

**Estandarización de la documentación del Laboratorio de control de proceso -
Planta de Tratamiento de Agua Residuales de la empresa Centroaguas S.A ESP**

Miriam Helena Zúñiga Calero

Pasantía

Presentado como requisito para optar al título

Ingeniera Ambiental

Director:

Liliana Rocío Beltrán Acevedo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Ingeniería Ambiental

Abril 2021

Dedicatoria

A Dios quien es mi roca y fortaleza

A mi familia por todo su apoyo, quienes son mi mayor motivación.

A la empresa CENTROAGUAS S.A ESP por brindarme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de grado.

A la ingeniera Orfa Nery Campos por la dirección y acompañamiento durante el desarrollo de la pasantía.

A la ingeniera Liliana Rocio Beltrán por todo su apoyo y dedicación.

Resumen

El siguiente trabajo describe los procesos de Sistemas de Gestión y Control de la empresa CENTROAGUAS S.A. ESP, a través de la realización de la documentación y estandarización de las metodologías desarrolladas en el laboratorio de control de proceso de la planta de tratamiento de agua residual PTAR -Tuluá. Para ello, se tuvieron en cuenta el numeral 7.5 Información documentada de la norma NTC ISO 9001:2015, el numeral 8.3 de la NTC ISO/IEC 17025:2017, el documento Norma Fundamental SGC-NO-001 definido por la organización para la estandarización de documentos y los métodos de referencia del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017.

Se diseñó y elaboró la documentación necesaria y adecuada para el desarrollo de las actividades ejecutadas en el laboratorio de control de proceso, se incluyó el manejo de residuos que se generan como resultados de los análisis efectuados y se elaboraron los registros requeridos para dejar evidencia que soporte la ejecución de las actividades, facilitando la trazabilidad de la información, garantizando de esta forma la toma de decisiones basadas en hechos y datos.

Palabras claves: registro, actividad, procedimiento, trazabilidad y proceso

Abstract

The following work describes the Management and Control Systems processes of the company CENTROAGUAS S.A. ESP, through the documentation and standardization of the methodologies developed in the process control laboratory of the wastewater treatment plant PTAR -Tuluá. For this, the numeral 7.5 Documented information of the NTC ISO 9001: 2015 normative, the numeral 8.3 of the NTC ISO / IEC 17025: 2017, the Fundamental Standard document SGC-NO-001 defined by the organization also was considered for the standardization of documents and reference methods of Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017.

It was designed and adequate documentation was and prepared for the development of the activities carried out in the process control lab. The management of waste generated as results of the analyzes carried out was included and the required records were prepared to leave supporting evidence the execution of activities, facilitating the traceability of information, thus guaranteeing decision-making based on facts and data.

Keywords: record, activity, procedure, traceability and process.

Tabla de Contenido

1. Introducción	10
2. Justificación	12
3. Objetivos	13
3.1 Objetivo general:.....	13
3.2 Objetivos específicos:.....	13
4. Marco de referencia	14
4.1 Marco teórico	14
4.2 Marco normativo	19
5. Metodología	35
5.1 Actividades de observación y realización de entrevistas	35
5.2 Revisión documental.....	35
5.3 Organización de la información.....	35
5.4 Análisis de la información	36
5.5 Construcción de documentación final	36
5.6 Realización de trámites documentales.....	36
5.7 Socialización de la información	36
5.8 Descripción de las actividades realizadas	37
6. Resultados y Análisis	38
6.1 Estandarización en el laboratorio de control de proceso.	55
6.2 Metodologías para la estandarización de los instructivos de trabajo del Laboratorio de Control de Proceso.....	63

6.3 Estandarización en la documentación del laboratorio de control de proceso el manejo de residuos que se generan como resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.....	66
7. Conclusiones.....	74
8. Recomendaciones	77
9. Referencias Bibliográficas.....	79

Lista de tablas

Tabla 1. Marco normativo planta de tratamiento de agua residual-PTAR Tuluá	19
Tabla 2. Cronograma de actividades plan de trabajo	37
Tabla 3. Coordenadas de la PTAR-Tuluá. Sistema de Referencia Espacial GCS_WGS_1984	39
Tabla 4. Puntos de muestreo procesos unitarios PTAR.....	56
Tabla 5. Análisis en el laboratorio de control de proceso	56
Tabla 6. Situación actual Laboratorio de Control de Proceso. Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR-TULUÁ, CENTROAGUAS S.A ESP	59
Tabla 7. Metodologías para la estandarización de los instructivos del Laboratorio de Control de Proceso.....	64
Tabla 8. Análisis para la disposición de residuos	67
Tabla 9. Análisis de los resultados obtenidos	71
Tabla 10. Instructivos documentados-Laboratorio de control de proceso PTAR-Tuluá	72
Tabla 11. Registros Diseñados-Laboratorio de control de proceso PTAR-Tuluá	73

Lista de figuras

Figura 1 <i>Ubicación Cartográfica de la planta de tratamiento de agua residual PTAR-TULUÁ. tomado Google Maps 2021</i>	38
Figura 2 <i>Ubicación PTAR-Tuluá - Fuente Visor GeoCVC</i>	39
Figura 3 <i>Organigrama general de la Planta de tratamiento de agua residual PTAR-TULUÁ - CENTROAGUAS S.A ESP</i>	40
Figura 4 <i>Unidades Construidas PTAR Tuluá</i>	41
Figura 5 <i>Pozo de succión. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	42
Figura 6 <i>Rejilla gruesa. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	42
Figura 7 <i>Estación de Bombeo. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i> ...	43
Figura 8 <i>Desarenadores. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	45
Figura 9 <i>Tornillo deshidratador de arenas. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	46
Figura 10 <i>Filtro Percolador. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	47
Figura 11 <i>Clarificador. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	48
Figura 12 <i>Unidades de Tratamiento de Lodos (Digestor Primario y Secundario / Espesador de Lodos. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	50
Figura 13 <i>Espesador de Lodos- parte interna. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	50
Figura 14 <i>Líneas de lechos de secado. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	52
Figura 15 <i>Lecho de secado. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá</i>	52

Figura 16 Caseta de acopio biosólido seco para aprovechamiento. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá	53
Figura 17 Punto de Vertimiento de la PTAR-Tuluá	53
Figura 18 Descarga sobre el río Tuluá	54
Figura 19 Entrevista auxiliar-puntos de muestreo y toma de muestras.....	61
Figura 20 Entrevista Analista - actividades laboratorio control de proceso	61
Figura 21 Validación instructivo determinación de pH.....	65
Figura 22 Validación instructivos determinación de acidez y alcalinidad total - Bureta digital.....	65
Figura 23 Validación instructivos determinación de acidez y alcalinidad total-Titulador automático.....	66

1. Introducción

El presente trabajo contiene las actividades desarrolladas en la planta de tratamiento de agua residual del municipio de Tuluá-Valle del Cauca, operada por CENTROAGUAS S.A ESP. con el fin de llevar a cabo, la estandarización de la documentación derivada del desarrollo de los análisis efectuados por el laboratorio de control de proceso.

En el laboratorio de control de proceso se realizan análisis de pH, acidez, alcalinidad, turbiedad, dureza, color, conductividad entre otros, que le permiten tomar decisiones oportunas frente a la operación de la planta.

Aunque el laboratorio de control de proceso cuenta con personal idóneo e infraestructura adecuada, no tiene estandarizada la forma como se deben ejecutar las actividades para la realización de los análisis.

Por lo anterior, mediante el presente trabajo se diseñó y elaboró la documentación necesaria y adecuada para el desarrollo de las actividades ejecutadas en el laboratorio de control de proceso, teniendo en cuenta el numeral 7.5 Información documentada de la norma NTC ISO 9001:2015, el numeral 8.3 de la NTC ISO/IEC 17025:2017, el documento Norma Fundamental SGC-NO-001 definido por la organización para la estandarización de documentos, el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017, Normas técnicas colombianas, lo que permitirá que todo el personal vinculado con los análisis pueda aplicar un solo criterio y de esta forma se pueda generar mayor control en la operación de la planta y en la toma decisiones derivadas de los análisis efectuados.

Adicionalmente se complementó la documentación de los métodos con la información de disposición de residuos, esto con el objetivo de disminuir el riesgo de que se efectúen prácticas inadecuadas que puedan aumentar la probabilidad de incumplir la normatividad ambiental aplicable.

Por otra parte, para mejorar, no basta solo con documentar y estandarizar las metodologías desarrolladas en el laboratorio, se integró dicha documentación con una adecuada gestión de registros, lo que facilitará la trazabilidad y el análisis de la información, garantizando de esta forma toma de decisiones basadas en hechos y datos.

2. Justificación

La planta de tratamiento de agua residual del municipio de Tuluá-Valle del cauca, operada por CENTROAGUAS S.A ESP tiene implementado el laboratorio de control de proceso, el cual a la fecha no tiene estandarizada la forma como se deben ejecutar las actividades para la realización de los análisis. En algunos casos cuenta con documentación que no es clara, que podría ocasionar que exista variabilidad en los métodos aplicados en el laboratorio por cada uno de los participantes y que de esta manera puedan generarse deficiencias que podrían ocasionar riesgos frente a la confiabilidad de los resultados, puesto que cada persona actuaría bajo su criterio.

Adicionalmente no se tiene documentada la disposición de residuos que se generan en cada uno de los métodos realizados en el laboratorio, lo que podría causar que se efectuaran disposiciones inadecuadas que fueran en contravía de los objetivos propuestos por CENTROAGUAS S.A. ESP frente al cumplimiento de la normatividad legal y la responsabilidad social empresarial en materia ambiental. Por lo anterior, durante la implementación de este trabajo, se documentó y estandarizó las metodologías desarrolladas en el laboratorio, se incluyó información referente a la disposición de residuos generados durante los análisis, se integró la documentación con una adecuada gestión de registros. Todo esto con el fin de desarrollar las actividades de una forma sistemática y organizada, lo que permita mejorar la trazabilidad, dejando el registro de las actividades realizadas, disminuyendo de esta forma el riesgo de emisión de resultados poco confiables.

3. Objetivos

3.1 *Objetivo general:*

Estandarizar la documentación derivada del desarrollo de los análisis efectuados por el laboratorio de control de proceso de la planta de tratamiento de agua residuales de la empresa CENTROAGUAS S.A ESP del municipio de Tuluá – Valle del Cauca.

3.2 *Objetivos específicos:*

- Diseñar y elaborar la documentación necesaria y adecuada para que las actividades se desarrollen de manera estandarizada en el laboratorio de control de proceso.
- Estandarizar en la documentación del laboratorio de control de proceso el manejo de residuos que se generan como resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.
- Diseñar y estandarizar los registros requeridos para dejar evidencia que soporte la ejecución de las actividades en el laboratorio de control de proceso, facilitando la trazabilidad de la información.

4. Marco de referencia

4.1 Marco teórico

En el siglo XX se generó la revolución en el ámbito del saneamiento y depuración de aguas residuales. En 1912 la “Royal Commission on Sewage Disposal” reglamentó las normas y ensayos para aplicar y caracterizar el efluente de las instalaciones de depuración. A partir de ese año, se construyeron estaciones depuradoras de aguas residuales en las grandes ciudades europeas. Además, tanto la Primera como la Segunda Guerra Mundial retrasaron la puesta en funcionamiento de este tipo de instalaciones (Seeger, 1999).

Los vertimientos de aguas residuales de los centros urbanos se estiman en 67 m³ /s donde Bogotá representa el 15%, Antioquia 13%, Valle del Cauca 10% y los demás departamentos están por debajo del 5%. (Conpes 3177. 2002, p. 5).

A lo largo de Colombia, el impacto que generan los vertimientos varía del volumen de los vertimientos puntuales frente a la capacidad de asimilación de los cuerpos de agua donde se vierten generando gran contenido de metales pesados y sustancias peligrosas, en este caso, en los principales centros industriales del país (Bogotá-Soacha, Medellín, Valle de Aburrá, Cali-Yumbo, Barranquilla, Manizales-Villa María y la Bahía de Cartagena) (Conpes 3177. 2002, p. 6).

El desarrollo de la civilización, la densidad demográfica y la expansión industrial y rural ha traído consecuencia en el aumento de los tratamientos de las aguas residuales a nivel mundial y en Colombia. Estos tratamientos están resumidos en cuatro razones: higiénica o de salud pública, económica, la estética y la legal.

