	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(73)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	INGRID LORENA MENDOZA AGUIRRE		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	PABLO ALBERTO HERRERA		
TÍTULO DE LA TESIS	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE AGUACHICA, CESAR		
RESUMEN			
<p>EL PROYECTO PERMITIO IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS PROCESOS QUE GENERAN EL VERTIMIENTO DEL AGUA EN LA PLANTA, ASI COMO, SUS RESPECTIVAS CARACTERIZACIONES FISICOQUÍMICAS, TENIENDO EN CUENTA LOS PARÁMETROS APROPIADOS PARA EL ANÁLISIS DE ESTA, PARA EVALUAR LOS RESULTADOS QUE CONLLEVA A ESCOGER LA ALTERNATIVA APROPIADA PARA DAR A CONOCER EL SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA EL MANEJO DE ESTOS VERTIMIENTOS EN LA PTAP, PARA CONSERVAR Y PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 73	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 6	CD-ROM: 1

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA EL MANEJO DE
VERTIMIENTOS GENERADOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE AGUACHICA, CESAR**

AUTOR:

INGRID LORENA MENDOZA AGUIRRE

**Trabajo de grado en la modalidad de pasantía presentado como requisito para optar
al título de ingeniería ambiental.**

Director

PABLO ALBERTO HERRERA

Ingeniero Ambiental

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERIA AMBIENTAL**

Ocaña, Colombia

Febrero, 2018

Índice

Resumen.....	1
Introducción	2
Capítulo 1. Propuesta de un sistema de tratamiento para el manejo de vertimiento generado en la planta de tratamiento de agua potable de la empresa de servicios público de Aguachica, Cesar.....	3
1.1 Breve descripción de la empresa.....	3
1.1.1. Misión.....	4
1.1.2. Visión.	5
1.1.3. Objetivos de la empresa.....	5
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.....	7
1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado	13
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada	14
1.2.1. Planteamiento del problema.	15
1.3 Objetivos de la pasantía.....	16
1.3.1. Objetivo general.	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar	17
Capítulo 2. Enfoques referenciales.....	18
2.1 Enfoque conceptual.....	18
2.1.1. Aducción.....	18
2.1.2. Agua residual no domestica – ArnD.....	18
2.1.3. Análisis Físicoquímicos.....	18
2.1.4. Bocatoma.	18
2.1.5. Canaleta Parshall.	18
2.1.6. Captación.	19
2.1.7. Coagulación (Mezcla rápida).....	19
2.1.8. Conducción.....	19

2.1.9. Desarenación.	19
2.1.10. Desinfección.	19
2.1.11. Filtración.	19
2.1.12. Floculación.	19
2.1.13. Georreferenciación.	20
2.1.14. Planta de tratamiento de agua potable – PTAP.	20
2.1.15. Sedimentación.	20
2.1.16. Vertimiento.	20
2.2 Enfoque legal.	20
Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	22
3.1 Presentación de resultados	22
3.1.1. Identificar los procesos que se realizan en la PTAP que generan vertimiento.	22
3.1.2. Realizar una caracterización del agua residual y lodos generados en el vertimiento de la PTAP.	43
3.1.3. Establecer el tratamiento apropiado con base en los resultados obtenidos para el manejo de vertimientos generados en la PTAP.	47
Capítulo 4. Diagnostico final	58
Capítulo 5. Conclusiones	59
Capítulo 6. Recomendaciones	60
Referencias.....	61

Lista de Tablas

Tabla 1 Matriz DOFA de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.....	14
Tabla 2 Descripción de las actividades.....	17
Tabla 3 Coordenadas geográficas.....	38
Tabla 4 Tabla comparativa Resultados de los análisis del vertimiento con los valores permisible en la Res. 0631/2015	47

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.....	7
Figura 2. Vista superior de la planta.....	32
Figura 3. Diagrama de flujo de la PTAP.....	33
Figura 4. Resultados del análisis fisicoquímicos.....	46
Figura 5Aforo de caudales para la cuantificación de los vertimientos producidos en la PTAP.....	56
Figura 6. Diagrama del sistema de tratamiento.	56

Lista de fotografías

Fotografía 1. Bocatoma Nueva.....	23
Fotografía 2. Canal de Aducción.....	23
Fotografía 3. Desarenador 1.	24
Fotografía 4. Desarenador 2.	24
Fotografía 5. Laboratorio de la PTAP.	25
Fotografía 6. Dosificador de Sulfato Aluminio.....	26
Fotografía 7. Canaleta de Parshall.....	27
Fotografía 8. Floculadores de flujo horizontal..	28
Fotografía 9. Floculadores flujo vertical.	28
Fotografía 10. Sedimentadores..	29
Fotografía 11. Filtros.	30
Fotografía 12. Bala de Cloro Gaseoso.....	31
Fotografía 13. Tanques de almacenamiento.....	32
Fotografía 14. Placas de los floculadores.....	34
Fotografía 15. Placas de sedimentadores.....	34
Fotografía 16. Lecho filtrante.....	35
Fotografía 17. Retrolavado de los filtros.....	38
Fotografía 18. Ubicación de las coordenadas geográficas de la PTAP.....	39
Fotografía 19. Ubicación de las coordenadas geográficas del punto de vertimiento..	40
Fotografía 20. Conducto del vertimiento.....	41
Fotografía 21. Puntos de ubicación; PTAP, Vertimiento, Cañada, Quebrada Buturama y Punto de encuentro Quebrada-Cañada.....	42
Fotografía 22. Muestra recogida.....	43
Fotografía 23. Muestra en recipiente adecuado y rotulo.....	44
Fotografía 24. Cadena de custodia.....	44

Apéndices

Apéndice A. Análisis tomada al agua cruda que entra a la PTAP.	62
Apéndice B. Parámetros permisibles Resolución 0631/2015.....	63

Resumen

El presente proyecto es el informe final de la pasantía realizada en la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P. de la cual es una empresa dedicada a la organización y prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en el municipio de Aguachica Cesar.

En este escrito se describen actividades para proponer un sistema de tratamiento para el manejo de vertimiento que se generan en la Planta de tratamiento de agua potable de la cual, es operada por la empresa, realizando la identificación y evaluación de los procesos que generan vertimiento, sus respectivas caracterizaciones fisicoquímicas del mismo, teniendo en cuenta los parámetros apropiados para el análisis de esta y así evaluar los resultados que conlleva a escoger la alternativa apropiada para dar a conocer el sistema de tratamiento para el manejo de estos vertimientos en la PTAP, para que estas aguas no sean descargadas directamente a la Quebrada Buturama sin un tipo de tratamiento para su protección y conservación, donde esta abastecedora del municipio de Aguachica, Cesar y que a su vez este vertimiento atraviesas por algunos predios en la que estas aguas son utilizada para ganadería, riego y actividades domésticas.

Introducción

El presente escrito es el informe final de las pasantías que tiene como finalidad en proponer un sistema de tratamiento para el manejo de los vertimientos generados en la Planta de tratamiento de agua potable, operada por la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P para así, escoger la alternativa apropiada y poder proteger y conservar el recurso hídrico de la Quebrada Buturama de la cual se abastece la PTAR.

La problemática incide, en que se está vertiendo directamente al cuerpo de agua de la cual abastece la PTAP por medio de una cañada, las aguas residuales que provienen del mantenimiento y lavados de la misma, para una posible solución damos a conocer las actividades que nos lleve a escoger la alternativa apropiada.

En primer lugar, se efectuó la identificación y evaluación de los procesos que generan cierto vertimiento para así tener el conocimiento sobre la proveniencia de la misma.

Luego, se le realizó los respectivos análisis teniendo en cuenta los parámetros establecidos para conocer más a fondo las características de este vertimiento y así establecer las diferentes alternativas para su manejo.

Por último, escoger la alternativa apropiada para la determinación del sistema de tratamiento para así darle el buen manejo a los vertimientos generados en la PTAP para conservar y proteger la Quebrada Buturama y proteger la Salud Humana.

Capítulo 1. Propuesta de un sistema de tratamiento para el manejo de vertimiento generado en la planta de tratamiento de agua potable de la empresa de servicios público de Aguachica, Cesar

1.1 Breve descripción de la empresa

El primer asentamiento humano de Aguachica existió en terrenos aledaños al sitio donde hoy funciona la planta de tratamiento del acueducto, por la vía que conduce al caserío de la Yegüerita. Más tarde cuando el pueblo fue creciendo, las autoridades pensaron en construir su primer acueducto, y fue así que por medio de tuberías de hierro trajeron el agua desde la quebrada Buturama y la depositaban en una alberca grande en un sitio que quedo en donde hoy funciona la parte alta del barrio María Eugenia, en terrenos del señor Adriano Yaruro. El líquido llegaba a las casas como venía de la quebrada, y en tiempos de invierno los habitantes le echaban un pedazo de lo que ellos llamaban Clorón para aclarar el agua. Este producto químico es lo que hoy se conoce como sulfato de aluminio.

Posteriormente las tuberías de hierro se fueron reemplazando por las de asbesto cemento y fueron ampliando las redes. Las autoridades más recientes fueron pensando en el tratamiento del agua y fue así, como en el año 1983 se inauguró la planta de tratamiento, desde esta fecha se comenzó a procesar el precioso líquido y la población a gozar de un servicio de agua clara y apta para el consumo humano.

En su aspecto jurídico se conoció inicialmente como acueducto municipal regido por una junta directiva y un administrador, más tarde por acuerdo al concejo municipal se transformó en las empresas municipales, posteriormente el acueducto paso a manos del departamento y se conoció la empresa con el nombre de EMPOCESAR, nuevamente al disolverse la empresa departamental paso a manos del municipio y se conoció con el nombre de EMPOAGUACHICA, regida también por una junta directiva y con un gerente a su cabeza. Con la aparición de la ley 142 de 1994 el ente municipal se transformó en una empresa industrial y comercial del estado cuya razón social es actualmente Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.A.

La Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.A cuenta en su estadística con un total de Dieciséis Mil Cuatrocientos (16.400) suscriptores de acueducto y Quince mil cuatrocientos (15.400) de alcantarillado, la prestación del servicio se da por el sistema de racionamiento, esto debido a fugas, los fraudes y el mal uso que los usuarios le dan al agua.

Actualmente se adelantan las obras de optimización del acueducto y alcantarillado para mejorar la continuidad del servicio y lograr un 100% de cobertura. La finalidad de la empresa es que un tiempo no muy lejano prestar el servicio las 24 horas del día.

1.1.1. Misión. “Somos una empresa dedicada a la organización y prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la ciudad de Aguachica Cesar, para satisfacer las necesidades de los clientes con oportunidad, eficiencia, continuidad y calidad en niveles de excelencia, generando como valores agregados constante, el fomento del crecimiento socio-económico sostenible de la zona urbana con responsabilidad social empresarial, mediante

la gestión del talento humano, los recursos físicos y la modernización tecnológica que garantice bajo principios y valores éticos la sostenibilidad económica, financiera y ambiental”.

