

**EVALUACIÓN AL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA
RESIDUAL DE LA EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO,
ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVERENA ECAAAS E.S.P.**

Autor

LEINNY DARIANNY ROSELLIA LEAL SALAZAR

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, QUÍMICA Y CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
2021**

**EVALUACIÓN AL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA
RESIDUAL DE LA EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO,
ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVERENA ECAAAS E.S.P.**

Autor

LEINNY DARIANNY ROSELLIA LEAL SALAZAR

Trabajo De Grado Para Optar El Título De Ingeniera Ambiental

Director Académico

JAVIER AUGUSTO VERA SOLANO

MsC. Ingeniero Ambiental

LISBETH ADRIANA SARMIENTO ARCHILA

Supervisor Ingeniera ECAAAS E.S.P.

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL, QUÍMICA Y CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

2021

Comunicación con la autora, email: darianny2997@gmail.com

Página 2 | 112

Dedicatoria

Trabajo y esfuerzo dedicado a mi Padre, Álvaro L. Toloza, disciplinado y exigente docente, ganadero, caballista y amigo más leal, de quien su pasión y alegría están impregnados en mí.

En los inicios de un todo siempre tuve a este hombre de temple, por compañía, quien dedicó y depositó su confianza en mí, para verme hoy profesional.

A Dios y a él, he logrado lo que soy y lo que tengo.

Finalmente, a todas aquellas personas que aportaron y mantuvieron disposición en el proceso de este fructífero trabajo.

Étar ajmar uwkutar shiwakutar siwarkaran ushortro ♣



Agradecimientos

A Syra nuestro Dios, por ser mi protector.

A mis padres, Álvaro L, Ligia S. U. y Roselia T. por ser apoyo y pilar fundamental en mis estudios y etapas; educarme con valores teniendo la nobleza, el carisma como virtudes e inculcarme amor y respeto por nuestra cultura, nuestras raíces, nuestro pueblo u'wa.

A mi abuelo “Kotá” Ismael Uncacia U. quién ha sido mi constante y mi escucha, orgullosamente continúa guiando a su nieta, esta India Blanca.

A mis padrinos, Yersain G. y Yaneth E. por ser mis compañeros en momentos de dificultad, enseñarme el valor de los amigos y el calor de la familia.

A mis lindas y adorables compañeras de aventuras, especialmente Dayana R. y a todas aquellas, quienes con su constante apoyo, amor y comprensión estuvieron siempre a mi lado, aportado riqueza personal y de una u otra forma, familiar “vecinas y tías adoptivas”.

A los docentes; Manuel Contreras, Jarol R. Valencia, Fernel Viracachá Q, María E. Rivera, Fidel A. Carvajal, Uriel R. Alarcón, Jorge L. Ortiz, Belkys Peña, Janer R. Cantillo, Lizeth A. López, Doralba Carillo y al director de grado Javier A. Vera; quienes compartieron conocimiento y sabiduría con exigencia y ahora, representan los mentores de los cuales admiro, respeto y estimo, sobre todo con los que se hizo un lazo de amistad.

Finalmente, la autora expresa gratitud a quien tiene por lema “*orgullo de sus fundadores... el pueblo de Saravena*”, especialmente al señor Bernardo Arguello S. por el voto de confianza y la oportunidad prestada, y a todo el cuerpo de Técnico Operativo por ser de esta pasantía las más sustanciosa, agradable y fructífera.

Y a ti, querido lector.



Resumen De Proyecto

Colombia en su desarrollo socioeconómico ha optado por implementar métodos de tratamientos de aguas residuales domésticas y/o pluviales, sin embargo, estas aguas en su mayoría son vertidas sin previo tratamiento a los cuerpos de agua, de los cuales se contemplan como una respuesta inmediata a la contaminación del medio porque minimizan el impacto ambiental en los ecosistemas. Dicho esto, se describe en el caso de la Escuela de Ingenieros Julio Garavito donde realizaron la Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias. Como también el Comportamiento De Las Geomembranas Sintéticas Poliméricas Utilizadas En La Impermeabilización Del Embalse De Buen Paso en Madrid, o El Análisis Y Estado De Funcionamiento Del Sistema De Tratamiento De Aguas Residuales Ejecutado En La Empresa ECAAAS de Saravena.

