65,00	40,12	80,95	85,71

**Fuente:** Autora

Se evidencia en la tabla el cumplimiento de todos los vertimientos a los parámetros de pH y temperatura.

El Laboratorio presenta remoción de materia orgánica que indica procesos microbiológicos efectivos, pero los valores de DQO son inadecuados, es un tratamiento convencional donde no hay adición químicos al agua para alterar o degradar el material orgánico.

En El Progreso, Jarantivá, El Vivero, Mulería, Venecia y Oficinas, la remoción de materia orgánica es muy baja. Estos STARD son dispuestos al vertimiento doméstico de un solo usuario, que hace uso del sistema una jornada laboral. El poco uso causa estancamiento o carencia del agua, se modifican los tiempos de retención y el sistema se sobredimensiona. Esto reduce la materia orgánica disponible para los microorganismos, disminuyendo el rendimiento de los procesos de digestión.

En Conductores y Planta existen fallas por conexiones erradas con otros sistemas de descarga, pues es una zona industrial donde se manejan grandes cargas de sustancias que alteran los resultados del muestreo. También es motivo del fallo el mantenimiento inadecuado de los sistemas; si se realiza limpieza de la caja de inspección de entrada pero el filtro anaerobio no se lava correctamente, las grasas y los sólidos se acumulan en éste aumentando las concentraciones de los mismos en el efluente. El exceso de biomasa en el filtro se transforma en material sólido inerte.

Para Vivienda la remoción de DBO cumple con la norma, pero la DQO arroja porcentajes de remoción insuficientes. La falta de mantenimiento, conexiones erradas y desuso del sistema son causantes de este fenómeno.

Se identificaron en Casino dos conexiones erradas: un tanque séptico conectado al filtro anaerobio, que no está dimensionado en el diseño original, y canales de aguas lluvias que vierten al sistema; esto sobrecarga la capacidad del filtro y genera un efluente de muy baja calidad. Además, el vertimiento proviene de labores de cocina y lavado que aportan altas cargas de detergentes y desinfectantes, disminuyendo la disponibilidad microbiana e inhibiendo la digestión de materia orgánica. Es necesario resaltar que recientemente la cantidad de usuarios del Casino aumentó, incrementando la generación de residuos de alimentos que descargan al STARD, el cual no se encuentra en capacidad para recibir tan elevadas cargas de materia orgánica.

#### **4.2.2. Propuesta de Mejoramiento STARD**

##### Objetivo general

Plantear alternativas y recomendaciones designadas al mejoramiento de los STARD, estableciendo un marco de referencia para el aseguramiento del cumplimiento de requisitos para vertimiento al suelo y la disminución del riesgo a la salud de los trabajadores de la empresa.

##### Objetivos específicos

- Identificar los aspectos susceptibles de mejora en la operación y mantenimiento de los STARD.
- Proponer alternativas para mejoramiento de las condiciones operativas en los sistemas de tratamiento de agua residual doméstica.
- Establecer las estrategias para la planificación y el seguimiento de las medidas de acción en el mejoramiento de los sistemas.

##### Identificación de Áreas de Mejora:

La propuesta está fundamentada en los resultados obtenidos de la evaluación de los STARD, a través de la cual se identificó cada STARD como un área de mejora, ya que las características específicas de cada sistema determinan su funcionamiento.

## Planteamiento de la Propuesta

Las irregularidades en el funcionamiento integral de los STARD son causadas por diferentes características y factores de la zona donde se encuentran y el vertimiento que reciben. La evaluación de los sistemas permitió identificar los aspectos por mejorar en cada uno de ellos y plantear medidas de acción con objetivos específicos para cada área de mejora.

**Tabla 25.** Propuesta de mejoramiento PTAP-Palmas del Cesar S.A.

AREA DE MEJORA	ASPECTOS POR MEJORAR	CAUSAS	OBJETIVO	ACCIONES DE MEJORA	BENEFICIOS ESPERADOS
Área Social (Gerencia)	Necesidad de cercamiento.	El paso de animales o personas puede generar daños en el sistema o accidentes.	Asegurar el perímetro del STARD, evitando daños y accidentes.	Realizar cercamiento.	Disminución del riesgo de accidentes durante la operación y mantenimiento de los STARD.
	Necesidad de poda.	Puntos de acceso a inspección de los sistemas obstruidos por vegetación	Despejar las zonas de inspección de los STARD.	Efectuar poda.	
	Acumulación de capa de grasa, sólidos y turbiedad en filtro y efluente.	Falta de mantenimiento preventivo y correctivo.	Asegurar el seguimiento y la calidad del efluente.	Realizar succión como mantenimiento correctivo. Creación de Plan de Inspección y Mantenimiento.	
	Encharcamiento en campo de infiltración	Alto nivel freático, temporada lluviosa.	Controlar la humedad del campo de infiltración.	Implementación de fitoremediación con plantas acuáticas sobre campo de infiltración	
Casino	Necesidad de cercamiento.	El paso de animales o personas puede generar daños en el sistema o accidentes.	Asegurar el perímetro del STARD, evitando daños y accidentes.	Realizar cercamiento.	Disminución de costos y aprovechamiento de estrategias sostenibles utilizando recursos biológicos para control de humedad en efluentes.
	Trampas de grasa saturadas con presencia de material orgánico.	Sobreacumulación de grasas y materia orgánica en tanques.	Disminuir carga de grasas afluente al STARD.	Implementar trampas de grasa en cada sifón del sistema casino, disminuyendo carga al STARD.	
	Turbiedad en efluente.	Baja eficiencia del filtro que trabaja a sobrecapacidad por conexión errada.	Lograr eficiencia del filtro disminuyendo carga contaminante.		
	Tiempo de retención inadecuado.	Conexión errada con tubería de aguas lluvias, orificio en tapa de filtro permite entrada de aguas lluvias.	Asegurar el correcto funcionamiento del sistema, evitando entrada de agua no perteneciente al sistema.	Reparación de tapa del filtro. Desviar tubería de aguas lluvias.	Detección temprana de fallas y contingencia que permitirán mantenimiento preventivo adecuado.
Oficinas	Taponamiento del filtro.	Acumulación de sólidos por carencia de mantenimiento preventivo.	Solucionar y evitar posteriores obstrucciones mediante mantenimiento adecuado.	Realizar succión como mantenimiento correctivo. Creación de Plan de Inspección y Mantenimiento.	

	Obstrucción de tubo de paso hacia compartimento 2 del tanque séptico.				
Establo (Mulería)	Necesidad de cercamiento.	El paso de animales o personas puede generar daños en el sistema o accidentes.	Asegurar el perímetro del STARD, evitando daños y accidentes.	Realizar cercamiento.	
	Turbiedad en filtro y efluente.	Inadecuada periodicidad de inspección y mantenimiento.	Asegurar calidad del efluente mediante mantenimiento adecuado.	Realizar succión como mantenimiento correctivo. Creación de Plan de Inspección y Mantenimiento.	Disminución del riesgo de propagación de vectores de enfermedades.
Planta	Turbiedad visible en efluente.	Sobresaturación de grasas que ingresan al filtro y generan taponamiento.	Asegurar calidad del efluente mediante mantenimiento adecuado.	Realizar succión como mantenimiento correctivo. Creación de Plan de Inspección y Mantenimiento.	
Portería Planta (Conductores)	Presencia de sólidos como bolsas plásticas, material forestal, entre otros.	Tapa de caja de inspección de entrada partida permite paso de sólidos indeseables.	Asegurar flujo adecuado del agua por el sistema.	Reparación de la tapa de caja.	
	Caja de inspección de salida obstruida.	Presencia de sólidos en tuberías por falta de mantenimiento.	Asegurar flujo adecuado del agua por el sistema.	Realizar succión como mantenimiento correctivo. Creación de Plan de Inspección y Mantenimiento.	
El Limón (Vivero)	Turbiedad en el efluente.	Sobreacumulación de grasas que pasan hasta el filtro y disminuyen su eficiencia.	Asegurar funcionamiento adecuado del filtro.	Realizar succión como mantenimiento correctivo. Creación de Plan de Inspección y Mantenimiento.	Cumplimiento de los requisitos designados por la Autoridad Ambiental Competente.
Jarantivá	Material forestal en tanque séptico.	Tapa de tanque séptico inadecuada permite paso de sólidos y aguas lluvias.	Evitar fallo por obstrucciones en el sistema.	Instalación de tapa correspondiente al tanque.	
	Tiempo de retención inadecuado.		Asegurar paso únicamente de agua residual a través del sistema.		
Venecia	Ruptura en cercamiento.	Inadecuada periodicidad de inspección y mantenimiento.	Asegurar el perímetro del STARD, evitando daños y accidentes.	Reparación de cercamiento	Mayor eficiencia en la inspección de los STARD, permitiendo mantenimiento preventivo adecuado.
	Obstrucción de cajas de inspección.	Vegetación abundante por falta de mantenimiento.	Despejar las zonas de inspección de los STARD.	Realizar poda.	



El Progreso	Fractura de tubo de escape de gases.	Paso de animales semovientes.	Permitir adecuada liberación de gases del STARD.	Mantenimiento a tuberías.	Efluentes de calidad adecuada que aseguran prevención de la contaminación del suelo con sustancias provenientes de las actividades domésticas,
	Tiempo de retención inadecuado.	Tapas de tanque y filtro deterioradas, terreno irregular, permiten aso de aguas lluvias al sistema.	Asegurar paso únicamente de agua residual a través del sistema.	Instalación de canal perimetral y terraplén para conducción de agua lluvia. Mantenimiento correctivo a tapa.	
Labrador 1	Artículos personales dispuestos en cercamiento.	Inadecuada periodicidad de inspección y mantenimiento.	Asegurar el perímetro del STARD, evitando daños y accidentes.	Instalación de canal perimetral y terraplén para conducción de agua lluvia. Mantenimiento correctivo a tapa.	
Labrador 2	Necesidad de poda.	Inadecuada periodicidad de inspección y mantenimiento.	Despejar las zonas de inspección de los STARD.	Realizar poda.	

**Fuente:** Autora

## Implementación de la Propuesta

*Identificación de Conexiones Erradas:* Mediante pruebas realizadas con trazadores, se identificó el origen de vertimientos desconocidos que descargan a los STARD; estos provienen de canales de aguas lluvias y alteran los tiempos de retención de los sistemas, por lo cual deben ser desviados.

*Mantenimiento Correctivo:* Se realizó la succión de lodos para todos los sistemas sépticos con el fin de liberar la carga de las unidades y remover las obstrucciones, permitiendo la adecuación de los procesos a las mejoras posteriores.

*Reactivación de Sistemas con Microorganismos:* Para todos los sistemas de tratamiento se efectuó la preparación y siembra de inóculo de microorganismos degradadores de materia orgánica, acelerando los procesos de remediación del agua residual.

*Capacitación al Personal:* En la inspección inicial se detectó la presencia de objetos no pertenecientes a los sistemas, arrojados a las cisternas sanitarias por parte del personal usuario. Las capacitaciones abordaron recomendaciones para el buen uso de los sistemas y permitieron la aclaración de la situación y la toma de conciencia. Se solicitó también la disminución de descarga de detergentes y desinfectantes a los STARD por parte del personal de servicios generales y la responsabilidad desde el área del Casino para evitar descargas de sólidos orgánicos a los sifones de la cocina.

*Plan de Inspección y Mantenimiento:* Se creó un documento que contiene las indicaciones respectivas para realizar inspecciones periódicas a los STARD (Ver Anexo G) a través de listas de chequeo específicas para cada sistema, con el fin de lograr la detección temprana de fallas o contingencias, permitiendo tomar medidas de mantenimiento preventivo que eviten posteriores emergencias o daños significativos. Se establecieron procedimientos para la limpieza de mantenimiento preventivo y/o correctivo de todas las unidades, y se adecuó un formato para el seguimiento del mantenimiento que permitirá la trazabilidad de su funcionamiento.

Adicionalmente, se designan medidas de prevención y de seguridad para el operario, y se presentan recomendaciones para el personal en general, ampliando la red de apoyo para buen uso y detección de irregularidades en los sistemas, que permitan actuar a tiempo en caso de alteraciones en el tratamiento.

### **3.3 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

#### **3.3.1 Gestión de Residuos Sólidos y Peligrosos**

Se creó el inventario de recipientes para disposición de residuos sólidos y peligrosos, se estableció un formato de control para los puntos de segregación y recolección (Ver Anexo H), con el cual se realizó seguimiento semanal para asegurar una correcta disposición de los residuos.

Para mejorar el proceso de recolección, entrega y disposición temporal, se estableció el Procedimiento para la Operación del Centro de Acopio de Residuos Sólidos y Peligrosos (Ver Anexo I), brindando claridad y facilidad al operario encargado acerca de sus funciones y las medidas de acción correctas para realizar su labor.

#### **3.3.2 Seguimiento a las Áreas con Valor para la Conservación (AVC)**

De acuerdo a los estándares de la norma RSPO, Palmas del Cesar S.A. realizó un estudio de AVC en sus zonas de influencia. Con la información obtenida del anterior, se realizaron periódicamente visitas a dichas áreas, verificando el cumplimiento de los requisitos de conservación de flora y fauna. Se recorrieron las zonas y se ubicaron cámaras de fototrampeo para el monitoreo de especies de fauna.

#### **3.3.3 Plan de Capacitación al personal y la comunidad**

Integrando el componente de sostenibilidad ambiental a los diferentes procesos de la empresa, se creó el Plan de Capacitación para los trabajadores; este contiene componentes del Plan de Manejo Ambiental (residuos sólidos y peligrosos, uso racional del agua, uso eficiente de la energía y AVC). Se capacitó principalmente al personal de servicios generales, ya que son un apoyo importante en la disposición de residuos, y al nuevo personal (Ver Anexo J).

Se llevó a cabo una capacitación en la Institución Educativa El Líbano y La Llana, en el Corregimiento El Líbano, abordando temáticas de interés, únicamente para los estudiantes de undécimo grado, relacionados con la Prueba Saber ICFES, tales como Ecosistemas, Cambio Climático y Contaminación, como se presenta en la tabla 26.

Fortaleciendo la educación ambiental bajo el principio de responsabilidad social de la norma RSPO [9], se creó y desarrolló, en conjunto con la Fundación Bajo El Palmar, el Programa de Educación Ambiental en las Instituciones Educativas de Aguas Blancas, Candelia, El Barro, El Líbano, Los Bagres, Minas, Miradores, Puerto Oculto, San José de Las Américas y Terraplén, pertenecientes a las comunidades de influencia. Se abordaron los tópicos de residuos sólidos y reciclaje, uso eficiente del agua y la energía y protección de los ecosistemas. Se realizaron capacitaciones para los grados de pre-escolar a quinto, sexto a octavo y noveno a undécimo, modificando la complejidad del contenido de acuerdo a los grados capacitados. El Anexo K contiene el ejemplo de presentación para grado noveno a undécimo en la temática de uso eficiente del agua.

Simultáneamente, se llevó a cabo un Plan de Reforestación en las instituciones educativas anteriormente mencionadas, con los estudiantes de todos los grados. Se creó un vivero en cada institución y cada uno de los estudiantes plantó una semilla de árbol de samán, ceiba bonga o caoba, para un total de 1269 árboles, según tabla 26.

**Tabla 26.** Estudiantes capacitados en cada institución

GRADO \ INSTITUCIÓN	AGUAS BLANCAS	CANDELIA	EL BARRO	EL LIBANO	LOS BAGRES	MINAS	MIRADORES	PUERTO OCULTO	SAN JOSÉ	TERRAPLÉN
<b>PRE-ESCOLAR</b>	36	9		17		26	5	10	20	15
<b>PRIMERO</b>	31	14	5	14	23	38	9	16	19	30
<b>SEGUNDO</b>	24	17	6	14		29	5	12	13	27
<b>TERCERO</b>	26	13	-	12		29	3	14	-	23
<b>CUARTO</b>	31	10	2	21		20	-	14	-	18
<b>QUINTO</b>	23	18	-	19		28	2	12	-	20
<b>SEXTO</b>	-	-	-	16	-	38	-	-	-	43
<b>SÉPTIMO</b>	-	-	-	17	-	31	-	-	-	34
<b>OCTAVO</b>	-	-	-	17	-	17	-	-	-	36
<b>NOVENO</b>	-	-	-	18	-	22	-	-	-	21
<b>DÉCIMO</b>	-	-	-	9	-	20	-	-	-	18
<b>UNDÉCIMO</b>	-	-	-	15	-	16	-	-	-	20
<b>SUB-TOTAL INSTITUTO</b>	171	81	13	189	42	314	24	78	52	305
<b>TOTAL ESTUDIANTES</b>	<b>1250</b>									

**Fuente:** Autora

#### 4. CONCLUSIONES

Las condiciones operativas de la PTAP son adecuadas para el cumplimiento de los parámetros de pH, turbiedad, alcalinidad, dureza y color, pero la dosificación de desinfectante está fuera del rango establecido por la normativa vigente.

El comportamiento hidráulico de la planta indica que no se están efectuando correctamente los procesos de coagulación, floculación y sedimentación; la calidad del efluente demuestra que a pesar de lo anterior, el tratamiento es efectivo. A partir del estudio de turbiedad se planteó un proceso de coagulación a filtración directa que permite ahorro en tiempo y costos de mantenimiento.

El diagnóstico inicial de las unidades de los STARD permitió detectar fallas en las condiciones operativas de los sistemas, principalmente en Casino y Oficinas; el análisis de vertimientos señala que los procesos de tratamiento para el agua residual doméstica no son totalmente eficientes, identificando la necesidad de mantenimiento preventivo y correctivo más estricto.

Se formuló una propuesta de mejoramiento para la PTAP, según los hallazgos de la evaluación inicial, creándose especialmente un Manual de Operación y Mantenimiento que establece las medidas adecuadas de funcionamiento y brinda herramientas de registro y control efectivo para los procesos.

El suministro de agua desde la PTAP al personal de la empresa, resulta financieramente inviable pero económicamente sostenible en el tiempo.

Como propuesta de mejoramiento para los STARD, se diseñó fundamentalmente un Plan de Inspección y Mantenimiento como pauta para el seguimiento al funcionamiento de las unidades y al mantenimiento preventivo y correctivo. Se liberó la carga de los sistemas mediante succión de grasas y lodos, reactivándose los procesos aplicando microorganismos especializados en la depuración de agua residual.

El desarrollo del Programa de Educación Ambiental en las comunidades de influencia posibilitó ampliar el impacto social y ambiental de la empresa, sensibilizando la población

infantil y joven de las zonas visitadas. Se facilitó el ejercicio de reforestación a través de la creación de los viveros y la siembra de 1250 plantas en las instituciones educativas.

La creación del Procedimiento para Operación de Centros de Acopio de Residuos establece el método para que el encargado de la recolección y entrega, realice una labor efectiva, manteniendo en condiciones óptimas el proceso de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos de la empresa.

El seguimiento a las especies AVC es efectivo, registrando la existencia de las mismas mediante las cámaras de fototrampeo.

## 5. RECOMENDACIONES

Socializar el Manual de Operación y Mantenimiento PTAP y el Plan de Inspección y Mantenimiento STARD con el personal encargado y responsable de los procesos indicados en los documentos, para garantizar la claridad y funcionamiento de los mismos.

Implementar el Manual de Operación y Mantenimiento PTAP y el Plan de Inspección y Mantenimiento STARD para mejorar los factores que inciden en las condiciones operativas de los sistemas y mantener un registro control efectivo de los procesos.

Efectuar las propuestas de mejoramiento planteadas en el análisis de los sistemas y posteriormente realizar el monitoreo de la calidad del agua para establecer una comparación de las condiciones operativas de los tratamientos después de las adecuaciones.

Capacitar al operario del centro de acopio para la aplicación y ejecución efectiva del Procedimiento para Operación de Centros de Acopio de Residuos.

Desarrollar el proyecto de suministro de agua potable en dos etapas: como primera etapa, instalar el laboratorio para control la calidad del agua de la PTAP, permitiendo posteriormente la implementación de la propuesta para el suministro de botellones de agua al personal de la empresa. Esto facilita la adecuación de procesos y la destinación de presupuesto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, organización Panamericana de la salud, OPS/CEPIS/UNATSABAR. *GUÍA DE PROCEDIMIENTOS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES*. 2005. [Enlínea]. Disponible: [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/quialcalde/2sas/d23/037 O&M %20de desarenadores y sedimentadores/O&M %20de desarenadores y sedimentadores.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/quialcalde/2sas/d23/037_O&M_%20de_desarenadores_y_sedimentadores/O&M_%20de_desarenadores_y_sedimentadores.pdf)
2. Agencia de Protección Ambiental EPA (2018). Casos de Estudio y Demostración de Proyectos en Sistemas Sépticos, [en línea]: <https://www.epa.gov/septic/septic-systems-case-studies-and-demonstration-projects>
3. Palmas del Cesar S.A. (2017), [en línea]: <http://palcesar.com/nosotros/>
4. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo económico (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 : Titulo B, Sistemas de acueducto. Bogotá D.C : Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo económico.
5. Arboleda Valencia, J. and Rendón Soto, A. (2000). Teoría y práctica de la purificación del agua. Santa Fé de Bogotá: McGraw Hill.
6. “Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución número 2115 22 jun 2007”, (2007). [Enlínea]. Disponible: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n del agua/Resoluci%C3%B3n 2115.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf)
7. “Ministerio de Salud, Resolución número 12186 20 sep 1991”, (1991). [Enlínea]. Disponible: <https://www.invima.gov.co/resoluciones-en-alimentos/resolucion-12186-1991-pdf/download.html>
8. “Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Decreto número 2076 de 2015”, (2015). [Enlínea]. Disponible: [http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion\\_y\\_participacion\\_al\\_ciudadano/consultas\\_publicas\\_2015/juridica/Proyecto\\_de\\_Decreto\\_7\\_5\\_15.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/consultas_publicas_2015/juridica/Proyecto_de_Decreto_7_5_15.pdf)
9. RSPO (2006). Principios y Criterios RSPO para la Producción Sostenible de Aceite de Palma. Documento Guía. Marzo de 2006.