1.1.2. Visión. “Ser en el año 2020 una empresa reconocida regional y nacionalmente como modelo en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, caracterizada por una gestión orientada a resultados, que promueva con responsabilidad social empresarial el mejoramiento de la calidad de vida de la ciudadanía en general, con un talento humano de altos niveles en sus competencias; así como, por un comportamiento acorde con los principios y valores éticos”.

1.1.3. Objetivos de la empresa. Somos una empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios que desea brindar a la comunidad aguachiquense un buen servicio en el suministro de Agua potable, tratamientos de aguas residuales y saneamiento básico; y así contribuir al mejoramiento de la calidad de vida en este, nuestro municipio. Es por eso que la empresa se ha trazado la misión y la visión para llevar a cabo el buen manejo y sostenimiento de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.

Organizar y prestar de forma eficiente y eficaz de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana del Municipio de Aguachica Cesar.

Construir, mantener y reparar oportunamente la infraestructura para la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana del Municipio.

Desarrollar una cultura orientada al manejo, mejoramiento y protección al medio ambiente que garanticen la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana del Municipio de Aguachica Cesar.

Promover el desarrollo del control social y la participación ciudadana en la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana del Municipio de Aguachica Cesar.

Garantizar la rentabilidad económica y social requerida para la sostenibilidad de la empresa en el corto, mediano y largo plazo.

Establecer una cultura orientada al cliente, soportada con procesos organizacionales efectivos que respondan a las necesidades y oportunidades del mercado.

1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.

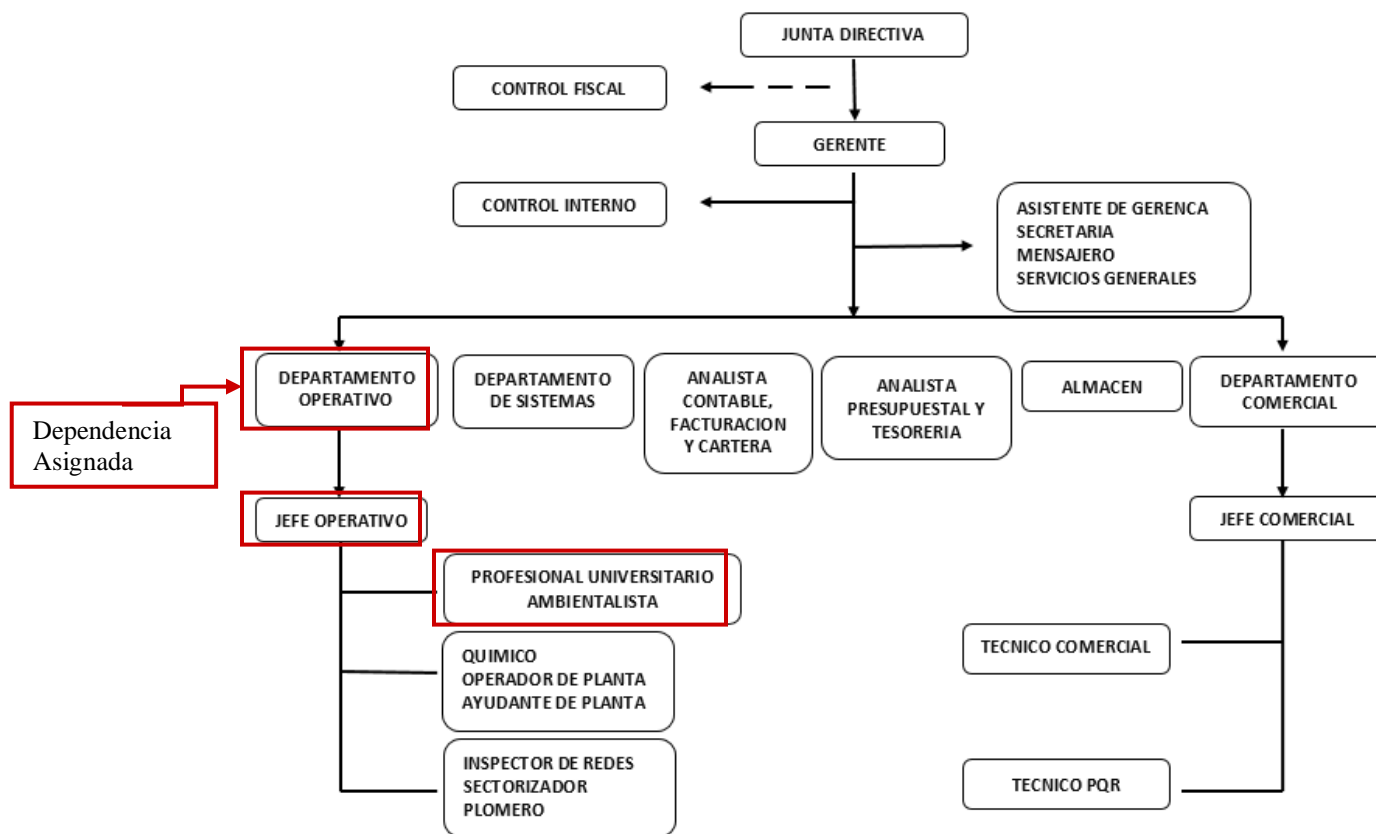


Figura 1. Organigrama de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.

Fuente: (Control interno E.S.P.A., s.f)

Gerente o representante legal de la Empresa de Servicios públicos de Aguachica E.S.P.A.

Funciones:

Representar jurídicamente la empresa.

Expedir y ejecutar los actos de su competencia, requiriendo de su autorización previa o a la aprobación posterior de la junta directiva.

Ordenar y dirigir la realización de licitaciones o concursos, escoger contratistas y celebrar contratos a nombre del establecimiento, y manejar la actividad contra actual de conformidad con las disposiciones legales.

Elaborar y someter anualmente a la aprobación de la junta directiva el presupuesto anual de operaciones e inversiones.

Constituir previa autorización de la junta directiva, cuando ella fuere necesario, mandatarios o apoderados que representen al establecimiento en cualquier género de negocios y en lo que al gerente corresponde dicha representación. Entendiéndose que para dar la representación en juicios no necesita previa autorización.

Tomar las medidas convincentes a la conservación de los bienes sociales, vigilar la actividad de los empleados de la empresa e impartirles las órdenes e instrucciones que sean necesarias.

Departamento operativo

Jefe operativo de la empresa de Servicios públicos de Aguachica E.S.P.A.

Funciones:

Ejecutar políticas, planes, programas y normas establecidas por la entidad de materia operativa.

Planear, coordinar, dirigir y evaluar programas y planes de trabajo del personal a su cargo, así como los programas de capacitación que se requiera.

Velar por la conservación y mantenimiento de máquinas, instalaciones y además elementos que forman parte de la dotación de la dependencia a su cargo.

Diseñar, revisar, analizar y actualizar sistemas y métodos de trabajo para optimizar y agilizar procedimientos establecidos.

Preparar mensualmente un informe relacionado con las actividades del área operativa y comercial para entregárselo al señor gerente.

Ejercer vigilancia y control en el manejo de los accesorios, productos químicos y otros elementos. Las demás funciones que le asigne su superior inmediato acorde con la naturaleza del cargo.

Profesional universitario ambientalista de la empresa de Servicios públicos de Aguachica E.S.P.A.

Funciones:

Velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. Esto incluye atender los requerimientos de las autoridades ambientales, al igual que los entes de control.

Incorporar la dimensión ambiental en la toma de decisiones de la empresa.

Brindar asesoría técnica-ambiental al interior de la empresa y la administración municipal cuando sea necesaria.

Supervisar las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales manejados por la E.S.P de Aguachica.

Promover al mejoramiento de la gestión y desempeño ambiental al interior de la empresa.

Liderar la actividad de formación y capacitación a todos los niveles de la empresa en materia ambiental.

Mantener actualizada la información ambiental de la empresa y generar informes periódicos.

Químico profesional de la empresa de Servicios públicos de Aguachica E.S.P.A.

Funciones:

Cumplir con las disposiciones generales y las normas establecidas en decretos y resoluciones del gobierno nacional, así como los procedimientos y reglamentos de la entidad, que regulan las actividades relacionadas con la calidad del agua potable para el consumo humano.

Realizar periódicamente el análisis microbiológico, para determinar oportunamente la presencia o ausencia de microorganismos.

Realizar periódicamente el análisis organoléptico, que garantiza el olor, sabor del agua y que permite percibir la presencia de sustancias y materiales fluctuantes y/o suspendidos en el agua.

Efectuar análisis físico-químico de las muestras recepcionadas y emitir el concepto respectivo con base en parámetros establecidos en las normas reguladas del ministerio de salud.

Informar en forma oportuna al jefe del departamento, sobre resultados que no cumplan los estándares de calidad, para preceder a tomar los correctivos del caso.

Cumplir con el número de muestras mensuales según la población servida, establecidas en la resolución 2115 de 2007 y el decreto 1575 de 2007.

Operador de planta de la empresa de Servicios públicos de Aguachica E.S.P.A.

Funciones:

Operar los equipos de la planta de tratamiento: Válvulas, bombas dosificadores, motores, reductores.

Inspeccionar los equipos de la planta para constatar su adecuado funcionamiento.

Efectuar los lavados de filtros, sedimentadores, dosificadores, floculadores, de acuerdo con la programación establecidos o cuando las necesidades exijan.

Realizar las pruebas siempre que la turbiedad o el color aparente del agua cruda, presenten cambios que puedan apreciarse a simple vista o de acuerdo con los resultados obtenidos en los procedimientos.

Modificar la cantidad de sulfato de aluminio o de cal que debe aplicarse al agua en proceso de tratamiento, de acuerdo con los resultados obtenidos con las pruebas.

Tomar las muestras necesarias con el propósito de realizar los análisis físico-químicos y bacteriólogos, de acuerdo con la frecuencia establecida por las normas o procedimientos de la empresa.

Inspector de redes de la empresa de Servicios públicos de Aguachica E.S.P.A.

Funciones:

Elaborar de acuerdo con la programación establecida por el jefe del departamento, las inspecciones periódicas a distintos tramos de la red de acueducto y alcantarillado.

Mantener actualizado el estado de todas las redes de la empresa y la información relativa a ella.

Coordinar y supervisar el trabajo de fontaneros y plomeros, así como del personal contratado para tareas específicas del departamento operativo.

Preparar los informes sobre el cumplimiento de programas de trabajo del departamento.
(Manual de funciones de la empresa de servicios públicos de Aguachica ESPA.)