Colombia ha sido uno de los países latinoamericanos que más ha tenido

emprendimiento en los temas de tratamiento de aguas residuales, a pesar de ello, de los 1.122 municipios registrados por el DANE tan sólo 541 municipios cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales; menos del 50% de los municipios registrados. (Venegas Loaiza, 2018).

La tendencia actualmente en los tratamientos de agua residuales es agrupar en dos grupos: operaciones y procesos unitarios independientemente de la eficiencia remocional de la carga orgánica, en el primer grupo predomina la aplicación de principios físicos y en el segundo la actividad química o biológica (Rojas, 2002).

Además, para “la selección del proceso de tratamiento depende de las características del efluente tratado, la naturaleza del agua residual, la compatibilidad de las distintas operaciones y procesos, los medios disponibles de evacuación de los contaminantes finales y la posibilidad económica de las distintas combinaciones” (Rojas, 2002).

CENTROAGUAS S.A ESP opera la planta de tratamiento del municipio de Tuluá, la cual está ubicada en el corregimiento de Tres Esquinas y cuenta con un sistema de tratamiento biológico de filtros percoladores, actualmente tratan el 100% de las aguas residuales domésticas e industriales provenientes del sistema de alcantarillado del municipio.

El sistema de tratamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Residual – PTAR de Tuluá se subdivide básicamente en un pretratamiento compuesto de sistema de retención de sólidos gruesos (rejilla gruesa), desarenación, aireación y cribado fino, y un tratamiento biológico aeróbico con filtros percoladores y clarificación secundaria; el tratamiento de lodos se realiza con digestión anaeróbica y secado en lechos.

La empresa CENTROAGUAS S.A ESP ha implementado un sistema de gestión de calidad basado en la norma NTC ISO 9001:2015, facilitando en gran medida el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios por ley, ayudando a la optimización de procesos y su mejoramiento continuo.

NTC ISO 9001:2015. La norma internacional ISO 9001 es una norma relacionada a los sistemas de gestión de la calidad SGC, “desarrollada por el comité técnico 176 quien está integrado por más de 156 países en el mundo. Desde su primera publicación en el año de 1987 ha tenido 5 revisiones hasta la más reciente realizada en septiembre del 2015”. En esta versión se establece la estructura de alto nivel, proporcionando a la norma y demás normas relacionadas a los sistemas de gestión un mismo lenguaje, es decir, una compatibilidad en cuanto a vocabulario y requisitos. En este sentido, la norma maneja 10 capítulos distribuidos los 3 primeros en generalidades para interpretarla adecuadamente, y los capítulos del 4 al 10 se encuentran los requisitos que un sistema de gestión de la calidad debe de implementar. Uno de los requisitos aplicado en el presente trabajo, es el numeral 7.5 Información documentada. hace referencia a la información necesaria para apoyar la operación, la evidencia que surge del desarrollo de los procesos. En esta versión de la norma no se ven los términos procedimientos y registros, ya que estos dos elementos ahora se denominan en conjunto como información documentada. Cuando se mencione mantener se referirá a documentar, y en el momento en que se hable de retener será referido al registro.

NORMA ISO/IEC 17025:2017. Esta norma permite los requisitos generales para la competencia, la imparcialidad y la operación coherente de los laboratorios, además,

es aplicable a todas las organizaciones que desarrollan actividades de laboratorio, independientemente de la cantidad de personal. En desarrollo del presente trabajo se tuvo en cuenta los requisitos del numeral 8.3 Control de documentos del sistema de gestión, que hace referencia a declaraciones de la política, procedimientos, especificaciones, instrucciones del fabricante, tablas de calibración, gráficos, libros de texto, pósters, notificaciones, memorandos, dibujos, planos, etc. Estos pueden estar en varios medios, tales como copia impresa o digital. (Norma ISO/IEC 17025, 2017, p.23).

Para efectuar actividades de redacción y elaboración de documentos CENTROAGUAS S.A ESP ha definido que se debe aplicar lo estipulado en los siguientes documentos internos: **Norma Fundamental SGC-NO-001 fecha de emisión 2019-11-22.** El objetivo y alcance de este documento es estandarizar la metodología para la elaboración y contenido de los documentos que se deriven de los Sistemas de Gestión implementados bajo las normas NTC ISO 9001 y NTC ISO/IEC 17025 en sus versiones vigentes, así como de los Sistemas de Gestión y Control derivados de las exigencias legales, contractuales y normativas vigentes aplicables a CENTROAGUAS S.A ESP. **Control de Documentos SGC-PR-003 fecha de emisión 2020-02-03.** El objetivo y alcance de este documento es establecer los controles necesarios en cuanto a la elaboración, actualización, implementación, mantenimiento y modificación de los documentos de la compañía. Este procedimiento aplica a todos los procesos de la empresa y a todos los documentos de origen interno que hagan parte de los Sistemas de Gestión i implementados bajo las normas NTC ISO 9001 y NTC ISO/IEC 17025 en sus versiones vigentes aplicadas a los sistemas de gestión de calidad implementados,

así como de los Sistemas de Gestión y Control derivados de las exigencias legales, contractuales y normativas vigentes aplicables.

Para la documentación de las metodologías desarrolladas en el laboratorio de control de proceso de la Planta de Tratamiento de agua residual, se tomó como referencia métodos de análisis contemplados en los siguientes organismos reconocidos nacional e internacionalmente.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), es el Organismo Nacional de Normalización de Colombia, que permite la reproducción de normas técnicas y la certificación de normas de calidad para empresas y actividades profesionales.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23RD Edition. Es fuente confiable de metodología precisa y probada para el análisis de agua, suministros de agua y aguas residuales.

El proceso de Seguridad y Salud en el trabajo de la empresa Centroaguas S.A ESP ha implementado la clasificación y etiquetado productos químicos considerados peligrosos, con el objetivo de garantizar que los trabajadores reciban información adecuada sobre sus riesgos, prevención y protección de la salud y la seguridad, en cumplimiento a lo establecido en el decreto 1496 de 2018 del Ministerio de trabajo, por medio del cual Colombia adopta oficialmente el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos.

El laboratorio de control de proceso de la PTAR cuenta con hojas de seguridad elaboradas bajo el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para los reactivos y

soluciones utilizadas, la información allí consignada se tomó como insumo para el análisis de riesgo y definición de medidas para la disposición final de los residuos.

4.2 Marco normativo

Tabla 1.

Marco normativo planta de tratamiento de agua residual-PTAR Tuluá

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
Ley 99/1993 " Se crea el Ministerio de 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"	42	Tasas retributivas y compensatorias. Están sujetas al pago de las distintas actividades económicas o de servicio, sean "directa o indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre" (Ley 99/93 artículo 42).
Decreto ley 2811/1974 "Se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente"	132	"Sin permiso, no se podrán alterar los cauces, ni el régimen y la calidad de las aguas, ni interferir su uso legítimo. Se negará el permiso cuando la obra implique peligro para la" colectividad, o para los recursos naturales, la seguridad interior o exterior o la soberanía Nacional".
Ley 1955 de 2019, Se decreta el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad".	14	"Los prestadores de alcantarillado estarán en la obligación de permitir la conexión de las redes de recolección a las plantas de tratamiento de aguas residuales de otros prestadores y de facturar esta actividad en la tarifa a los usuarios, siempre que la solución represente menores costos de operación, administración, mantenimiento e inversión a los que pueda presentar el prestador del servicio de alcantarillado".
Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el	2.2.3.2.21.4	Adicionalmente, "la disposición de residuos líquidos no domésticos a la red de alcantarillado sin tratamiento podrá ser contratada entre el suscriptor y/o usuario y el prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado siempre y cuando este último tenga la capacidad en términos de infraestructura y tecnología para cumplir con los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales". "En todo sistema de alcantarillado se someterá los residuos líquidos a un

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"		tratamiento que garantice la conservación de las características de la corriente receptora con relación la clasificación de éste".
<p>Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"</p>	2.2.3.2.24.1	<p>Se prohíben las siguientes conductas: 1) "Incorporar o introducir a las aguas o sus cauces cuerpos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o formas de energía en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar o salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna y demás recursos relacionados con el recurso hídrico".</p> <p>"El Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Inderena, señalará las cantidades, concentraciones o niveles" a que se refiere el artículo 18 de la Ley 23 de 1973 y el artículo 8° del Decreto-ley 2811 de 1974.</p> <p>2) Infringir las disposiciones relativas al control de vertimientos.</p> <p>3) Producir, en desarrollo de cualquier actividad, los siguientes efectos: La alteración nociva del flujo natural de las aguas; "La sedimentación en los cursos y depósitos de agua; los cambios nocivos del lecho o cauce de las aguas; la eutroficación; la extinción o disminución cualitativa o cuantitativa de la flora o de la fauna acuática, y la disminución del recurso hídrico como la fuente natural de energía".</p>
<p>Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"</p>	2.2.9.7.2.4	<p>Sujeto pasivo de la tasa. "Están obligados al pago de la tasa retributiva todos los usuarios que realicen vertimientos puntuales directa o indirectamente al recurso hídrico"</p>
<p>Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"</p>	2.2.9.7.3.3	<p>Meta de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado. "La meta individual de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado corresponderá a la contenida en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV, presentado por el prestador del servicio y aprobado por la autoridad ambiental competente de conformidad" con la Resolución 1433 de 2004. "Dicho plan contemplará las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos y el cumplimiento de la meta individual establecida, así como los indicadores de seguimiento de las mismas".</p>

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
<p>Decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible”</p>	2.2.9.7.5.4	<p>“El sujeto pasivo de la tasa retributiva deberá presentar a la autoridad ambiental competente la autodeclaración de sus vertimientos correspondiente al periodo de facturación y cobro establecido por la misma, la cual no podrá ser superior a un año”. La autodeclaración deberá especificar la información mensual relacionada con las cargas vertidas y, presentarse en el formato definido por la autoridad ambiental competente.</p> <p>“La autoridad ambiental competente, previa evaluación técnica, utilizará la información contenida en la autodeclaración presentada por los usuarios para el cálculo de la carga contaminante de cada sustancia objeto del cobro de la tasa, correspondiente al periodo sobre el cual se va a cobrar”.</p>
<p>Decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible”</p>	2.2.9.7.5.5	<p>Monitoreo de vertimientos. La caracterización se realizará de acuerdo con lo establecido en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del IDEAM y aplicando lo dispuesto en el parágrafo 2 del artículo 2.2.3.3.5.2 del presente Decreto, o aquel que lo adicione, modifique o sustituya.</p>
<p>Decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible” (Modificado por decreto 050 de 2018)</p>	2.2.3.3.4.3	<p>Prohibiciones: No se admite vertimientos:</p> <p>1 “En las cabeceras de las fuentes de agua;</p> <p>2 en acuíferos; 3 en un sector aguas arriba de las bocatomas para agua potable, en extensión que determinará, en cada caso, la autoridad ambiental competente;</p> <p>4 en cuerpos de agua que la autoridad ambiental competente declare total o parcialmente protegidos, de acuerdo con los artículos 70 y 137 del Decreto-Ley 2811 de 1974”.</p> <p>5 “En calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillados para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación; 6 que alteren las características existentes en un cuerpo de agua que lo hacen apto para todos los usos determinados en el artículo 2.2.3.3.2.1 del presente decreto;</p> <p>6 que ocasionen altos riesgos para la salud o para los recursos hidrobiológicos</p> <p>7 al suelo que contengan contaminantes orgánicos persistentes de los que trata el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes”.</p> <p>8 “Al suelo, en zonas de extrema a alta vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos, determinada a partir de la información disponible y con el uso de</p>