# **ANEXOS**

**ANEXO A.**  
**LISTA DE CHEQUEO ESTADO FÍSICO**  
**PTAP**

**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA ESTADO FÍSICO DE ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO PTAP**

FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

NOMBRE DE LA EMPRESA: \_\_\_\_\_

TIPO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO \_\_\_\_\_ CAUDAL DE DISEÑO \_\_\_\_\_

AÑO DE CONSTRUCCIÓN \_\_\_\_\_ OPERARIO: \_\_\_\_\_

**1. CAPTACIÓN Y SISTEMA DE INGRESO**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Fuente de abastecimiento				
Bomba de succión				
Tubo de ingreso				

**2. UNIDAD DE AIREACIÓN**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Estructura de soporte				
Bandejas				
Material de lecho de contacto				

**3. UNIDAD DE COAGULACIÓN**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Canal de paso				
Vertedero				
Tubo dosificador de coagulante				
Bomba dosificadora de coagulante				
Tanque de almacenamiento de coagulante				
Tubo de descarga a floculador				

**4. UNIDAD DE FLOCULACIÓN**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Tanque de floculación				
Tubo de paso al sedimentador				

**5. UNIDAD DE SEDIMENTACIÓN**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Paneles de sedimentación				
Drenaje de lodos				
Pantalla de zona de aquietamiento				
Cámara de recibo de agua sedimentada				

**6. UNIDAD DE RETROLAVADO**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Tanque				
Flotadores eléctricos				
Tubo de paso al filtro				

**7. UNIDAD DE FILTRACIÓN**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Bomba de ingreso a filtro				
Filtro				
Bomba de salida de filtro				
Válvula de control				
Cámara de descarga efuente retrolavado				
Tubo de paso a tanque de reserva				

**8. UNIDAD DE DESINFECCIÓN**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Bomba dosificadora desinfectante				
Tabla de dosificación actualizada a la norma				
Tanque de almacenamiento desinfectante				

**9. UNIDAD DE RESERVA**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Tanque de reserva 1				
Tanque de reserva 2				

**10. UNIDAD DE OPERACIÓN**

ELEMENTOS	B	R	D	OBSERVACIONES
Tablero electrónico				
Entorno general				
Certificación de operario				

B Bueno  
R Regular  
D Deteriorado

**ANEXO B.**  
**LISTA DE CHEQUEO DISEÑO PTAP**

**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA PARÁMETROS DE DISEÑO PTAP**

FECHA: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA EMPRESA: \_\_\_\_\_

TIPO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO \_\_\_\_\_ CAUDAL DE DISEÑO \_\_\_\_\_

AÑO DE CONSTRUCCIÓN \_\_\_\_\_ OPERARIO: \_\_\_\_\_

**1. CAPTACIÓN Y SISTEMA DE INGRESO**

ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Diámetro tubo de ingreso		
Profundidad pozo de captación		
Diámetro pozo de captación		
Profundidad cámara disipadora		

**2. UNIDAD DE AIREACIÓN**

ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Altura total		
Número de bandejas		
Distancia entre bandejas		
Altura de bandeja		
Ancho de bandeja		
Longitud de bandeja		
Número de orificios por bandeja		
Diámetro medio de orificios		
Separación media entre orificios		
Material del lecho de contacto		
Tamaño del material de contacto		
Espesor del lecho de contacto		

**3. UNIDAD DE COAGULACIÓN**

ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Ancho canal de paso		
Longitud canal de paso		
Altura canal de paso		
Altura lámina de agua		
Tipo de mezclador		
Altura inicio vértice de vertedero		
Altura total vertedero		
Altura lámina de agua antes de vertedero		
Altura lámina de agua cresta del vertedero		
Altura lámina de agua después del resalto		
Largo del vertedero		
Ángulo del vertedero		
Producto coagulante		
Empresa que suministra		
Volumen de tanque alm. coagulante		
Especificaciones bomba dosificadora coagulante (cap, marca, modelo, diám tubo descarga)		
Modo de Aplicación (dosificador)		
Diámetro de tubo de aplicación		
Distancia de punto de aplicación al vertedero		
Longitud tubo de aplicación		
Número de orificios tubo de aplicación		
Diámetro de tubo de descarga a floculador		

**4. UNIDAD DE FLOCULACIÓN**


ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Tipo de floculación		
Largo superficie		
Ancho superficie		
Largo base		
Ancho base		
Profundidad del tanque		
Diámetro de tubo de descarga de lodos		
Diámetro de tubo de paso a sedimentador		

**5. UNIDAD DE SEDIMENTACIÓN**

ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Tipo de sedimentación		
Largo del tanque		
Ancho del tanque		
Profundidad del tanque		
Ángulo de inclinación de lámina		
Longitud de lámina		
Diámetro de orificios		
Espesor de lámina		
Altura cámara de recibo de agua sedimentada		
Diámetro de válvula de drenaje de lodos		
Pantalla de zona de aquietamiento		
Diámetro de tubo de paso a cámara de almacenamiento		


6. UNIDAD DE RETROLAVADO		
ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Ancho del tanque		
Largo del tanque		
Profundidad del tanque		
Número de flotadores eléctricos		
7. UNIDAD DE FILTRACIÓN		
ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Diámetro del filtro		
Medio filtrante		
Profundidad del medio filtrante		
Flujo máximo del filtro		
Volumen de filtrado		
Carga de arena		
Área de filtrado		
Capacidad de bomba		
Diámetro válvula de control		
Altura cámara de descarga efluente retrolavado		
Longitud cámara de descarga efluente retrolavado		
Ancho cámara de descarga efluente retrolavado		
Diámetro de tubo de paso a tanque de reserva		
8. UNIDAD DE DESINFECCIÓN		
ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Producto desinfectante		
Volumen de tanque alm. desinfectante		
Especificaciones bomba dosificadora desinfectante (cap, marca, V, A, %)		
Punto de aplicación de desinfectante		
9. UNIDAD DE RESERVA		
ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Longitud plataforma elevada		
Ancho plataforma elevada		
Altura de ubicación de tanque		
Volumen de tanque		
10. UNIDAD DE OPERACIÓN		
ELEMENTOS	DATO	OBSERVACIONES
Sistema de dosis óptima coagulante		
Sistema de dosis óptima desinfectante		
Controles de tablero electrónico		
Largo del cuarto		
Ancho del cuarto		
Altura del cuarto		
Generalidades		

**ANEXO C.**  
**MONITOREO PTAP 2017**

	<p align="center"><b>LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES AMBIENTALES CEIAM - UIS</b></p> <p align="center">FORMATO INFORME DE RESULTADOS</p>	<p><b>CÓDIGO:</b> F-L-25 <b>VERSIÓN:</b> 6 <b>No. 048</b> <b>ELABORADO:</b> 2012 <b>APROBADO:</b> 2017 Página 1 de 6</p>
<p><b>Elaborado por:</b> Yaneth Quintero</p>	<p><b>Revisado por:</b> Patricia Pico</p>	<p><b>Aprobado por:</b> Yaneth Quintero</p>

INFORME DE RESULTADOS			
<b>TITULO:</b> Monitoreo y Análisis de agua potable			
<b>FECHA</b>			<b>PLAN DE MUESTREO:</b> 022
<b>DD</b>	<b>MM</b>	<b>AA</b>	
22	01	18	
INFORMACION DEL CLIENTE			
<b>NOMBRE</b>		<b>DIRECCION</b>	<b>TELEFONO</b>
PALMAS DEL CESAR		SAN ALBERTO	3118536203
MUESTRA			
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>		Aguas potable	
<b>NOMBRE DE LA MUESTRA:</b>		Salida PTAP	
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>		17 de Noviembre de 2017	
<b>PROCEDENCIA:</b>		Muestras tomadas en puntos estipulados por la empresa Palmas del Cesar	
<b>CODIGO:</b>		17-0145	
<b>COTIZACIÓN No.</b>		099	
<b>FECHA DE ANALISIS</b>		Diciembre 14 – Diciembre 28 de 2016	
TOMA DE MUESTRA			
<b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO</b>		Monitoreo y Análisis de agua potable	
<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>		Salida PTAP	
<b>FECHA DE MUESTREO</b>		16 de Noviembre de 2017	
<b>TIPO DE MUESTREO</b>		Muestreo puntual	
<b>INTERVALO PARA LA TOMA DE MUESTRA PUNTUAL</b>		.....	



	<b>LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES AMBIENTALES</b> <b>CEIAM - UIS</b>  <b>FORMATO INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>CÓDIGO: F-L-25</b> <b>VERSIÓN: 6</b> <b>No. 048</b> <b>ELABORADO: 2012</b> <b>APROBADO: 2017</b> Página 2 de 6
<b>Elaborado por:</b> Yaneth Quintero	<b>Revisado por:</b> Patricia Pico	<b>Aprobado por:</b> Yaneth Quintero

## 1. OBSERVACIONES DEL MONITOREO:

Se tomó una muestra puntual a la salida de la Planta de tratamiento de agua potable (PTAP). A la salida del sistema, se midieron parámetros de campo como pH, temperatura y cloro residual.

## 2. FRECUENCIA DEL MUESTREO:

### Muestreo Puntual:

□ Salida (PTAP): 10:35 Horas

De la muestra puntual se tomaron diferentes volúmenes para los análisis de interés.

La preservación de las muestras fue realizada de acuerdo con los estándares del IDEAM y fue transportada al laboratorio con la correspondiente cadena de custodia.


Los análisis de laboratorio siguieron la metodología del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater edición 22, 2012.

## 3. DATOS DE CAMPO

Datos de campo tomados durante el monitoreo realizado a la Salida de la PTAP


Hora	pH	Temperatura Ambiente °C	Temperatura del agua °C
10:35	7,56	29,1	28,9

RESULTADOS DE ANALISIS				
SALIDA PTAP				
CODIGO LAB.	PARÀMETRO	METODO	UNIDADES	RESULTADO
17-0145	*Alcalinidad Total	Volumétrico Standard Methods 2320 B	mg/L CaCO <sub>3</sub>	77
17-0145	Cloro Residual	KIT	mg/L Cl <sub>2</sub>	0,2
17-0145	Color Aparente	Colorimetrico-Standard Methods 2120 C	Unid. Pt.Co	17

	<p align="center"><b>LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES AMBIENTALES CEIAM - UIS</b></p> <p align="center"><b>FORMATO INFORME DE RESULTADOS</b></p>	<p><b>CÓDIGO: F-L-25</b> <b>VERSIÓN: 6</b> <b>No. 048</b> <b>ELABORADO: 2012</b> <b>APROBADO: 2017</b> Página 3 de 6</p>
<p><b>Elaborado por:</b> Yaneth Quintero</p>	<p><b>Revisado por:</b> Patricia Pico</p>	<p><b>Aprobado por:</b> Yaneth Quintero</p>


17-0145	*Cloruros	Argentométrico, Standard Methods 4500- Cl- B	mg/L Cl <sup>-</sup>	11
17-0145	*Dureza Total	Volumétrico- EDTA Standard Methods 2340 C	mg/LCaCO <sub>3</sub>	71
17-0145	*Fosfatos	Standard Methods 4500 D	mg/L P-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	0,12
17-0145	*Nitratos	Salicilato - J. RODIER, 1998	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /N/L	<0,05
17-0145	*Nitritos	Colorimétrico, Standard Methods 4500 NO <sub>2</sub> -B	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /N/L	<0,005
17-0145	*Sulfatos	Turbidimétrico, Standard Methods 4500 - SO <sub>4</sub> -2 E	mg/L SO <sub>4</sub>	13
17-0145	Turbiedad	Nefelométrico, Standard Methods 2130 B	NTU	5
17-0145	**Aluminio Total	Absorción Atómica - Standard Methods 3030 E y 3111D	mg Al/L	0,67
17-0145	**Calcio	Absorción Atómica Standard Methods 3050 B Y 3111 B	mg Ca/L	10,5
17-0145	**Cobre	Digestión ácido Nítrico- Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama Directa Aire Acetileno, Standard Methods 3030 F y	mg Cu/L	0,01

		3111 B		
17-0145	**Cromo	Digestión ácido Nítrico- Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama Directa Aire Acetileno, Standard Methods 3030 F y 3111 B	mg Cr/L	<0,05
17-0145	**Magnesio	Standard Methods 3030F y 3111B	mg Mg/L	8,31
17-0145	**Fluoruros	Standard Methods 4500 F- B, C	mg F <sup>-</sup> /L	0,275
17-0145	**Manganeso	Digestión ácido Nítrico- Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama Directa Aire Acetileno, Standard Methods 3030 F y 3111 B	mg Mn/L	0,26

	<b>LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES AMBIENTALES</b> <b>CEIAM - UIS</b>  <b>FORMATO INFORME DE RESULTADOS</b>	<b>CÓDIGO: F-L-25</b> <b>VERSIÓN: 6</b> <b>No. 048</b> <b>ELABORADO: 2012</b> <b>APROBADO: 2017</b> Página 4 de 6
<b>Elaborado por:</b> Yaneth Quintero	<b>Revisado por:</b> Patricia Pico	<b>Aprobado por:</b> Yaneth Quintero

17-0145	**Molibdeno	Absorción Atómica- Standard Methods 3030 E y Standard Methods 3111 D	mg Mo/L	<0,005
17-0145	** Hierro	Digestión ácido Nítrico- Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atomica con Llama Directa Aire Acetileno, Standard Methods 3030 F y 3111 B	mg Fe/L	0,31
17-0145	**Mercurio	Espectrofotometría de absorción atomica – Vapor Frio Standard Methods 3112 B	mg Hg /L	<0,0005
17-0145	**Plomo	Digestión ácido Nítrico- Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atomica con Llama Directa Aire Acetileno, Standard Methods 3030 F y 3111 B	mg Pb/L	<0,001
17-0145	**Zinc	Digestión ácido Nítrico- Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atomica con Llama Directa Aire Acetileno, Standard Methods 3030 F y 3111 B	mg Zn/L	<0,025

17-0145	**Arsénico	Absorción atomica- generación de Hidruros Standard Methods 3030 F y 3114 B	µg As /L	<0,0025
17-0145	**Bario	Standard Methods 3030FM 3111 D	mg Ba/L	<0,5
17-0145	**Cadmio	Digestión ácido Nítrico- Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atomica con Llama Directa Aire Acetileno, Standard Methods 3030 F y 3111 B	mg/L Cd	<0,00025
17-0145	**Níquel	Digestión ácido Nítrico- Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atomica con Llama Directa Aire Acetileno, Standard Methods 3030 F y 3111 B	mg Ni/L	<0,001

	<p style="text-align: center;"><b>LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES AMBIENTALES CEIAM - UIS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FORMATO INFORME DE RESULTADOS</b></p>	<p><b>CÓDIGO: F-L-25</b> <b>VERSIÓN: 6</b> <b>No. 048</b> <b>ELABORADO: 2012</b> <b>APROBADO: 2017</b> Página 5 de 6</p>
<p><b>Elaborado por:</b> Yaneth Quintero</p>	<p><b>Revisado por:</b> Patricia Pico</p>	<p><b>Aprobado por:</b> Yaneth Quintero</p>

17-0145	**Cianuro Total	Destilación- Electrodo de Ion Selectivo Standard Methods 4500 CN <sup>-</sup> C, F	mg CN <sup>-</sup> /L	<0,010
17-0145	**Selenio	Absorción Atómica - Generación de Hidruros- Standard Methods 3030 F y 3114 C	m Se/L	<0,0025
17-0145	** Escherichia Coli	Standard Methods 9222 D	UFC/100 mL	0
17-0145	** Coliformes Fecales	Standard Methods 9222 D	UFC/100 mL	0
17-0145	** Coliformes totales	Standard Methods 9222 B	UFC/100 mL	0
17-0145	**Mesófilos	Standard Methods 9215 D	UFC/100 mL	0
17-0145	**Plaguicidas Organoclorados	Cromatografía	ng/L	***
17-0145	**Plaguicidas Organofosforados	Cromatografía	µg/L	***
17-0145	**Carbamatos	Cromatografía	µg/L	***
17-0145	**Trihalometanos	Cromatografía	µg/L	***
17-0145	**Hidrocarburos poliaromaticos	Cromatografía	µg/L	***


\*Análisis acreditados en el laboratorio del CEIAM

\*\* Análisis subcontratados

\*\*\*Ver anexos

***Nota: estos resultados se relacionan únicamente con las muestras analizadas. No se debe reproducir el informe, excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio.***

**Nota:** Los cálculos se determinaron con base en doce (12) horas de monitoreo.

	<p align="center"><b>LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES AMBIENTALES CEIAM - UIS</b></p> <p align="center"><b>FORMATO INFORME DE RESULTADOS</b></p>	<p><b>CÓDIGO: F-L-25</b> <b>VERSIÓN: 6</b> <b>No. 048</b> <b>ELABORADO: 2012</b> <b>APROBADO: 2017</b> Página 6 de 6</p>
<p><b>Elaborado por:</b> Yaneth Quintero</p>	<p><b>Revisado por:</b> Patricia Pico</p>	<p><b>Aprobado por:</b> Yaneth Quintero</p>




---

**CLAUDIA PATRICIA PICO**  
Profesional Químico P.Q.1742




---

**YANETH QUINTERO LOPEZ**  
Directora laboratorio P.Q.1744

**FIN DEL INFORME**

“Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros Alcalinidad total, Acidez, Calcio Disuelto, Cloruros, Dureza total, Dureza Cálcica, DBO, DQO, Fenoles totales, Fosforo reactivo Total, Nitratos, Nitritos, sulfatos, Solidos suspendidos Totales, Solidos Totales, Dureza Magnésica, Fosforo Reactivo Soluble (Equivalente a Fósforo Soluble, Fosfato soluble, Ortofosfato Soluble, Ortofosfato), Nitrógeno Amoniacal, Solidos Disueltos, toma de muestras simple: pH, Temperatura, Conductividad eléctrica, Solidos sedimentables, Oxígeno Disuelto, Caudal, toma de muestra Compuesta: pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Solidos sedimentables, Oxígeno Disuelto, Corrosividad en residuos Sólidos, Corrosividad en residuos líquidos, Corrosividad en residuos Sólidos y líquidos determinación Reserva Acido – Alkali, Corrosividad en residuos Sólidos y líquidos Método de prueba de corrosión al acero, Punto de inflamación en Residuos Líquidos, Muestreo. Numeral 1.6.1.1 Muestras de suelos recolectadas con espátula, pala o cuchara, Numeral 1.5.14.4. Tubos de descarga o puertos de muestreo, según Resolución N° 1565”.