1.1.5. Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado. La Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P., dentro de su estructura organizacional no cuenta con un Departamento de Gestión Ambiental, sin embargo se encuentran delegadas funciones bajo el cargo del profesional universitario ambientalista Pablo Alberto Herrera como parte del proceso de control ambiental de la E.S.P Aguachica.

El área de control ambiental es de vital importancia para la empresa encargándose de las funciones en materia ambiental, solucionando los impases que se puedan presentar siendo líder en la innovación de proyectos que aportan a la mitigación de los impactos negativos causados por las labores antrópicas y tomando acciones para que estos no se presenten nuevamente permitiendo así un mejor desarrollo de los procesos y buscando la satisfacción del usuario.

Dentro de las funciones principales que ejerce el ingeniero ambiental se especifican de la siguiente manera: Es el encargado de velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, supervisa las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, promueve el mejoramiento de la gestión y desempeño ambiental al interior

de la empresa, brinda asesoría técnica-ambiental, mantiene actualizada la información ambiental de la empresa y genera informes periódicos.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

Para el diagnóstico de la situación actual de la dependencia asignada se dará a conocer por medio de una matriz D.O.F.A (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) donde se dará a conocer también ciertas estrategias para la solución de algunas problemáticas que se presenta.

Tabla 1

Matriz DOFA de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica E.S.P.

Matriz DOFA		
Ambiente	Fortalezas	Debilidades
	Cuenta con una planta de tratamiento de agua potable.	No cuenta con un Departamento de gestión ambiental.
Ambiente interno	Cuenta con un profesional universitario ambientalista.	Falta de insumos en el laboratorio para la realización de análisis.
	Cuenta con personal idóneo y recursos para la realización de las actividades.	Falta de recursos para la dependencia operativa.
	Cuenta con un sistema de tratamiento de agua residual.	Falta de equipos tecnológicos (drones).
Ambiente externo	Tiene en cuenta a la comunidad del Municipio.	Falta de concientización y sensibilización por parte de los habitantes del municipio.
Oportunidades	FO	DO
Incrementar la eficiencia de la prestación de servicios.	Gestionar estrategias y convenios con entes municipales y autoridades ambientales para la eficiencia de la prestación de los servicios.	Realizar campañas de educación ambiental a los habitantes del municipio de Aguachica.
Fuente generadora de empleo.		Obtener nuevas tecnologías que jugarán un papel fundamental en la investigación y conocimiento.
Cumplimiento de las normatividades.	Gestionar nuevas tecnologías que contribuyan a la investigación.	
Interés por parte del municipio y gobierno departamental para el mejoramiento de la prestación del		Compromiso por parte del municipio y gobernación departamental.

servicio.

Apoyo académico por parte de instituciones de educación superior.

Amenazas	FA	DA
Incumpliendo de la normatividad vigente.	Dar a conocer a la comunidad las normatividades vigentes.	Gestionar soluciones con los entes municipales y autoridades ambientales para el mejoramiento de la prestación de los servicios.
Ubicación y vías de acceso a la PTAP.	Buscar medidas y alternativas de mejoramientos para la prestación del servicio.	Crear alianzas con el municipio para el mejoramiento de las vías de acceso a la PTAP y demás infraestructura.
Interés particular para la privatización de la empresa.		
Sanciones provenientes de la Superintendencia de servicios público domiciliarios.		
Apoyo por parte de entes municipales y autoridades ambientales. ¹		

Nota: La tabla presenta información sobre las debilidades, amenazas, oportunidades y fortalezas de la empresa.

Fuente: Elaboración propia del autor.

1.2.1. Planteamiento del problema. Los vertimientos es una de las problemáticas que generan una gran contaminación a los cuerpos hídrico que son receptoras de esta, ya que no se le dan un buen o adecuado manejo a estos vertimientos, afectando así, todo un ecosistema.

La Empresa de Servicios Público de Aguachica, Cesar (ESPA) cuenta con una Planta de tratamiento de agua potable PTAP, de la cual, se realizan ciertos procesos que generan vertimientos y que están compuestos de agua residual y lodos, donde estas son vertidas directamente a la Quebrada Buturama que es el cuerpo de agua abastecedor de la misma PTAP, generando algunos impactos ambientales a este ecosistema y que a su vez esta cañada que

¹ “Tabla 1 Matriz DOFA de la empresa de servicios públicos de Aguachica E.S.P.” “Continuación”

conlleva este vertimiento a la quebrada, a traviesa por predios donde estas aguas son utilizada para actividades domésticas, consumo bovino y riego para sus cultivos (Torres, 2016).

Por tanto, podemos deducir que es de mucha necesidad e importancia buscar alternativas para el buen manejo de estos vertimientos generados por la PTAP del Municipio de Aguachica, Cesar.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1. Objetivo general. Proponer un sistema de tratamiento para el manejo de vertimiento generado en la planta de tratamiento de agua potable de la empresa de servicios públicos de Aguachica, Cesar.

1.3.2. Objetivos específicos. Identificar los procesos que se realizan en la PTAP y que generan vertimiento.

Realizar una caracterización del agua residual y lodos generados en el vertimiento de la PTAP.

Establecer el tratamiento apropiado con base en los resultados obtenidos para el manejo de vertimientos generados en la PTAP.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 2

Descripción de las actividades

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los Obj. Específicos
Determinar un sistema de tratamiento para el manejo de vertimientos generados en la planta de tratamiento de agua potable de la empresa de servicios público de Aguachica, Cesar.	Identificar los procesos que se realizan en la PTAP y que generan vertimiento.	Visita de verificación a la PTAP. Identificación de los procesos realizados en la PTAP y que generan vertimientos.
	Realizar una caracterización del agua residual y lodos generados en el vertimiento de la PTAP.	Evaluación de los procesos realizados en la PTAP. Georreferenciación de la PTAP. Determinación del punto de muestreo. Determinación de los parámetros que serán evaluados a los vertimientos.
	Establecer el tratamiento apropiado con base en los resultados obtenidos para el manejo de vertimientos generados en la PTAP.	Análisis del vertimiento generado en la PTAP. Evaluación de los resultados de la caracterización realizada. Selección del sistema de tratamiento apropiado para el manejo de vertimiento con base en los resultados obtenidos. Determinación del tratamiento para el manejo de los vertimientos generados en la PTAP

Nota: La tabla presenta información sobre los objetivos que se persiguen con la pasantía y las actividades a realizar para la consecución de los mismos. Fuente: Elaboración propia del autor.

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

2.1.1. Aducción. Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión. (RAS, 2000)

2.1.2. Agua residual no domestica – ArnD. Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domesticas – ARD. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015)

2.1.3. Análisis Fisicoquímicos. Análisis físico-químico del agua Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas. (RAS, 2000)

2.1.4. Bocatoma. Estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto. (RAS, 2000)

2.1.5. Canaleta Parshall. Es un elemento primario de flujo con una amplia gama de aplicaciones para medir el flujo en canales abiertos. Usado para medir el flujo en ríos, canales de irrigación y/o de desagüe, salidas de alcantarillas, aguas residuales, vertidos de fábricas, etc. (Mendez & Kelli, 2012)

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

2.1.7. Coagulación (Mezcla rápida). Aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes. Agitación violenta para producir dispersión instantánea de un producto químico en la masa de agua. (RAS, 2000)

2.1.8. Conducción. Componente a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión. (RAS, 2000)

2.1.9. Desarenación. Destinados a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación. (RAS, 2000)

2.1.10. Desinfección. Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua. (RAS, 2000)

2.1.11. Filtración. Filtración Proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso. (RAS, 2000)

2.1.12. Flocculación. Flocculación Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada. (RAS, 2000)

2.1.13. Georreferenciación. Es un proceso de localización geográfica, dentro de un sistema de coordenadas. En términos más sencillos es ubicar una dirección dentro de un mapa digital, asociando al punto la coordenada y algunos datos sociodemográficos como el estrato, el barrio, la localidad, entre otros. (Geobis International, 2017)

2.1.14. Planta de tratamiento de agua potable – PTAP. Conjunto de obras, equipos y materiales utilizados para la captación, aducción, conducción, tratamiento y distribución del agua potable para consumo humano que son necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable. (RAS, 2000)

2.1.15. Sedimentación. Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes. (RAS, 2000)

2.1.16. Vertimiento. Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido. (Decreto 3930, 2010)

2.2 Enfoque legal

Constitución política de Colombia de 1991.

Resolución 0330 feb de 2017. Por la cual se adopta el procedimiento técnico-científico y participativo para la determinación de los servicios y tecnologías que no podrán ser financiados con recursos públicos asignados a la salud y se establecen otras disposiciones.

Resolución 0631 mar de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

Ley 99 dic 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, y se dictan otras disposiciones.

Decreto – Ley 2811 dic de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Ley 373 jun 1997. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Decreto 1076 may de 2015. Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

3.1.1. Identificar los procesos que se realizan en la PTAP que generan vertimiento.

3.1.1.1. Visita de verificación a la PTAP. Caracterización general de la planta de tratamiento de agua potable.

Los procesos que se manejan en la PTAP de la empresa de servicios públicos de Aguachica, de acuerdo a lo descrito en el Plan de emergencia y contingencia (ESPA, 2015) son los que se detallan a continuación.

Captacion. El agua para el abastecimiento municipal se capta por medio de una estructura llamada La Bocatoma Nueva. Este sistema de captación es combinado de la cual consta de cuatro rejillas de fondo de 1.00 m x 0.70 m con barras de 1" espaciadas cada 1.5 cm y la captación lateral, conformada por cuatro rejillas de 1.0 m x 0.70 m con varillas de ¾" lisa separadas 4 cm. Los sistemas de captación tienen una capacidad de 1.5 m³/s; este caudal se deriva a una cámara de 1.0 m de ancho y un largo de 3.5 m con vertedero de control de 2.5 m de largo. La compuerta de lavado de la cámara de derivación es de 0.15 x 0.20m y descarga directamente a la quebrada Buturama.



Fotografía 1. Bocatoma Nueva. Fuente: Autora de la pasantía.

Aducción. Es un canal en concreto de 97 m de largo, 70 x 70 de ancho, que conduce desde la captación conocida como la bocatoma nueva hasta el primer desarenador. Fuente: Autor.



Fotografía 2. Canal de Aducción. Fuente: Autora de la pasantía.

Desarenación. Existen dos estructuras desarenadoras. Una a 97m de la Bocatoma nueva y la otra antes de entrar a la PTAP pasando por una doble desarenación.



Fotografía 3. Desarenador 1. Fuente: Autora de la pasantía.



Fotografía 4. Desarenador 2. Fuente: ESPA.

Conducción. La conducción entre el desarenador y la planta de tratamiento está conformada por tres (3) tuberías en paralelo, una tubería de 14", 12" y 10" pero en su recorrido se presentan pérdidas por fugas y conexiones por parte de las fincas aledañas.