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
		<p>metodologías referenciadas; 10 al suelo, en zonas de recarga alta de acuíferos que hayan sido identificadas por la autoridad ambiental competente con base en la metodología que para el efecto expida el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible”.</p>
<p>Decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible”</p>	<p>2.2.3.3.4.4</p>	<p>Actividades no permitidas. No se permite el desarrollo de las siguientes actividades.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “El lavado de vehículos de transporte aéreo y terrestre en las orillas y en los cuerpos de agua, así como el de aplicadores manuales y aéreos de agroquímicos y otras sustancias tóxicas y sus envases, recipientes o empaques”. 2. “La utilización del recurso hídrico, de las aguas lluvias, de las provenientes de acueductos públicos o privados, de enfriamiento, del sistema de aire acondicionado, de condensación y/o de síntesis química, con el propósito de diluir los vertimientos, con anterioridad al punto de control del vertimiento”. 3. “Disponer en cuerpos de aguas superficiales, subterráneas, marinas, y sistemas de alcantarillado, los sedimentos, lodos, y sustancias sólidas provenientes de sistemas de tratamiento de agua o equipos de control ambiental y otras tales como cenizas, cachaza y bagazo. Para su disposición deberá cumplirse con las normas legales en materia de residuos sólidos”.
<p>Decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible”</p>	<p>2.2.3.3.4.15</p>	<p>Suspensión de actividades. “En caso de presentarse fallas en los sistemas de tratamiento, labores de mantenimiento preventivo o correctivo o emergencias o accidentes que limiten o impidan el cumplimiento de la norma de vertimiento, de inmediato el responsable de la actividad industrial, comercial o de servicios que genere vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo, deberá suspender las actividades que generan el vertimiento, exceptuando aquellas directamente asociadas con la generación de aguas residuales domésticas”.</p> <p>“Si su reparación y reinicio, requiere de un lapso de tiempo superior a tres (3) horas diarias, se debe informar a la autoridad ambiental competente sobre la suspensión de actividades y/o la puesta en marcha del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos”.</p>

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"	2.2.3.3.4.16	Registro de actividades de mantenimiento. "Las actividades de mantenimiento preventivo o correctivo quedarán registradas en la minuta u hoja de vida del sistema de pretratamiento o tratamiento de aguas residuales del generador que desarrolle actividades industriales, comerciales o de servicios que generen vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo, documento que podrá ser objeto de seguimiento, vigilancia y control por parte de la autoridad ambiental competente".
Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"	2.2.3.3.4.18	Responsabilidad del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado. "El prestador del servicio de alcantarillado como usuario del recurso hídrico, deberá dar cumplimiento a la norma de vertimiento vigente y contar con el respectivo permiso de vertimiento o con el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV reglamentado por la Resolución 1433 de 2004". Igualmente, "el prestador será responsable de exigir respecto de los vertimientos que se hagan a la red de alcantarillado, el cumplimiento de la norma de vertimiento al alcantarillado público".
Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"	2.2.3.3.5.1	Toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos a las aguas superficiales, marinas, o al suelo, deberá solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental competente, el respectivo permiso de vertimientos.
Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible" (Modificado por decreto 050 de 2018)	2.2.3.3.5.3	Evaluación ambiental del vertimiento. "Para efectos de lo dispuesto en el presente decreto, la evaluación ambiental del vertimiento solo deberá ser presentada por los generadores de vertimientos a cuerpos de agua o al suelo que desarrollen actividades industriales, comerciales y de servicio, así como los provenientes de conjuntos residenciales y deberá contener como mínimo: ..."
Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"	2.2.3.3.5.4	Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos. "Las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado que desarrollen actividades industriales, comerciales y de servicios que generen vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo deberán elaborar un Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento".
Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el"	2.2.3.3.5.18	Seguimiento de los permisos vertimiento, los Planes de Cumplimiento y Planes

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible" (Modificado por el decreto 703 de 2018)		Saneamiento y Manejo Vertimientos-PSMV. "Con objeto de realizar el seguimiento, control y verificación del cumplimiento de lo dispuesto en los permisos de vertimiento, los Planes de Cumplimiento y Planes de Saneamiento y Manejo Vertimientos, la autoridad ambiental competente efectuará inspecciones periódicas a todos los usuarios". "Sin perjuicio de lo establecido en los permisos de vertimiento, en los Planes de Cumplimiento y en Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, la autoridad ambiental competente, podrá exigir en cualquier tiempo y a cualquier usuario la caracterización de sus residuos líquidos, indicando las referencias a medir, la frecuencia y demás aspectos que considere necesarios".
Decreto 2141 de 2016 " Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva	2.2.9.7.7.1	Reglamentar las condiciones bajo las cuales "las autoridades ambientales verificarán los motivos que dieron lugar al incumplimiento de las obras incluidas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, por razones no imputables a los prestadores del servicio público de alcantarillado y que dan lugar a ajustar el cálculo del factor regional de la tasa retributiva".
Decreto 2141 de 2016 " Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva	2.2.9.7.7.2	El presente decreto aplica a las autoridades ambientales y a los prestadores del servicio público de alcantarillado
Decreto 2141 de 2016 " Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva	2.2.9.7.7.3	Causales de no imputabilidad por incumplimiento de las obras incluidas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV. Son causales de no imputabilidad por incumplimiento de las obras incluidas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV las siguientes: 1. Fuerza mayor o caso fortuito, acorde con lo establecido en el artículo 1 de la ley 95 de 1890. 2. Hecho de un tercero.
Decreto 2141 de 2016 " Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto único	2.2.9.7.7.4	Solicitud. Para la verificación de los motivos, "el prestador del servicio público de alcantarillado podrá presentar ante la autoridad ambiental, durante el periodo

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva		objeto de cobro anual de la tasa retributiva y hasta treinta (30) días calendario después, la solicitud que incluya los motivos que dieron lugar al retraso en las obras incluidas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV y ajuste del correspondiente factor regional".
<p>Decreto 2141 de 2016 " Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva</p>	2.2.9.7.7.5	<p>Trámite de la solicitud para la verificación y ajuste del cálculo del factor regional de la tasa retributiva. Las solicitudes de verificación de los motivos que dieron lugar al incumplimiento de las obras incluidas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV por causas no imputables al "prestador del servicio público, deberán ser resueltas por las autoridades ambientales de acuerdo con los principios de celeridad, eficacia y economía que rigen la actuación administrativa y acorde con los procedimientos descritos en la Ley 1755 de 2015, en 1 año luego de radicación, la autoridad ambiental efectuará la facturación respectiva en los términos de los artículos 2,2,9,7,5,7 y 2,2,9,7,5,8 del decreto 1076 de 2015".</p>
<p>Decreto 2141 de 2016 " Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva</p>	2.2.9.7.7.6	<p>Presentación del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV ajustado. Una vez se haga el ajuste del factor regional a 1, y acorde con los motivos que fueron verificados para esos efectos, el "prestador del servicio público de alcantarillado deberá presentar el ajuste del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV ante la autoridad ambiental, incluidas las cargas anuales y meta individual, para efectos de aprobación por parte de la autoridad ambiental".</p> <p>El director de la autoridad ambiental informará al consejo directivo, en su siguiente sesión, sobre las modificaciones de carga del prestador del servicio público de alcantarillado.</p>
<p>Resolución 1433 de 2004 " Por la cual se reglamenta el artículo 12 del decreto 3100 de 2003, sobre planes de saneamiento y manejo de vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones".</p>	1	<p>Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV. Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el "saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los</p>

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
<p>Resolución 1433 de 2004 " Por la cual se reglamenta el artículo 12 del decreto 3100 de 2003, sobre planes de saneamiento y manejo de vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones".</p>	3	<p>objetivos y las metas de calidad".</p> <p>Horizonte de Planificación. La proyección del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos se "realizará para un horizonte mínimo de diez años y su ejecución se programará de acuerdo con el cronograma de actividades establecido en el mismo, en las fases de corto plazo (contado desde la presentación del PSMV hasta el 2° año), mediano plazo (contado desde el 2° hasta el 5° año) y largo plazo (contado desde el 5° hasta el 10° año)".</p>
<p>Resolución 1433 de 2004 " Por la cual se reglamenta el artículo 12 del decreto 3100 de 2003, sobre planes de saneamiento y manejo de vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones".</p>	6	<p>Seguimiento y Control. "El seguimiento y control a la ejecución del PSMV se realizará semestralmente por parte de la autoridad ambiental competente en cuanto al avance físico de las actividades e inversiones programadas, y anualmente con respecto a la meta individual de reducción de carga contaminante establecida, para lo cual la persona prestadora del servicio público de alcantarillado y de sus actividades complementarias, entregará los informes correspondientes".</p> <p>"Los programas de monitoreo de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores, con respecto a los cuales se haya establecido el PSMV, los realizará la autoridad ambiental competente, en función de los usos esperados, los objetivos y las metas de calidad del recurso, y de la meta de reducción individual establecida. con base en el comportamiento de al menos los siguientes parámetros: DBO5, DQO, SST, Coliformes Fecales, Oxígeno Disuelto, y pH".</p>
<p>Resolución 075 de 2011 " Por la cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público"</p>	3	<p>Reporte de información. Las personas prestadoras del servicio público domiciliario deberán presentar anualmente a la autoridad ambiental competente, con corte a 31 de diciembre de cada año y dentro de los dos (2) meses siguientes a esta fecha, el formato a que hace referencia el artículo 1° de la presente resolución.</p>
<p>Resolución 0100 No. 0660-1026 /27 diciembre 2011 "Por medio de la cual se aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio de Tuluá, presentado por Centroaguas S.A E.S.P"</p>	1	<p>"Por medio de la cual se aprueba el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del municipio de Tuluá, presentado por Centroaguas S.A ESP"</p>
<p>Resolución 1514 de 2012 " Por la cual se adoptan los términos de referencia para la</p>	4	<p>Responsabilidad del plan de gestión del riesgo para manejo de vertimientos. La formulación e implementación del Plan de</p>

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
elaboración del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos”		Gestión de Riesgos para el Manejo de Vertimientos “es responsabilidad del generador del vertimiento que forma parte del permiso de vertimiento o licencia ambiental, según el caso, quien deberá desarrollarlo y presentarlo de acuerdo con los términos establecidos en la presente resolución.
Resolución 1514 de 2012 " Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos”	5	Vigencia del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos. El Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos deberá tener la misma vigencia del permiso de vertimiento o Licencia Ambiental, según el caso.
Resolución 0730 No. 0731 000927 de 2015 “Por medio de la cual se renueva un permiso de vertimientos y se adoptan otras disposiciones”	4	La empresa CENTROAGUAS deberá cancelara favor de CVC el servicio de seguimiento de la presente autorización , acorde a los estipulado en la Ley 633 de 2000 y en la resolución 0100 No. 0100-0197 del 17 de abril de 2008, resolución 0100 No. 0100 -0222 de abril 14 de 2011, o la norma que la modifique o sustituya en la fecha y plazo que la CVC lo exija. Para lo anterior, deberá entregarse con una antelación de un mes al inicio del siguiente año de vigencia de operación del proyecto, obra actividad, los costos históricos de operación del año anterior, y un estimativo de los costos de operación del año en curso, todos expresados en moneda legal colombiana y al nivel de precios de suministro de la información.
Resolución 0730 No. 0731 000927 de 2015 “Por medio de la cual se renueva un permiso de vertimientos y se adoptan otras disposiciones”	6	Obligaciones: 1. Cumplir con la normatividad ambiental vigente en materia de vertimientos líquidos y ajustar la calidad complementando u optimizando el sistema de tratamiento para alcanzar las concentraciones establecidas por la resolución 0631 de 2015 que fija los límites máximos permisibles de vertimiento según lo establecido en el artículo 2.2.3.3.11.1 régimen de transición para la aplicación de las normas de vertimiento del Decreto 1076 de 2015. Igualmente debe tener en cuenta lo establecido en el artículo 2.2.3.3.6.1 de la procedencia del Plan de Reconversión a Tecnologías Limpias en Gestión de Vertimientos del decreto 1956 de 2015. 2. Presentar semestralmente una caracterización de las aguas residuales a la entrada y salida de la PTAR Tuluá, con el objeto de verificar el óptimo funcionamiento de la planta y el formato diligenciado de la