# **ANEXO D. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAP**

***MANUAL DE OPERACIÓN  
Y MANTENIMIENTO PARA  
LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUA  
POTABLE***



***palmas del cesar***  
*el fruto de la excelencia*

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
1. OBJETIVOS .....	8
1.1. Objetivo General.....	8
1.2. Objetivos Específicos .....	8
2. MARCO DE REFERENCIA .....	9
2.1. Marco Conceptual.....	9
2.2. Marco Legal.....	10
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....	10
3.1. Captación y Sistema de Ingreso .....	11
3.2. Aireación .....	12
3.3. Coagulación.....	14
3.4. Floculación .....	15
3.5. Sedimentación.....	16
3.6. Retrolavado .....	17
3.7. Filtración.....	18
3.8. Desinfección.....	19
3.9. Reserva .....	20
3.10. Operación .....	20
4. ELEMENTOS PARA LA APLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS .....	22
4.1. Información Técnica Actualizada .....	22
4.2. Horario de Funcionamiento.....	22
4.3. Elementos de Protección Personal (EPP).....	22
4.4. Medidas de Seguridad.....	23
4.5. Herramientas de Trabajo .....	24
4.6. Equipos para Análisis de Laboratorio.....	25
5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	26
5.1. Operación y Mantenimiento de Sistema de Ingreso.....	26
5.2. Operación y Mantenimiento de Unidad de Aireación .....	27
5.3. Operación y Mantenimiento de Unidad de Coagulación .....	28
5.4. Operación y Mantenimiento de Unidad de Floculación .....	29



 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

5.5.	Operación y Mantenimiento de Unidad de Sedimentación.....	30
5.6.	Operación y Mantenimiento de Unidad de Filtración y Retrolavado .....	30
5.7.	Operación y Mantenimiento de Unidad de Desinfección .....	32
5.8.	Operación y Mantenimiento de Unidad de Reserva .....	33
5.9.	Operación y Mantenimiento de Unidad de Operación.....	34
5.10.	Mantenimiento General de la PTAP .....	35
6.	MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA.....	37
6.1.	Actividades de Muestreo.....	37
6.2.	Medición de Caudal .....	38
6.3.	Medición de Turbiedad .....	39
6.4.	Medición de pH y Temperatura.....	40
6.5.	Medición de Color.....	41
6.6.	Medición de Cloro.....	42
6.7.	Prueba de Jarras .....	43
7.	CONTROL DE DATOS.....	45
7.1.	Formato A – Seguimiento a la Calidad del Agua de la PTAP .....	45
7.2.	Formato B – Prueba de Jarras para Determinación de Dosis Óptima de Coagulante .....	46
7.3.	Formato C – Seguimiento a la Calibración y Reparación de Equipos .....	47
	REFERENCIAS .....	48


### LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad relacionada con el control de la calidad del agua .....	10
Tabla 2. Operación y Mantenimiento de Sistema de Ingreso .....	26
Tabla 3. Operación y Mantenimiento de Unidad de Aireación .....	27
Tabla 4. Operación y Mantenimiento de Unidad de Coagulación .....	28
Tabla 5. Operación y Mantenimiento de Unidad de Floculación .....	29
Tabla 6. Operación y Mantenimiento de Unidad de Sedimentación .....	30
Tabla 7. Operación y Mantenimiento de Unidad de Filtración .....	30
Tabla 8. Operación y Mantenimiento de Unidad de Retrolavado .....	31
Tabla 9. Operación y Mantenimiento de Unidad de Desinfección.....	32
Tabla 10. Operación y Mantenimiento de Unidad de Reserva .....	33
Tabla 11. Operación y Mantenimiento de Unidad de Operación.....	34
Tabla 12. Limpieza y Lavado de la Planta de Tratamiento de Agua Potable .....	35
Tabla 13. Actividades de Muestreo .....	37
Tabla 14. Aforo del Caudal .....	38
Tabla 15. Medición de la Turbiedad .....	39
Tabla 16. Medición de pH y Temperatura .....	40
Tabla 17. Medición de Color.....	41
Tabla 18. Medición de Cloro Libre.....	42
Tabla 19. Prueba de Jarras .....	43

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	


### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Unidades de funcionamiento PTAP Palmas del Cesar S.A.....	11
Figura 2. Elementos de Protección Personal para operación y mantenimiento de PTAP..	23
Figura 3. Medidas de Seguridad dentro de la PTAP .....	24
Figura 4. Herramientas de trabajo para operación y mantenimiento PTAP .....	24
Figura 5. Equipos de medición.....	25

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

### LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Ingreso de agua, tubería de succión del pozo .....	11
Imagen 2. Macromedidor para registro de caudal de captación.....	12
Imagen 3. Torre de Aireación .....	13
Imagen 4. Lecho de contacto saturado.....	14
Imagen 5. Canal de paso y vertedero .....	14
Imagen 6. Punto de aplicación de coagulante .....	15
Imagen 7. Unidad de Floculación Hidráulica.....	15
Imagen 8. Sedimentador de Alta Tasa.....	16
Imagen 9. Tanque de Almacenamiento y Tanque de Retrolavado .....	18
Imagen 10. Filtro de flujo ascendente .....	18
Imagen 11. Bomba dosificadora de cloro .....	19
Imagen 12. Tanques de Reserva de agua tratada.....	20
Imagen 13. Unidad de Operación de la PTAP .....	21

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	


## INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece la Resolución 2115 de 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. La información proporcionada en este documento se enfoca en facilitar la comprensión teórica y operativa del sistema de potabilización de agua, posibilitando mejores prácticas de operación y mantenimiento, y por tanto, agua tratada de mejor calidad.

Palmas del Cesar S.A. cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) como estrategia para el control de la calidad del agua suministrada para labores domésticas; la planta está diseñada y construida de acuerdo a las características específicas de la fuente de captación debidamente registrada ante la Autoridad Ambiental Corpocesar.

De acuerdo a lo anterior, es necesario contar con un manual que especifique los procedimientos a seguir para asegurar la correcta operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable, con el fin de obtener agua de la calidad designada por la normatividad vigente.

Este manual se encuentra integrado con la Política Integrada de Gestión desarrollada por la empresa y se relaciona con los Principios y Criterios de la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible” (RSPO, por su sigla en inglés), representando un permanente compromiso socio-ambiental, pues posibilita la disponibilidad de agua para consumo doméstico y disminuye el riesgo de propagación de enfermedades asociadas al recurso hídrico.

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Objetivo General

Establecer el Manual de Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), facilitado su adecuado funcionamiento y control, para la producción de agua tratada que cumpla la normativa vigente.

### 1.2. Objetivos Específicos

Identificar las actividades que involucran la operación y mantenimiento de la PTAP para suministro doméstico de la empresa Palmas del Cesar S.A.

Determinar las medidas de seguridad adecuadas para la operación y mantenimiento de la PTAP, minimizando las fallas y contingencias del sistema.

Formular los procedimientos adecuados para la operación y el mantenimiento de la PTAP, conservando la eficiencia de procesos y facilitando su operación.

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Marco Conceptual

**Agua Cruda:** Es el agua natural que no ha sido sometida a procesos de tratamiento para su potabilización.

**Agua Potable:** Es aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en condiciones señaladas en el Decreto 1575 de 2007 y demás normas que la reglamenten, es apta para el consumo humano.

**Agua Subterránea:** Es el agua que se infiltra a través de grietas, poros de rocas y sedimentos que yacen debajo de la superficie terrestre; se acumula en las capas arenosas o rocas porosas del subsuelo.

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

**Coagulación:** Proceso que consiste en neutralizar la carga de los coloides presentes en el agua, quedando estos en condiciones de formar flóculos (Hurtado, 2016).

**Desinfección:** Destrucción de organismos patógenos presentes en el agua utilizando generalmente la aplicación de cloro y sus compuestos derivados como agentes desinfectantes (Hurtado, 2016).

**Filtración:** Separación de las partículas y microorganismos objetables que no han quedado retenidos en los procesos anteriores (Hurtado, 2016).

**Floculación:** Unión perdurable de partículas desestabilizadas causada por la mezcla, agitación o la turbulencia. Estas partículas se hidrolizan y precipitan para formar masas cada vez mayores de material floculante. Cuando el flóculo alcanza un tamaño suficiente, aprisiona físicamente las partículas de turbiedad (Hurtado, 2016).

**Fuente de Abastecimiento:** Depósito o curso de agua superficial o subterránea, utilizada en un sistema de suministro a la población, bien sea de aguas atmosféricas, superficiales, subterráneas o marinas.

**Mantenimiento:** Acciones que se deben realizar en las estructuras y equipos con el fin de prevenir o reparar daños (UNATSABAR, 2005).

**Operación:** Acción de hacer funcionar correctamente las obras de abastecimiento de agua (UNATSABAR, 2005).

**Sedimentación:** Deposición de partículas suspendidas en el agua (Hurtado, 2016).

## 2.2. Marco Legal

Palmas del Cesar S.A. en su compromiso con la preservación de los recursos naturales renovables, vela por el cumplimiento de la normatividad vigente aplicable a la calidad del agua, enunciada en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Normatividad relacionada con el control de la calidad del agua

<b>NORMATIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1096 de 2000	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS
Resolución 2115 de 2007	Por medio de la cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano

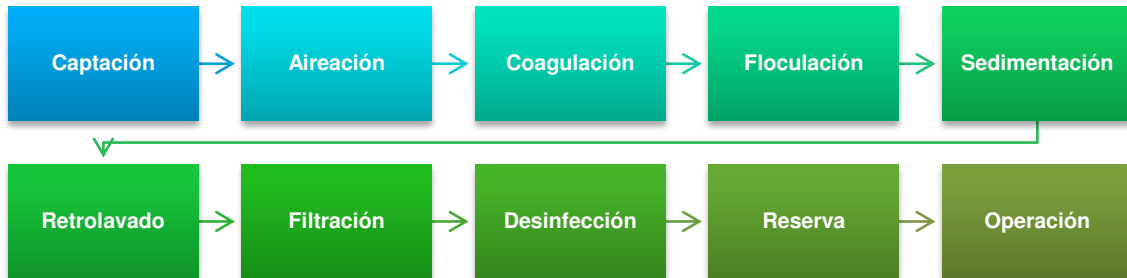
**Fuente:** Área de Gestión Ambiental



### 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La planta de tratamiento de agua potable (PTAP) para suministro doméstico de la empresa Palmas del Cesar S.A. es de tipo convencional y se encuentra constituida por procesos distribuidos en unidades de potabilización del agua (Figura 1).

**Figura 1.** Unidades de funcionamiento PTAP Palmas del Cesar S.A.



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

#### 3.1. Captación y Sistema de Ingreso

El suministro de agua para la PTAP proviene de un pozo subterráneo ubicado dentro de la zona de la planta, y es captada por medio de bombeo a través de una tubería (Imagen 1) que conduce directamente hacia la torre de aireación. El volumen a tratar es captado de acuerdo a la indicación de flotadores eléctricos ubicados en el tanque de reserva cuando el nivel del agua baja considerablemente, y se registra en el macromedidor (Imagen 2) instalado en la tubería de succión.

**Imagen 1.** Ingreso de agua, tubería de succión del pozo



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

**Imagen 2.** Macromedidor para registro de caudal de captación



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

El pozo subterráneo presenta las características siguientes:

Profundidad total: 12 m

Diámetro de la tubería: 2" en RDE 26

Tubería ciega: 0-5 m

Tubería perforada: 5-12 m

Caudal concesionado: 4,75 l/s (según acto administrativo Resolución 0715 de 2014)

La captación del agua desde el pozo se realiza por medio de una bomba de succión con las siguientes especificaciones:

Marca: Barnes de Colombia S.A.

Modelo: AE 2 50

Tipo: Autocebante de alimentación eléctrica

Potencia: 5 hp

Capacidad máxima: La succión máxima de la bomba es 953,92 m<sup>3</sup>/día.

### **3.2. Aireación**

La tubería de succión conduce el agua hacia la parte superior de la Torre de Aireación (Imagen 3), desde la cual desciende por gravedad a través de los orificios de las bandejas, interactuando con el medio de contacto que remueve materiales ferrosos, hasta la tubería que conecta con el canal de paso hacia el vertedero.

**Imagen 3. Torre de Aireación****Fuente:** Área de Gestión Ambiental

La Torre de Aireación tiene 3,4 m de altura (desde la plataforma de soporte hasta la bandeja superior), y consta de una estructura en PVC reforzada con FRV, y soporta 5 bandejas con las siguientes especificaciones:

Longitud de bandeja: 1 m

Ancho de bandeja: 1 m

Altura de bandeja: 0,33 m

Distancia entre bandejas: 0,54 m (borde a borde)

Número de orificios por bandeja: 30

Diámetro de orificios: 0,8 cm

Separación entre orificios: 8 cm a lo ancho / 10 cm a lo largo

El material de contacto es tipo Anillo Pall Ring (Imagen 4), elaborado en polipropileno de alta densidad, de 5 cm de diámetro y 6 cm de largo. El espesor del lecho de contacto es de 10 cm; en este lecho el hierro se precipita en partículas insolubles que se adhieren a los anillos, los cuales son 100% recuperables en el lavado.

**Imagen 4.** Lecho de contacto saturado



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

### 3.3. Coagulación

De la Torre de Aireación el agua ingresa al canal de paso (Imagen 5) construido en acero tipo HR con pintura epóxica atóxica, Niple de 4" de acero SCH 40 para la conexión con el floculador, y tiene las siguientes dimensiones:

Ancho de canal de paso: 0,3 m

Longitud de canal de paso: 1 m

Altura de canal de paso: 0,56 m

**Imagen 5.** Canal de paso y vertedero



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

En este canal ocurre la mezcla rápida hidráulica mediante un vertedero triangular de pared delgada de 45° en lámina metálica. El coagulante es aplicado por medio de una bomba dosificadora de diafragma electrónica marca Seko modelo 603, con rangos de flujo

de 4 a 15 L/h, que cae al tanque de solución de 500 L, alimentado por un tubo de 4/6 mm que luego se conduce por tubería PVC al punto de aplicación mediante un tubo con un único orificio (Imagen 6).

**Imagen 6.** Punto de aplicación de coagulante



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

El tanque de solución es operado manualmente mientras que la dosificación del coagulante al agua ocurre de manera automática mediante la bomba dosificadora. El resalto hidráulico es provocado por un vertedero de 0,3 m de longitud, 0,3 m de altura hasta su vértice y 0,45 m de altura hasta el extremo lateral. El agua sale del canal de paso a través de un tubo de 4" que descarga en el floculador.


### 3.4. Floculación

Una vez dosificado el coagulante, el agua ingresa a la unidad de floculación (Imagen 7) a través de una tubería que conduce hacia el fondo del floculador, el cual presenta un sistema de flujo ascensional hasta el tubo que transporta el agua al sedimentador.

**Imagen 7.** Unidad de Floculación Hidráulica



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

El tubo de descarga del canal de paso ingresa al floculador de manto de lodos de estructura pirámide troncocónica invertida, suministrando el agua desde la zona inferior hasta la superficie del tanque, cuyas dimensiones son:

Longitud superior del floculador: 2,52 m

Ancho superior del floculador: 2,38 m

Longitud inferior del floculador: 0,45 m

Ancho inferior del floculador: 0,45 m

Altura del floculador: 1,7 m

Volumen total del floculador: 4,13 m<sup>3</sup>

La salida de agua del floculador se da mediante un tubo de 6".

### 3.5. Sedimentación

El tubo proveniente del floculador descarga el agua a una cámara que la dirige a través de una pantalla de aquietamiento hacia el sedimentador de alta tasa (Imagen 8), en el cual están dispuestas 16 placas paralelas onduladas en PVC.

**Imagen 8.** Sedimentador de Alta Tasa




**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

El sedimentador está conformado por una estructura en concreto reforzado que posee una pantalla en concreto y mampostería frisada para generar una zona de aquietamiento precedente a la sedimentación acelerada.

Las dimensiones de esta unidad son:

Ancho de zona de aquietamiento: 0,53 m

Longitud de la zona de aquietamiento: 2,38 m

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

Altura de pantalla: 0,4 m desde el piso

Ancho de pantalla: 0,12 m

Ancho del sedimentador: 1,51 m

Longitud del sedimentador: 2,38 m

Altura total del sedimentador: 1,83 m

Altura de sedimentador hasta vertedero de paso: 1,66 m

Número de placas onduladas: 16

Longitud de placa: 1,65 m

Espesor de placa: 3 mm

Separación entre placas: 0,12 m

Ángulo de inclinación de placas: 60°

Cuando el agua ha pasado por el sedimentador, se dirige a la cámara de recibo de agua sedimentada a través de un vertedero de pendiente leve. Allí se encuentran 2 flotadores eléctricos para el control automático/manual del encendido de la bomba 1 que succiona agua del pozo hacia la torre de aireación y la bomba 2 que direcciona el agua hacia el filtro para ascender a los tanques elevados; la cámara está cubierta por tapas elaboradas en lámina de alfajor; el agua pasa desde allí hasta la unidad de retrolavado a través de una tubería de 2". La cámara tiene las siguientes dimensiones:

Longitud de la cámara de recibo de agua sedimentada: 2,38 m

Ancho de la cámara de recibo de agua sedimentada: 0,51 m

Altura de la cámara de recibo de agua sedimentada: 1,83 m

### **3.6. Retrolavado**

Antes de ingresar al filtro, el agua se dispone en un tanque de almacenamiento que conecta con la unidad de retrolavado (en el cual también están ubicados flotadores eléctricos), que suministra agua para hacer el lavado del filtro o para realizar el filtrado del agua y dirigirla directamente a los tanques de reserva, según sea necesario. La unidad de retrolavado (Imagen 9) está ubicada debajo de la torre de aireación y el canal de paso, separada de ellos por una plataforma de concreto.

**Imagen 9.** Tanque de Almacenamiento y Tanque de Retrolavado



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

Las dimensiones de esta unidad son las siguientes:

Longitud tanque retrolavado: 2,3 m

Ancho tanque retrolavado: 2,38 m

Altura tanque retrolavado: 1,83 m

### 3.7. Filtración


El agua dispuesta en el tanque de almacenamiento se bombea a la parte inferior del filtro anaerobio de flujo ascendente con lecho de arena (Imagen 10) construido en fibra de vidrio.

**Imagen 10.** Filtro de flujo ascendente



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental



 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

Se utiliza una bomba de succión autocebante de mismas características que la bomba de captación de pozo subterráneo. El filtro utilizado para la depuración es de marca Panda Products y presenta las siguientes especificaciones:

Diámetro de filtro: 40"  
 Medio filtrante: Arena  
 Profundidad de medio filtrante: 0,5 m  
 Flujo máximo del filtro: 94,8 m<sup>3</sup>/d  
 Carga de arena: 700 kg  
 Área de filtrado: 0,79 m<sup>2</sup>  
 Tasa de filtración promedio: 120-150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>-día  
 Diámetro de válvula de control: 2"  
 Diámetro de tubo de paso a tanque de reserva: 2"

El efluente residual del retrolavado del filtro tiene salida a una cámara de 48 cm x 30 cm y 40 de profundidad, la cual descarga a la zona exterior de la PTAP. Esta cámara se encuentra ubicada en el piso del cuarto de operación.


### 3.8. Desinfección

Se dispone de un sistema para desinfección con cloro granulado al 70%, que se aplica en solución preparada en el tanque de mezcla desinfectante de 250 L, directamente al tubo que conduce el agua filtrada hacia los tanques de reserva, los cuales actúan simultáneamente como tanques de mezcla de desinfectante.

**Imagen 11.** Bomba dosificadora de cloro



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

Para la dosificación se utiliza una bomba Seko 603 (Imagen 11) de las mismas características que la bomba dosificadora de coagulante.

### 3.9. Reserva

Cuando el agua ha pasado por las demás unidades, es conducida hacia los tanques de reserva (Imagen 12), que se encuentran ubicados en una plataforma elevada, y suministran el agua tratada a las diferentes áreas del campamento de la empresa.

**Imagen 12.** Tanques de Reserva de agua tratada



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

El agua tratada pasa a ser almacenada en los tanques de material fibrocemento, elevados a 8 m de altura, ubicados en una plataforma de superficie 3 m x 6 m, de 5000 L cada uno. Desde allí el agua es distribuida hacia los diferentes puntos de consumo de agua en el área administrativa de la empresa.

### 3.10. Operación

Los procesos de preparación y dosificación de coagulante y desinfectante, el filtrado y la operación automática y manual de la planta se llevan a cabo en el cuarto de máquinas (Imagen 13) donde se encuentran ubicadas las bombas de succión, las bombas dosificadoras, el tablero electrónico y el filtro. Desde allí se controla el funcionamiento general de la PTAP.

**Imagen 13.** Unidad de Operación de la PTAP



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

En el cuarto de operación se encuentran ubicados el filtro, la cámara de salida de retrolavado, el tablero electrónico que controla automática o manualmente las bombas de succión y bombas dosificadoras, y los registros de aplicación de cloro y EXRO y de Seguimiento Diario de Cloro y pH.

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

#### **4. ELEMENTOS PARA LA APLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS**

En la Planta de Tratamiento de Agua Potable se manejan procesos que involucran contacto con sustancias de carácter corrosivo y reactivo. Asimismo, cuenta con instalaciones que generan diferentes riesgos al operador.

Por tal razón deben especificarse las medidas, elementos y procedimientos de seguridad que eviten el contacto directo con sustancias peligrosas y disminuyan el riesgo de accidentes físicos y químicos durante las labores de operación y mantenimiento del sistema.

##### **4.1. Información Técnica Actualizada**

Los parámetros de medición diarios deben ser debidamente registrados en los formatos disponibles para realizar seguimiento eficiente la calidad del agua.

Los catálogos de los equipos existentes deben estar siempre disponibles en caso de necesidad de calibración o reparación; también se debe contar con el Manual de Operación y Mantenimiento para consulta.

En caso de realizar cambios o reparaciones en el sistema, éstos deben registrarse en los formatos para facilitar el seguimiento y asegurar el correcto funcionamiento de la planta.