Tratamiento. La planta es de tipo convencional y en los últimos dos años ha sido ampliada con nuevas estructuras para aumentar su capacidad y mejorar los resultados del tratamiento.

Medición de caudal este no es un medidor compuesto por un flotador y una mira o regla que indica el caudal de acuerdo al ancho de la canaleta, está calculado en varios puntos de la mira los niveles y caudales los promedios manejados son de 340 l/seg en épocas de lluvias pero en época de verano se llega a manejar 170 l/seg.

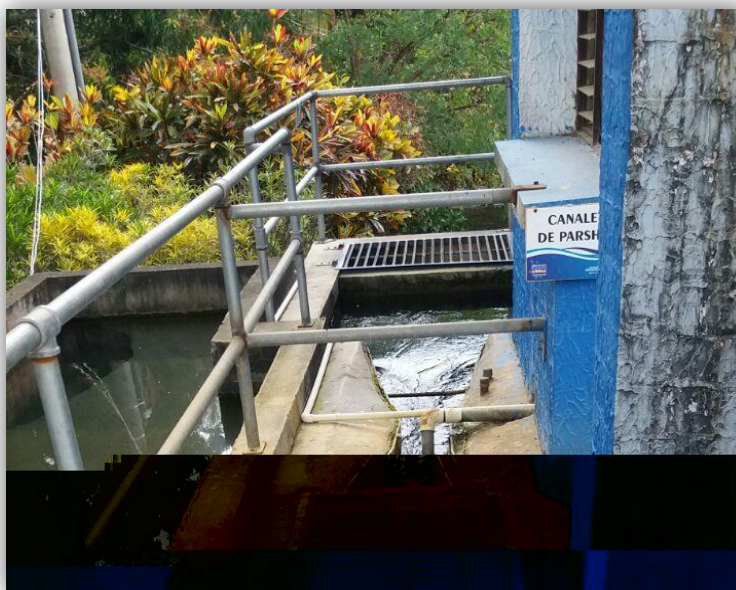


Fotografía 5. Laboratorio de la PTAP. Fuente: Autora de la pasantía.



Fotografía 6. Dosificador de Sulfato Aluminio. Fuente: Autor

Coagulación (Mezcla rápida). Para la medición y mezcla rápida se cuenta con una canaleta Parshall de garganta de aforo de 9" y una longitud de 1.97 m. El producto químico que se utiliza es el sulfato de aluminio para desestabilizar los contaminantes que pueden estar presentes en el agua.



Fotografía 7. Canaleta de Parshall. Fuente: Autora de la pasantía.

Floculación. La distribución del agua, proveniente de la mezcla rápida a los floculadores, se hace mediante un canal de 0.60 m de ancho, 18.27 m de largo y una altura de 0.9 m a nivel de pasarela. La floculación está conformada por seis unidades de flujo horizontal de dimensiones 20.37 m de largo x 2.85 m con una capacidad cada uno de 39.50 l/s cada uno. El acceso a cada uno de ellos se realiza mediante la operación de seis válvulas de compuerta lateral de 0.25 x 0.25 m.

El periodo de retención de los floculadores es de 20 minutos: fueron diseñados en dos tramos de diferentes gradientes, el primer tramo tiene una longitud 9.10 m con 39 baffles de 0.05 m de espesor y separados entre sí una distancia de 0.17 m y un gradiente de velocidad de 90.7 seg^{-1} ; la segunda zona tiene una longitud de 11.27 m, 33 baffles de 0.05 m de espesor, separados entre sí 0.3 m y un gradiente de velocidad de 41.3 seg^{-1} .

En la ampliación de 2007 se construyeron 3 floculadores tipo Alabama o de alta tasa que mejoraron la capacidad y primordialmente la calidad del agua floculada producida en planta, para un total de 9 floculadores.



Fotografía 8. Floculadores de flujo horizontal. Fuente: Autora de la pasantía.



Fotografía 9. Floculadores flujo vertical. Fuente: Autora de la pasantía.

Sedimentadores. Los sedimentadores están conformados por seis módulos de tasa acelerada de 2.40 m de ancho x 7.56 m de largo y una altura de 4.91. El agua floculada entra al sedimentador mediante un canal de admisión de 0.65 m de ancho por 2.40 m de altura, con seis orificios de 6 “cada uno. Cada módulo posee 125 placas planas de alta densidad en material de A.C de 2.40 x 1.20 x 0.01 m espaciadas cada 6 cm e inclinadas 60°. Cada sedimentados tiene una capacidad de 79 l/s.

El agua sedimentada se recoge a través de tuberías de 8” en A, C, perforada con orificios de 1 1/2” cada 20 cm, los cuales descargan en un canal de agua sedimentada, el cual tiene 0.7 m de ancho x 0.96 m de altura y una longitud de 15.50 m, este canal entrega al canal de reparto a los filtros. En el año 2007 el estado actual de los tubos recolectores de agua sedimentada, fueron cambiados por canaletas recolectores de aguas sedimentadas que cuentan con mayor eficiencia de recolección. Con un total de 6 tanques sedimentadores.



Fotografía 10. Sedimentadores. Fuente: Autora de la pasantía.

Filtración. Esta sección consta de 10 filtros convencionales, de los cuales dos están recientemente contruidos. Estos en su interior constan de un material conformado por grava arena y antracita. El flujo filtrado pasa a un conducto de dimensiones 0.7 m de ancho x 3.35 m de altura, el cual se deposita en un canal colector de sección 0.85 m de altura x 0.6 m de ancho que vierte en una tubería de 16” de diámetro en H.F.



Fotografía 11. Filtros. Fuente: Autora de la pasantía.

Desinfección. Se utiliza el cloro gaseoso para eliminar las impurezas que no se pudieron anular en los procesos anteriores, se aplica con cilindros de una tonelada promedio de 1.4 Mg/litro o ppm y para esto se cuenta con un tanque de cloración de dimensiones 5.0 m x 8.0 m y profundidad 2.90 m funcionando también como tanque de distribución.



Fotografía 12. Bala de Cloro Gaseoso. Fuente: Autora de la pasantía.

Almacenamiento. Finalmente, el almacenamiento en la cual se cuentan con tres (3) tanque con una capacidad efectiva de 2000 m³ cada uno, de concreto reforzado; así mismo disponen de sus respectivas válvulas de control a la entrada y salida del tanque, sistema de ventilación y rebose. La operación de la red de distribución no permite su llenado, trabajando como estructura de compensación. Están distribuidos de la siguiente manera:

Tanque 1 (distrito 1 y 2) tubería de 18” de HD, controlado por una válvula.

Tanque 2 (distrito 2) tubería de 16” de PVC, controlado por una válvula.

Tanque 3 (distrito 3) tubería de 14” de HD, controlado por una válvula.



Fotografía 13. Tanques de almacenamiento. Fuente: Autora de la pasantía.

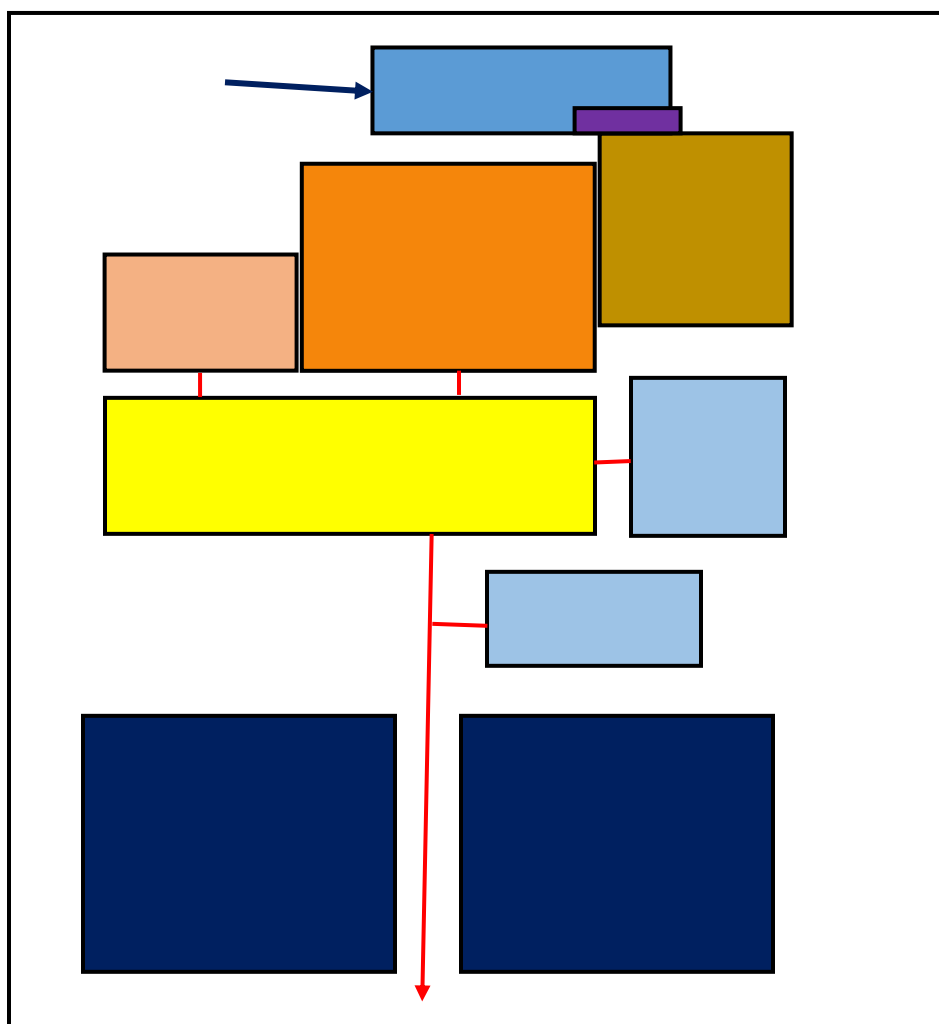


Figura 2. Vista superior de la planta. Fuente: Autora de la pasantía.

Nota: ■ Conducción-entrada de agua a la planta, ■ Canaleta de Parshall, ■ Laboratorio, bodega del sulfato y oficina, ■ Floculador de flujo vertical, ■ Floculadores de flujo horizontal, ■ Sedimentadores, ■ Filtros, ■ Tanques de almacenamiento, — Entrada de agua cruda, — Recolección de vertimiento hacia la cañada.