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
		<p>autodeclaración de vertimiento para el cobro de la tasa retributiva en los primeros cinco días de los meses de enero a julio de cada año. Los análisis de las muestras deberán ser realizados por laboratorios acreditados por el IDEAM, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2.2.8.9.1.5: De los servicios de laboratorio para apoyar la Gestión e Información Ambiental (Decreto 1600 de 1994 artículo 5)</p> <p>3. Informar oportunamente cualquier eventualidad que presente el funcionamiento de la PTAR, así como el manejo y disposición final de los residuos sólidos generados y sus diferentes usos.</p>
<p>Resolución 0631 de 2015 "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"</p>	5	<p>Del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica. Para todas las actividades industriales, comerciales y de servicios que realicen vertimientos puntuales de aguas residuales a un cuerpo de agua superficial o a los sistemas de alcantarillado público, tendrán en el parámetro de temperatura como valor límite máximo permisible de 40 °C. Para las actividades industriales, comerciales o de servicios(excepto la generación de energía eléctrica por procesos térmicos (termoeléctricas), que realicen vertimientos puntuales de aguas residuales a cuerpos de agua superficiales, la diferencia de los valores de temperatura en la zona de mezcla térmica del cuerpo de agua superficial receptor con respecto a la temperatura del mismo antes del punto de vertimiento puntual, a una distancia máxima de cien metros (100 m) deberá ser menor o igual a 5 °C, considerando para las mediciones y determinaciones la sección transversal y perpendicular del cauce del cuerpo de agua receptor (...).</p>
<p>Resolución 0631 de 2015 "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"</p>	6	<p>Parámetros microbiológicos de análisis y reporte en los vertimientos puntuales de aguas residuales (ARD y ARnD) a cuerpos de agua superficial</p> <p>Se realizará el análisis y reporte de los valores de la concentración en número más probable (NMP/100 mL) de los Coliformes Termotolerantes presentes en los vertimientos puntuales de aguas residuales (ARD y ARnD) mediante las cuales se gestionen excretas humanas y/o de animales a cuerpos de agua superficiales, cuando la carga másica en las aguas residuales antes del sistema de tratamiento es mayor a 125 Kg/día de DBO5 (...)</p>

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
<p>Resolución 0631 de 2015 "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"</p>	8	<p>Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas -ARD de las actividades industriales, comerciales o de servicio; y de las aguas residuales (ARD y ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficiales. Los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas -ARD y de las aguas residuales no domésticas- ARnD de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cumplir, serán los siguientes (...)</p>
<p>Resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009"</p>	184	Eficiencias de los procesos de tratamiento
<p>Resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009"</p>	207	Caracterización de lodos y biosólidos
<p>Resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009"</p>	212	Aprovechamiento de los subproductos
<p>Resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009"</p>	215	Laboratorio de pruebas y análisis para PTAR

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009"		
Resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009"	217	Caracterización operativa en los sistemas de tratamiento de aguas residuales
Decreto 1287 del 10 Julio de 2014 " Por el cual se establecen criterios para el uso de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales" Compilado en el decreto 1077 de 2015	4	Categorización de los biosólidos
Decreto 1287 del 10 Julio de 2014 " Por el cual se establecen criterios para el uso de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales" Compilado en el decreto 1077 de 2015	5	Valores máximos permisibles de categorización de biosólidos para su uso
Decreto 1287 del 10 Julio de 2014 " Por el cual se establecen criterios para el uso de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales" Compilado en el decreto 1077 de 2015	17	Métodos de laboratorio y frecuencia de análisis
Norma Técnica Colombiana NTC 5167 2011-03-23 "Esta norma establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y como enmiendas o acondicionadores de suelo"	4.2.2	Los abonos o fertilizantes orgánico-minerales sólidos deben cumplir con los requisitos fisicoquímicos establecidos en la tabla 2.
Norma Técnica Colombiana NTC 5167 2011-03-23 "Esta norma establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos	4.2.9	Requisitos microbiológicos

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
orgánicos usados como abonos o fertilizantes y como enmiendas o acondicionadores de suelo"		
Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"	Capítulo 4	Criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales
NTC ISO/IEC 17025:2017 "Requisitos generales para la competencias de los laboratorios de prueba y calibración"	8.3	Control de documentos del sistema de gestión
NTC ISO 9001:2015 del 23 septiembre de 2015 Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos	7.5	Información documentada
Norma Fundamental SGC-NO-001 fecha de emisión 2019-11-22 Estandarizar la metodología para la elaboración y contenido de los documentos que se deriven de los Sistemas de Gestión implementados bajo las normas NTC ISO 9001 y NTC ISO/IEC 17025 en sus versiones vigentes, así como de los Sistemas de Gestión y Control derivados de las exigencias legales, contractuales y normativas vigentes aplicables a CENTROAGUAS S.A ESP	3	Estructura de la documentación
Control de Documentos SGC-PR-003 fecha de emisión 2020-02-03 Establecer los controles necesarios en cuanto a la elaboración, actualización, implementación, mantenimiento y modificación de los documentos de la compañía	8	Descripción de actividades
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	4500-H+B. Electrometric Method.	Determinación de pH
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public	2310B. Titration Method.	Determinación de acidez

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	2320B. Titration Method.	Determinación de alcalinidad total
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	2120 C. Spectrophotometric—Single-Wavelength Method.	Determinación de color
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	2510 Conductivity.	Determinación de conductividad
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	SM 2540 F. Settleable Solids.	Determinación de sólidos sedimentables
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	2340 C. EDTA Titrimetric Method.	Determinación de dureza total
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	2130 B. Nephelometric Method.	Determinación de turbiedad

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	2550 B. Laboratory and Field Methods	Determinación de temperatura
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017	4500-O H. Optical-Probe Method.	Determinación de oxígeno disuelto
NTC 5527 de 2007 "Fertilizantes. Análisis físicos, Requisitos"	3.3	Determinación de la densidad
NTC 5167 de 2011 "Productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo"	6.10	Determinación de la densidad
Ley 9 DE 1979 (enero 24) "por la cual se dictan Medidas Sanitarias"	130	Sustancias peligrosas. En la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, comercio, manejo o disposición de sustancias peligrosas deberán tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana, animal o al ambiente, de acuerdo con la reglamentación del Ministerio de Salud.
Ley 55 del 2 de julio de 1993 "Por medio de la cual se aprueba el "Convenio número 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990."	Convenio 170	Convenio sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo
Decreto 1076 de 2015 (mayo 26) "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"	Anexo III	Características de peligrosidad de los residuos o desechos peligrosos
Decreto 1496 del 6 agosto de 2018 del Ministerio de trabajo	Capítulo III	Comunicación de peligros

Ley/Decreto/resolución/otro	Artículo	Descripción del requisito
Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química		

Nota. Se describe el marco normativo aplicable a la planta de tratamiento de agua residual - PTAR Tuluá de la empresa CENTROAGUAS S.A ESP.

5. Metodología

A continuación, se describe la metodología utilizada para el desarrollo de los objetivos propuestos:

5.1 Actividades de observación y realización de entrevistas

- Se determinó qué actividades se llevan a cabo en el laboratorio de control de proceso y cuáles de ellas se encuentran documentadas.
- Se calculó el porcentaje de actividades pendientes de documentación con el fin de definir la situación actual del laboratorio.

5.2 Revisión documental

- Se definió el modelo para generar la documentación
- Se determinó la información del estándar métodos y normas técnicas colombianas a incluir en los documentos.
- Se identificaron los reactivos y demás insumos químicos utilizados en cada uno de los análisis efectuados.
- Se consultó información para disponer adecuadamente cada uno de los reactivos y demás insumos químicos utilizados en cada uno de los análisis efectuados en el laboratorio de control de proceso.

5.3 Organización de la información

- Se documentó la forma como se llevan a cabo las actividades en el laboratorio de control de proceso.

5.4 Análisis de la información

- Se revisó con los responsables de proceso cuáles actividades requieren dejar registro.
- Se determinó la disposición final de los residuos de acuerdo con los análisis efectuados.

5.5 Construcción de documentación final

- Se documentó los instructivos de trabajo, teniendo en cuenta el contenido y las políticas definidos por la compañía.
- Se diseñaron los registros requeridos para las actividades definidas.

5.6 Realización de trámites documentales

Se solicitó al proceso de sistemas de gestión y control la vinculación de instructivos y registros al sistema de gestión de calidad, quienes revisan el cumplimiento de éstos con los lineamientos establecidos, aprueban la solicitud y dan inicio al trámite documental.

5.7 Socialización de la información

Se socializó al personal del laboratorio de control de proceso la documentación y los registros asociados a la actividad, mostrando como es el diligenciamiento adecuado de los mismos.

5.8 Descripción de las actividades realizadas

Tabla 2.

Cronograma de actividades plan de trabajo

Objetivo específico	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Diseñar y elaborar la documentación necesaria y adecuada para que las actividades se desarrollen de manera estandarizada en el laboratorio de control de proceso.	Mediante actividades de observación y realización de entrevistas se determinará qué actividades se llevan a cabo en el laboratorio de control de proceso y con la revisión de la información se identificará cuáles de ellas se encuentran documentadas.						
	Una vez se tenga esta información se procederá a determinar el porcentaje de actividades pendientes de documentación con el fin de definir la situación actual del laboratorio.						
	Generar la documentación de acuerdo con el modelo elegido para cada uno de los documentos que formarán parte de la estructura, adicionalmente se tendrá en cuenta el nivel de detalle de la documentación y los usuarios de ésta, con el fin de que sea apropiada para el personal que la implementará.						
	Determinar qué información del estándar métodos se incluirá en la documentación del laboratorio e incluir la misma en los documentos diseñados.						
	Identificar los reactivos y demás insumos químicos utilizados en cada uno de los análisis efectuados en el laboratorio de control de proceso.						
Estandarizar en la documentación del laboratorio de control de proceso el manejo de residuos que se generan como resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.	Leer las fichas de cada uno de los reactivos e insumos químicos para determinar cómo es el proceso para disponerlos adecuadamente						
	Determinar cómo se realizará la disposición final de los residuos de acuerdo con los análisis efectuados Documentar la forma como se llevará a cabo la actividad						
Diseñar y estandarizar los registros requeridos para dejar evidencia que soporte la ejecución de las actividades en el laboratorio de control de proceso, facilitando la trazabilidad de la información.	Revisar con los responsables de proceso cuáles actividades requieren dejar registro						
	Diseñar los registros requeridos para las actividades definidas						
	Socializar al personal del laboratorio de control de proceso la documentación y los registros asociados a la actividad, mostrando como es el diligenciamiento adecuado de los mismos.						

Nota. se referencia el cronograma de trabajo y se describen cada una de las actividades planificadas y desarrolladas durante la pasantía a través de las cuales se dio cumplimiento a los objetivos propuestos.

6. Resultados y Análisis

Descripción de la empresa. CENTROAGUAS S.A. ESP localizada en el municipio de Tuluá – Valle del Cauca, la cual es una empresa privada que presta los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado en el casco urbano del municipio de Tuluá. Actualmente opera la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio.

Localización de la planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá. Se encuentra ubicada en el corregimiento de Tres Esquinas, municipio de Tuluá, departamento del Valle del Cauca. En la imagen satelital se observa la ubicación de la PTAR del municipio de Tuluá.

Figura 1

Ubicación Cartográfica de la planta de tratamiento de agua residual PTAR-TULUÁ. tomado Google Maps 2021



Tabla 3.