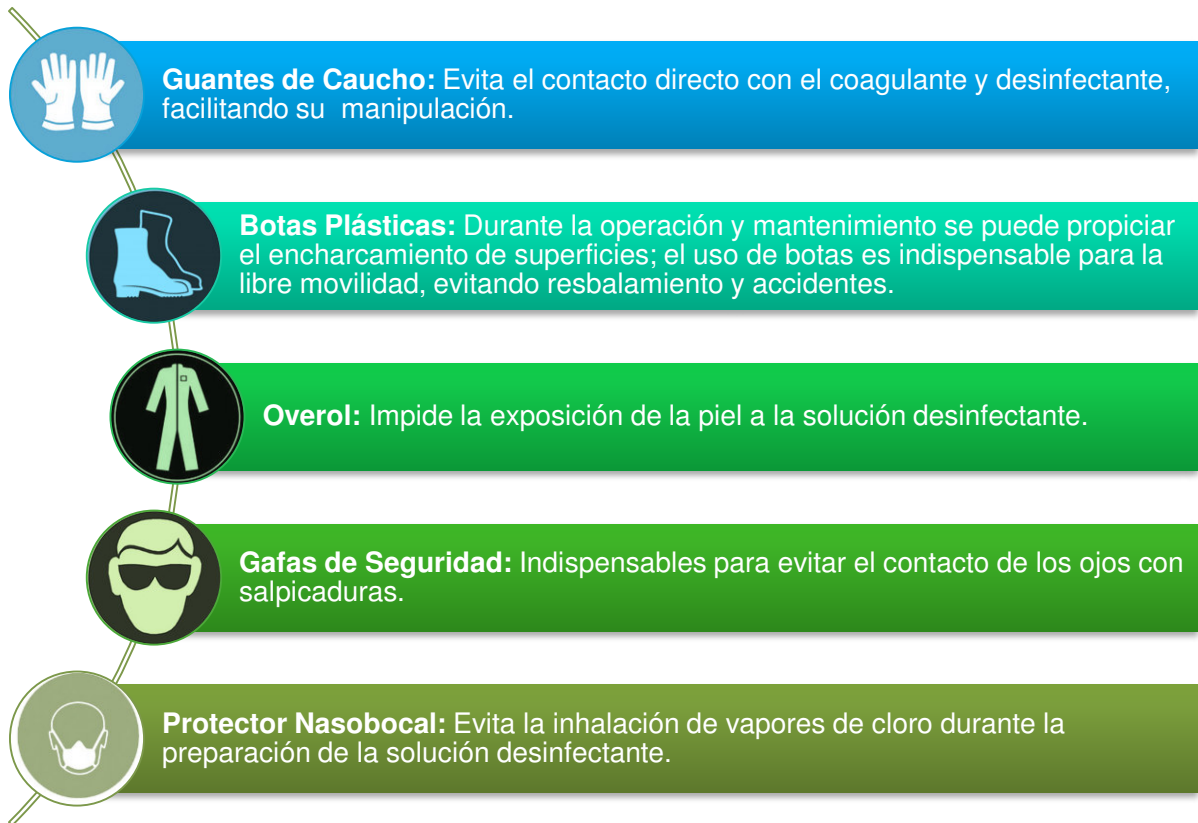
##### **4.2. Horario de Funcionamiento**

Considerando la operación manual/automática del sistema, se recomienda una jornada de trabajo para el operario desde las 7:00 am hasta las 12 m para realizar las pruebas diarias de calidad de agua y registrar los datos requeridos en los formatos de seguimiento.

##### **4.3. Elementos de Protección Personal (EPP)**

El riesgo de lesiones y accidentes durante labores de operación y mantenimiento es ocasionada por el contacto con: coagulante EXRO 614 y desinfectante cloro granulado en solución. Para minimizar el riesgo es importante el uso responsable de los siguientes EPP:

**Figura 2.** Elementos de Protección Personal para operación y mantenimiento de PTAP





**Fuente:** Área de Gestión Ambiental


#### 4.4. Medidas de Seguridad


Durante las labores de operación de la PTAP se manipulan sustancias que representan riesgos para la salud del trabajador. Por tanto, se debe prevenir esta situación teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:


**Figura 3.** Medidas de Seguridad dentro de la PTAP

- 

Evitar consumir o llevar alimentos durante las labores de operación y mantenimiento.
- 

Después de realizar trabajos en los sistemas, lavar muy bien las manos con jabón desinfectante o alcohol.
- 

Cubrir totalmente heridas abiertas y evitar el contacto con sustancias utilizando los EPP correspondientes.
- 

Esperar un minuto después de abrir las tapas de los tanques de dosificación de coagulante y desinfección, evitando la inhalación de gases.
- 

Evitar fumar o encender cualquier tipo de llama en el área circundante.

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

#### 4.5. Herramientas de Trabajo

Para labores de operación, mantenimiento y limpieza, la planta debe tener disponibles los siguientes elementos:

**Figura 4.** Herramientas de trabajo para operación y mantenimiento PTAP

- 

**ESCOBA Y CEPILLO:** Para remover el material adherido a las paredes de las estructuras durante el mantenimiento.
- 

**MANGUERA A PRESIÓN:** Para realizar el lavado de las superficies de las estructuras, las placas de sedimentación y las bandejas de aireación.
- 

**DESNATADOR:** Para remover diariamente el material flotante de las superficies de agua en el sistema.
- 

**CAJA DE HERRAMIENTAS MENORES:** Para realizar reparaciones en caso de fallas menores.
- 

**LÁMPARA:** Para acceder a lugares poco iluminados en caso de reparaciones o inspección.

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

#### 4.6. Equipos para Análisis de Laboratorio

Los equipos utilizados para realizar los análisis diarios al agua deben ser:

**Figura 5.** Equipos de medición



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

## 5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO


### 5.1. Operación y Mantenimiento de Sistema de Ingreso

**Tabla 2.** Operación y Mantenimiento de Sistema de Ingreso

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE INGRESO		
OBJETIVO	Garantizar el suministro y permanencia de la cantidad de agua requerida por el sistema.	
RESPONSABLE	Operario encargado	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado de la tubería, válvulas y bomba de succión del pozo subterráneo.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de la operación del sistema</i>	<b>B.</b> Revisar que el caudal volumétrico reportado por el macromedidor no supere la capacidad de suministro del pozo (410,4 m3).	Diario al iniciar la jornada
<i>Reporte de caudal</i>	<b>C.</b> Registrar e informar al área de gestión ambiental el caudal volumétrico reportado por el macromedidor.	Diario al iniciar la jornada
<i>Monitoreo de la calidad del agua</i>	<b>D.</b> Realizar las mediciones para determinar temperatura, turbiedad, pH, color, cloro y dosis óptima.	Diario al iniciar la jornada
<i>Reporte de datos</i>	<b>E.</b> Registrar en el formato de parámetros las mediciones obtenidas del monitoreo inicial (temperatura, turbiedad, pH, color, cloro, dosis óptima).	Diario después del monitoreo
<i>Control manual de bombas</i>	<b>F.</b> Permitir manualmente el ingreso de agua desde el pozo subterráneo cuando sea necesario.	Según demanda de caudal
<i>Control de válvulas</i>	<b>G.</b> Mantener despejada el área circundante a la tubería, facilitando la inspección y manipulación de válvulas.	Diario
<i>Mantenimiento del pozo subterráneo</i>	<b>H.</b> Solicitar al área de gestión ambiental la necesidad de limpieza y mantenimiento del pozo	Cada 2 años

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental



 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

## 5.2. Operación y Mantenimiento de Unidad de Aireación

**Tabla 3.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Aireación

<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE AIREACIÓN</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar el adecuado funcionamiento de la unidad de aireación.	
<b>RESPONSABLE</b>	Operario encargado	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado de las bandejas y estructura de soporte, verificando que no exista ruptura del material y los soportes se encuentren asegurados.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de la operación del sistema</i>	<b>B.</b> Verificar el paso de agua a través de los orificios asegurándose de que no existen obstrucciones y no hay rebose de agua en las bandejas.	Diario al iniciar la jornada

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

### 5.3. Operación y Mantenimiento de Unidad de Coagulación

**Tabla 4.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Coagulación

<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE COAGULACIÓN</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar el adecuado funcionamiento de la zona de mezcla rápida del sistema, verificando la correcta adición de coagulante al agua.	
<b>RESPONSABLE</b>	Operario encargado	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado del tanque de solución de coagulante, la bomba dosificadora de coagulante, el canal de paso y el vertedero, verificando que no exista ruptura del material y los soportes se encuentren asegurados.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de la operación del sistema</i>	<b>B.</b> Asegurar la disponibilidad de coagulante y agua para preparar solución.	Diario al iniciar la jornada
<i>Ajuste de bomba dosificadora de coagulante</i>	<b>C.</b> Regular el flujo de coagulante en la bomba dosificadora, según el resultado de la prueba de jarras.	Diario, después de realizar prueba de jarras
<i>Revisión de flujo de coagulante</i>	<b>D.</b> Verificar a salida de coagulante en el punto de dosificación en el canal de paso, descartando obstrucciones en la tubería de conducción.	Diario, antes del aforo de caudal
<i>Aforo de caudal</i>	<b>E.</b> Realizar un aforo de caudal volumétrico en el vertedero del canal de paso.	Diario
<i>Reporte de datos</i>	<b>F.</b> Registrar en el formato el caudal aforado del vertedero.	Diario, después del aforo de caudal
<i>Control de válvulas</i>	<b>G.</b> Mantener despejada el área circundante a la tubería, facilitando la inspección y manipulación de válvulas.	Diario

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

#### 5.4. Operación y Mantenimiento de Unidad de Floculación

**Tabla 5.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Floculación

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE FLOCULACIÓN		
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar el adecuado funcionamiento de la zona de mezcla lenta, mediante la limpieza frecuente de las estructuras.	
<b>RESPONSABLE</b>	Operario encargado	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado del floculador y la tubería, verificando que no exista ruptura del material y los soportes se encuentren asegurados.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de la operación del sistema</i>	<b>B.</b> Verificar la formación de flóculos durante la mezcla lenta.	Diario al iniciar la jornada
<i>Limpieza de superficie</i>	<b>C.</b> Retirar lentamente con del desnatador los sobrenadantes del floculador.	Diario
<i>Descarga de lodos</i>	<b>D.</b> Abrir la válvula de descarga de lodos permitiendo la purga de la unidad.	Semanal

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

### 5.5. Operación y Mantenimiento de Unidad de Sedimentación

**Tabla 6.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Sedimentación

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE SEDIMENTACIÓN		
OBJETIVO	Garantizar el adecuado funcionamiento de la zona de sedimentación del sistema, verificando la correcta precipitación de flóculos.	
RESPONSABLE	Operario encargado	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado del tanque y las placas onduladas, verificando que no existan placas desplazadas o ruptura del material y los soportes se encuentren asegurados.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de la operación del sistema</i>	<b>B.</b> Verificar la precipitación del flóculo, asegurando los tiempos de retención adecuados.	Diario al iniciar la jornada
<i>Limpieza de superficie</i>	<b>C.</b> Retirar lentamente con del desnatador los sobrenadantes del sedimentador.	Diario
<i>Descarga de lodos</i>	<b>D.</b> Abrir la válvula de descarga de lodos permitiendo la purga de la unidad.	Semanal

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

### 5.6. Operación y Mantenimiento de Unidad de Filtración

**Tabla 7.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Filtración

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE FILTRACIÓN		
OBJETIVO	Garantizar el adecuado funcionamiento del filtro mediante la inspección y retrolavado de la unidad.	
RESPONSABLE	Operario encargado	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado del filtro y la tapa del filtro, verificando que no exista ruptura del material.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de la operación del sistema</i>	<b>B.</b> Verificar la presión del filtro y la ubicación de la perilla en el número 1.	Diario al iniciar la jornada
<i>Retrolavado del filtro</i>	<b>C.</b> Ajustar las válvulas del filtro para llevar a cabo el retrolavado.	Diario

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

## 5.7. Operación y Mantenimiento de Unidad de Retrolavado

**Tabla 8.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Retrolavado

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE RETROLAVADO		
OBJETIVO	Garantizar el adecuado retrolavado del filtro.	
RESPONSABLE	Operario encargado	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado del tanque de retrolavado, verificando que no exista ruptura del material.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de la operación del sistema</i>	<b>B.</b> Verificar el funcionamiento de los flotadores del tanque de retrolavado.	Diario al iniciar la jornada
<i>Retrolavado del filtro</i>	<b>C.1.</b> Apagar todas las bombas en el tablero de control.	Diario
	<b>C.2.</b> Girar la perilla en el sentido de las manecillas del reloj hasta el número 2.	Diario
	<b>C.3.</b> Encender la bomba 2.	Diario
	<b>C.4.</b> Esperar que el agua del filtro comience a salir limpia (sin turbiedad ni color).	Diario
	<b>C.5.</b> Apagar la bomba 2.	Diario
	<b>C.6.</b> Girar la perilla en el sentido de las manecillas del reloj hasta el número 3.	Diario
	<b>C.7.</b> Encender la bomba 2 durante 1 minuto (permitiendo el lavado de la válvula).	Diario
	<b>C.8.</b> Girar la perilla en el sentido de las manecillas del reloj hasta el número 1.	Diario
<i>Limpieza de tanque de retrolavado</i>	<b>D.</b> Retirar lentamente con del desnatador los sobrenadantes del tanque.	Diario
<i>Descarga de lodos de tanque de retrolavado</i>	<b>E.</b> Abrir la válvula de descarga de lodos permitiendo la purga de la unidad.	Semanal

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

### 5.8. Operación y Mantenimiento de Unidad de Desinfección

**Tabla 9.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Desinfección

<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE DESINFECCIÓN</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar la adecuada desinfección del agua filtrada mediante la correcta dosificación de cloro.	
<b>RESPONSABLE</b>	Operario encargado	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado del tanque de solución desinfectante, la bomba dosificadora de desinfectante y el tubo de inyección, verificando que no existan fugas o ruptura del material.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de la operación del sistema</i>	<b>B.</b> Asegurar la disponibilidad de desinfectante y agua para preparar solución.	Diario al iniciar la jornada
<i>Determinación de la dosis de desinfectante</i>	<b>C.</b> Ubicar los valores medidos de temperatura y pH en la tabla de dosificación de desinfectante, cruzar los datos para obtener la dosificación adecuada.	Diario después del monitoreo
<i>Ajuste de bomba dosificadora de desinfectante</i>	<b>D.</b> Regular el flujo de desinfectante en la bomba dosificadora, según el resultado arrojado en la tabla de dosificación de desinfectante.	Diario
<i>Revisión de flujo de desinfectante</i>	<b>E.</b> Verificar a salida de desinfectante en el punto de dosificación en la tubería hacia el tanque de reserva, descartando obstrucciones en la conducción.	Diario
<i>Descarga de lodos de tanque de retrolavado</i>	<b>F.</b> Abrir la válvula de descarga de lodos permitiendo la purga de la unidad.	Semanal

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

### 5.9. Operación y Mantenimiento de Unidad de Reserva

**Tabla 10.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Reserva

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE RESERVA		
OBJETIVO	Garantizar el adecuado almacenamiento de agua tratada, revisando las condiciones de la unidad.	
RESPONSABLE	Operario encargado	
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado del tanque de reserva, verificando que no existan fugas o ruptura del material.	Semanal
<i>Inspección ocular de las conexiones eléctricas dentro del tanque</i>	<b>B.</b> Verificar el correcto funcionamiento de los flotadores, específicamente el recubrimiento de los cables.	Semanal
<i>Inspección ocular del interior del tanque</i>	<b>C.</b> Revisar si existen sedimentos o formaciones mohosas al interior del tanque. En caso de presentarse, programar limpieza de tal forma que no afecte el suministro del agua a los trabajadores.	Semanal

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

### 5.10. Operación y Mantenimiento de Unidad de Operación

**Tabla 11.** Operación y Mantenimiento de Unidad de Operación

<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE OPERACIÓN</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar el funcionamiento adecuado de los equipos y procesos mediante el seguimiento al sistema general.	
<b>RESPONSABLE</b>	Operario encargado	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<i>Inspección ocular del estado físico de los materiales</i>	<b>A.</b> Revisar el estado de la tubería, válvulas, bombas de succión y almacenamiento adecuado de coagulante y desinfectante en el cuarto de operación.	Diario al iniciar la jornada
<i>Inspección de tanques de solución</i>	<b>B.</b> Verificar el adecuado estado de los tanques de solución coagulante y desinfectante, revisando que no existan fugas o ruptura del material.	Diario
<i>Inspección de las válvulas del sistema de bombeo</i>	<b>C.</b> Verificar que las válvulas se puedan maniobrar en caso de necesitar cambio de bomba para mantenimiento.	Diario
<i>Verificación del funcionamiento del tablero de control</i>	<b>D.</b> Verificar la respuesta de los equipos al girar las perillas, la intermitencia de las señales del tablero puede indicar fallas eléctricas.	Diario
<i>Seguimiento y Control</i>	<b>E.</b> Registrar en los respectivos formatos la información requerida para el funcionamiento del sistema, recurriendo a fichas técnicas o el manual en caso de consulta para procedimientos	Diario

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental



 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

### 5.11. Mantenimiento General de la PTAP

**Tabla 12. Limpieza y Lavado de la Planta de Tratamiento de Agua Potable**

LIMPIEZA Y LAVADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE			
OBJETIVO		Asegurar la eficiencia de los procesos de la PTAP, mediante la limpieza y el lavado de las unidades de funcionamiento.	
PRECAUCIONES		Evitar el uso de detergentes durante el lavado. Utilizar únicamente agua.	
		Utilizar los Elementos de Protección Personal respectivos para la prevención de enfermedades y accidentes: guantes de nitrilo, botas de seguridad, protector nasobocal (tapabocas), gafas de seguridad.	
RESPONSABLE		Operario encargado	
UNIDAD	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
GENERAL	Suspensión del tratamiento	Desactivar el funcionamiento automático de las bombas, cerrar la válvula de ingreso del pozo subterráneo y apagar los sistemas eléctricos en el tablero de control.	Mensual
	Limpieza superficial	Retirar el material sólido flotante de la superficie de agua de las unidades de funcionamiento	Mensual
	Vaciado de unidades	Abrir las válvulas de desagüe del floculador, sedimentador y tanque de retrolavado hasta desocupar completamente las unidades.	Mensual
	Acondicionamiento de partes móviles	Efectuar el engrase de las partes móviles de las bombas y las válvulas, y limpiar la superficie con un trapo para eliminar material particulado.	Mensual
SISTEMA DE INGRESO	Mantenimiento de pozo	Informar al área de gestión ambiental la necesidad de mantenimiento preventivo del pozo subterráneo por parte de gestores externos.	Mensual
	Limpieza de área circundante	Remover la vegetación y la maleza existente alrededor de la tubería de conducción del pozo.	Mensual
AIREACIÓN	Limpieza de los anillos Pall Ring	Remover los anillos Pall Ring de las bandejas y extender en una superficie plana, aplicando agua a presión para remover el material adherido.	Mensual
	Limpieza de las bandejas	Remover las mohosidades y cuerpos adheridos a las bandejas mediante el lavado con agua a presión, específicamente a los orificios, removiendo cualquier obstrucción.	Mensual
	Limpieza de	Retirar el material vegetal adherido a los	Mensual

	orificios	orificios y aplicar agua a presión para remover mohosidades.	
<b>COAGULACIÓN</b>	Limpieza de canal de paso	Remover con un cepillo las mohosidades y material vegetal grueso adherido a las paredes y aplicar agua a presión para optimizar el lavado.	Mensual
	Limpieza de tubería	Inyectar agua a presión a las tuberías de conducción al floculador para remover obstrucciones o incrustaciones.	Mensual
	Limpieza de dosificador	Utilizar un cepillo para remover obstrucciones o incrustaciones en la salida del tubo dosificador de coagulante.	Mensual
<b>FLOCULACIÓN</b>	Limpieza del tanque floculador	Retirar el material orgánico grueso de las paredes del floculador con un cepillo o escoba, aplicando después agua a presión para remover el remanente.	Mensual
	Limpieza del tubo de paso a sedimentador	Aplicar agua a presión alrededor y al interior del tubo de paso al sedimentador, removiendo capas mohosas y material orgánico adherido	Mensual
<b>SEDIMENTACIÓN</b>	Limpieza de zona de entrada	Remover con un cepillo las mohosidades y material vegetal grueso adherido a las paredes y aplicar agua a presión para optimizar el lavado.	Mensual
	Limpieza de la zona de sedimentación	Remover con un cepillo las mohosidades y material vegetal grueso adherido a las paredes y aplicar agua a presión a las placas onduladas para remover el material adherido.	Mensual
<b>RETROLAVADO</b>	Limpieza del tanque	Remover con un cepillo las mohosidades y material vegetal grueso adherido a las paredes de cada compartimento del tanque, aplicando agua a presión para retirar el remanente.	Mensual
<b>FILTRACIÓN</b>	Lavado del filtro	El retrolavado del filtro es una actividad que se realiza con periodicidad diaria, por lo tanto el día de limpieza se lleva a cabo antes de iniciar las labores de limpieza general.	Mensual
<b>RESERVA</b>	Limpieza de tanques	Remover material adherido a las paredes con agua a presión, teniendo en cuenta el lavado alternado de los tanques para evitar suspensión de suministro de agua.	Mensual
<b>OPERACIÓN</b>	Reanudación de tratamiento	Cerrar válvulas de desagüe de todas las unidades, abrir las válvulas de ingreso del pozo subterráneo, reactivar el funcionamiento automático de las bombas y encender el sistema eléctrico del tablero de control.	Mensual

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

## 6. MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

Según la Resolución 2115 de 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, la PTAP de la zona administrativa de Palmas del Cesar S.A. debe realizar seguimiento mensual a los parámetros de pH, turbiedad, color aparente y cloro residual libre para garantizar una calidad de efluente adecuado.

Es necesario entonces conocer los procedimientos para toma de muestra y manejo de equipos de medición, asegurando la correcta la medición de los parámetros.