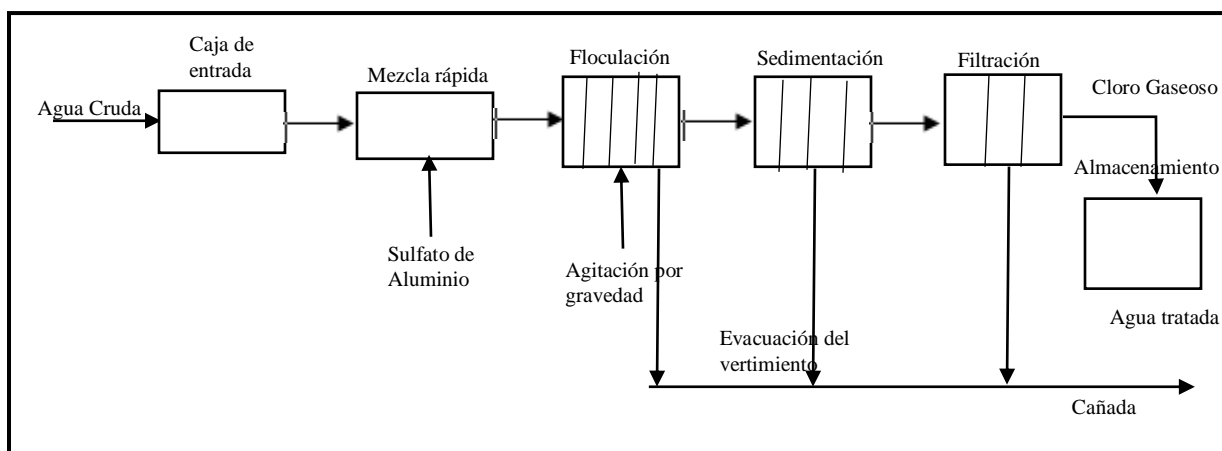


Figura 3. Diagrama de flujo de la PTAP. Fuente: Autora de la pasantía.

3.1.1.2. Identificación de los procesos realizados en la PTAP que generan vertimientos. En la PTAP podemos encontrar algunos procesos que generan vertimiento a la hora de su mantenimiento y lavado de estas mismas, los procesos son los siguientes:

Tanques floculadores. En este proceso es donde ocurre la mezcla lenta, en el cual se forma el FLOC que es generado por una reacción química que en este caso es ocasionado por un coagulante llamado sulfato de aluminio que tiene como finalidad en quitar las cargas eléctricas de partículas coloidales o finas para que se agrupen y formen flóculos.



Fotografía 14. Placas de los floculadores. Fuente: Autora de la pasantía.

Tanques sedimentadores. Es el proceso por el cual se decantas las partículas que se han formado en el proceso de floculación (FLOC), estas son sedimentadas por la acción de la gravedad por un tiempo de retención determinado.

Estas partículas quedan sujetas a las placas paralelas inclinadas de los sedimentadores y suspendidas en el fondo de las mismas.



Fotografía 15. Placas de sedimentadores. Fuente: Autora de la pasantía.

Filtros. Por último, este proceso consiste en pasar el agua por un medio poroso o lecho filtrante que pueda retener algunas impurezas que no fueron removidas por los otros procesos anteriores.



Fotografía 16. Lecho filtrante. Fuente: Autora de la pasantía.

Insumos utilizados en la PTAP. Los insumos que se utilizan en los procesos para el tratamiento de la potabilización del agua son el Sulfato de Aluminio $-Al_2(SO_4)_3-$ y el Cloro Gaseoso, pero en los procesos identificados por la cual generan vertimiento circula el Sulfato de Aluminio.

Sulfato de Aluminio granulado tipo B $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$. Producto obtenido generalmente por la reacción entre el Ácido sulfúrico y una materia prima rica en aluminio como la bauxita. Es un coagulante que tiene como fin principal el tratamiento de aguas para consumo humano y residual, removiendo agentes contaminantes como turbiedad y color. (Soluciones innovadoras para el tratamiento de agua, s.f.)

Especificaciones:

Al₂O₃ mínimo 16%

Hierro como Fe₂O₃ máximo 1.6 %

Materia insoluble máximo 5.0%

Granulometría:

- Malla 4 % Retenido 0,00%

- Malla 10 % Retenido 10% - 40%

- Malla 100 % Retenido 60% - 90%

Presentación: Granulado, en bultos de 25 Kg y 50 Kg.

Uso del producto: Es un coagulante que tiene como fin principal el tratamiento de aguas para consumo humano y residual, removiendo agentes contaminantes como turbiedad y color. En aguas superficiales se destaca en clarificación para condiciones de baja y mediana turbiedad (hasta 1000 NTU aproximadamente).

Almacenamiento: Por ser un producto higroscópico es empacado en sacos de polipropileno con laminado interno. Debe ser almacenado en bodegas cerradas sobre estibas plásticas o de madera. (Soluciones innovadoras para el tratamiento de agua, s.f.)

Precauciones para el uso y seguridad: Para su manipulación se requiere de equipo de protección. Máscaras para polvos, gafas protectoras y buena ventilación. No es un producto

tóxico, pero puede producir leve irritación nasal, por tratarse de una sal ácida. (Química Integrada, Quinsa S.A, s.f.)

3.1.1.3. Evaluación de los procesos realizados en la PTAP. El mantenimiento y lavado de estos tanques se realizan diaria o semanalmente, depende el proceso, estos lavados se llevan a cabo dependiendo de las colmataciones que se producen por las partículas coloidales o floc que decantan en ellas. Sus formas de lavado y mantenimiento son las siguientes:

Tanques Floculadores. Su lavado y mantenimiento se realiza mensualmente o cuando las paredes estén colmatadas del mismo floc que se da más que todo en tiempo de lluvias, esta se realiza su lavado cada 15 días, el mantenimiento consiste en despegar las impurezas de las paredes de los floculadores con agua a presión por medio de una manguera. El agua utilizada se toma de la entrada a la planta, es cruda.

Tanque Sedimentadores. Este lavado se realiza semanalmente dependiendo del régimen de lluvias, si es baja se lavan semanal y si es alta cada 3 días, su lavado consiste en retirar a presión todas las partículas que han sido decantados durante el proceso. El agua utilizada se toma de la entrada a la planta, es cruda.

Filtros. En este, su lavado se realiza diariamente y en la cual consiste en un retrolavado del mismo. Para este retrolavado se utiliza el agua que hay en los filtro, para lavar un filtro se necesita el agua ya sea de dos o tres filtros de un promedio de 85 litros de agua. Este lavado tiene

una duración de máximo de 20 minutos cada filtro hasta que el agua sale clara. Se lavan 4 filtros diariamente.



Fotografía 17. Retrolavado de los filtros. Fuente: Autora de la pasantía.

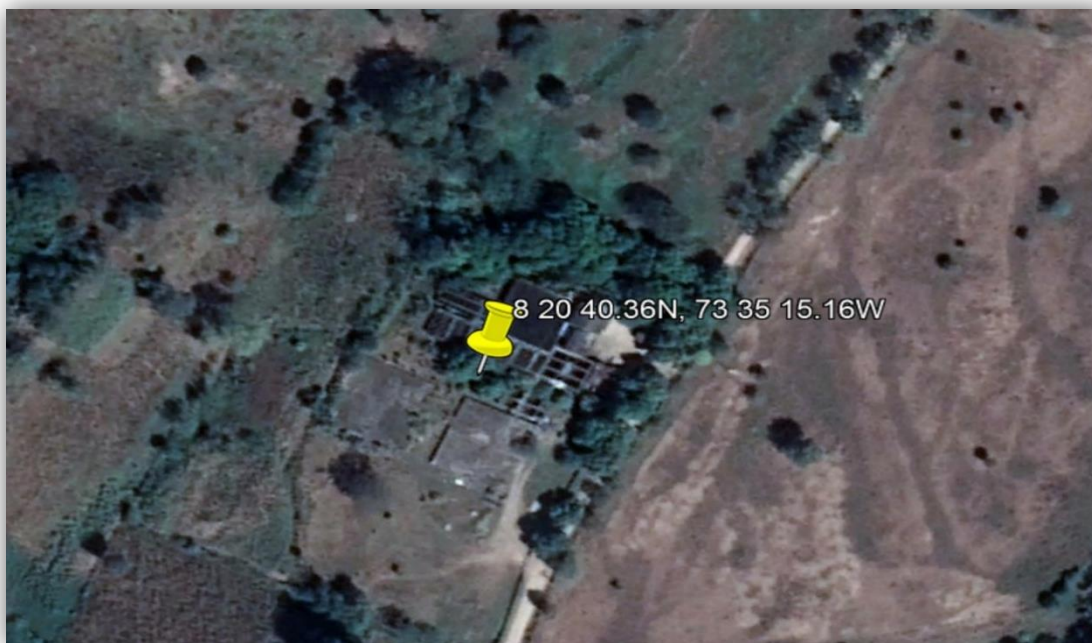
3.1.1.4. Georreferenciación de la PTAP. El día 22 de Septiembre del 2017 se realizó la respectiva georreferenciación con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) los puntos de interés como la PTAP, punto de vertimiento, cañada, Quebrada Buturama y punto de encuentro Quebrada-Cañada en el municipio de Aguachica, Cesar.

Tabla 3
Coordenadas geográficas

Nombre	Latitud	Longitud
Planta de tratamiento de agua potable	8°20'40.36"N	73°35'15.16"O
Vertimiento	8°20'37.56"N	73°35'16.66"O
Cañada	8°20'11.82"N	73°35'17.53"O
Q. Buturama	8°20'19.34"N	73°35'5.29"O
Pto. de encuentro Quebrada-Cañada	8°19'56.47"N	73°35'5.52"O