Coordenadas de la PTAR-Tuluá. Sistema de Referencia Espacial GCS_WGS_1984

Esquina	Coordenada	
	Norte	Oeste
Norte	4° 07' 08,08"	76° 12' 34,82"
Sur	4° 06' 56,35"	76° 12' 30,09"
Este	4° 06' 59,95"	76° 12' 30,80"
Oeste	4° 06' 59,15"	76° 12' 40,13"

Nota. Se registran las coordenadas geográficas de la PTAR del municipio de Tuluá

Figura 2

Ubicación PTAR-Tuluá - Fuente Visor GeoCVC

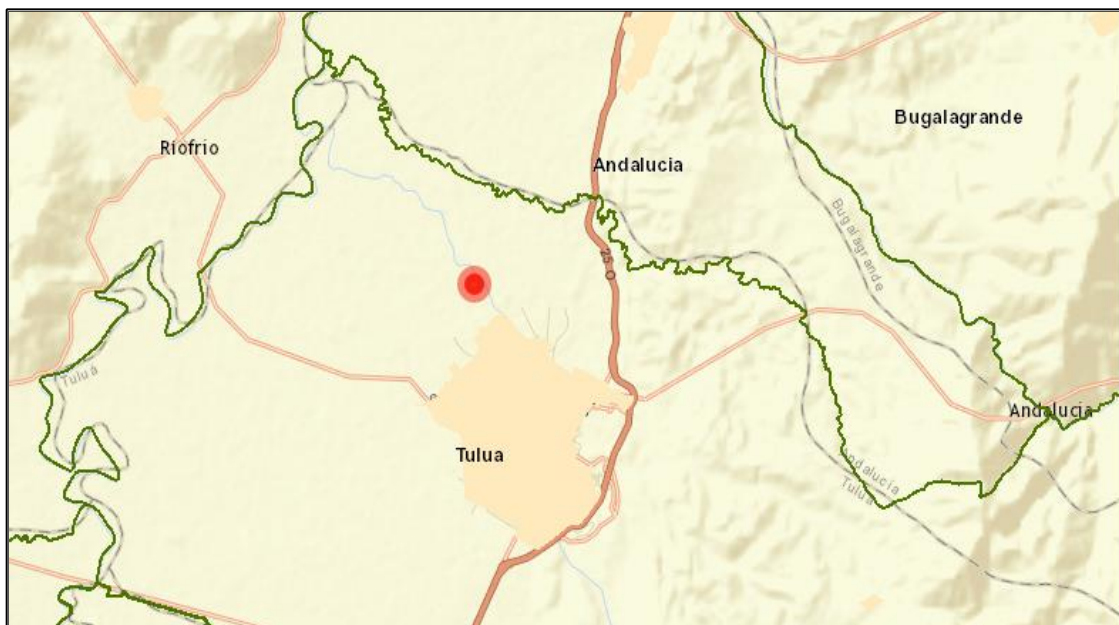


Figura 3

*Organigrama general de la Planta de tratamiento de agua residual PTAR-TULUÁ
- CENTROAGUAS S.A ESP*



Componentes y funcionamiento del sistema de tratamiento de agua residual

El sistema de tratamiento está conformado por dos líneas de operación, cada una con las siguientes etapas:

- Pretratamiento, también denominado tratamiento primario
- Tratamiento secundario o denominado proceso biológico

- Tratamiento de lodos

A continuación, se detalla cada uno de los componentes que conforman la PTAR del municipio de Tuluá.

Figura 4

Unidades Construidas PTAR Tuluá



Tratamiento primario o Pretratamiento

El agua ingresa a la planta de tratamiento de aguas residuales – PTAR, a través del colector emisario final (CEF), que recolecta las aguas residuales provenientes de la red de colectores distribuidos en la ciudad (Combinado Farfán, Margen Izquierda Rio Tuluá, Margen Derecha Rio Tuluá e Impulsión Agua Clara). (Centroaguas S.A ESP,2021).

Una vez ingresa el agua residual a la PTAR, esta se dirige hacia el área de **pretratamiento**, a través del **pozo de succión** el cual es una estructura sumergida diseñada para amortiguar las grandes variaciones de las aguas residuales a la planta, que oscilan entre un mínimo de 148,06 L/s y un máximo futuro de 1119 L/s y

proporcionar la cabeza de agua suficiente para las bombas de succión. Es una estructura de transición rápida para evitar la sedimentación de material particulado. Cuenta con un volumen de 12.5 m³. Posteriormente pasa por la rejilla gruesa encargada de retirar los sólidos más grandes no disueltos presentes en el agua y que superan un tamaño de 30 mm que es la separación que existe entre cada barra, con el fin de no generar obstrucciones de tuberías, canales y conductos, abrasión de equipos y acumulación en las unidades. (Centroaguas S.A ESP,2021).

Figura 5

Pozo de succión. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Figura 6

Rejilla gruesa. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Una vez pasa a través de la reja gruesa el agua se dirige a la **estación de bombeo**. El agua es bombeada por medio de 7 bombas centrífugas autocebantes y el caudal dividido en 2 líneas de bombeo. La línea 1 está conformada por 4 bombas, tres (3) de ellas con una capacidad de 120 L/s y 1 bomba adicional con una capacidad de 220 L/s, por su parte la línea 2 está conformada por 3 bombas con una capacidad de 220 L/s. Ambas líneas están conectadas a un sistema de variación de frecuencia que permite manejar el caudal de ingreso por cada línea, desde un sistema de Supervisión Control y Adquisición de Datos (SCADA). (Centroaguas S.A ESP,2021).

Figura 7

Estación de Bombeo. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Una vez el agua residual pasa por la estación de bombeo se envía a los **desarenadores aireados**. Se cuenta con dos (2) desarenadores aireados, uno para cada línea de la planta (línea 1 y línea 2), esta estructura se encarga de remover las

arenas y partículas pesadas que pueden generar obstrucciones en el sistema por medio de un aireador (uno en cada desarenador) que produce burbujas finas gracias al diseño del mismo, generando una mezcla perfecta de las burbujas en el cono, por lo cual las partículas ligeras (materia orgánica) se separan de las partículas pesadas (arenas) y son elevadas, siguiendo hacia los filtros percoladores, mientras las partículas pesadas serán evacuadas hacia el fondo del cono, donde se retiran. Los desarenadores poseen paredes inclinadas para favorecer la sedimentación. El volumen de cada unidad es de 72 m^3 y el tiempo de retención en el desarenador para un caudal promedio horario de $1.186 \text{ m}^3/\text{h}$ es de 218 segundos, permitiendo una remoción del 80% de las partículas de arenas mayores a 0.2 mm. Esta estructura posee un área de 56 m^2 con un diámetro de 8 m, una profundidad de 4 m, y diámetro inferior del tanque, donde se coloca el equipo de aireación, de 0.6 m. (Centroaguas S.A ESP, 2021).

Las arenas sedimentadas en el fondo del tanque se evacuan mediante un tubo en PEAD de 150 mm, regulando el caudal por medio de una única válvula tipo cortina. Posteriormente, se separan las arenas y las partículas pesadas de la mezcla por medio de un equipo clasificador de arenas, el cual consiste en una tolva en acero inoxidable AISI 304 con un volumen de 4.2 m^3 que permite que las arenas sedimentan en el fondo, siendo evacuados por un tornillo sin eje inatascable y entregadas a un contenedor. Las aguas residuales, libres de arenas, regresan a la estación de bombeo ya que rebosan por un vertedero que se encuentra en la parte superior de la tolva. (Centroaguas S.A ESP, 2021).

El agua residual pasa a través del desarenador aireado y rebosa por un vertedero en un canal de 1.2 m de ancho y 1.25 de altura donde se encuentra una **rejilla fina**

auto limpiante tipo escalera de 3mm, que separa los sólidos gruesos (plásticos, papeles, algodones, hojas, etc.). La rejilla está constituida por una serie de láminas cortadas en forma de escalera, unas fijas y otras móviles, las cuales gradualmente y mediante un movimiento excéntrico van extrayendo los sólidos capturados en el vertido. Luego, los residuos pasan por la zona de prensado, en la cual el tornillo se encuentra rodeado por una caja prensa con pasos axiales. Finalmente, los residuos tamizados son deshidratados en la zona compactadora, por la acción combinada del tornillo, que empuja los sólidos hacia adelante, y una válvula de chapaleta en la salida

Figura 8

Desarenadores. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá del tornillo, que realiza una contrapresión. (Centroaguas S.A ESP,2021).



Figura 9

Tornillo deshidratador de arenas. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Tratamiento Secundario. Después de pasar por la rejilla fina, el agua residual es conducida a los filtros percoladores donde se realiza el tratamiento secundario con el fin de disminuir la materia orgánica presente, por medio de microorganismos que forman una biopelícula en medio de soporte. La unidad tiene una eficiencia de 85%, para una carga volumétrica de $0.9 \text{ kg DBO/m}^3\cdot\text{d}$ y una temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y una carga hidráulica de $25.4 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$. Cada unidad está conformada por un lecho sintético en polipropileno con una superficie específica de $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$ y un diámetro de 37.8 m . Para la distribución de flujo por la superficie de la unidad se usa un distribuidor rotatorio, que está conformado por 4 brazos montados sobre un pivote central, y que giran de forma horizontal. Los brazos son huecos y cuentan con una serie de boquillas por donde sale el agua residual, permitiendo una distribución simétrica en la superficie.

El tiempo de una rotación completa a caudal máximo es de aproximadamente 17 minutos. (Centroaguas S.A ESP,2021).

Figura 10

Filtro Percolador. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Cuando la biomasa en el filtro percolador cumple su ciclo (con una expectativa de vida de 20 a 30 días), se desprende del material de soporte y se lo lleva el agua que corre por los filtros percoladores, se necesita separar esta biomasa ya inactiva del efluente antes de verterla al río, lo cual se realiza en los **clarificadores**. Además, se trata de obtener algún espesamiento de la biomasa en el fondo del clarificador, antes de bombear los lodos a los digestores. La PTAR de Tuluá cuenta con dos clarificadores secundarios. (Centroaguas S.A ESP,2021).

Esta unidad tiene una forma circular con un diámetro de 39.1 m, una carga de superficie promedio de 1m/h a caudal promedio horario futuro, es decir 2.372 m³/h. y

una superficie efectiva de sedimentación de 1.186 m², tiene una profundidad en la circunferencia no menor a 2 m y en el centro de 4.06 m. (Centroaguas S.A ESP,2021).

Desde el centro de los clarificadores salen tubos de succión de 100 mm en PEAD que conducen los lodos a las bombas de cavidad progresiva que entregarán estos lodos al espesador. El clarificador cuenta con un barre lodos hecho en acero inoxidable pivotado al eje central de este, que barre las natas superficiales y a la vez los lodos depositados en el fondo con el fin de llevarlo al tubo de succión. Las natas recolectadas en la superficie son depositadas en una tolva y dirigidas a un pozo de natas que las bombeara de nuevo al pozo de succión. El puente se demora aproximadamente 1 hora 30 minutos para dar un giro completo en el clarificador. (Centroaguas S.A ESP,2021).

El agua residual una vez pasa por el clarificador es conducido por un canal para ser finalmente vertida al río Tuluá.

Figura 11

Clarificador. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Tratamiento de Lodos. El espesador de lodo es la unidad encargada de disminuir un porcentaje de agua en el lodo y que debe ser evacuada con el fin de aumentar el contenido en peso seco de estos. Esta unidad conocida también como espesador estático o gravitacional evacúa el agua por medio de la gravedad manteniendo al lodo en un estado líquido. Está diseñado para una carga de $40 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{d}$ y un tiempo de retención de 1.5 días o 36 horas, posee una superficie de 115.9 m^2 y un diámetro de 12.15 m. En la circunferencia del espesador hay un pozo donde se recogen las aguas liberadas del espesador aproximadamente $5.8 \text{ m}^3/\text{h}$, para enviarlas de nuevo a la estación de bombeo. (Centroaguas S.A ESP,2021).

Proceso de Digestión:

- ✓ **Biodigestor primario:** El proceso de digestión transforma la parte digerible orgánica de los lodos en gases lo que reduce el peso neto de los lodos al final del proceso. En promedio se espera una reducción de 50 a 55 % en peso seco. I Etapa: agitado, para una temperatura promedio de digestión anaerobia de 30-35 °C el tiempo de digestión en este tanque es de veinte (20) días; con el fin de asegurar una digestión completa. (Centroaguas S.A ESP,2021).
- ✓ **Biodigestor secundario:** II Etapa: digestión final, sin agitación, donde ocurre una estratificación y se separa el agua liberada del lodo digerido, mientras se obtiene un espesamiento del lodo digerido en el fondo del tanque; el tiempo de retención en esta etapa se establece en un período de diez (10) días. Los digestores tienen la misma altura, y están comunicados por vasos comunicantes. (Centroaguas S.A ESP,2021).

Figura 13

Unidades de Tratamiento de Lodos (Digestor Primario y Secundario / Espesador de Lodos. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá

**Figura 12**

Espesador de Lodos- parte interna. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Deshidratación de Lodos. El lodo proveniente del biodigestor secundario es trasladado por gravedad o bombeo hacia los lechos de secado; se cuenta con un total de 30 lechos con un área de entre 57 y 59 m² y una capacidad máxima en volumen de 50 m³ aproximadamente. Cada lecho posee un medio de soporte en ladrillo a junta libre y medio de filtración de grava y arena que permite la evacuación del agua aún contenida en el lodo, la cual se envía por gravedad de nuevo al pozo de succión. El tiempo de secado en cada lecho es de aproximadamente 25 a 35 días. Como resultado final se obtiene un biosólido estabilizado que es apilado y enviado al área de acopio donde se homogeniza, y queda listo para su uso como acondicionador de suelos. (Centroaguas S.A ESP,2021).