### 6.1. Actividades de Muestreo

El muestreo de la PTAP consiste en recolectar una cantidad significativa de agua al inicio y otra al final del tratamiento, con el fin de examinar sus características fisicoquímicas y compararlas, verificando la eficiencia del sistema.

**Tabla 13.** Actividades de Muestreo

<b>ACTIVIDADES DE MUESTREO</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar la recolección adecuada de la muestra de agua para analizar sus características fisicoquímicas.
<b>RESPONSABLE</b>	Operario encargado
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
1. Abrir la llave de salida de agua del pozo subterráneo para muestreo de calidad inicial.	
2. Enjuagar 3 veces el recipiente con el agua de muestreo.	
3. Llenar el recipiente de agua dejando un pequeño espacio de aire (10% del volumen del recipiente aprox.).	
4. Cerrar la llave de salida de agua del pozo subterráneo.	
5. Marcar el recipiente con los datos del tipo de análisis a realizar, lugar, fecha y hora de la toma de muestra.	
6. Repetir el procedimiento para el agua proveniente de la llave de salida del sistema ara muestreo de la calidad final.	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

## 6.2. Medición de Caudal

**Tabla 14.** Aforo del Caudal

AFORO DE CAUDAL	
<b>OBJETIVO</b>	Realizar seguimiento al caudal tratado en la PTAP.
<b>RESPONSABLE</b>	Operario encargado.
DESCRIPCIÓN	
1. Ubicarse en el vertedero.	
2. Colocar un balde de volumen conocido en el vertedero.	
3. Con ayuda de un cronómetro tomar el tiempo de llenado del balde.	
4. Repetir 2 o 3 veces el procedimiento y promediar los datos.	
5. Realizar cálculo:	
$Q=V/t$	
Donde:	
Q= caudal en l/s	
V= volumen en litros	
t= tiempo en segundos	
6. Registrar dato obtenido en el formato respectivo.	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

### 6.3. Medición de Turbiedad

**Tabla 15.** Medición de la Turbiedad

<b>MEDICIÓN DE LA TURBIEDAD</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar el manejo adecuado del equipo para medición de turbiedad, asegurando un resultado verídico.
<b>EQUIPO</b>	Turbidímetro.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
1. Enjuagar 3 veces la celda de muestra con el agua de muestreo.	
2. Llenar la celda de muestra hasta la línea indicativa (manipular la celda por su parte superior).	
3. Tapar la celda de muestra.	
4. Limpiar la celda de muestra con un paño suave, eliminando gotas de agua y huellas dactilares.	
5. Colocar el instrumento de medición en una superficie plana y resistente.	
6. Pulsar el botón ON/ENCENDIDO.	
7. Introducir la celda de muestra en el compartimento alineando la marca de orientación de la celda con la marca de orientación del compartimento.	
8. Colocar la tapa al compartimento.	
9. Pulsar el botón MEDICIÓN.	
10. Esperar la indicación "estabilizado" en la pantalla y registrar la turbidez arrojada por el equipo en el formato respectivo.	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

#### 6.4. Medición de pH y Temperatura

**Tabla 16.** Medición de pH y Temperatura

<b>MEDICIÓN DE pH Y TEMPERATURA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar el manejo adecuado del equipo para medición del pH y la temperatura, asegurando un resultado verídico.
<b>EQUIPO</b>	pH-metro.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
1. Conectar la sonda de pH al medidor, asegurando firmemente la tuerca de bloqueo del cable.	
2. Colocar el instrumento de medición en una superficie plana y resistente.	
3. Lavar la sonda con agua destilada o desionizada.	
4. Pulsar el botón ON/ENCENDIDO.	
5. Enjuagar 3 veces un recipiente con agua de muestra.	
6. Tomar una muestra representativa de agua de muestra en el recipiente.	
7. Colocar la sonda dentro del agua, evitando contacto con las paredes y el fondo del recipiente.	
8. Colocar la tapa al compartimento.	
9. Pulsar el botón MEDICIÓN.	
10. Esperar la indicación "estabilizado" en la pantalla y registrar el dato de pH y Temperatura arrojados por el equipo en el formato respectivo.	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

## 6.5. Medición de Color

**Tabla 17.** Medición de Color

<b>MEDICIÓN DE COLOR</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar el manejo adecuado del equipo para medición de color, asegurando un resultado verídico.
<b>EQUIPO</b>	Fotómetro.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
1. Colocar el instrumento de medición en una superficie plana y resistente.	
2. Pulsar el botón ON/ENCENDIDO.	
3. Pulsar la tecla 7 para programar el equipo en lectura de color.	
4. Pulsar la tecla 1 seguida de la tecla 9 para programar el equipo en medición de color.	
5. Presionar la tecla ENTER.	
6. Enjuagar 3 veces una celda con agua destilada.	
7. Llenar una celda de muestra con 25 mL de agua destilada para programar el blanco del equipo.	
8. Tapar la celda de muestra.	
9. Limpiar la celda de muestra con un paño suave, eliminando gotas de agua y huellas dactilares.	
10. Introducir la celda en el compartimento.	
11. Cubrir la celda con la tapa del equipo.	
12. Pulsar tecla ZERO, verificando la lectura en pantalla : 0 mg/L Pt Co.	
13. Abrir compartimento para sacar la celda de muestra.	
14. Enjuagar 3 veces una celda de muestra con agua de muestra.	
15. Llenar una celda de muestra con 25 mL de agua de muestra.	
16. Tapar la celda de muestra.	
17. Limpiar la celda de muestra con un paño suave, eliminando gotas de agua y huellas dactilares.	
18. Introducir la celda en el compartimento.	
19. Cubrir la celda con la tapa del equipo.	
20. Pulsar la tecla READ.	
21. Registrar el dato de color en mg/L Pt Co arrojados por el equipo en el formato respectivo.	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

## 6.6. Medición de Cloro

**Tabla 18.** Medición de Cloro Libre

<b>MEDICIÓN DE CLORO LIBRE</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Garantizar el manejo adecuado del equipo para medición de cloro libre, asegurando un resultado verídico.
<b>EQUIPO</b>	Fotómetro.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
1. Colocar el instrumento de medición en una superficie plana y resistente.	
2. Pulsar el botón ON/ENCENDIDO.	
3. Pulsar la tecla 7 para programar el equipo en lectura de cloro.	
4. Pulsar la tecla 9 para programar el equipo en medición de color.	
5. Presionar la tecla ENTER.	
6. Enjuagar 3 veces una celda con agua destilada.	
7. Llenar una celda de muestra con 25 mL de agua destilada para programar el blanco del equipo.	
8. Tapar la celda de muestra.	
9. Limpiar la celda de muestra con un paño suave, eliminando gotas de agua y huellas dactilares.	
10. Introducir la celda en el compartimento.	
11. Cubrir la celda con la tapa del equipo.	
12. Pulsar tecla ZERO, verificando la lectura en pantalla: 0 mg/L Cl <sub>2</sub> .	
13. Abrir compartimento para sacar celda de muestra.	
14. Enjuagar 3 veces una celda de muestra con agua de muestra.	
15. Llenar una celda de muestra con 10 mL de agua de muestra (la coloración rosa indica presencia de cloro libre).	
16. Adicionar el contenido de un sobre de DPD Free Chlorine a la celda de muestra	
17. Tapar la celda de muestra.	
18. Limpiar la celda de muestra con un paño suave, eliminando gotas de agua y huellas dactilares.	
19. Introducir la celda en el compartimento.	
20. Cubrir la celda con la tapa del equipo.	
21. Pulsar la tecla READ.	
22. Registrar el dato de concentración de cloro libre presente en la muestra en mg/L Cl <sub>2</sub> arrojados por el equipo en el formato respectivo.	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental




## 6.7. Prueba de Jarras

**Tabla 19.** Prueba de Jarras

<b>PRUEBA DE JARRAS</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Determinar la dosis óptima de coagulante a utilizar para el agua a tratar en la PTAP.
<b>EQUIPO</b>	Test de Jarras.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
1. Recolectar en un recipiente (balde), en la llave de entrada de agua desde el pozo subterráneo, 7 litros de agua cruda.	
2. Determinar la temperatura, pH, turbiedad, color y cloro del agua cruda.	
3. Tomar seis muestras de un litro de agua cruda con ayuda de una probeta.	
4. Transferir cada litro de agua a cada jarra del equipo.	
5. Ubicar las jarras en el equipo	
6. Introducir en jeringas seis muestras de coagulante en dosis crecientes (Recomendado: 0,4 ml - 0,5 ml - 0,6 ml - 0,7 ml - 0,8 ml - 0,9 ml)	
7. Encender el equipo a una velocidad de rotación de paletas de 120 revoluciones por minuto (rpm).	
8. Verter inmediatamente una dosis de coagulante de las jeringas a cada jarra.	
9. Contabilizar con un cronómetro 30 segundos (mezcla rápida).	
10. Transcurridos los 30 segundos, cambiar la velocidad del equipo a 45 rpm (mezcla lenta).	
11. Contabilizar con un cronómetro 2 minutos.	
12. Al término de los 2 minutos, detener la rotación de las paletas con 0 rpm.	
13. Levantar las paletas permitiendo la sedimentación de los flóculos durante 10 minutos.	
14. Enjuagar 3 veces con agua de una jarra un recipiente.	
15. Tomar una muestra de agua de la jarra con el recipiente enjuagado.	
16. Medir pH y turbiedad de la muestra.	
17. Registrar el dato de concentración de pH y turbiedad presente en la muestra en el formato respectivo.	
18. Repetir muestreo del agua y registro de datos cada una de las jarras.	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

### **6.8. Dosificación de Desinfectante**

La aplicación de cloro al agua es fundamental para asegurar la erradicación de microorganismos potencialmente patógenos, por tanto debe dosificarse la cantidad adecuada para eliminarlos pero no exceder la concentración nociva para consumo humano.

El uso del cloro debe hacerse de manera cuidadosa, ya que puede ser peligroso para la salud humana o destruir materiales; el operador de la planta debe tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- El cloro debe ser manipulado únicamente por el encargado, quien debe estar correctamente capacitado para tal fin.
- Disponer en bolsas o recipientes rojos los residuos de cloro.
- Evitar golpes en recipientes de almacenamiento de cloro.
- Almacenar recipientes en sitios a temperatura ambiente, lejos del calor y del sol.



## 7.2. Formato B – Prueba de Jarras para Determinación de Dosis Óptima de Coagulante

	REGISTRO	
	<b>DOSIS ÓPTIMA DE COAGULANTE - PRUEBA DE JARRAS</b>	

FECHA (dd/mm/aa)	
HORA	

PUNTO DE MUESTREO	
COAGULANTE	

TURBIEDAD INICIAL (NTU)	
pH INICIAL	

JARRA	ENSAYO 1				ENSAYO 2			
	Dosis Coagulante (mg/l)	Volumen Coagulante (ml)	Turbiedad Final (NTU)	pH Final	Dosis Coagulante (mg/l)	Volumen Coagulante (ml)	Turbiedad Final (NTU)	pH Final
1								
2								
3								
4								
5								
6								

FECHA (dd/mm/aa)	
HORA	

PUNTO DE MUESTREO	
COAGULANTE	

TURBIEDAD INICIAL (NTU)	
pH INICIAL	

JARRA	ENSAYO 1				ENSAYO 2			
	Dosis Coagulante (mg/l)	Volumen Coagulante (ml)	Turbiedad Final (NTU)	pH Final	Dosis Coagulante (mg/l)	Volumen Coagulante (ml)	Turbiedad Final (NTU)	pH Final
1								
2								
3								
4								
5								
6								


FECHA (dd/mm/aa)	
HORA	

PUNTO DE MUESTREO	
COAGULANTE	

TURBIEDAD INICIAL (NTU)	
pH INICIAL	

JARRA	ENSAYO 1				ENSAYO 2			
	Dosis Coagulante (mg/l)	Volumen Coagulante (ml)	Turbiedad Final (NTU)	pH Final	Dosis Coagulante (mg/l)	Volumen Coagulante (ml)	Turbiedad Final (NTU)	pH Final
1								
2								
3								
4								
5								
6								



 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	

## REFERENCIAS

“Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución número 2115 22 jun 2007”, 2007. [Enlínea]. Disponible: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n del agua/Resoluci%C3%B3n 2115.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n%20del%20agua/Resoluci%C3%B3n%202115.pdf)

“Ministerio de la Protección Social, Resolución número 1575 9 may 2007”, 2007. [Enlínea]. Disponible: <http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>

A. López y B. Jimenez, “Manual de Operación y Mantenimiento Planta de Tratamiento de Agua Potable San Antonio – Asociación Sucuneta”. 2016.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, organización Panamericana de la salud, OPS/CEPIS/UNATSABAR. *GUÍA DE PROCEDIMIENTOS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES*. 2005. [Enlínea]. Disponible: [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/037 O&M %20de desarenadores y sedimentadores/O&M %20de desarenadores y sedimentadores.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/037_O&M_%20de_desarenadores_y_sedimentadores/O&M_%20de_desarenadores_y_sedimentadores.pdf)

J. Arboleda, Teoría y práctica de la purificación del agua., Tercera ed. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 2000.

M. Álvarez, “Regulación del Sistema de Tratamiento y Suministro de Agua Potable de la Planta de Potabilización del Municipio de Betulia-ACUABE”. 2014.

Organización Mundial de la Salud, International Water Assosiation. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua. Ginebra, 2009.

S. Sánchez y M. Peña, “Propuesta para el Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Municipio de Bituima, Cundinamarca”. 2011.

**ANEXO E.**  
**CORRECCIÓN DE NIVELES TORRE**  
**DE AIREACIÓN**

## CORRECCIÓN DE NIVELES PARA TORRE DE AIREACIÓN

Para asegurar el correcto drenaje del agua que se deposita en la plataforma de concreto es necesario adaptar una pendiente del 1%, según Norma Técnica Colombiana 1500 (Código Colombiano de Fontanería). Se debe entonces realizar un relleno con mortero sobre la superficie de la plataforma.

Las especificaciones de los nuevos niveles se encuentran calculando el espesor del relleno como se muestra a continuación.

$$\frac{y}{2,38 \text{ m}} = 0,01$$

$$y = 0,01 * 2,38 \text{ m} = 0,025 \text{ m} = 2,5 \text{ cm}$$

La superficie de la plataforma debe elevarse 2,5 cm en el extremo opuesto al orificio que conduce la tubería de desagüe, provocando inclinación hacia la misma; la elevación del extremo que posee el orificio debe ser 0 cm para asegurar la pendiente de 1%.



**ANEXO F.**  
**COTIZACIONES LABORATORIO PTAP**

LABORATORIO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE ARQILAB						
		UND	CANTID.	VR.	VR. PARCIAL	IVA INCLUIDO
<b>1</b>	<b>Equipos de Laboratorio</b>					
	Turbidímetro - Martini	U	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 4.760.000
	Colorímetro Spectroquant Move100 - Merck	U	1	\$ 3.680.000	\$ 3.680.000	\$ 4.379.200
	Multiparámetro Ezodo	U	1	\$ 670.000	\$ 670.000	\$ 797.300
	Floculador Prueba de Jarras 6 puestos - Velp	U	1	\$ 3.550.000	\$ 3.550.000	\$ 4.224.500
<b>2</b>	<b>Insumos Químicos</b>					
	Spectroquant Cloro Libre Reactivo x200 test - Merck	U	1	\$ 305.000	\$ 305.000	\$ 362.950
	Mcolortest Alcalinidad x200 test - Merck	U	1	\$ 414.900	\$ 414.900	\$ 493.731
	Mcolortest Dureza Total x300 test - Merck	U	1	\$ 391.000	\$ 391.000	\$ 465.290
	Vaso de Precipitado para floculador	U	6	\$ 24.000	\$ 144.000	\$ 171.360
<b>TOTAL COSTOS LABORATORIO</b>					<b>\$ 13.154.900</b>	<b>\$ 15.654.331</b>

LABORATORIO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE QUIMICOMPANY					
			CANTID.	VR.	VR. PARCIAL
<b>1</b>	<b>Equipos de Laboratorio</b>				
	Medidor Portátil de Turbidez - Apera		1	\$ 3.570.000	\$ 3.570.000
	Medidor de pH Portátil - Apera		1	\$ 1.904.000	\$ 1.904.000
	Equipo Prueba de Jarras Lineal - Nacional		1	\$ 2.796.500	\$ 2.796.500
<b>2</b>	<b>Insumos Químicos</b>				
	Garrafa de Agua Destilada o Desionizada - Nacional		1	\$ 53.550	\$ 53.550
<b>TOTAL COSTOS LABORATORIO</b>					<b>\$ 8.324.050</b>

LABORATORIO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE HANNA INSTRUMENTS OPCIÓN 1						
			CANTID.	VR.	VR. PARCIAL	IVA INCLUIDO
<b>1</b>	<b>Equipos de Laboratorio</b>					
	Medidor de turbidez HI 98703-01		1	\$ 4.290.990	\$ 4.290.990	\$ 5.106.278
	Medidor Portátil Impermeable pH/ORP y T° HI 98190		1	\$ 2.481.990	\$ 2.481.990	\$ 2.953.568
	Fotómetro portátil p/Color del agua HI 96727		1	\$ 1.178.990	\$ 1.178.990	\$ 1.402.998
	Kit Fotómetro portátil Cloro Libre y T total HI 96711C		1	\$ 1.550.990	\$ 1.550.990	\$ 1.845.678
<b>2</b>	<b>Insumos Químicos</b>					
	Estándares CALCHECK para color del agua HI 96727-11		1	\$ 564.900	\$ 564.900	\$ 672.231
	Reactivo Cloro libre polvo x100 test HI 93701-01		1	\$ 79.990	\$ 79.990	\$ 95.188
	Reactivo Cloro Total HI 93711-01		1	\$ 112.990	\$ 112.990	\$ 134.458
	Solución de pH 4 HI 7004		1	\$ 45.990	\$ 45.990	\$ 54.728
	Solución de pH 4 HI 7004		1	\$ 45.990	\$ 45.990	\$ 54.728
	Solución de pH 4 HI 7004		1	\$ 45.990	\$ 45.990	\$ 54.728
<b>TOTAL COSTOS LABORATORIO</b>					<b>\$ 10.398.810</b>	<b>\$ 12.374.584</b>

LABORATORIO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE HANNA INSTRUMENTS OPCIÓN 2					
		CANTID.	VR.	VR. PARCIAL	IVA INCLUIDO
<b>1</b>	<b>Equipos de Laboratorio</b>				
	Turbidímetro+Fotómetro HI 93102	1	\$ 4.887.990	\$ 4.887.990	\$ 5.816.708
	Medidor pH/ORP portátil	1	\$ 2.230.990	\$ 2.230.990	\$ 2.654.878
	Fotómetro portátil p/Color del agua HI 96727	1	\$ 1.178.990	\$ 1.178.990	\$ 1.402.998
<b>2</b>	<b>Insumos Químicos</b>				
	Estándares CALCHECK para color del agua HI 96727-11	1	\$ 564.900	\$ 564.900	\$ 672.231
	Reactivo Cloro libre polvo x100 test HI 93701-01	1	\$ 79.990	\$ 79.990	\$ 95.188
	Reactivo Cloro Total HI 93711-01	1	\$ 112.990	\$ 112.990	\$ 134.458
	Solución de pH 4 HI 7004	1	\$ 45.990	\$ 45.990	\$ 54.728
	Solución de pH 4 HI 7004	1	\$ 45.990	\$ 45.990	\$ 54.728
	Solución de pH 4 HI 7004	1	\$ 45.990	\$ 45.990	\$ 54.728
<b>TOTAL COSTOS LABORATORIO</b>					<b>\$ 10.940.646</b>

# **ANEXO G. PLAN DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO STARD**

***PLAN DE INSPECCIÓN Y  
MANTENIMIENTO PARA  
SISTEMAS DE TRATAMIENTO  
DE AGUA RESIDUAL  
DOMÉSTICA - STARD***



***palmas del cesar***  
el fruto de la excelencia



## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>2</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>1. OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
1.1. Objetivo General .....	6
1.2. Objetivos Específicos .....	6
<b>2. MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Marco Conceptual.....	7
2.2. Marco Legal.....	8
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>9</b>
3.1. Trampa de Sólidos.....	9
3.2. Trampa de Grasas .....	9
3.3. Tanque Séptico .....	10
3.4. Filtro o Lecho Filtrante .....	10
3.5. Sistema Integrado Séptico SI 2400 L.....	10
3.6. Campo de infiltración .....	11
3.7. Cajas de Distribución o Inspección.....	11
<b>4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....</b>	<b>12</b>
4.1. Elementos de Protección Personal (EPP).....	12
4.2. Medidas de Seguridad.....	13
<b>5. DETECCIÓN DE IRREGULARIDADES EN LOS STARD .....</b>	<b>14</b>
<b>6. INSPECCIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>7. MANTENIMIENTO .....</b>	<b>17</b>
7.1. Área Circundante.....	17
7.2. Caja de Inspección o Distribución .....	17
7.3. Trampa de Grasas y Sólidos.....	18
7.4. Tanque Séptico .....	18
7.5. Filtro .....	19
7.6. Tuberías .....	19
7.7. Medidas de Acción Complementarias.....	20
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>21</b>

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

### LISTA DE TABLAS

**Tabla 1. Normatividad relacionada con el manejo y tratamiento de aguas residuales. .... 8**

**Tabla 2. Indicadores de calificación para inspección de unidades STARD..... 15**

**Tabla 3. Instructivo para mantenimiento de área circundante. .... 17**

**Tabla 4. Instructivo para mantenimiento de caja de inspección..... 17**

**Tabla 5. Instructivo para mantenimiento de la trampa de grasas. .... 18**

**Tabla 6. Instructivo para mantenimiento del tanque séptico..... 18**

**Tabla 7. Instructivo para mantenimiento del filtro. .... 19**

**Tabla 8. Instructivo para mantenimiento de tuberías de los STARD. .... 19**

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	


### LISTA DE FIGURAS

**Figura 1. Unidades de tratamiento del STARD. .... 9**

**Figura 2. Elementos de Protección Personal para mantenimiento de STARD..... 12**

**Figura 3. Medidas de prevención durante el mantenimiento de los STARD..... 13**



 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

## INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible el cual, en el Artículo 2.2.3.3.9.14, indica los parámetros que todo vertimiento a fuentes hídricas debe cumplir. La información proporcionada en este documento se enfoca en facilitar la comprensión teórica y operativa de los sistemas de tratamiento de agua residual domestica de la empresa Palmas del Cesar S.A., posibilitando mejores prácticas de inspección y mantenimiento que permitan dar cumplimiento a la normatividad vigente.