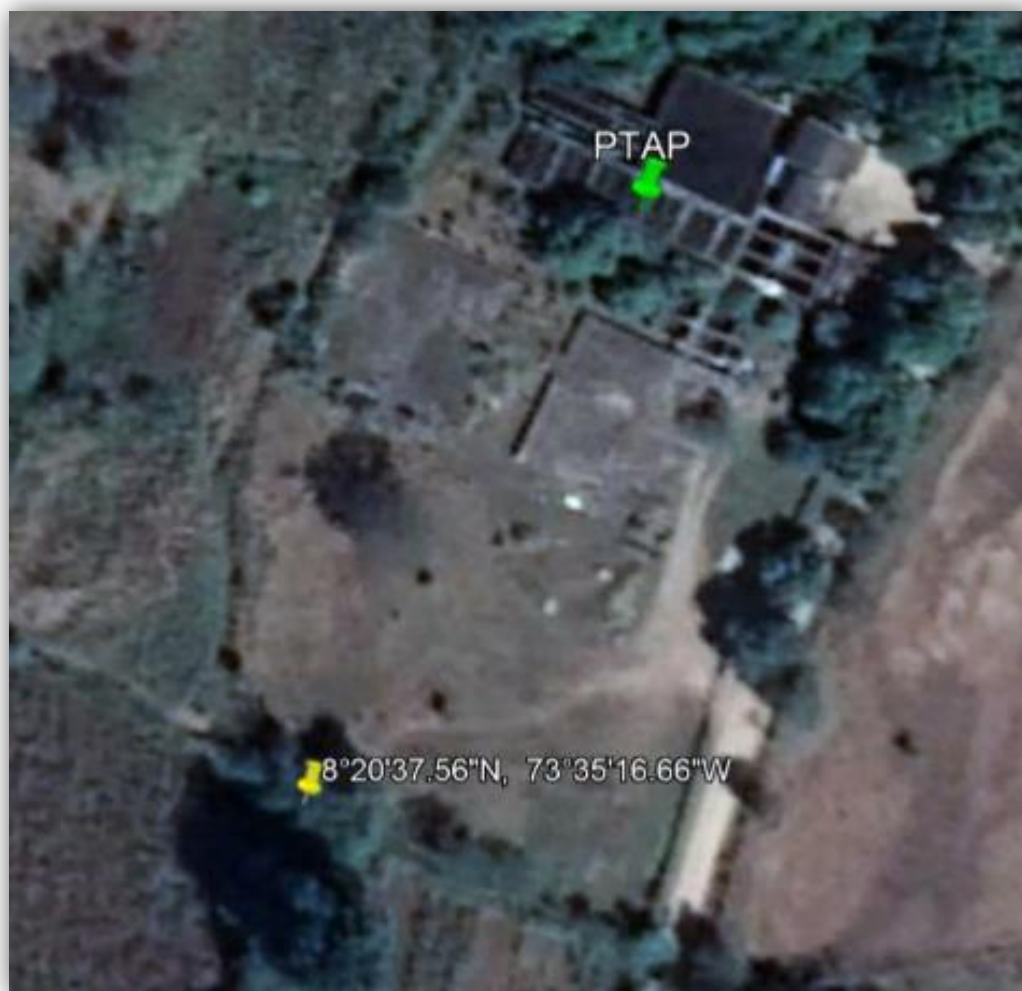
Nota: La tabla presenta información sobre las coordenadas geográficas de la PTAP. Fuente: Elaboración propia del Autor.

La Planta de tratamiento de agua potable de la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica, se encuentra ubicada en las coordenadas $8^{\circ}20'40.36''N$, $73^{\circ}35'15.16''O$ a 2 Km del casco urbano del municipio de Aguachica, Cesar.



Fotografía 18. Ubicación de las coordenadas geográficas de la PTAP. Fuente: tomado de Google Earth.

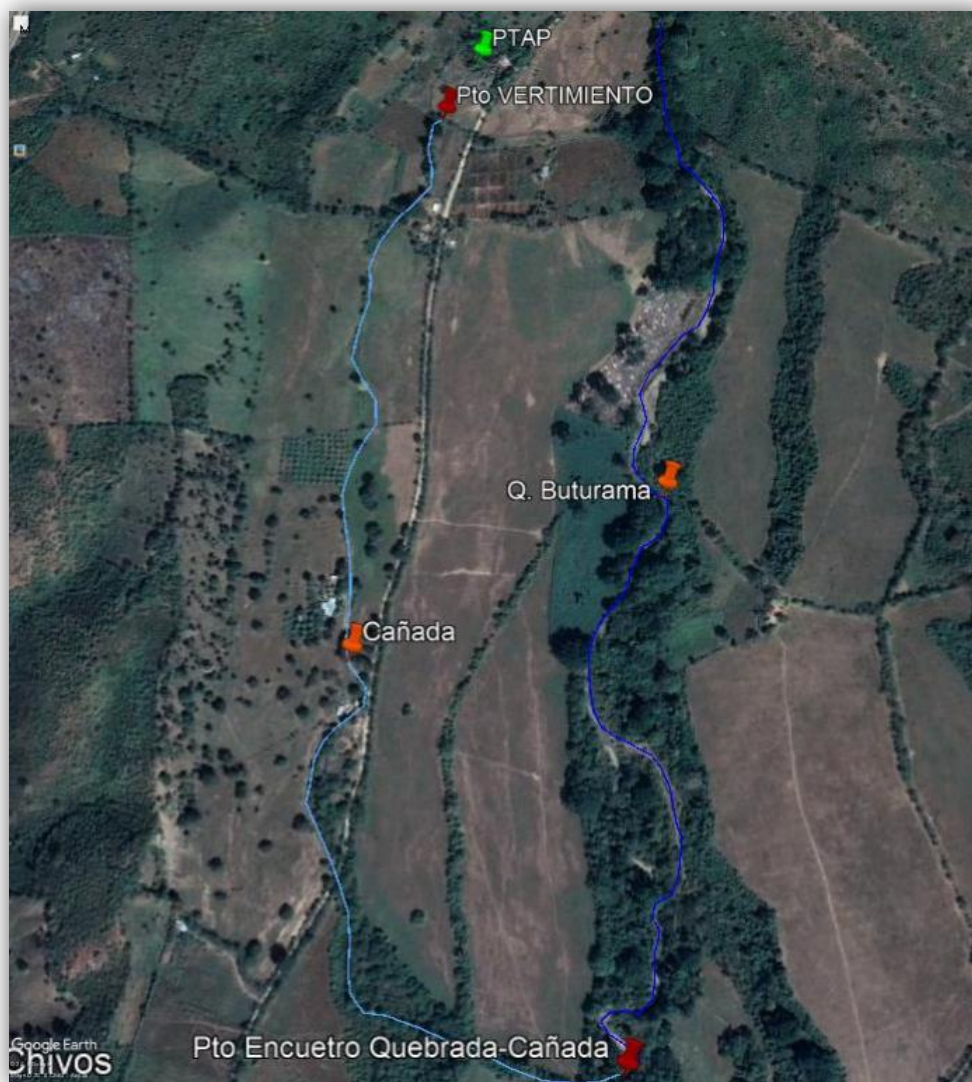
El punto de vertimiento se encuentra a 50mts de la PTAP con coordenadas $8^{\circ}20'37.49''N$, $73^{\circ}35'16.36''O$, donde es vertida a una cañada que va dirigida a la Quebrada Buturama, aguas abajo de la PTAP.



Fotografía 19. Ubicación de las coordenadas geográficas del punto de vertimiento. Fuente: Tomado de Google Earth.



Fotografía 20. Conducto del vertimiento. Fuente: Autora de la pasantía.



Fotografía 21. Puntos de ubicación; PTAP, Vertimiento, Cañada, Quebrada Buturama y Punto de encuentro Quebrada-Cañada. Fuente: Tomado de Google Earth.

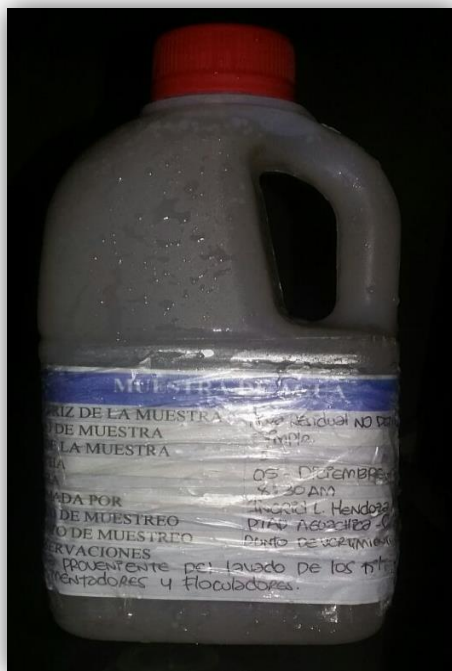
3.1.2. Realizar una caracterización del agua residual y lodos generados en el vertimiento de la PTAP.

3.1.2.1. Determinación del punto de muestreo. El punto de muestreo fue ubicado en la salida del vertimiento que tiene la PTAP, en este conducto se recoge todas las aguas que se generan en los lavados, de la cual estas son vertidas a una cañada de conducción que se dirige a la Quebrada Buturama donde es misma captada el agua para ser tratada y distribuida para el municipio de Aguachica.

El tipo de muestreo que se escogió fue la muestra simple, se realizó una sola muestra el día 05 de Diciembre a las 8:30 en horas de la mañana realizada por la autora.



Fotografía 22. Muestra recogida. Fuente: Autora de la pasantía.



Fotografía 23. Muestra en recipiente adecuado y rotulo. Fuente: Autora de la pasantía.



Fotografía 24. Cadena de custodia. Fuente: Autora de la pasantía.

3.1.2.2. Determinación de los parámetros que serán evaluados a los vertimientos. El vertimiento como tal es agua residual no domestica (ARnD) proveniente de los lavado y mantenimiento de la PTAP, principalmente lavados de flocladores, sedimentadores y filtros. Los parámetros escogidos para esta muestra de agua fueron los siguientes:

PH (Potencial de Hidrogeno)

DBO₅ (Demanda Biológica de Oxigeno)

DQO (Demanda Química de Oxigeno)

SS (Solidos Suspendidos)

SST (Solidos Suspendidos Totales)

SSED (Solidos Sediméntales)

TURBIEDAD

OD (Oxígeno Disuelto)

ALUMINIO

HIERRO

SULFATOS

Al escoger estos parámetros se tuvo en cuenta la resolución 0631 de 2015, la proveniencia del agua cruda y análisis realizados a esta de la cual entra a la PTAP (Ver apéndice A) y los procesos que se realizan e insumos utilizados para la potabilización del agua.

3.1.2.3. Análisis del vertimiento generado en la PTAP. El análisis fue realizado por la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña.

Estos son los datos obtenidos:

RESULTADOS ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Puntual.

LUGAR DE MUESTREO: PTAP **PUNTO:** punto 1

TOMADA POR: Ingrid Mendoza **HORA:** 8:30 am

FECHA TOMA DE MUESTRA: 05 de diciembre 2017

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 06 de diciembre de 2017 **HORA:** 08:00 Hrs

ANÁLISIS SOLICITADOS: DQO, DBO₅, potencial de hidrógeno, sólidos suspendidos totales, sólidos totales, sólidos sedimentables, aluminio, sulfato, turbiedad, hierro.

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 1
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	260
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	350
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	120
TURBIEDAD	NTU	1209
OXÍGENO DISUELTO	mg/L O ₂	8,6
DQO	mg/L O ₂	354
DBO ₅	mg/L O ₂	295
ALUMINIO	mg/L	> 3,5
HIERRO	mg/L	> 3,5
SULFATOS	mg/L	123,0
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	8,9

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.

Figura 4. Resultados del análisis fisicoquímicos. Fuente: Elaboración propia del autor.

3.1.2.4. Evaluación de los resultados de la caracterización realizada.

Tabla 4

Tabla comparativa Resultados de los análisis del vertimiento con los valores permisible en la Res. 0631/2015

Parámetros	Vertimiento	Resolución 0631/2015	Unidad
pH	8.9	6.00 a 9.00	Unidades de pH
DBO ₅	295	90.00	mg/L O ₂
DQO	354	180.00	mg/L O ₂
SST	350	90.00	mg/L
SSED	120	5.00	mL/L

Nota: La tabla presenta información sobre los resultados del análisis del vertimiento con los valores permisibles en la Res. 0631/2015. Fuente: Elaboración propia del Autor.