Centroaguas S.A ESP cuenta con el registro como productor de acondicionadores orgánicos sólidos para suelos (Compost) otorgado por el Instituto Colombiano Agropecuario “ICA” mediante resolución No. 00013840 del 7 de octubre de 2016. Lo anterior en cumplimiento de lo establecido en el decreto 1287 del 2014 del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, compilado en el Decreto 1077 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”. (Centroaguas,2021).

Figura 15

Líneas de lechos de secado. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá

**Figura 14**

Lecho de secado. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Figura 16

Caseta de acopio biosólido seco para aprovechamiento. Planta de tratamiento de agua residual PTAR-Tuluá



Punto de Vertimiento. La PTAR del municipio de Tuluá cuenta con un solo punto de vertimiento sobre el río Tuluá para la descarga del efluente tratado. en las figuras 23 y 24 se observa la descarga del efluente tratado de la PTAR y la descarga sobre el río Tuluá.

Figura 17

Punto de Vertimiento de la PTAR-Tuluá



Figura 18

Descarga sobre el río Tuluá



Para dar seguimiento al tratamiento de las aguas residuales, la Planta de Tratamiento de Agua residual PTAR-Tuluá, cuenta con un laboratorio de control de proceso, con personal idóneo y equipos adecuados. Lo que le permite realizar el análisis de los parámetros requeridos para confirmar la eficiencia de los procesos unitarios y por ende garantizar que el vertimiento directo realizado al río Tuluá, cumple con la normatividad vigente aplicable.

6.1 Estandarización en el laboratorio de control de proceso.

Se realizó el proceso de observación a las actividades desarrolladas durante varias jornadas de trabajo, lo que permitió identificar factores que se requerían estandarizar dada la diversidad de formas como cada una de las personas involucradas desarrollaban los análisis en el laboratorio de control de proceso de la PTAR. Una vez se identificaron la mayoría de las actividades que se estaban ejecutando en el laboratorio se procedió a realizar los procesos de entrevistas con cada una de las personas que las ejecutaban, de esta forma se confirmó qué actividades se llevan a cabo en el laboratorio de control de proceso y cuáles de ellas estaban documentadas y eran conocidas por el personal.

Una vez realizado el proceso de observación y entrevistas se identificó que en el laboratorio de control de proceso se llevan a cabo análisis físico - químicos al agua residual cruda, agua residual tratada, al agua de la fuente hídrica receptora y a los lodos generados en el proceso de tratamiento, todo esto con el fin de monitorear el funcionamiento, detectar cambios en las condiciones de operación y tomar las acciones correspondientes. Encontrando a su vez que los monitoreos se realizan en algunos puntos de muestreo de los procesos unitarios de la PTAR, dichos puntos son específicos y se denominan de acuerdo con la tabla 3. Así mismo se identificó cada uno de los análisis realizados en el laboratorio de control de proceso por cada punto de monitoreo. Ver tabla 4.

Tabla 4.*Puntos de muestreo procesos unitarios PTAR*

Punto	Descripción
1 AP	Afluente de agua residual a la PTAR
2 AF1	Afluente del filtro percolador 1
3 AF2	Afluente del filtro percolador 2
4 EF1	Efluente del filtro percolador 1
5 EF2	Efluente del filtro percolador 2
6.1 EP1	Efluente del clarificador 1
6.2 EP2	Efluente del clarificador 2
6 EP	Efluente de la PTAR a fuente hídrica
Río Tuluá	Fuente hídrica receptora.

Nota. Se describen los puntos de muestreo utilizados para el monitoreo del correcto funcionamiento de los procesos unitarios.

Tabla 5.*Análisis en el laboratorio de control de proceso*

Punto de muestreo	Descripción	Frecuencia de análisis	Análisis de laboratorio	Observación
1 AP	Afluente de agua residual a la PTAR	Cada 8 horas	<ul style="list-style-type: none"> •pH •Temperatura •Conductividad •Oxígeno disuelto •Solidos sedimentables •Acidez •Alcalinidad total •Dureza total •Turbiedad 	son de gran importancia para el control de proceso dado que los análisis que se realizan permiten conocer las características del agua residual a tratar y su vertimiento a la fuente hídrica receptora
6 EP	Efluente de la PTAR a fuente hídrica receptora.		<ul style="list-style-type: none"> •Color real en absorbancia en longitud de onda múltiple($\lambda=436\text{nm}$ $\lambda=525\text{nm}$ $\lambda=620\text{nm}$). 	
1 AP	Afluente de agua residual a la PTAR	Cada hora	<ul style="list-style-type: none"> •pH •Temperatura •Conductividad •Color real en absorbancia en longitud de onda múltiple($\lambda=436\text{nm}$ $\lambda=525\text{nm}$ $\lambda=620\text{nm}$). 	Utilizados para realizar seguimiento de las características del agua a tratar cuando se presentan condiciones atípicas.

Punto de muestreo	Descripción	Frecuencia de análisis	Análisis de laboratorio	Observación
2 AF1	Afluente del filtro percolador 1		•pH	
3 AF2	Afluente del filtro percolador 2	Cada 8 horas	•Temperatura	
4 EF1	Efluente del filtro percolador 1		•Conductividad	Utilizados para el controlar la eficiencia del proceso unitario
5 EF2	Efluente del filtro percolador 2		•Oxígeno disuelto	
			•Solidos sedimentables	
6.1 EP1	Efluente del clarificador 1	Cada 8 horas	•pH	Utilizados para el controlar la eficiencia del proceso unitario
			•Temperatura	
			•Conductividad	
			•Oxígeno disuelto	
			•Solidos sedimentables	
			•Turbiedad	
6.2 EP2	Efluente del clarificador 2		•Color real en absorbancia en longitud de onda múltiple ($\lambda=436\text{nm}$ $\lambda=525$ $\lambda=620$).	
			•pH	
			•Temperatura	
			•Conductividad	
			•Oxígeno disuelto	
			•Solidos sedimentables	
			•Acidez	
Río Tuluá	Fuente hídrica receptora.	6:00 am y 14:00:	•Alcalinidad total	
			•Dureza total	
			•Turbiedad	
			•Color real en absorbancia en longitud de onda múltiple ($\lambda=436\text{nm}$ $\lambda=525$ $\lambda=620$).	
			Material flotante	
Efluente Digestor secundario	Lodos bombeados hacia los lechos de secado.	Cada que se realice el llenado de un lecho de secado	•pH	En el tratamiento del agua residual se presentan subproductos como lo son los lodos que se generan por la degradación de la materia orgánica presente en el agua residual tratada por la PTAR.
			•Temperatura	Posterior al tratamiento (espesado y digestión) se toman muestra y se hacen pruebas en el laboratorio.
			•Conductividad	
			•Gravedad específica.	
			•Sólidos sedimentables	
			•Acidez	
			•Alcalinidad total	

Punto de muestreo	Descripción	Frecuencia de análisis	Análisis de laboratorio	Observación
			•Alcalinidad bicarbonática verdadera.	

Nota. Se describen los análisis realizados en el laboratorio de control de proceso por cada punto de monitoreo y la frecuencia.

Durante el desarrollo de las entrevistas para determinar los parámetros que se llevan a cabo en el laboratorio se trató de involucrar a todas las personas que tienen asignado el rol de analistas de laboratorio, dado que ellos están encargados de realizar los análisis fisicoquímicos y de esta forma se obtendría información veraz y confiable, lo cual permitiría tener claridad de la forma como se desarrollan las actividades y adicionalmente tener diferentes perspectivas y criterios lo que permitiría estandarizar la información y encontrar una mejora forma de hacer las cosas. Por ende, se realizó la observación paso a paso de las actividades realizadas por diferentes personas cuando ejecutaban el proceso de análisis. Adicionalmente se leyeron los manuales de operación de los equipos y se realizó la aclaración de las dudas que se presentaban durante los procesos de entrevista u observación.

Con la información adquirida se identificó que el laboratorio actualmente realizaba 13 actividades, de las cuales cuatro (4) se encontraban parcialmente documentadas y nueve (9) no se habían documentado, correspondiendo así a que solo se contaba con el 31% de la documentación requerida. Ver tabla 6.

Tabla 6.

Situación actual Laboratorio de Control de Proceso. Planta de Tratamiento de Agua Residual PTAR-TULUÁ, CENTROAGUAS S.A ESP

Ítem	Descripción de la actividad	Actividad documentada			Documentación %	Información pendiente por documentar %
		Si	No	Parcialmente		
1	Análisis de color real y aparente en UPtCo en muestras de agua natural		x		0%	
2	Análisis color real en absorbancia en longitud de onda múltiple ($\lambda=436\text{nm}$ $\lambda=525$ $\lambda=620$) en muestras de agua residual		x		0%	
3	Determinación de pH en muestras de agua natural, agua residual y semisólidos (lodos)		x		0%	
4	Determinación de temperatura en muestras de agua natural, agua residual y semisólidos (lodos)		x		0%	
5	Determinación de conductividad en muestras de agua natural, agua residual y semisólidos (lodos)		x		0%	
6	Determinación de oxígeno disuelto en muestras de agua superficial y agua residual		x		0%	
7	Determinación de sólidos sedimentables muestras de agua natural, agua residual y semisólidos (lodos)		x		0%	69%
8	Determinación de acidez muestras de agua natural, agua residual y semisólidos (lodos)			x	7,69%	
9	Determinación de alcalinidad muestras de agua natural, agua residual y semisólidos (lodos)			x	7,69%	
10	Determinación de dureza total en muestras de agua natural y agua residual			x	7,69%	
11	Determinación de turbiedad en muestras de agua natural y agua residual		x		0%	
12	Determinación de densidad en muestras de semisólidos (lodos)		x		0%	
13	Determinación de alcalinidad bicarbonática muestras de semisólidos (lodos)			x	7,69%	
Total		0	9	4	31 %	

Nota. Se describe el grado de documentación del laboratorio de control de proceso.

Se realizó el proceso de lectura de los numerales 7.5 Información Documentada de la norma NTC ISO 9001:2015, el numeral 8.3 de la NTC ISO/IEC 17025:2017 y el documento Norma Fundamental SGC-NO-001 definido por la organización para la estandarización de documentos. Esto con el objetivo de tener clara cuál podría ser la

estructura de la documentación de acuerdo con las características de la información definida en el laboratorio y al personal que utilizaría la misma.

La Norma Fundamental vigente al momento de realizar la actividad corresponde a la versión 17 con fecha de emisión 2019-11-22. En dicho documento se referencian las características principales de los documentos que se ingresarán al sistema de gestión que tiene implementada la empresa CENTROAGUAS S.A. ESP.

Adicionalmente y como una medida para entender con mayor facilidad los requisitos de la norma fundamental y las normas norma NTC ISO 9001:2015, el numeral 8.3 de la NTC ISO/IEC 17025:2017 se procedió a dar lectura al procedimiento SGC-PR-003 Control de Documentos con versión 19 fecha de emisión: 2020-02-03. De esta forma se interpretaron los requisitos definidos y se entendió con claridad como CENTROAGUAS S.A. ESP daba cumplimiento a cada uno de ellos, con lo que se efectuó el análisis de la información de los documentos para poder optar por definir la como se estructurarían los documentos del laboratorio de control de proceso. A continuación, se referencian algunas fotografías de las actividades de observación y entrevista que se desarrollaron.

Figura 19

Entrevista auxiliar-puntos de muestreo y toma de muestras

**Figura 20**

Entrevista Analista - actividades laboratorio control de proceso



Luego de analizar la información contenida en los documentos:

- NTC ISO 9001:2015 numeral 7.5
- NTC ISO/IEC 17025:2017 numeral 8.3
- SGC-NO-001 Norma Fundamental versión 17 con fecha de emisión 2019-11-22
- SGC-PR-003 Control de Documentos con versión 19 fecha de emisión: 2020-02-03.

Se definió que la documentación del laboratorio estaría enfocada básicamente a la generación de instrucciones de trabajo y formatos, de esta forma se seguiría la estructura establecida en la SGC-NO-001 Norma Fundamental para este tipo de documentos.