Los vertimientos líquidos provenientes de actividades de higiene personal, preparación de alimentos, lavado y limpieza de elementos, materiales o utensilios, sin tratamiento previo a su descarga, pueden representar problemas sanitarios y ambientales cuando no se realiza un manejo adecuado de las mismas. El tratamiento de las aguas residuales domésticas que la empresa en el desarrollo de sus actividades genera, es esencial para aportar a una calidad de vida adecuada a sus trabajadores y su óptima relación con el entorno.

Como estrategia para el control de las descargas de agua residual doméstica, Palmas del Cesar S.A. cuenta con sistemas de tratamiento diseñados y construidos de acuerdo a los parámetros requeridos, con sus respectivos permisos de vertimiento emitidos por la Autoridad Ambiental Corpocesar.

Este Plan de Mantenimiento se encuentra asociado con la Política Integrada de Gestión desarrollada por la empresa y se relaciona con los Principios y Criterios de la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible” (RSPO, por su sigla en inglés), pues un efluente de calidad adecuada representa un permanente compromiso socio ambiental, disminuyendo los posibles impactos que se puedan generar al entorno.

	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Objetivo General

Establecer el Plan de Inspección y Mantenimiento de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARD) de la empresa Palmas del Cesar S.A.

### 1.2. Objetivos Específicos

Diseñar formatos de inspección que faciliten el seguimiento al funcionamiento de los STARD y permitan detectar fallas en el sistema.

Determinar las medidas de seguridad adecuadas para la inspección y mantenimiento en los STARD.

Establecer las acciones adecuadas para realizar el mantenimiento de los STARD.

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Marco Conceptual

**Agua Subterránea:** Es el agua que se infiltra a través de grietas, poros de rocas y sedimentos que yacen debajo de la superficie terrestre; se acumula en las capas arenosas o rocas porosas del subsuelo.

**Agua Residual:** Combinación de diversas corrientes de agua descargada, una vez usada, a los sistemas de drenaje o directamente al ambiente.

**Agua Residual Doméstica:** Agua de composición variada proveniente de su uso en procesamiento y preparación de alimentos, higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.

**Punto de descarga:** Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento, en el cual se deben llevar a cabo los muestreos y se encuentra ubicado antes de su incorporación a un cuerpo de agua

**Vertimiento:** Es cualquier descarga final al recurso hídrico, de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios o aguas residuales.

**Vertimiento puntual:** Es aquel vertimiento realizado en un punto fijo, directamente o a través de un canal, al recurso.

**Carga:** Producto de la concentración promedio por el caudal promedio determinado en el mismo sitio; expresado en kilogramos por día (kg/d).

**Sistema de tratamiento de aguas residuales:** Es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico, físico-químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

**Trampa de Grasa:** Dispositivo de pretratamiento que separa la grasa y los aceites de las aguas residuales, disminuyendo la corriente de las aguas residuales que provienen de las tuberías.

**Tanque Séptico:** Estructura subterránea impermeable utilizada para recibir las aguas residuales domésticas, diseñado para permitir sedimentación de sólidos, separación de líquidos y digestión limitada de materia orgánica.

**Campo de Infiltración:** Sistema convencional de tubería perforada rodeada de grava y suelo mixto de arena para tratamiento de agua residual mediante remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes por acción microbiológica.

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

## 2.2. Marco Legal

Palmas del Cesar S.A. en su compromiso con la preservación de los recursos naturales renovables, vela por el cumplimiento de la normatividad legal:

**Tabla 1.** Normatividad relacionada con el manejo y tratamiento de aguas residuales.

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Constitución Política de Colombia de 1991	Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
Ley 1453 de 2011	Por medio de la cual se reforma el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal, el Código de Infancia y Adolescencia, las reglas sobre extinción de dominio y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad.
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Decreto 302 de 2000	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 1096 de 2000	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

En la empresa Palmas del Cesar S.A. se utilizan diferentes estructuras para los Sistemas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica (STARD), según las características del vertimiento que reciben. Actualmente existen sistemas construidos en concreto y otros prefabricados en fibra reforzada de vidrio; los dos tipos de sistema poseen unidades similares: Sistema séptico de dos unidades (la primera es un tanque séptico que actúa como tratamiento primario y la segunda un lecho filtrante, el cual actúa como tratamiento secundario), un campo de infiltración para estabilización de materia orgánica y cajas de distribución para inspección y homogeneización de agua residual. Los vertimientos que presentan gran cantidad de material flotante cuentan también con una trampa de grasas y/o con trampa de sólidos como pretratamiento.

**Figura 1.** Unidades de tratamiento del STARD.




**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

#### 3.1. Trampa de Sólidos

Esta estructura de tratamiento preliminar consiste en una caja para decantar los sólidos sedimentables del agua residual, permitiendo la retención de material grueso o pesado en el inicio del sistema, evitando así la obstrucción de las siguientes unidades. Los sólidos retenidos se remueven de la unidad con una pala o por medio de succión, en caso de ser necesario.

#### 3.2. Trampa de Grasas

Es una estructura de tratamiento preliminar que consiste en una caja, cuya finalidad es separar las grasas y aceites de las aguas residuales, disminuyendo la carga orgánica destinada al siguiente tratamiento, al establecer el tiempo de retención hidráulica para permitir el enfriamiento y posterior ascenso de las grasas y aceites a la superficie del líquido; estos pueden ser removidos del sistema mediante desnatadores manuales, bombas, entre otros. La salida del agua residual está localizada bajo el nivel de las grasas, permitiendo que el agua salga libre de los aceites que se acumulan en la parte superior de la unidad.

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

### **3.3. Tanque Séptico**

Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, un tanque séptico es una cámara subterránea de contención de agua residual, construida típicamente en concreto, fibra de vidrio o polietileno; su función es retener el agua residual el tiempo suficiente para permitir la sedimentación de los sólidos (formando lodos) y el ascenso a la superficie de las grasas y aceites que no se retuvieron en la trampa de grasas a través de un proceso de decantación; también posibilita la descomposición parcial del material sólido.

La existencia de compartimentos y salidas con tubería en forma de T previenen el rebose de lodos y material residual hacia el área de drenaje. Estos tanques poseen tapas en la superficie del suelo que permiten su fácil ubicación, inspección y succión.

El funcionamiento del tanque séptico es automático ya que constituye un sistema de vasos comunicantes, puesto que cualquier volumen de agua que ingrese al primer compartimento debe ser expulsado inmediatamente, siguiendo su curso en el sistema y en el ambiente.

Los procesos generados en el tanque séptico son:

- a. Decantación de sólidos: Se depositan en el fondo el material sólido pesado, quedando las sustancias grasas y ligeras restantes en la superficie.
- b. Descomposición de materia orgánica: Por acción metabólica de bacterias anaerobias se forman sustancias insolubles depositándose en el fondo. Los gases y el agua son dirigidos al tubo de salida.

### **3.4. Filtro o Lecho Filtrante**

Generalmente relleno de material filtrante como grava, arena o percoladores, da lugar a la oxidación y esterilización de la materia orgánica. En este proceso se presentan remociones de sólidos suspendidos del 60% al 65%.

Al final del proceso se obtiene un líquido de parcial turbiedad capaz de ser absorbido por el terreno. En el tanque no se produce desinfección, por lo cual el efluente presenta riesgo biológico y no debe arrojarse directamente a corrientes de agua.

### **3.5. Sistema Integrado Séptico SI 2400 L**

Es un sistema integrado construido en Polipropileno con Fibra Reforzada de Vidrio (PFRV) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, conformado por un Sistema Séptico y el Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA), realizando en una sola

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

unidad los procesos de sedimentación, clarificación y filtración. El Séptico decanta y retiene sólidos mientras que el filtro degrada la materia orgánica y retiene sólidos.

### **3.6. Campo de infiltración**

Es un sistema de infiltración subsuperficial que proporciona tratamiento y distribución final al agua residual, según definiciones de la EPA. Su sistema convencional consta de tubería perforada rodeada por grava u otro medio poroso que mantiene la estructura de la excavación y permite el flujo libre del agua. Los microorganismos presentes en el subsuelo consumen la materia orgánica del agua formando una capa biológica que retarda el movimiento del fluido a través del suelo, evitando la saturación del área inferior.

### **3.7. Cajas de Distribución o Inspección**

Se encuentran ubicadas al inicio y al final del sistema; estas cajas homogeneizan el agua proveniente de todas las tuberías para que ingrese al sistema con las mismas características, y descargue de la misma manera al ambiente. La elevación de las tuberías de la caja de salida debe ser la misma para asegurar una distribución uniforme en el campo de infiltración.

El efluente final del STARD presenta generalmente las siguientes características:

- a. Depuración parcial con disminución de turbiedad inicial.
- b. Presencia de sólidos pequeños en suspensión.
- c. Presencia de bacterias patógenas, siendo un líquido no sanitario.
- d. Mal olor y color oscuro.

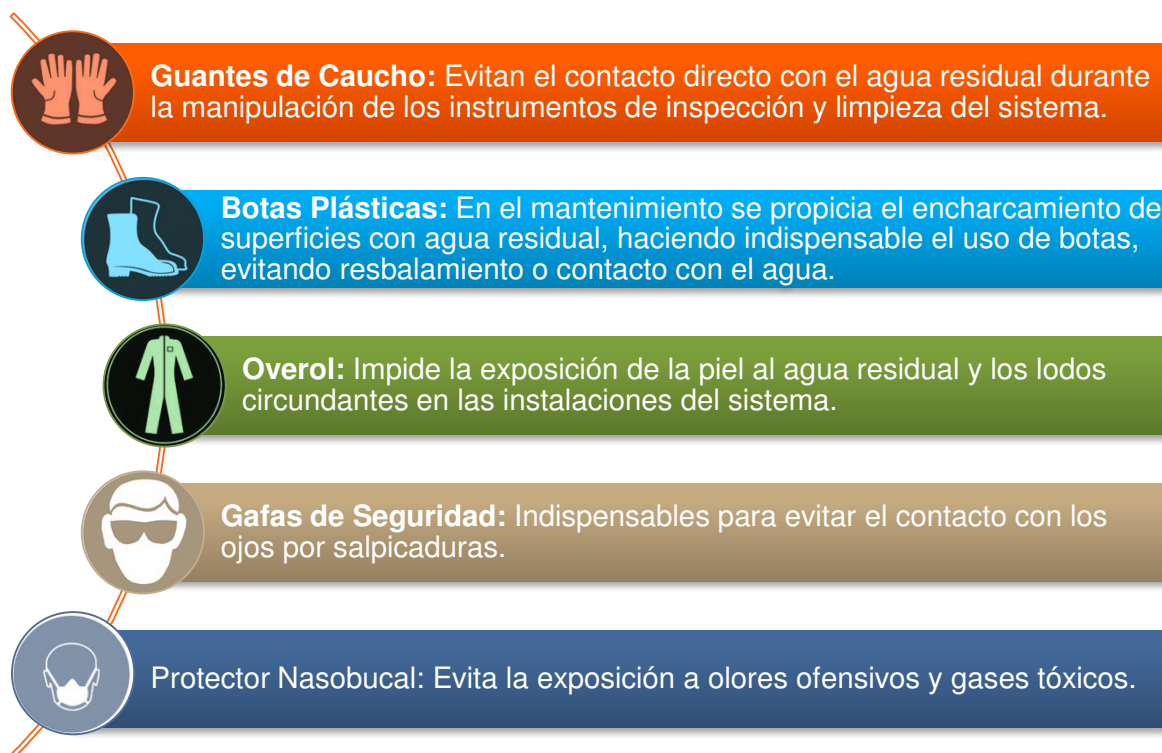
#### 4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Los Sistemas de Tratamiento de Agua Residual Doméstica en Palmas del Cesar S.A. se caracterizan por adoptar afluentes provenientes principalmente de actividades de higiene personal y de procesos alimenticios, generando un área susceptible de presencia de vectores y enfermedades, representando un riesgo para la salud de los operarios. Por tal razón deben especificarse las medidas, elementos y procedimientos de seguridad que eviten el contacto directo con sustancias peligrosas y la propagación de enfermedades, disminuyendo el riesgo de accidentes físicos y biológicos durante las labores de operación y mantenimiento de los sistemas.

##### 4.1. Elementos de Protección Personal (EPP)

La susceptibilidad para contraer enfermedades o infecciones durante la operación y mantenimiento de los sistemas es ocasionada por el contacto con el agua residual (afluente y efluente), material retenido, lodos de los tratamientos, natas y estructura del sistema. Para minimizar el riesgo es importante el uso responsable de los siguientes EPP:

**Figura 2.** Elementos de Protección Personal para mantenimiento de STARD.



**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.










#### 4.2. Medidas de Seguridad

Los vertimientos domésticos de la empresa pueden ser fuente de enfermedades e infecciones virales; además, los procesos microbiológicos producidos en el sistema propician la generación de sustancias volátiles, inflamables y tóxicas en largos tiempos de exposición. Por tanto, se debe reportar el programa de actividades de mantenimiento al área de Salud y Seguridad en el Trabajo.

Para prevenir las situaciones anteriores es necesario tener en cuenta las siguientes indicaciones:

**Figura 3.** Medidas de prevención durante el mantenimiento de los STARD

- 
Evitar consumir o llevar alimentos durante las labores de inspección, operación y mantenimiento.
- 
Después de realizar trabajos en los sistemas, lavar muy bien las manos con jabón desinfectante o alcohol.
- 
Cubrir totalmente heridas abiertas y evitar el contacto con agua o lodo.
- 
Esperar un tiempo prudente después de abrir las tapas de los tanques evitando la inhalación de gases.
- 
Evitar fumar o encender cualquier tipo de llama en el área circundante.
- 
Realizar cierre perimetral del área para evitar accidentes.
- 
Programar restricción de uso de baños durante el mantenimiento.

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

## 5. DETECCIÓN DE IRREGULARIDADES EN LOS STARD

La detección temprana de irregularidades en los STARD permite tomar medidas de acción pertinentes y a tiempo para evitar el agravamiento de fallas en los sistemas. Cuando las contingencias se manejan a tiempo, disminuye la aparición de problemas futuros de mayor gravedad y se mantiene la eficiencia en el funcionamiento de los sistemas.

Las señales más comunes que indican fallas en los STARD son:

- Funcionamiento lento o presencia de turbiedad en las aguas de baterías sanitarias al momento de realizar la descarga de la cisterna.
- Mal olor cerca a las rejillas de desagüe o puntos de entrega de agua residual.
- Ablandamiento del suelo alrededor de los sistemas sépticos o el área de infiltración.
- Encharcamiento superficial con agua residual cerca del efluente.
- Crecimiento significativo de algas dentro o alrededor de cuerpos hídricos aledaños.
- Altos niveles de nitratos, bacterias u otros contaminantes en aguas de buena calidad.
- Desniveles de la lámina de agua residual en las unidades de tratamiento.

## 6. INSPECCIÓN

El funcionamiento efectivo de los sistemas de tratamiento de agua residual doméstica se asegura realizando inspecciones periódicas a sus condiciones físicas y operativas. Esto permite la trazabilidad de los procesos, la detección temprana de fallas o irregularidades y la toma de medidas preventivas y correctivas para su mantenimiento y mejoramiento.

La inspección debe llevarse a cabo de manera mensual y desarrollarse de acuerdo a los formatos indicados en este documento (ver anexo).

Cada sistema posee diferentes unidades según los parámetros requeridos; por tanto, los elementos a inspeccionar son específicos para cada unidad y para cada sistema. Cuando el elemento se encuentra en las condiciones aceptables para el sistema, debe calificarse como “adecuado”; en caso de presentarse un posible daño, falla o necesidad de mantenimiento, debe calificarse como “por mejorar”. Los indicadores para la calificación de los elementos inspeccionados se presentan en la tabla a continuación.


**Tabla 2.** Indicadores de calificación para inspección de unidades STARD.

ELEMENTO	ADECUADO	POR MEJORAR
Estado de la cerca de alambre.	Alambre templado en buen estado.	Alambre descolgado o roto, elementos que no pertenecen colgados a la cerca.
Estado de postes de la cerca.	Postes asegurados a la base, en buen estado.	Postes inclinados o deteriorados, base desasegurada.
Estado de poda.	Césped corto y homogéneo.	Presencia de maleza, el césped impide visibilidad del sistema.
Estado de encharcamiento.	Terreno seco y estable.	Terreno húmedo y blando, acumulación de agua.
Estado físico de la tapa.	Tapa en buen estado.	Tapa rota, oxidada, deformada o fisurada.
Estado físico del tanque.	Tanque en buen estado.	Tanque roto, oxidado, deformado o fisurado.
Acumulación de sólidos inorgánicos.	No hay presencia de sólidos inorgánicos.	Presencia de bolsas, plásticos, elementos de higiene personal, entre otros.
Acumulación de natas o grasas.	Capa delgada de grasas, el agua residual es visible.	Capa gruesa o solidificada de grasas, el agua residual no es visible.
Altura de lodos.	La altura de los lodos no sobrepasa el máximo indicado.	La altura de los lodos sobrepasa el máximo indicado.
Tubo de escape de gases.	Tubo en buen estado.	Tubo roto, obstruido o fisurado.

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

Vegetación de soporte.	Vegetación abundante.	Vegetación pobre o ausente.
Turbidez agua del filtro.	Agua del filtro de color claro.	Presencia abundante de partículas suspendidas en el agua, color muy oscuro.
Turbidez agua efluente.	Agua del efluente de color claro.	Presencia abundante de partículas suspendidas en el agua, color oscuro.
Encharcamiento de zanja.	La zanja no presenta encharcamiento, terreno seco y estable.	Presencia de agua acumulada, terreno húmedo y blando.
Presencia de olores.	Ausencia de olores ofensivos.	Presencia de olores ofensivos.