Los resultados de los análisis del vertimiento comparado con estos parámetros con la Res. 0631/2015 (Ver tabla 4) todos están por encima de lo permisible, indicando de que hay una alta producción de lodos de la cual quedan en suspensión todos los patógenos o impureza que esta agua contiene de la cual es efluente de la Quebrada Buturama.

3.1.3. Establecer el tratamiento apropiado con base en los resultados obtenidos para el manejo de vertimientos generados en la PTAP.

3.1.3.1. Selección del sistema de tratamiento apropiado para el manejo de vertimiento con base en los resultados obtenidos. Las posibles alternativas de sistemas de tratamiento para el vertimiento generado en la PTAP del municipio de Aguachica, Cesar son las siguientes:

Alternativa 1. Lagunas de Estabilización u Oxidación. Se entiende por lagunas de estabilización los estanques construidos en tierra, de poca profundidad (1-4 m) y períodos de

retención considerable (1-40 días). En ellas se realizan de forma espontánea procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos, conocidos con el nombre de autodepuración o estabilización natural. La finalidad de este proceso es entregar un efluente de características múltiples establecidas (DBO, DQO, OD, SS, algas, nutrientes, parásitos, enterobacterias, coliformes, etc.). (RAS, 2000)

Características.

- Es un sistema autodepuración natural.
- Se da un proceso físico de remoción de partículas suspendidas (Sedimentación).
- Presenta cambios en características químicas del agua manteniendo las condiciones óptimas a los microorganismos presentes en ella para realizar depuración y remoción de la carga contaminante.
- Se presentan competencias entre los microorganismos eliminando los patógenos que se encuentran en estas aguas.

Tipos de lagunas.

Laguna aerobia. Estas lagunas son conocidas por su alta producción de biomasa de la cual son de pocas profundidades para así mantener el oxígeno disuelto presente en todo el cuerpo de agua.

Laguna anaerobia. Esta posee una carga contaminante muy alta en el cual no necesita oxígeno disuelto para mantener su tratamiento si no con la producción de gases que estas mismas generan.

Laguna facultativa. La profundidad de estas lagunas varían de 1.0 hasta 2.5m logrando en que en estas se generen dos estratos, el estrato superior es de una coloración verdosa por la misma simbiosis que se presentan entre bacterias y alga, gracias a la presencia de oxígeno y luz solar; en el estrato inferior se produce la biodegradación de los sólidos sedimentables por la ausencia de oxígeno y luz solar.

Laguna de maduración. Estas son diseñadas como un tratamiento secundario para tratar el efluente que ya ha sido tratada por un sistema de lagunaje (anaerobia - facultativa, aireada – facultativa o primaria - secundaria), con el fin de reducir la población bacteriana que todavía están presentes en estas aguas.

Ventajas.

- Los costos de operación y mantenimiento son bajos.
- consumo de energía nula.
- Su construcción son de bajos costos.
- La operación y mantenimientos son simples.
- Los esquemas de flujo son sencillos.
- Alta eficiencia de remoción de microorganismos patógenos.
- Presentan flexibilidad en el tratamiento de grandes caudales.

Desventajas.

- Se necesitan bastante área.
- Presencia de algas en el efluente.

- Los factores climáticos pueden afectar su eficiencia, de la cual depende de ella.

Generación de olores ofensivos.

Contaminación de acuíferos por la infiltración.

Alternativa 2. Humedales Artificiales. Los humedales son medios semiterrestres con un elevado grado de humedad y una profusa vegetación, que reúnen ciertas características biológicas, físicas y químicas, que les confieren un elevado potencial autodepurador. Los humedales naturales pueden alcanzar gran complejidad, con un mosaico de lámina de agua, vegetación sumergida, vegetación flotante, vegetación emergente y zonas con nivel freático más o menos cercano a la superficie. (Llagas & Guadalupe, 2006)

Características.

- Es un sistema fitodepuradora.
- Se da una eliminación de sólidos suspendidos (sedimentación, filtración y degradación).

En este sistema se presentan procesos químicos, físicos y biológicos que eliminan los contaminantes presentes en el agua.

- Se crea un ecosistema.
- Actividades bioquímicas de microorganismos.
- Oxigenación por parte las plantas.
- Material filtrante.

Clasificación de los humedales artificiales.

Sistema de flujo superficial. En este sistema el agua a tratar circula por la superficie del humedal atravesando los tallos y raíces de las plantas emergentes quedando la carga orgánica

mientras los microorganismos existentes degradan la materia orgánica, están son de pocas profundidades y son utilizadas como un tratamiento secundario ya que no tienen la capacidad de soportar tanto material suspendido o carga contaminante de la cual el agua debería pasar por un pretratamiento.

Sistema de flujo subsuperficial. Este sistema consiste en que el agua atraviesa por las raíces de las plantas emergentes y por un lecho filtrante compuesta de gravas de la cual este lecho tiene una profundidad aproximada de 60cm y por el sustrato quedando la carga contaminante en ellas.

Estos sistemas pueden ser de flujo horizontal y de flujo vertical, donde el primero atraviesa todo el ancho del humedal por el medio filtrante por la acción de la gravedad debido al grado de inclinación que tiene este sistema, y el de flujo vertical es donde el agua pasa por la superficie del humedal y esta se infiltra por la acción de la gravedad hasta pasar por el lecho filtrante existente en ellas.

Ventajas.

- Los costos de operación y mantenimiento son muy bajos.
- consumo de energía nula.
- Su construcción es de bajos costos.
- La operación y mantenimientos son simples.
- Ausencia de vectores y de olores ofensivos.
- Muy poca generación de lodos.
- Embellecimiento paisajístico.

- Eficiencia de remoción de microorganismos patógenos carga contaminante.

Desventajas.

- Requieren de áreas grandes.
- Tarda tiempo para obtener su funcionamiento óptimo.
- Los factores climáticos pueden afectar su eficiencia, de la cual depende de ella.
- Colmatación en el lecho filtrante.

Alternativa 3. Tanques Sépticos. Son tanques generalmente subterráneos, sellados, diseñados y construidos para el saneamiento rural. Deben llevar un sistema de postratamiento.

Características.

- Se da una eliminación de sólidos suspendidos (Sedimentación, filtración y degradación).
- En este sistema se presentan procesos químicos, físicos y biológicos por medio de bacterias anaerobias que eliminan los contaminantes presentes en el agua.
- Emisiones de gases.

Tipos de tanques sépticos.

- Según el material. Concreto o de fibra de vidrio o de otros materiales apropiados.
- Según la geometría.
- Los cilíndricos se utilizan cuando se quiere minimizar el área útil aumentando la profundidad.

- Los prismáticos rectangulares en los casos en que se requiera mayor área horizontal y mayor profundidad.

Ventajas.

- La limpieza no se realiza con frecuencia.
- Bajo costo de construcción y operación.
- No hay dificultad en la hora de operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

Desventajas.

- Requiere evacuación de lodos.
- Olores ofensivos.
- Emisiones de gases.

Alternativa 4. Tanques Imhoff. Se conocen también como tanques de doble acción, que tiene como finalidad en remover los sólidos suspendidos presentes en el agua residual.

Características.

- Cuenta una cámara de sedimentación.
- Digestión de lodos.
- Tiene un respiradero y cámara de natas o área de ventilación del gas.
- Se dan reacciones anaerobias.

Ventajas.

- Contribuye a la digestión del lodo garantizando la eliminación de esta.
- El tiempo de retención de estas unidades es menor.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Para su construcción se necesita poco terreno.

Desventajas.

- Son estructuras profundas.
- El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.
- En ocasiones puede causar malos olores.

Alternativa 5. Cámaras sedimentadoras con lecho filtrante. Propuesta del sistema de tratamiento para el manejo de vertimiento de la PTAP de aguachica, Cesar.

3.1.3.2 Propuesta del sistema de tratamiento para el manejo de los vertimientos generados en la PTAP.

Cámaras sedimentadoras con lecho filtrante.

Al escoger esta alternativa como el sistema de tratamiento para el manejo de vertimiento se tuvo en cuenta diferentes factores, como los procesos que se realizan en la PTAP, insumos utilizados, tiempo de lavado y mantenimiento de las infraestructuras, área disponible con la que se cuenta, caudal que se vierte y los resultados de los análisis tomados a este vertimiento de la cual, se tomó de referencia los parámetros más representativos como los Sólidos Sedimentales

(SST, SS, SSed), Turbiedad, Aluminio, DBO₅, DQO y Sulfatos, estos no cumplen con los valores permisibles y se vio la necesidad de determinar un sistema de tratamiento que disminuya la carga contaminante presente en este vertimiento.

Este sistema consiste en separar el lodo y el agua por medio de unas cámaras de concreto reforzado, de la cual este sistema consta de tres cámaras donde las dos primeras funcionan como tanques sedimentadoras, decantando la partículas que se encuentran en suspensión y la tercera se constituye de un material filtrante (grava, arena, antracita) para así retener las impurezas que no fueron eliminadas en el proceso anterior después esta agua tendrá una disminución de carga contaminante de la cual será vertida en la Cañada.

Dimensiones de las cámaras.

Las cámaras tendrán una profundidad de 2,20m y de ancho y largo 5m, esta tomara una forma rectangular, estas dimensiones están acorde al caudal del vertimiento y el tiempo de lavado de las infraestructuras de la cual tiene una capacidad de 30M³ cada cámara.

Tiempo de lavado de los procesos que generan dicho vertimiento.

Floculadores: Aproximadamente 1 hora.

Sedimentadores: 30 minutos

Filtros: Máximo 20 minutos

Frecuencia.

Los floculadores se lavan mensualmente en tiempo de verano y de lluvias cada 15 días, los sedimentadores semanalmente y los filtros todos los días, 4 filtros durante el día.

RESULTADO		
ANALISIS	METODO	RESULTADO
Caudal 1 (5:30) L/S	Volumétrico	2
Caudal 2 (5:35) L/S	Volumétrico	28
Caudal 3 (5:40) L/S	Volumétrico	34
Caudal 4 (5:45) L/S	Volumétrico	10
Caudal 5 (5:50) L/S	Volumétrico	4
Caudal 6 (5:55) L/S	Volumétrico	2
Caudal 7 (6:00) L/S	Volumétrico	1
Caudal 8 (6:05) L/S	Volumétrico	2
Caudal 9 (6:10) L/S	Volumétrico	1
Caudal 10 (6:15) L/S	Volumétrico	1
Caudal 11 (6:20) L/S	Volumétrico	0
Caudal 12 (6:25) L/S	Volumétrico	0

Figura 5 Aforo de caudales para la cuantificación de los vertimientos producidos en la PTAP. Fuente: (Torres, 2016)

El caudal es de 7 L/seg aproximadamente donde se tiene en cuenta que el máximo tiempo de lavado es de 1 hora lo que equivale $25,2M^3$ de agua.