Para el caso de las instrucciones de trabajo y teniendo en cuenta lo definido en la Norma Fundamental SGC-NO-001, se tendrán los siguientes ítems en todos los documentos:

1. Caratula
2. Objetivo y alcance
3. Fundamento
4. Principio del método utilizado
5. Interferencias
6. Aspectos de seguridad y salud en el trabajo,
7. Materiales. Equipos, reactivos
8. Toma y preservación de las muestras,
9. Referencias

10. Descripción de actividades donde se muestran cada uno de los pasos para el desarrollo del método, adicionalmente se incluye el responsable de la actividad y los documentos asociados.

Por otra parte, y teniendo en cuenta el apartado donde se referencia que los instructivos podrán variar su estructura y contenido dependiendo de la información que se requiera registrar en cada uno de los procesos, se optó por tener como alternativa los siguientes ítems (preparación de reactivos , recomendaciones de uso de los equipos, reporte de resultados y rangos de trabajo), los cuales se incluirán dependiendo del análisis a desarrollar y de acuerdo al impacto y relevancia que tenga esta información dentro del análisis.

6.2 Metodologías para la estandarización de los instructivos de trabajo del Laboratorio de Control de Proceso.

Luego de tener claridad en la información que contendría los documentos del laboratorio se dio inicio con la documentación. Adicional al proceso de entrevistas y observación se realizó la lectura de los documentos que se utilizarían como referencia para la estandarización de la metodología de análisis. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition, Normas Técnicas Colombianas.

Teniendo en cuenta que los métodos analíticos documentados en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition”, y las “Normas Técnicas Colombianas” son reconocidos nacional e internacionalmente y están basados en los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual, se decidió tomar como referencia dicho documento para incluir información en las instrucciones de trabajo del laboratorio.

Dado lo anterior y de acuerdo con lo establecido con el responsable del proceso, se acordó utilizar para la estandarización de los instructivos las metodologías descritas en la tabla 6.

Tabla 7.

Metodologías para la estandarización de los instructivos del Laboratorio de Control de Proceso

Instructivo	Método de referencia	Documento de Referencia
Determinación de pH	4500-H+B. Electrometric Method	
Determinación de acidez	2310B. Titration Method	
Determinación de alcalinidad total	2320B. Titration Method	
Determinación de color	2120 C. Spectrophotometric—Single-Wavelength Method	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition
Determinación de conductividad	2510 Conductivity	
Determinación de sólidos sedimentables	SM 2540 F. Settleable Solids	
Determinación de dureza total	2340 C. EDTA Titrimetric Method	
Determinación de turbiedad	2130 B. Nephelometric Method	
Determinación de temperatura	2550 B. Laboratory and Field Methods	
Determinación de oxígeno disuelto	4500-O H. Optical-Probe Method	
Determinación de densidad	Norma Técnica Colombiana NTC 5527, Fertilizantes. Análisis físicos, 2007-09-26. Norma Técnica Colombiana NTC 5167, Productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo, 2011-03-23.	Norma Técnica Colombiana

Nota. Metodologías seleccionadas en los documentos de referencia para la estandarización de los instructivos de trabajo del laboratorio.

Es importante señalar que los documentos son diseñados y luego de ello se ponen en proceso de validación, es decir se tienen a disposición del personal que realiza las actividades para que ellos puedan ir verificando si lo que se documentó está acorde a lo definido en el laboratorio. Adicionalmente y teniendo en cuenta la información recibida por el personal, se van efectuando las modificaciones para que cuando se incluyan en el sistema de gestión de calidad de la empresa estén listos y sean acordes a las actividades ejecutadas.

Figura 21

Validación instructivo determinación de pH

**Figura 22**

Validación instructivos determinación de acidez y alcalinidad total - Bureta



Figura 23 *Validación instructivos determinación de acidez y alcalinidad total-
Titulador automático*



6.3 Estandarización en la documentación del laboratorio de control de proceso el manejo de residuos que se generan como resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.

Se definió que en cada una de las determinaciones o análisis que se realizaran en el laboratorio de control de proceso de la PTAR se incluirá la información específica referente a los reactivos utilizados, de esta forma se podrá llevar un control de reactivos y se podrán asociar fácilmente al análisis efectuado.

El proceso de Seguridad y Salud en el trabajo de la empresa Centroaguas S.A ESP ha implementado la clasificación y etiquetado de productos químicos considerados peligrosos, con el objetivo de garantizar que los trabajadores reciban información adecuada sobre sus riesgos, prevención y protección de la salud y la seguridad, en cumplimiento a lo establecido en el decreto 1496 de 2018 del Ministerio de Trabajo, por

medio del cual Colombia adopta oficialmente el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos.

El laboratorio de control de proceso de la PTAR cuenta con hojas de seguridad elaboradas bajo el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para los reactivos y soluciones utilizadas, la información allí consignada se tomó como insumo para el análisis de riesgo y definición de medidas para la disposición final de los residuos.

Se realizó reunión con el responsable del proceso de Gestión ambiental para llevar a cabo el plan de acción sobre el manejo de los residuos líquidos generados por el laboratorio de control de proceso de la Planta de tratamiento de agua residual.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Revisión de los análisis realizados y elaboración del balance de residuos líquidos generados.
- Análisis de riesgo y definición de medidas para mitigar los impactos por la disposición actual de los residuos.

Tabla 8.

Análisis para la disposición de residuos

Método	Volumen mes (L)	Posibles peligros asociados	Plan de acción	Disposición que debe aplicarse
Alcalinidad río	3.04	Corrosividad	El residuo queda con un pH de 4.5 según el instructivo de determinación de alcalinidad	Verter al alcantarillado
Alcalinidad agua residual	9.75	Corrosividad	Según resolución 0062 de 2017 un residuo es peligroso por corrosividad cuando tiene un pH < 2 o > 12.5. Para el caso se concluye que el residuo no es peligroso.	por que se considera que no es peligroso
Alcalinidad lodo	6.48	Corrosividad		

Método	Volumen mes (L)	Posibles peligros asociados	Plan de acción	Disposición que debe aplicarse
Acidez residual y rio	agua 9.20	Corrosividad	El residuo queda con un pH de 8.3 según instructivo determinación para la determinación de acidez. Según resolución 0062 de 2017 un residuo es peligroso por corrosividad cuando tiene un $pH < 2$ o > 12.5 . Para el caso se concluye que el residuo no es peligroso.	Verter al alcantarillado por que se considera que no es peligroso
Dureza residual y rio	agua 9.44	Tóxico	Se requiere realizar análisis de un laboratorio para determinar grado de peligrosidad	De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio
Verificación de pH -Buffer pH 4.005		Corrosivo	El residuo queda con un pH de 4.005 Según resolución 0062 de 2017 un residuo es peligroso por corrosividad cuando tiene un $pH < 2$ o > 12.5 . Para el caso se concluye que el residuo no es peligroso.	Verter al alcantarillado por que se considera que no es peligroso
Verificación de pH -Buffer pH 7.000		No peligroso		Alcantarillado
Verificación de pH -Buffer pH 10.012	1.2	Corrosivo	El residuo queda con un pH de 10.012 Según resolución 0062 de 2017 un residuo es peligroso por corrosividad cuando tiene un $pH < 2$ o > 12.5 . Para el caso se concluye que el residuo no es peligroso.	Verter al alcantarillado por que se considera que no es peligroso
Verificación de pH -Buffer pH 6.865		No peligroso		Alcantarillado
Llenado de pH	0.014	No peligroso	N.A	Alcantarillado
Calibración sensor de conductividad	0.15	No peligroso	N.A	Alcantarillado

Nota. Se describe el análisis de riesgo y medidas para mitigar los impactos por la disposición actual de los residuos.

De acuerdo con lo especificado por el responsable del proceso, se precisó que las siguientes actividades ejecutadas en el laboratorio de control de proceso, requieren dejar registro, esto con el fin de facilitar la trazabilidad de la información.

- Determinación de color real y aparente en UPtCo en muestras de agua de rio.

- Determinación color real en absorbancia en longitud de onda múltiple ($\lambda=436\text{nm}$ $\lambda=525$ $\lambda=620$) en muestras de agua residual
- Determinación de pH en muestras de agua de río, agua residual y semisólidos (lodos)
- Determinación de temperatura a una muestra de agua residual, río y semisólidos (lodos).
- Determinación de conductividad en muestras de agua residual, río y semisólidos (lodos).
- Determinación de oxígeno disuelto en muestras de agua residual y de río.
- Determinación de sólidos sedimentables a una muestra de agua residual, río y semisólidos (lodos).
- Determinación de acidez en muestras de agua residual, río y semisólidos (lodos).
- Determinación de alcalinidad en muestras de agua residual, río y semisólidos (lodos).
- Determinación de dureza total en muestras de agua residual y de río.
- Determinación de turbiedad en muestras de agua residual y de río.
- Determinación de densidad a una muestra de lodo y biosólido.
- Determinación de alcalinidad bicarbonática verdadera a muestras de semisólidos (lodos).
- Control de soluciones
- Calibración y verificación de sensores.

Se desarrollaron los siguientes registros para dejar evidencia de las actividades ejecutadas en el laboratorio de control de proceso y de esta forma facilitar la trazabilidad y el análisis de la información.

- Calibración de pH-metros
- Constancia de entrega del producto Agrocen Centroaguas como acondicionador orgánico de suelo
- Control horario de parámetros fisicoquímicos
- Control de soluciones
- Control operativo PTAR Tuluá
- Control sólidos sedimentables lodos primarios
- Control y calidad de residuos en los lechos de secado
- Control de parámetros fisicoquímicos de agua residual y río Tuluá
- Registro diario datos de horómetros
- Control de subproductos sólidos generados

Se solicitó al proceso de sistemas de gestión y control la vinculación de instructivos y registros al sistema de gestión de calidad, quienes revisan el cumplimiento de éstos con los lineamientos establecidos, aprueban la solicitud y dan inicio al trámite documental.

El proceso de sistemas de gestión y control mediante el correo electrónico realizó difusión al personal de la planta de tratamiento de agua residual, sobre los trámites documentales efectuados.

Se llevó a cabo la socialización de manera individual a los analistas de la planta de tratamiento de agua residual, quienes son los encargados de realizar los análisis de control del proceso y dejar evidencia de su ejecución y análisis de datos. En la socialización realizada se explica la inclusión de los registros e instructivos al sistema de gestión de calidad, su diligenciamiento y control.

Tabla 9.

Análisis de los resultados obtenidos

DESCRIPCIÓN DEL RESULTADO/PRODUCTO ESPERADO	INDICADOR	RESULTADO OBTENIDO
Documentación estandarizada de los análisis realizados en el laboratorio	(ND) Nivel de documentación de las actividades del laboratorio de control de proceso de la PTAR vinculadas a los análisis: (Actividades Documentadas/Número total de actividades que se desarrollan en el laboratorio).	$ND = \frac{12}{12} * 100$ <p>Nivel de documentación (ND) = 100%</p>
Manejo estandarizado de los residuos (MER) que se generan como resultados de los análisis efectuados en el laboratorio.	Numero de residuos que se manejan adecuadamente en la planta de tratamiento (#RMA) versus el total de residuos identificados como resultados de los análisis efectuados en el laboratorio (#RL).	$MER = \frac{\#RMA}{\#RL} * 10$ $MER = \frac{8}{9} * 100$ <p>Manejo estandarizado de residuos (MER) = 88.9%</p>
Registros estandarizados (RE) para dejar evidencia que soporte la ejecución de las actividades en el laboratorio de control de proceso	(NAS) Número de actividades que cuentan con soporte para evidenciar su ejecución/ (NTR) Número total de actividades que se deben registrar de acuerdo con los análisis realizados.	$RE = \frac{NAS}{NTR} * 100$ $RE = \frac{10}{10} * 100$ <p>Registros estandarizados (RE) = 100%</p>

Nota. Se describe el cumplimiento de los resultados esperados con la ejecución de la pasantía.

Se diseñó y documentó el 100% de las actividades desarrolladas por el laboratorio de control de proceso. En la tabla 10 se lista los instructivos documentados.