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

## 7. MANTENIMIENTO

### 7.1. Área Circundante.

**Tabla 3.** Instructivo para mantenimiento de área circundante.

<b>INSTRUCTIVO PARA MANTENIMIENTO DE AREA CIRCUNDANTE</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Establecer el procedimiento para realizar el mantenimiento del área circundante.
<b>ALCANCE</b>	Este instructivo aplica el área circundante de los STARD de Palmas del Cesar S.A.
<b>RESPONSABLE</b>	Operador encargado
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustar postes de la cerca compactando el terreno en la base.</li> <li>- Reparar cerca de alambre en caso de quiebre.</li> <li>- Retirar maleza exterior con machete o guadaña hasta 1 m a la redonda del cercamiento.</li> <li>- Retirar la maleza perimetral hasta 30 cm a la redonda del pozo con machete.</li> <li>- Succionar agua encharcada con bomba o recolectar en balde.</li> </ul>	


**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

### 7.2. Caja de Inspección o Distribución

**Tabla 4.** Instructivo para mantenimiento de caja de inspección.

<b>INSTRUCTIVO PARA MANTENIMIENTO DE CAJA DE INSPECCIÓN</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Establecer el procedimiento para realizar el mantenimiento de la caja de inspección.
<b>ALCANCE</b>	Este instructivo aplica para la caja de inspección de los STARD de Palmas del Cesar S.A.
<b>RESPONSABLE</b>	Operador encargado
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantar la tapa de la caja de inspección.</li> <li>- Sacar los sólidos inorgánicos en la caja con una pala o desnatador.</li> <li>- Depositar los desechos en contenedor asignado.</li> <li>- Limpiar paredes de la caja de afluente con cepillo o escoba.</li> <li>- Ubicar nuevamente la tapa de la caja en su sitio.</li> </ul>	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

### 7.3. Trampa de Grasas y Sólidos

**Tabla 5.** Instructivo para mantenimiento de la trampa de grasas.

<b>INSTRUCTIVO PARA MANTENIMIENTO DE LA TRAMPA DE GRASAS Y TRAMPA DE SÓLIDOS</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Establecer el procedimiento para realizar mantenimiento de la trampa de grasas y trampa de sólidos.
<b>ALCANCE</b>	Este instructivo aplica para las trampas de grasa de afluente de los STARD de Palmas del Cesar S.A.
<b>RESPONSABLE</b>	Operador encargado
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantar la tapa de la trampa de grasas.</li> <li>- Evacuar los sólidos y material flotante de la superficie con una pala.</li> <li>- Retirar el material superficial restante con desnatador.</li> <li>- Remover los sólidos inorgánicos con una pala.</li> <li>- Disponer el residuo en un balde para medir el volumen depositado.</li> <li>- Registrar el volumen de residuo obtenido.</li> <li>- Depositar los desechos del balde en contenedor asignado.</li> <li>- Limpiar paredes de la trampa con cepillo o escoba.</li> <li>- Ubicar nuevamente la tapa de la trampa en su sitio.</li> </ul>	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

### 7.4. Tanque Séptico

**Tabla 6.** Instructivo para mantenimiento del tanque séptico.

<b>INSTRUCTIVO PARA MANTENIMIENTO DEL TANQUE SÉPTICO</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Establecer el procedimiento para realizar mantenimiento del tanque séptico.
<b>ALCANCE</b>	Este instructivo aplica para EL tanque séptico de los STARD de Palmas del Cesar S.A.
<b>RESPONSABLE</b>	Operador encargado
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantar la tapa del tanque.</li> <li>- Evacuar los sólidos y material flotante de la superficie con desnatador.</li> <li>- Remover los sólidos inorgánicos con una pala.</li> <li>- Depositar los desechos del balde en contenedor asignado.</li> <li>- Introducir la vara de medición hasta que toque el fondo del tanque.</li> <li>- Retirar vara y verificar la altura de lodos por capilaridad.</li> <li>- Si la altura del lodo sobrepasa 1/3 de la altura del tanque, realizar succión.</li> <li>- Dejar remanente de 10 cm de lodo.</li> <li>- Limpiar paredes del tanque con cepillo o escoba.</li> <li>- Ubicar nuevamente la tapa del tanque en su sitio.</li> </ul>	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

## 7.5. Filtro

**Tabla 7.** Instructivo para mantenimiento del filtro.

<b>INSTRUCTIVO PARA MANTENIMIENTO DEL FILTRO</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Establecer el procedimiento para realizar mantenimiento del filtro.
<b>ALCANCE</b>	Este instructivo aplica para los filtros de tanque séptico de los STARD de Palmas del Cesar S.A.
<b>RESPONSABLE</b>	Operador encargado
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantar la tapa del filtro.</li> <li>- En caso de presencia de cúmulos (gran acumulación de material sólido), remover los sólidos adheridos al lecho con manguera de agua a presión.</li> <li>- Si los cúmulos persisten, sacar el material filtrante y lavarlo.</li> <li>- Realizar succión del remanente (agua residual) del lavado.</li> <li>- Limpiar paredes del filtro con cepillo o escoba.</li> <li>- Ubicar nuevamente la tapa del filtro en su sitio.</li> </ul>	

**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

## 7.6. Tuberías

**Tabla 8.** Instructivo para mantenimiento de tuberías de los STARD.

<b>INSTRUCTIVO PARA MANTENIMIENTO DE TUBERÍAS DE LOS STARD</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Establecer el procedimiento para realizar mantenimiento de las tuberías de conexión entre unidades.
<b>ALCANCE</b>	Este instructivo aplica para las tuberías de los STARD de Palmas del Cesar S.A.
<b>RESPONSABLE</b>	Operador encargado
<b>PROCEDIMIENTO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remover con agua presión la suciedad adherida a las tuberías.</li> <li>- Retirar sólidos inorgánicos (obstrucciones).</li> <li>- En caso de ruptura, remover y reemplazar tubería.</li> </ul>	


**Fuente:** Área de Gestión Ambiental.

 <i>palmas del cesar</i>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

### **7.7. Medidas de Acción Complementarias**

- La succión de lodos al sobrepasar 1/3 del volumen del tanque séptico estabilizará los tiempos de retención del sistema y renovará la microbiota, aumentando la eficiencia de su funcionamiento.
- Implementar microorganismos que contribuyen a la degradación de materia orgánica en los sistemas, mejorando la actividad microbiológica al interior del tanque séptico.
- Monitoreo semestral de las características fisicoquímicas del afluente y efluente de los sistemas, con el fin de evaluar la eficiencia de los STARD.
- Reducir el consumo de agua para disminuir el flujo en los STARD, instalando dispositivos ahorradores en tuberías, usando lavadoras con carga completa, identificando fugas y evitando la disposición de residuos en sanitarios.
- Reducir el uso de detergentes fosfatados para mantener los lechos microbiológicos y minimizar proliferación de algas.



 <b>palmas del cesar</b>	<b>MANUAL</b>	
	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL STARD</b>	

## REFERENCIAS

CENTA, ITC; 2006. Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. Mejora de calidad de los efluentes. Primera edición. ISBN: 84-689-7604-0.

Eduardoño S.A. Especificaciones Técnicas Sistema Integrado Séptico SI 2400 L. [En línea]: [www.eduardono.com](http://www.eduardono.com)

Empresas Públicas de Medellín (EPM). Mantenimiento y Limpieza de su Tanque Séptico. [En Línea]: <http://www.grupo-epm.com/site/Portals/1/plegables/EPM/p302%20Mantenimiento%20y%20limpieza%20de%20su%20tanque%20septico.pdf>

Environmental Protection Agency (EPA), 1980. Onsite Wastewater Treatment and Disposal Systems. Design Manual. EPA 625/1-80-012.

Environmental Protection Agency (EPA), 1999. Folleto informativo de sistemas descentralizados. Tanque séptico - sistemas de absorción al suelo. Washington D.C. EPA 832-F-99-075.

Environmental Protection Agency (EPA), 2005. A Homeowner's Guide to Septic Systems. Cincinnati, OH 45241EPA-832-B-02-005.

Environmental Protection Agency (EPA), 2005. Sistema Séptico – Qué hacer después de una inundación. EPA 816-F-05-027. Oficina de Agua 4606-M.

Manningham City Council, Environmental Health Unit. A Guide to Septic System Operation and Maintenance. 699 Doncaster Road (PO Box 1) Doncaster Victoria 3108. [En línea]: [www.manningham.vic.gov.au](http://www.manningham.vic.gov.au)

Ontario Onsite Wastewater Association (OOWA), 2013. A guide to operating and maintaining your septic system. [En línea]: <http://www.oowa.org/wp-content/uploads/2013/11/A-guide-to-operating-and-maintaining-your-septic-system.pdf>

Volcán Compañía Minera S.A.A., 2003. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO. Unidad Económica Administrativa de Cerro de Pasco. Jefatura de Asuntos Ambientales.

## ANEXOS

### FORMATO PARA LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE POZOS SÉPTICOS

**FECHA:** \_\_\_\_\_ **FECHA DE ANTERIOR MANTENIMIENTO:** \_\_\_\_\_  
**LOCALIZACIÓN DEL POZO:** \_\_\_\_\_  
**ENCARGADO:** \_\_\_\_\_

**EPP**



GUANTES



BOTAS PLÁSTICAS



GAFAS DE SEGURIDAD



OVEROL



PROTECTOR NASOBUCAL

**HERRAMIENTAS DE TRABAJO**

Machete o guadaña  
 Pala cuadrada  
 Balde y cepillo  
 Herramientas menores  
 Red desnatadora



**PRECAUCIONES Y CONSIDERACIONES**

Evacuar lodos cuando su volumen sobrepase un tercio del volumen del tanque.  
 No ingresar al tanque hasta que los gases liberados por apertura de pozo sean desalojados (según monitoreo de gases).  
 Evitar contacto directo con la grasa y lodo residual  
 No verter los lodos extraídos en quebradas o cuerpos de agua  
 Evitar uso de detergentes o desinfectantes.

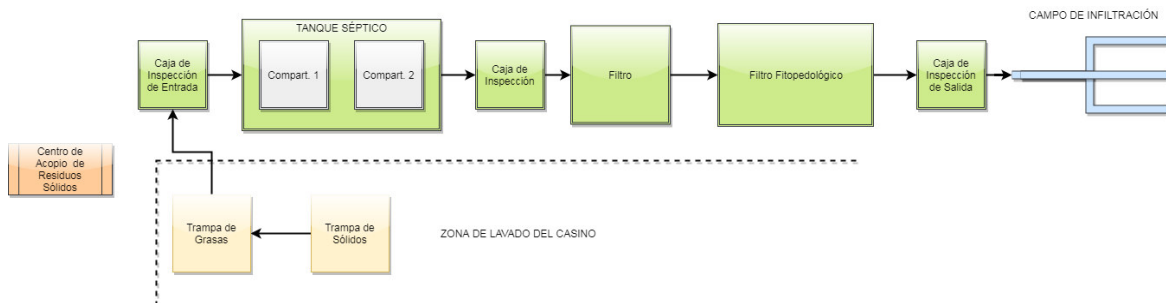
MEDIDA DE ACCIÓN		CHECK	OBSERVACIONES
ÁREA CIRCUNDANTE	Ajuste de postes de la cerca		
	Reparación de alambre de la cerca		
	Remoción de maleza interna y externa a la cerca		
	Succión o recolección de agua encharcada		
CAJAS	Remoción de sólidos inorgánicos		
	Limpieza de paredes de la caja		
TRAMPA DE SÓLIDOS	Evacuación de sólidos flotantes		
	Evacuación de material residual flotante		
	Remoción de sólidos inorgánicos		
	Limpieza de paredes del tanque		
TRAMPA DE GRASAS	Evacuación de sólidos flotantes		
	Evacuación de material residual flotante		
	Remoción de sólidos inorgánicos		
	Limpieza de paredes del tanque		
TANQUE SÉPTICO	Evacuación de sólidos flotantes		
	Evacuación de material residual flotante		
	Remoción de sólidos inorgánicos		
	Succión o recolección de lodos		
	Limpieza de paredes del tanque		
FILTRO	Remoción de sólidos adheridos al lecho		
	Lavado de material filtrante		
	Succión del remanente (agua residual) de lavado		
	Limpieza de paredes del filtro		
TUBERÍAS	Remoción de suciedad adherida		
	Remoción de sólidos inorgánicos (obstrucciones)		
	Reemplazo de tubería		

**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZO SÉPTICO CASINO (CONCRETO)**

**FECHA DE ENCARGADO:**     \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

AREA CIRCUNDANTE			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
CAJA DE INSPECCION DE ENTRADA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
TRAMPA DE SOLIDOS			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Estado físico del tanque			
TRAMPA DE GRASAS			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Estado físico del tanque			
TANQUE SEPTICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de tapa del compartimo 1			
Estado físico de tapa del compartimo 2			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 64 cm)			
Estado físico del tanque			
FILTRO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Tubo de escape de gases			
Estado físico de tapa			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos			
Estado físico del tanque			
FILTRO FITOPEDOLOGICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Vegetación de soporte			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua del filtro			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCION DE SALIDA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACION			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A           Adecuado  
PM        Por Mejorar

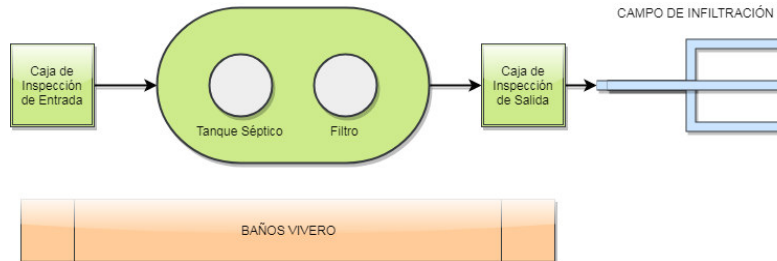


**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZO SÉPTICO EL LIMÓN (EDUARDOÑO)**

**FECHA DE ENCARGADO:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

ÁREA CIRCUNDANTE			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
CAJA DE INSPECCIÓN DE ENTRADA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
TANQUE SÉPTICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 43 cm)			
Estado físico del tanque			
FILTRO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCIÓN DE SALIDA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A           Adecuado  
PM         Por Mejorar



**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZO SÉPTICO JARANTIVÁ (EDUARDOÑO)**

FECHA DE ENCARGADO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

AREA CIRCUNDANTE			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
CAJA DE INSPECCION DE ENTRADA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
TANQUE SÉPTICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 43 cm)			
Estado físico del tanque			
FILTRO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCION DE SALIDA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A Adecuado  
PM Por Mejorar

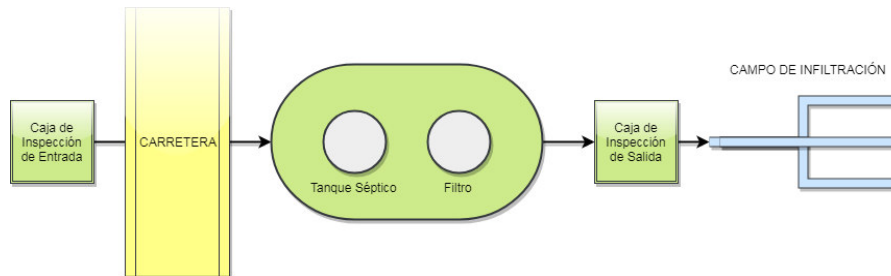


**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZO SÉPTICO VENEZIA (EDUARDOÑO)**

**FECHA DE ENCARGADO:**     \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

ÁREA CIRCUNDANTE			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
CAJA DE INSPECCION DE ENTRADA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
TANQUE SÉPTICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 43 cm)			
Estado físico del tanque			
FILTRO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCION DE SALIDA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A           Adecuado  
PM         Por Mejorar

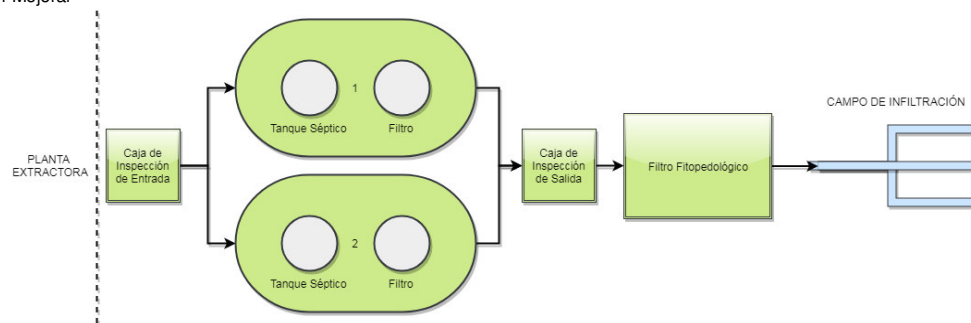


**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZOS SÉPTICOS PLANTA (EDUARDOÑO)**

**FECHA DE ENCARGADO:**     \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

ÁREA CIRCUNDANTE			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
CAJA DE INSPECCIÓN DE ENTRADA			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
TANQUE SÉPTICO 1			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Tubo de escape de gases			
Estado físico de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 43 cm)			
Fisuras en el perímetro del tanque			
FILTRO 1			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
TANQUE SÉPTICO 2			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 43 cm)			
Estado físico del tanque			
FILTRO 2			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCIÓN DE SALIDA			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
FILTRO FITOPEDOLÓGICO			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Vegetación de soporte			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua del filtro			
Turbidez agua efluente			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A           Adecuado  
PM         Por Mejorar

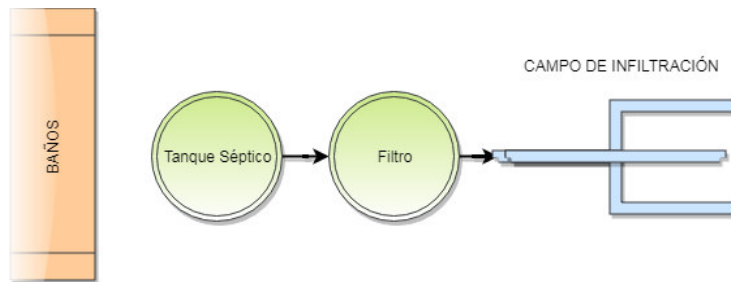


**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZO SÉPTICO LABRADOR 1 (FIBRA REFORZADA DE VIDRIO)**

FECHA DE INSPECCIÓN: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 ENCARGADO: \_\_\_\_\_

TANQUE SÉPTICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
	Estado de la cerca de alambre		
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
Estado físico de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 100 cm)			
Estado físico del tanque			
FILTRO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
	Cercamiento de pozo		
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCION DE SALIDA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
	Estado físico de la tapa		
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
	Encharcamiento de zanja		
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A           Adecuado  
 PM        Por Mejorar



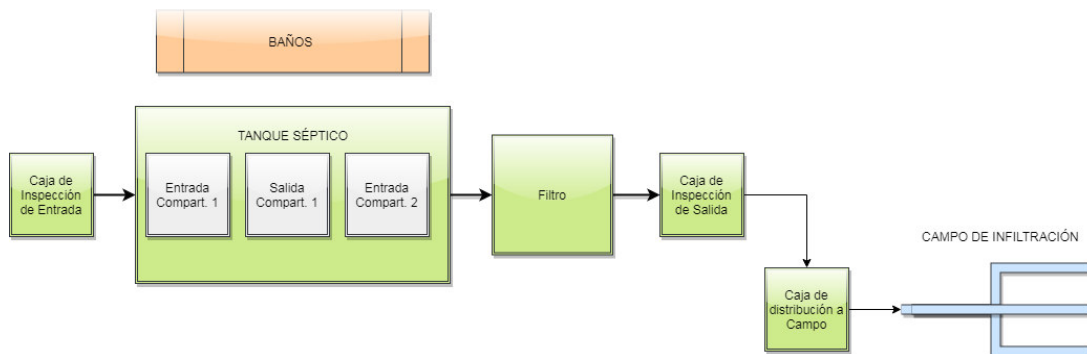


**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZO SÉPTICO LABRADOR 2 (CONCRETO)**

**FECHA DE ENCARGADO:**     \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

ÁREA CIRCUNDANTE			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
CAJA DE INSPECCIÓN DE ENTRADA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
TANQUE SÉPTICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de tapa de entrada compartimento 1			
Estado físico de tapa de salida compartimento 1			
Estado físico de tapa del compartimento 2			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 57 cm)			
Estado físico del tanque			
FILTRO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Tubo de escape de gases			
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCIÓN DE SALIDA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAJA DE DISTRIBUCIÓN A CAMPO DE INFILTRACIÓN			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A           Adecuado  
PM         Por Mejorar



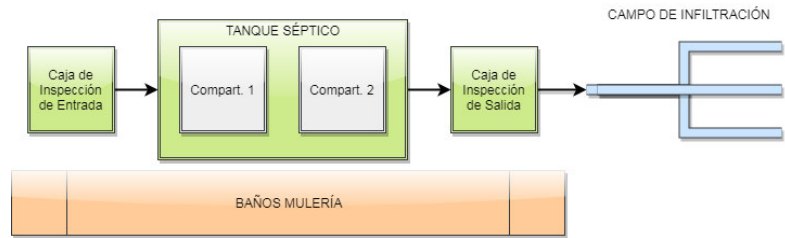


**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZO SÉPTICO ESTABLO (CONCRETO)**

**FECHA DE INSPECCIÓN:**     \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
**ENCARGADO:**             \_\_\_\_\_

ÁREA CIRCUNDANTE			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
CAJA DE INSPECCIÓN DE ENTRADA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
TANQUE SÉPTICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de tapa compartimento 1			
Estado físico de tapa compartimento 2			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 60 cm)			
Estado físico del tanque			
CAJA DE INSPECCIÓN DE SALIDA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A           Adecuado  
PM         Por Mejorar





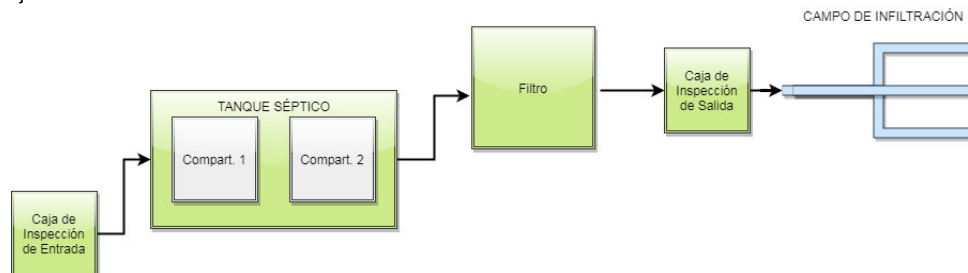
**LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCIÓN DE POZOS SÉPTICO (CONCRETO)**

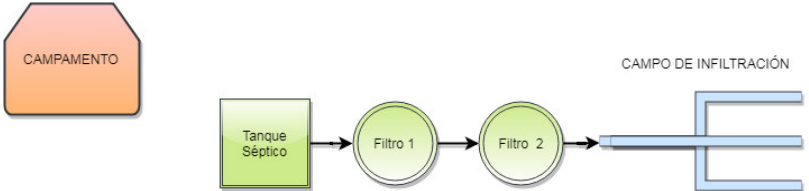
FECHA DE ENCARGADO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

LOCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_

ÁREA CIRCUNDANTE			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
CAJA DE INSPECCIÓN DE ENTRADA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
TANQUE SÉPTICO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Tubo de escape de gases			
Estado físico de tapa del compartimento 1			
Estado físico de tapa del compartimento 2			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos			
Estado físico del tanque			
FILTRO			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCIÓN DE SALIDA			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
ELEMENTOS	A	PM	OBSERVACIONES
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			

A           Adecuado  
R           Regular  
PM         Por Mejorar



<b>LISTA DE VERIFICACIÓN PARA INSPECCION DE POZOS SEPTICO EL PROGRESO (CONCRETO-FIBRA REFORZADA DE VIDRIO)</b>			
<b>FECHA DE INSPECCIÓN</b> ____/____/____			
ÁREA CIRCUNDANTE			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado de la cerca de alambre			
Estado de postes de la cerca			
Estado de poda			
Estado de encharcamiento			
TANQUE SEPTICO			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado físico de tapa del tanque			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Altura de lodos (máx 65 cm)			
Estado físico del tanque			
FILTRO 1			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
FILTRO 2			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado físico tapa del filtro			
Turbidez agua del filtro			
Acumulación de natas o grasas			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
Turbidez agua efluente			
CAJA DE INSPECCION DE SALIDA			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Estado físico de la tapa			
Estado físico del tanque			
Acumulación de sólidos inorgánicos			
CAMPO DE INFILTRACIÓN			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>A</b>	<b>PM</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Encharcamiento de zanja			
Vegetación de soporte			
Presencia de olores			
<p>A            Adecuado</p> <p>PM         Por Mejorar</p>			
 <p>The diagram illustrates the septic system layout. It starts with a 'CAMPAMENTO' (campament) area, followed by a 'Tanque Séptico' (septic tank), then 'Filtro 1' (Filter 1), 'Filtro 2' (Filter 2), and finally the 'CAMPO DE INFILTRACIÓN' (infiltration field).</p>			

**ANEXO H.**

**FORMATO DE SEGUIMIENTO A LA  
SEPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y  
ESTADO DE LOS RECIPIENTES**



REGISTRO

SGC-RE-SIG-41

SEGUIMIENTO A LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y ESTADO DE LOS RECIPIENTES

VERSION 03

FECHA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN RECIPIENTE (Color, Capacidad)	ESTADO RECIPIENTE (B-R-M)	TAPA (T-NT)	BOLSA (T-NT)	SEGREGACIÓN (A-I)	OBSERVACIONES	MEDIDAS DE ACCIÓN

VERDE: Ordinarios y Orgánicos (Cabuya, nailon, icopor, envolturas de alimentos, residuos de alimentos, servilletas).