Este sistema sería construido después de la PTAP donde ya que esta cuenta con su propio desagüe en la que tiene una profundidad de 1,50m del suelo.

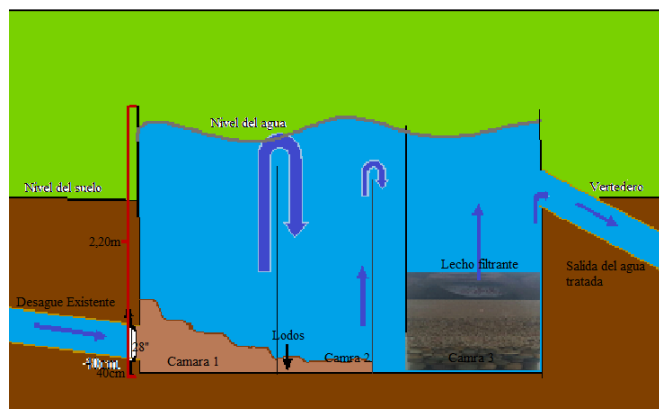


Figura 6. Diagrama del sistema de tratamiento. Fuente: Elaboración propia del autor.

Para la remoción de lodos de la cual quedan decantados en las cámaras sedimentadoras serían evacuadas por medio de un sistema de bombeo para su respectivo manejo de cual depende de sus características fisicoquímicas y biológicas.

Capítulo 4. Diagnostico final

Con la realización de la propuesta para la determinación de un sistema de tratamiento para el manejo del vertimiento generado en la Planta de tratamiento de agua potable de del municipio de Aguachica, Cesar, se busca por medio de la identificación de los procesos que se generan en la PTAP, insumos utilizados y proveniencia de esta y realizando sus respetivos análisis fisicoquímicos para saber más a fondo sus características para su adecuado manejo.

El aporte como pasante de Ingeniería Ambiental para la Empresa de Servicios Públicos de Aguachica fue de suma importancia, puesto que se buscó la alternativa más apropiada para el manejo del vertimiento definiendo y aclarando de que existe la necesidad de emplear un tratamiento previo al vertimiento a la Quebrada Buturama, dado que se analizó en laboratorio que el vertimiento no cumplen con la norma y que se hace necesario emplear un sistema tratamiento para así disminuir la carga contaminante de la cual ,no ocasione impactos negativos en la Quebrada y su ecosistema, buscando la protección y conservación del recurso hídrico y proteger la salud humana de las personas aledañas a este vertimiento.

Con la ejecución de este proyecto se pudo proponer el sistema de tratamiento si se pretende realizar el manejo adecuado al vertimiento generado a la PTAP para cumplir lo establecido en la normatividad vigente y proteger la Salud humana.

Capítulo 5. Conclusiones

Durante el desarrollo de esta propuesta investigativa, se pudo conocer los procesos que se realizan en la Planta de tratamiento de agua potable del municipio de Aguachica, Cesar, como también cuales son esos procesos que generan ese dicho vertimiento de la cual conduce a la Quebrada Buturama y los insumos utilizados para así conocer la proveniencia de estas aguas.

Se realizaron la caracterización fisicoquímica al vertimiento para conocer más a fondo su carga contaminante y lo que le aporta a la Quebrada, rojando como resultado de que estos parámetros, como los SSED, DQO, SST, DBO₅, que se encuentran por encima de los valores permisible de la Res. 0631 de 2015, indicando que hay una alta producción de lodos de la cual quedan en suspensión todos los patógenos o impureza que esta agua contienen.

Con esta investigación se elaboraron propuestas de alternativas para su manejo de vertimiento escogiendo la más apropiada teniendo en cuenta su rendimiento de remoción de carga contaminante, el área con la que cuenta la PTAP y costos, escogiendo así la alternativa de construir unas Cámaras Sedimentadoras que será el sistema de tratamiento para el manejo del vertimiento generado en la PTAP que es operada por la ESPA y así cumplir con la legislación vigente y velar por la protección y conservación del recurso hídrico y proteger la salud humanas de las personas aledañas a esta Cañada.

Capítulo 6. Recomendaciones

Cumplir con la normatividad vigente sobre vertimientos a aguas superficiales.

Realizar un formato de control y vigilancia al vertimiento y a las operaciones realizadas en la PTAP (mantenimientos y lavados).

Construcción del sistema de tratamiento propuesto en este trabajo investigativo para el buen manejo de los vertimientos que son generados en la PTAP.

Referencias

- Alcaldía de Bogotá. (25 de Octubre de 2010). *Decreto 3930*. Recuperado el 2017, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>
- Control interno E.S.P.A. (s.f). *Empresa de servicios públicos de Aguachica*. Aguachica. empresa de servicios publicos de Aguachica. (Octubre de 2015). Plan de emergencia y contingencia de la prestacion de los servicios publicos de acueducto y alcantarillado de la Empresa de Servicios Publicos de Aguachica E.S.P. págs. 29-41.
- Geobis International. (10 de Mayo de 2017). *Geobis International*. Recuperado el 2017, de <http://www.geobis.com/es/georeferenciacion-ubique-todo-su-potencial/>
- Llagas, W., & Guadalupe, E. (2006). Diseño humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Revistas de investigacion UNMSM*, 2.
- Mendez, R., & Kelli, O. (9 de Noviembre de 2012). *Canela Parshall*. Recuperado el 2017, de <https://es.slideshare.net/rafadavimendez/canaleta-parshall>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (17 de Marzo de 2015). *Resolucion 0631*. Recuperado el 2017, de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf
- Ministerio de desarrollo economico. (Noviembre de 2000). *Documentación técnico normativa del sector de agua potable y saneamiento básico*. Obtenido de RAS2000: http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_a_.pdf
- Quimica Integrada, Quinsa S.A. (s.f.). *Soluciones innovadoras para el tratamiento de agua*. Recuperado el 2017, de <http://quinsa.com.co/modulos/pagina/vista/producto/index.php?id=23>
- Torres, A. (2016). Evaluación ambiental del vertimiento generado por la planta de tratamiento de agua potable de la empresa de servicios públicos de Aguachica, Cesar. *Repositorio UFPSO*, 53.

Apéndices

Apéndice A. Análisis tomada al agua cruda que entra a la PTAP.



REPORTE DE RESULTADOS

Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 10 de noviembre de 2017.		No. 133829
Solicitante: SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUACHICA	Tipo de muestra: Agua	
Dirección: CRA 14 NRO. 10-97	Identificación: MUESTRA 1	
Teléfono: 5650590-3205581722	Descripción: Agua superficial	
Lugar de muestreo: BOCATOMA QUEBRADA BUTURAMA	Responsable de muestreo: SOLICITANTE	
Fecha de muestreo: 30 de octubre de 2017	Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE	
Fecha de recepción: 31 de octubre de 2017	Tamaño de la muestra: 2000 ml	
Fecha de análisis: 31 de octubre al 10 de noviembre de 2017	Envase o empaque: Plástico	
Análisis solicitado: Físicoquímico	Lote: N.A	
Condiciones de la muestra: Refrigeradas	Tipo de muestreo: Puntual	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
*pH (25 °C)	SM 4500 H+ B	8,08	Unid. pH	6,5 - 9,0
*CONDUCTIVIDAD (25 °C)	SM 2510 B	216	µs/cm	Hasta 1000
COLOR APARENTE	SM 2120 C	170	Unid Pt - Co	Máx. 15
TURBIDEZ	SM 2130 B	23,7	NTU	Máx. 2
ALCALINIDAD P	SM 2320 B	3,1	mg CaCO ₃ /L	---
*ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	92,7	mg CaCO ₃ /L	Máx. 200
*DUREZA TOTAL	SM 2320 C	86,0	mg CaCO ₃ /L	Máx. 300
*DUREZA CÁLCICA	SM 3500 Ca B	67,8	mg CaCO ₃ /L	---
DUREZA MAGNÉSICA	SM 3500 Mg B	18,2	mg CaCO ₃ /L	---
*CLORUROS	SM 4500-Cl B	< 2,0	mg Cl/L	Máx. 250
CALCIO	SM 3500 Ca B	27,2	mg Ca/L	Máx. 60
*SULFATOS	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	13,1	mg SO ₄ /L	Máx. 250
*FOSFATOS	SM 4500 P E	0,18	mg PO ₄ /L	Máx. 0,5
*NITRATOS	J. RODIER	3,81	mg NO ₃ /L	Máx. 10
*NITRITOS	SM 4500-NO ₂ B	< 0,016	mg NO ₂ /L	Máx. 0,1
*ALUMINIO TOTAL	SM 3030 F, SM 3111 D	2,20	mg Al/L	Máx. 0,2
*HIERRO TOTAL	SM 3030 F, SM 3111 B	0,22	mg Fe/L	Máx. 0,3

* Variables realizadas en SIAMA LTDA. acreditadas por IDEAM Res. 0833/2016

OBSERVACIONES: N.D. No Detectable, SM: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA, WEF, APHA 22th.

Los valores de referencia son tomados de la resolución 2115/07 para la calidad del agua de consumo humano.

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA LTDA.

Nota: la muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto SIAMA LTDA no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra.

Este reporte de resultados es válido únicamente si tiene sello seco.


 Elaboró: **ERIKA YURLEY CÉSPEDES MENDOZA**
 COORDINADORA DE FÍSICOQUÍMICA
 QUÍMICA AMBIENTAL. PQAmb-034


 Revisó: **SERGIO ALEXANDER ROJAS SERRANO**
 DIRECTOR DE FÍSICOQUÍMICA
 ING. BIOTECNOLÓGICO

				0,1	Fecha	22/05/2009	Página	1 de 1
---	---	---	---	-----	-------	------------	--------	--------

Servicios Integrados para la Industria del Agro, Minero-Energética y el Medio Ambiente

www.siamaltda.co

Apéndice B. Parámetros permisibles Resolución 0631/2015.

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS - ARD DE LAS SOLUCIONES INDIVIDUALES DE SANEAMIENTO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES O BIFAMILIARES	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS - ARD Y DE LAS AGUAS RESIDUALES (ARD - ARiND) DE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO A CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES, CON UNA CARGA MENOR O IGUAL A 625,00 Kg/día DBO ₅
Generales			
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO) ²	mg/L O ₂	200,00	180,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂		90,00
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	100,00	90,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00	20,00
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L		Análisis y Reporte
Hidrocarburos			
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L		Análisis y Reporte
Compuestos de Fósforo			
Ortofosfatos (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L		Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L		Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno			
Nitratos (N-NO ₃ ⁻)	mg/L		Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO ₂ ⁻)	mg/L		Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L		Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L		Análisis y Reporte