Tabla 10.*Instructivos documentados-Laboratorio de control de proceso PTAR-Tuluá*

NOMBRE DOCUMENTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO	VERSIÓN	FECHA DE EMISIÓN
Determinación de acidez	PTAR-IS-001	01	2020/12/17
Determinación de alcalinidad	PTAR-IS-002	01	2020/12/17
Determinación de cloruros	PTAR-IS-003	01	2020/12/17
Determinación de color	PTAR-IS-004	01	2020/12/17
Determinación de conductividad	PTAR-IS-005	01	2020/12/17
Determinación de densidad	PTAR-IS-006	01	2020/12/17
Determinación de dureza total	PTAR-IS-007	01	2020/12/17
Determinación de oxígeno disuelto	PTAR-IS-008	01	2020/12/17
Determinación de pH	PTAR-IS-009	01	2020/12/17
Determinación de sólidos sedimentables	PTAR-IS-010	01	2020/12/17
Determinación de turbiedad	PTAR-IS-011	01	2020/12/17
Determinación de temperatura	PTAR-IS-012	01	2020/12/17

Nota. Se describe lista de los instructivos diseñados y documentados en el laboratorio de control de proceso PTAR-Tuluá

En los instructivos documentados, se estandarizó el 88.9% del manejo de residuos que se generan como resultados de los análisis efectuados en el laboratorio. El proceso de Gestión Ambiental llevará acabo la contratación de un análisis de peligrosidad para el residuo generado en la determinación de dureza total debido al carácter tóxico del indicador negro de eriocromo T. Una vez se establezca el grado de peligrosidad se determinará la disposición final que debe aplicarse y se incluirá en el instructivo.

Se diseñó y estandarizó el 100% los registros requeridos para dejar evidencia que soporte la ejecución de las actividades del laboratorio de control de proceso. En la tabla 11 se lista los registros diseñados.

Tabla 11.*Registros Diseñados-Laboratorio de control de proceso PTAR-Tuluá*

Nombre del documento	Código del documento	Versión	Fecha de emisión
Calibración de pH-metros	PTAR-FO-001	01	2020/12/17
Constancia de entrega del producto Agrocen Centroaguas como acondicionador orgánico de suelo	PTAR-FO-002	01	2020/12/17
Control horario de parámetros fisicoquímicos	PTAR-FO-003	01	2020/12/17
Control de soluciones	PTAR-FO-004	01	2020/12/17
Control operativo PTAR Tuluá	PTAR-FO-005	01	2020/12/17
Control sólidos sedimentables lodos primarios	PTAR-FO-006	01	2020/12/17
Control y calidad de residuos en los lechos de secado	PTAR-FO-007	01	2020/12/17
Control de parámetros fisicoquímicos de agua residual y río Tuluá	PTAR-FO-008	02	2021/01/01
Registro diario datos de horómetros	PTAR-FO-009	01	2020/12/17
Control de subproductos sólidos generados	PTAR-FO-010	01	2020/12/17

Nota. Se describe lista de los registros diseñados y documentados en el laboratorio de control de proceso PTAR-Tuluá

7. Conclusiones

La estandarización de actividades se ha convertido en un aspecto fundamental y de gran relevancia para la operación de las empresas, dado que estos procesos aportan a la disminución de la variabilidad en los resultados, generando de esta forma reducción de pérdidas y optimizando los procesos a través de la identificación de aspectos de la operación que pueden ser susceptibles de mejora, es así como para el laboratorio de control de proceso de la PTAR de CENTROAGUAS S.A. ESP la estandarización de la documentación juega un papel fundamental en la gestión de sus actividades pues a través de la unificación de criterios y metodologías se pueden establecer y llevar a cabo actividades de una forma controlada, facilitando la operación y disminuyendo el riesgo asociado a la emisión de resultados poco confiables.

Durante la revisión de la documentación establecida en el laboratorio de control de proceso de la PTAR de CENTROAGUAS S.A. ESP se identificó la necesidad de documentar de una forma estructurada, coherente y sistemática las actividades desarrolladas, esto con el fin de que todos los involucrados pudieran tener una metodología definida y unificada para la realización de las actividades lo que permitiera que independientemente de la persona que ejecute la actividad se obtengan los mismos resultados. Este proceso se logró a través de la participación de todo el personal relacionado, dado que a través de la observación durante la ejecución de las actividades se pudieron establecer los modelos de las practicas a seguir y posterior a ello con las entrevistas se solucionaron inquietudes y de esta forma se definieron las metodologías que se implementaron inicialmente en validación, es decir que se iban desarrollando y adecuando según la necesidad de la organización.

Adicionalmente y durante el proceso de diseño de la metodología se evidenció la necesidad de dejar el soporte de las actividades desarrolladas a través de la implementación de registros, lo que conllevó a que en conjunto con el personal involucrado se definieran que datos que eran relevantes y trascendentes durante la realización de los análisis, lo que permitió el involucramiento del personal y de esta forma la interiorización de la importancia de dejar los soportes de las actividades desarrolladas. Durante el diseño de los formatos se siguió lo definido en los documentos del sistema de gestión de calidad y adicionalmente las recomendaciones del personal que realizaría el diligenciamiento de dichos documentos, con esto se logró obtener información estandarizada e importante para la toma de decisiones.

Por otra parte, un aspecto fundamental durante la estandarización fue la inclusión de la información del manejo de residuos en cada uno de los documentos del proceso, dado que a través de esto la disposición de los residuos se realizará de una forma controlada disminuyendo de esta forma el riesgo de incumplir con la normatividad legal vigente asociada a los vertimientos. Cada una de las personas que ejecutará la actividad en caso de dudas o inquietudes podrá consultar la documentación y de esta forma disponer los residuos según las recomendaciones descritas. El involucramiento del proceso de gestión ambiental fue clave para la generación y análisis de la información, esto permitió que de una manera ágil y coherente con las necesidades de la organización y de acuerdo con lo estipulado en la normatividad legal vigente se pudieran describir los procesos de disposición de una forma sencilla de interpretar por el personal que desarrollaría la actividad.

En concordancia con lo anterior, con la ejecución del proyecto aquí expuesto, se logra el fortalecimiento del sistema de gestión implementado, además de contribuir a la mejora, dado que se fortalece la cultura de efectuar las actividades de forma estandarizada y la toma de conciencia sobre la importancia y pertinencia del desarrollo de las actividades de acuerdo con lo definido, lo que permitirá mejora en los procesos que se desarrollan en el laboratorio de control de proceso de la PTAR de CENTROAGUAS S.A. ESP y control en los mismos.

8. Recomendaciones

Aplicar por parte del personal encargado de la operación de la planta, los documentos ya estandarizados y el registro de la información en los formatos elaborados. Con el fin de aplicar un solo criterio lo que permitirá datos confiables para la toma de decisiones y la trazabilidad de los datos obtenidos. En este sentido, se recomienda también que se continúe con el proceso de socialización y sensibilización a todo el personal de la importancia de aplicar los documentos definidos para las actividades que se llevan a cabo en el laboratorio de control de proceso, esto mediante los procesos de inducción o procesos de reentrenamiento del personal lo que le permitirá a la propia organización continuar con el fortalecimiento y mejora continua de la cultura documental y la conciencia sobre la pertinencia e importancia de las actividades de su personal entorno a dicha gestión.

Adicionalmente y con el ánimo de determinar el grado de implementación de la documentación se recomienda hacer seguimiento y verificación de los procesos de implementación de la documentación mediante utilización de las herramientas establecidas en el sistema de gestión, como pueden ser auditorias, revisión documental u observación durante la ejecución de actividades, esto con el objetivo de que el personal interiorice la importancia del cumplimiento de las actividades documentadas.

Por otra parte, se recomienda que se defina un responsable y una frecuencia específica para evaluar si los documentos siguen estando acordes a la forma como se desarrollan las actividades del laboratorio, de esta forma se asegurará que se tenga la documentación actualizada y por ende se ejecuten las actividades de la mejor forma fortaleciendo los procesos de mejora continua.

Continuar con el proceso de determinación de la disposición final de los residuos generados en el análisis de dureza, y su inclusión en la documentación del laboratorio de control de proceso.

9. Referencias Bibliográficas

Centroaguas S.A ESP. Proceso Sistemas de Gestión y control (fecha de emisión 2019-11-22) *Norma Fundamental SGC-NO-001*

Centroaguas S.A ESP. Proceso Sistemas de Gestión y control (fecha de emisión 2020-02-03) *Control de Documentos SGC-PR-003*

Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES 3177 de 2002. "Acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del plan nacional de manejo de aguas residuales". 15 de julio de 2002.

Congreso de la República de Colombia. (1993, 22 de diciembre). Ley 99 de 1993. " Se crea el Ministerio de 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" http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Congreso de la República de Colombia. (2019, 25 de mayo). Ley 1955 de 2019. Se decreta el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad". http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1955_2019.html

Congreso de la República de Colombia. (1979, 24 de enero). Ley 9 de 1979. "por la cual se dictan Medidas Sanitarias" http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html

Congreso de la República de Colombia. (1993, 2 de julio). Ley 55 de 1993 "Por medio de la cual se aprueba el "Convenio número 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0055_1993.html

DANE. (2017). Departamento Administrativo Nacional de Estadística.Registro de usuarios del servicio de acueducto. Bogotá.

Norma Técnica Colombiana. (2015). *Sistemas de Gestión de Calidad-Requisitos* (NTC-ISO 9001)

- Norma Técnica Colombiana. (2007). *Fertilizantes. Análisis físicos, Requisitos* (NTC 5527)
- Norma Técnica Colombiana. (2011). *Productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo* (NTC 5167)
- Norma Internacional. (2017). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración* (ISO /IEC 17025)
- Molinos-Senante, M., Hernández Sancho, F., Sala Garrido, R. (2012). *Estado actual y evolución del saneamiento y la depuración de aguas residuales en el contexto nacional e internacional. Anales De Geografía De La Universidad Complutense*, 32(1), 69-89. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2012.v32.n1.39309
- Martinez Ramirez, Andrea, Rojas Figueroa, J. (2019). *Estado actual de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el Valle del Cauca*. Universidad Santiago de Cali. <http://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/4577>.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004). Resolución 1433 de 2004 " *Por la cual se reglamenta el artículo 12 del decreto 3100 de 2003, sobre planes de saneamiento y manejo de vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones*".
https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/6f-res_1433_2004.pdf.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2011). Resolución 0075 de 2011 " *Por la cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público*"
https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_0075_de_2011.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2012). Resolución 1514 de 2012 " *Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos*"
https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/c1-res_1514_2012.pdf.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2015). Resolución 0631 de 2015 *"Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"*

https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2017). Resolución 0330 de 2017 *"Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009"*

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/0330-2017.pdf>

Presidencia de la República de Colombia. (1974, 18 de diciembre). Decreto Ley 2811 de 1974. *"Se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente"*.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2811_1974.html

Presidencia de la República de Colombia. (2015, 26 de mayo). Decreto 1076 de 2015. *"Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible"*.

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/81-normativa/2093-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-30>

Presidencia de la República de Colombia. (2016, 23 de diciembre). Decreto 2141 de 2016. *" Por medio del cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"* en lo relacionado con el ajuste a la tasa retributiva.

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/cc-decreto-2141.pdf>.

Presidencia de la República de Colombia. (2014, 10 de julio). Decreto 1287 de 2014 *" Por el cual se establecen criterios para el uso de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales"*

<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2014/Documents/JULIO/10/DECRETO%201287%20DEL%2010%20DE%20JULIO%20DE%202014.pdf>

Presidencia de la República de Colombia. (2015, 26 de mayo). Decreto 1077 de 2015. *"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda,*

Ciudad y Territorio” <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/1077%20-%202015.pdf>.

Presidencia de la República de Colombia. (2018, 6 de agosto). Decreto 1496 de 2018. *“Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química”*
<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201496%20DEL%2006%20DE%20AGOSTO%20DE%202018.pdf>.

Rojas, R. (2002). Curso Internacional *“Gestión integral de tratamiento de aguas residuales”*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. <http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000093-9097e9190c/GESTION%20INTEGRAL%20DEL%20TRATAMIENTO%20AR.pdf>

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23rd ed., Washington DC, 2017.

Venegas Loaiza, A. (2018). *Solamente 48,2% de los municipios cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales. LR. LA REPUBLICA.*