AZUL: Plástico y vidrio (Botellas, bolsas, carpetas, envases, ganchos plásticos, recipientes limpios, vidrio).

GRIS: Papel y cartón (Papel de archivo, papel kraft, periódicos, revistas, cajas de cartón, textiles, madera, metal).

ROJO: Peligrosos (Recipientes de químicos, EPP contaminados, estopas contaminadas, aerosoles, residuos de sustancias químicas, residuos hospitalarios).

B: Bueno      T: Tiene      A: Adecuada  
 R: Regular    NT: No Tiene    I: Inadecuada  
 M: Malo



**ANEXO I.**

**PROCEDIMIENTO OPERACIÓN**  
**CENTRO DE ACOPIO DE RESIDUOS**

PROCEDIMIENTO	SGC-PR-SIG-18
<b>ENTREGA DE RESIDUOS SÓLIDOS AL CENTRO DE ACOPIO</b>	VERSIÓN 01

	<b>CARGOS</b>	<b>NOMBRES</b>	<b>FIRMAS</b>
<b>ELABORADO POR:</b>	Auxiliar Ambiental	Catherin Hammerschmidt	
<b>REVISADO POR:</b>	Coordinador RSPO	Viviana Dueñas	
<b>APROBADO POR:</b>	Coordinador Ambiental	Sergio Gamboa	

<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>		
<b>VERSION</b>	<b>FECHA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO</b>
01	24 de Septiembre de 2018	Emisión inicial

PROCEDIMIENTO	SGC-PR-SIG-18
<b>ENTREGA DE RESIDUOS SÓLIDOS AL CENTRO DE ACOPIO</b>	VERSIÓN 01

## 1. OBJETIVO.

Establecer un procedimiento para la entrega de residuos sólidos no peligrosos generados en Palmas del Cesar S.A. a los centros de acopio temporales para su posterior disposición final y/o aprovechamiento a través de gestores externos autorizados.

## 2. ALCANCE.

Este instructivo aplica para los Centros de Acopio de Residuos Sólidos no peligrosos de la empresa Palmas del Cesar S.A.

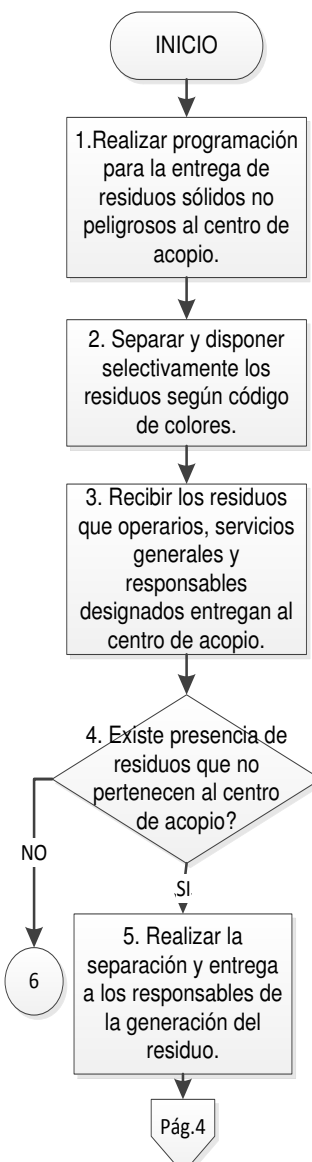
## 3. RESPONSABLES.

- ✓ Área Ambiental
- ✓ Generadores de residuos sólidos de cada área.

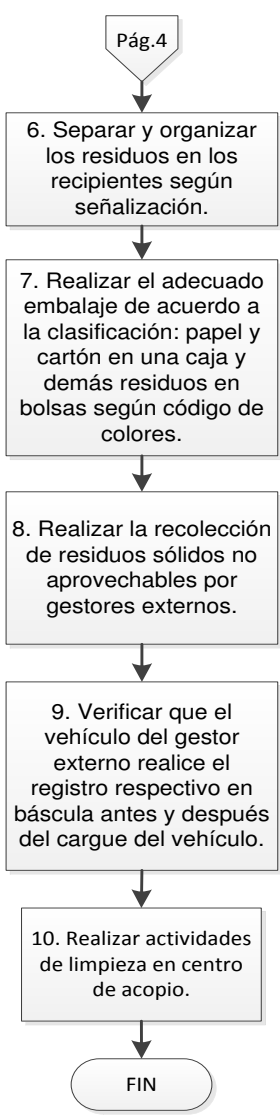
## 4. POLITICAS Y REQUISITOS.

- ✓ Los costales deteriorados se deben entregar uno encima de otro al centro de acopio.
- ✓ los subproductos orgánicos de la extracción de aceite de palma y de palmiste se dispondrán en el remolque designado para almacenamiento temporal.
- ✓ No se debe disponer los residuos sólidos fuera del centro de acopio temporal. Cuando el responsable no se encuentre en el lugar para la recepción de residuos sólidos no peligrosos, se deberán ingresar y disponer en zona de entrega.
- ✓ Para la recolección de residuos orgánicos biodegradables y no aprovechables por parte del gestor externo autorizado, se deberá realizar el peso del vehículo vacío en báscula, posterior al cargue se pesará el vehículo y se generara el ticket de báscula con el peso final para verificar la cantidad de residuos sólidos entregados al gestor externo.
- ✓ Posterior a la recolección de los residuos sólidos no peligrosos, los gestores externos autorizados generaran factura y/o acta de entrega al área de gestión ambiental, con el fin de garantizar un seguimiento a la entrega, aprovechamiento y disposición final.

## 5. DESARROLLO.

FLUJO	PHVA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
	P	1. Realizar programación para la entrega de residuos sólidos no peligrosos al centro de acopio temporal.	Áreas Generadoras.
	H	2. Separar y disponer selectivamente según código de colores los residuos sólidos de la siguiente manera: <b>Bolsa verde:</b> <b>Orgánicos biodegradables:</b> Residuos de comida, cortes y podas de material vegetal, hojarasca. <b>No aprovechables</b> Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios), papel encerado, plastificado, metalizado, cerámica, vidrio plano, huesos, material de barrido, colillas de cigarrillo, material de empaque y embalaje sucios, material impregnado de alimentos. <b>Bolsa Gris:</b> Aprovechables (papel y cartón, metal, madera). <b>Bolsa Azul:</b> Aprovechables (plástico, costales, vidrio).	Áreas Generadoras.
	H	3. Recibir los residuos sólidos no peligrosos que operarios, servicios generales y responsables designados por áreas entreguen al centro de acopio.	Responsable designado por áreas generadoras.  Responsable designado por el área ambiental.
		4. ¿Existe la presencia de residuos que no pertenecen al centro de acopio?  <b>SI:</b> Remítase a la quinta (5) actividad. <b>NO:</b> Remítase A la sexta (6) actividad.	Responsable designado por el área ambiental.

PROCEDIMIENTO	SGC-PR-SIG-18
<b>ENTREGA DE RESIDUOS SÓLIDOS AL CENTRO DE ACOPIO</b>	VERSIÓN 01

	H	5. Realizar la separación y entrega a los responsables de la generación del residuo.	Responsable designado por el área ambiental.
	H	6. Separar y organizar los residuos en los recipientes según señalización: <b>Vidrio, Plástico, Costal, Papel y Cartón, Metal, Madera, Orgánicos Biodegradables – No aprovechables.</b>	Responsable designado por el área ambiental.
	H	7. Realizar el adecuado embalaje según su clasificación: los residuos como papel y cartón se debe ingresar dentro de una caja y asegurar con abrazadera para los demás residuos se debe empacar en bolsas y recipientes según código de colores y señalización para posterior cargue y transporte.	Responsable designado por el área ambiental.
	A	8. Realizar la recolección de residuos sólidos no aprovechables por gestores externos incluidos en el Registro Único de Prestadores de Servicios Públicos y la entrega de aprovechables a recicladores de oficio y definidos por la empresa.	Responsable designado por el área ambiental.
	V	9. Verificar que el vehículo del gestor externo realice el registro respectivo en báscula antes y después del cargue del vehículo.	Responsable designado por el área ambiental.
	H	10. Realizar actividades de limpieza en centro de acopio.	Responsable designado por el área ambiental.  Responsable designado por servicios generales.

PROCEDIMIENTO	SGC-PR-SIG-18
<b>ENTREGA DE RESIDUOS SÓLIDOS AL CENTRO DE ACOPIO</b>	VERSIÓN 01

## 6. DEFINICIONES/GLOSARIO

**ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS:** Es la acción del usuario de guardar temporalmente los residuos sólidos en depósitos, recipientes o cajas de almacenamiento, retornables o desechables, para su recolección por la persona prestadora con fines de aprovechamiento o de disposición final.

**APROVECHAMIENTO:** Es la actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje.

**GENERADOR O PRODUCTOR:** Persona que produce y presenta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio público de aseo para su recolección y por tanto es usuario del servicio público de aseo.

**GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS:** Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables.

**LIXIVIADO:** Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

**PERSONA PRESTADORA DEL SERVICIO PÚBLICO DE ASEO:** Es aquella encargada de una o varias actividades de la prestación del servicio público de aseo, en los términos del artículo 15 de la Ley 142 de 1994 y demás que la modifiquen o complementen.

**PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS:** Es la actividad del usuario de colocar los residuos sólidos debidamente almacenados, para la recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. La presentación debe hacerse, en el lugar e infraestructura prevista para ello, bien sea en el área pública

PROCEDIMIENTO	SGC-PR-SIG-18
<b>ENTREGA DE RESIDUOS SÓLIDOS AL CENTRO DE ACOPIO</b>	VERSIÓN 01

correspondiente o en el sitio de presentación conjunta en el caso de multiusuarios y grandes productores.

**RESIDUO SÓLIDO:** Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables.

**RESIDUO SÓLIDO APROVECHABLE:** Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.

**SEPARACIÓN EN LA FUENTE:** Es la clasificación de los residuos sólidos, en aprovechables y no aprovechables por parte de los usuarios en el sitio donde se generan, de acuerdo con lo establecido en el PGIRS, para ser presentados para su recolección y transporte a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, o de disposición final de los mismos, según sea el caso.

**VEHÍCULO RECOLECTOR:** Es el vehículo utilizado en las actividades de recolección de los residuos sólidos desde los lugares de presentación y su transporte hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento, plantas de aprovechamiento, estaciones de transferencia o hasta el sitio de disposición final.

## 7. REFERENCIAS

- SGC-DE-SIG-01: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS, Norma Técnica Colombiana NTC ISO 9001:2015.
- Documento CONPES 3874, política nacional para la gestión integral de residuos sólidos.
- Resolución 0754 de 2014, por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto 2981 de 2013, por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

**ANEXO J.**  
**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN**  
**AMBIENTAL**



**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL**  
**ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL PALMAS DEL CESAR S.A.**

**OBJETIVOS**

Promover el afianzamiento de conceptos y prácticas ambientales adecuadas en el personal de la empresa.

Fortalecer de manera integral la construcción de conciencia ambiental enfatizando las temáticas de residuos sólidos, uso racional del agua y uso eficiente de la energía.

Elaborar actividades prácticas que involucren las temáticas énfasis, como parte complementaria de la educación ambiental.

**DESARROLLO**

En el contexto de una Gestión Ambiental Empresarial efectiva, se pretende alcanzar prácticas sostenibles mediante la construcción de una visión sistémica que integre la realidad social, ambiental y económica de la organización.

Es necesario proporcionar herramientas al personal para fomentar su participación activa en actividades preventivas y de manejo adecuado de los recursos, logrando la transformación de los procesos.

La Educación Ambiental es entonces el instrumento de formación propicio para conseguir la construcción de una cultura empresarial coherente con los principios de la sostenibilidad.

**MODALIDADES**

Encuentros informativos y formativos con el personal de la empresa en general.

Capacitaciones al área operativa de planta, de servicios generales, área de cocina, área de campo y área administrativa de la empresa.

Charlas con temáticas específicas: Disposición adecuada de residuos, uso racional del agua y uso eficiente de la energía.

**CONTENIDO Y ESTRUCTURA**

*Curso 1. Gestión Integral de Residuos Sólidos*

Temáticas:

- Conceptos básicos de residuos sólidos
- Tipología de residuos (peligrosos y no peligrosos)

- Segregación en la fuente.
- Centro de acopio temporal de residuos
- Aprovechamiento y valorización de residuos: Reciclaje
- Prestadores del servicio de recolección y disposición final de residuos

Curso 2. Plan de Manejo Ambiental: Políticas Ambientales

Temáticas:

- Uso racional del agua: Reducción y consumo responsable
  - Ciclo del Agua
  - Sitios de consumo de agua en la empresa
  - Tendencias de demanda de agua en la empresa
  - Buenas prácticas para el cuidado del agua
- Uso eficiente de la energía: Reducción y consumo responsable
  - Actividades que generan impacto energético
  - Participantes de la ejecución del programa
  - Inspecciones de Uso Eficiente de Energía
  - Revisión de Estado de Equipos Eléctricos
  - Buenas prácticas para el Uso Eficiente de la Energía
- Áreas con alto valor de conservación (AVC)
  - AVC 1: Diversidad de especies
  - AVC 2: Paisajes con ecosistemas de gran tamaño
  - AVC 3: Áreas con ecosistemas amenazados o en peligro de extinción
  - AVC 4: Servicios ecosistémicos básicos
  - AVC 5: Áreas fundamentales para satisfacer necesidades básicas

**RECURSOS**

- Presentación con Diapositivas Dinámicas
- Pendón con adhesivos para actividad de segregación adecuada de residuos
- Tarjetones con figuras de especies amenazadas para actividad de AVC

**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL 2018**

FECHA PLANEADA	AREA RESPONSABLE	TEMA FORMATIVO	CONTENIDO	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	NIVEL DE COMPETENCIA	FACILITADOR	TIEMPO DE DURACION	RECURSOS
	Gestión Ambiental	Gestión Integral de Residuos Sólidos	Conceptos básicos de residuos sólidos	Reforzar los conocimientos acerca de segregación en la fuente y aprovechamiento de los residuos	Teórico-Práctico	Saber	Sergio Gamboa-Catherin Hammerschmidt	30 minutos	Computador y video beam - Pendón con adhesivos para actividad de segregación adecuada de residuos
			Tipología de residuos (peligrosos y no peligrosos)						
			Segregación en la fuente						
			Centro de acopio temporal de residuos						
			Aprovechamiento y valorización de residuos: Reciclaje						
			Prestadores del servicio de recolección y disposición final						
	Gestión Ambiental	Uso Racional del Agua	Ciclo del Agua	Brindar herramientas para lograr un consumo responsable de agua	Teórico	Saber	Sergio Gamboa-Catherin Hammerschmidt	30 minutos	Computador y video beam
			Sitios de consumo de agua						
			Estrategias de prevención, mitigación y corrección						
			Buenas prácticas para el cuidado del agua						
	Gestión Ambiental	Uso Eficiente de la Energía	Actividades que generan impacto energético	Brindar herramientas para desarrollar una cultura de uso eficiente de la energía	Teórico	Saber	Sergio Gamboa-Catherin Hammerschmidt	30 minutos	Computador y video beam
			Participantes de la ejecución del programa						
			Inspecciones de uso eficiente de energía						
			Revisión de estado de equipos eléctricos						
	Gestión Ambiental	Áreas con Alto Valor de Conservación	AVC1: Diversidad de especies	Fortalecer la apropiación del personal acerca de la importancia de las AVC	Teórico-Práctico	Saber	Sergio Gamboa-Catherin Hammerschmidt	30 minutos	Computador y video beam - Tarjetones con figuras de especies amenazadas para actividad de AVC
			AVC2: Paisajes con ecosistemas de gran tamaño						
			AVC3: Áreas con ecosistemas amenazados o en peligro de extinción						
			AVC4: Servicios ecosistémicos básicos						
			AVC5: Áreas fundamentales para satisfacer necesidades básicas						

**ANEXO K.**  
**PRESENTACIÓN EDUCACIÓN**  
**AMBIENTAL**

## ¿Para qué necesitamos el agua?

### Consumo humano y doméstico.

- Bebida directa y preparación de alimentos.
- Higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- Preparación de alimentos en general.



### Preservación de flora y fauna:

Actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos.

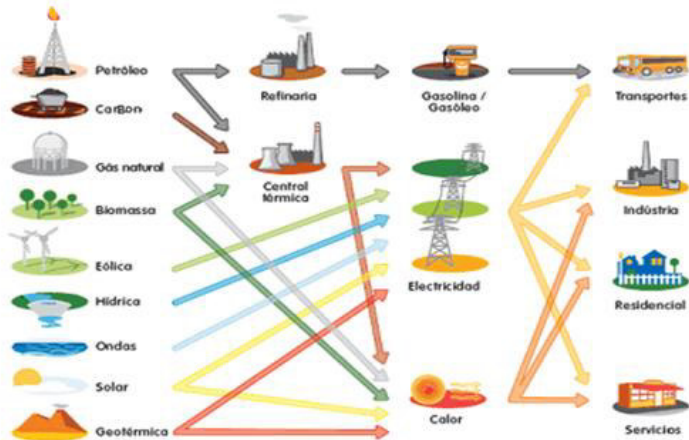


## Consecuencias de no hacer buen uso del agua

- ✓ Desabastecimiento
- ✓ Contaminación del recurso hídrico
- ✓ Afectación de los ecosistemas presentes
- ✓ Enfermedades
- ✓ Muerte de seres vivos incluida la especie humana



## FUENTES DE ENERGÍA



## MEDIDAS PRÁCTICAS DE AHORRO EN LOS HOGARES:

- Prenda solo las luces estrictamente necesarias. Muchas veces sin darnos cuenta prendemos luces de día.
- Ubique la nevera en un lugar fresco y ventilado, lejos de fuentes de calor como hornos o rayos solares directos.
- Evite mantener la puerta de la nevera abierta.
- Mantenga apagado el aire acondicionado si no hay nadie en el hogar.
- Tenga en cuenta que los ventiladores son una buena opción que consume menos energía que el aire acondicionado.
- Aproveche al máximo la capacidad de la lavadora y tratar de usarla siempre con la carga completa y en el ciclo más corto posible.
- Plancha la mayor cantidad de ropa posible en cada sesión.
- Cocine manteniendo los ollas con la tapa puesta.
- Tenga en cuenta que el consumo de los televisores es directamente proporcional al nivel de volumen.

# ¿LOS RECONOCES?



P á ramo



Bosque  
seco  
tropical



Sabana

Bosque  
h ú medo  
tropical



## REFORESTACIÓN



## AFORESTACIÓN



## FORESTACIÓN