Por esta razón el proyecto tiene como objeto evaluar la eficiencia del STAR de ECAAAS E.S.P. en el que se emplearon métodos cualitativo y cuantitativo, toma de muestra para medición y análisis de parámetros fisicoquímicos de laboratorio, a su vez, se brindó apoyo en programas ambientales llevados a cabo por la oficina división y planeación técnica operativa de acueducto, alcantarillado y aseo de ECAAAS E.S. por un periodo de cuatro meses comprendidos en los meses de marzo a julio.

Con lo anterior se crea el presente informe, que cuenta con un diagnóstico del STAR, ejecución de actividades, detalle de la eficiencia y el cumplimiento de la norma con los valores máximos permisibles de vertimiento dado en la resolución por el órgano de control



ambiental, y así mismo, contempla sus respectivas recomendaciones.

Palabras clave: Afluente, Agua Residual, Caudal, Efluente, Eficiencia, tratamiento primario, tratamiento secundario, Vertimiento.

Abstract

Colombia has opted in its socioeconomic development to implement methods of treating domestic and/or rainwater waste, but most of these waters are passed on without prior treatment to water bodies, which are seen as an immediate response to environmental pollution because they minimize the impact on water bodies. That said, this is described in the case of the School of Engineers Julio Garavito where they carried out the evaluation of the waste water treatment system of the Barcelona Urban Complex of India. As well as the behavior of the Synthetic Polimeric Geomembranes used in the impermeability of the Good Step Embalming in Madrid, or the Analysis and Operation of the Waste Water Treatment System executed at the ECAAAS Enterprise in Saravena.

For this reason, the project aims to evaluate the efficiency of ECAAAS E.S.P. STARs, which are full of qualitative and quantitative life, sample taking for medicine and analysis of working physical parameters, aqueduct operation, sewage and wash of ECAAAS E.S. for a four-month period that includes March to July.

This report, which is based on a diagnosis of STAR, performance of activities, detail of efficiency and compliance with the maximum permissible values for environmental impact assessment in the resolution, is therefore being created and also contains its recommendations.

Key words: Effluent, Residual Water, Caudal, Effluent, Efficiency, Primary Treatment, Secondary Treatment, Vertimento.



Tabla De Contenido

Lista de Gráficas	10
Lista de Anexos	10
1. Capítulo.	11
Introducción	11
1.2.1 Objetivo General	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 Planteamiento Del Problema	14
1.4 Justificación	15
2 capitulo. Marco Referencial	16
2.1 Marco Contextual	16
2.1.1 Descripción Física De Saravena – Arauca	16
2.1.2 Ubicación Geográfica De Saravena	17
2.1.4 Condiciones climáticas	19
2.2 Marco Teórico	20
2.3 Marco Conceptual	23
2.4 Antecedentes	26
2.5 Marco Legal	28
3 Capitulo. Metodología	30
3.1 Descripción de actividades	30
4 Capítulo. Resultados Y Discusión.	33
4.1 Descripción De Las Lagunas	33
4.1.1 Preliminares	34
4.1.2 Primario	36
4.1.3 Secundario:	38
4.1.4 Terciario:	39
4.1.5 Vertimiento:	39
4.1.6 Fuente Receptora	40
4.1.7 Monitoreo Y Laboratorio	41



4.2	Diagnóstico y evaluación del STAR De ECAAAS E.S.P.	44
4.2.1	Diagnóstico Y Evaluación De La Estructura Del Sistema.	48
4.2.1	Resultados De Monitoreo.	57
		60
4.3.1.3	Escherichia Coli	64
4.3.1.4.	DBO₅	65
4.3.1.6	Fósforo Reactivo Total (Ortofosfatos)	67
4.3.1.7	Grasas Y Aceites	69
4.3.1.9	Nitritos	70
4.3.1.10	Nitrógeno Amoniacal	71
4.3.1.11	Sólidos Sedimentables	72
4.3.1.12	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	73
4.3.13	Nitrógeno Total	74
4.3.14	hP (25°C)	75
4.4	Eficiencia Física Del STAR.	76
5.	Capítulo Conclusiones.	78
5.1	Recomendaciones	80
	Lista De Referencia	81
	ANEXOS	85



Lista De Tabla

Tabla 1 Coordenadas del Municipio.	17
Tabla 2 Mapa de ubicación geográfica	17
Tabla 3 Municipio de Saravena.	18
Tabla 4 cuencas hidrográficas del municipio de Saravena	19
Tabla 5 Parámetros Fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles.	23
Tabla 6 Marco Legal	30
Tabla 7 Metodología	30
Tabla 8 Trayecto desde ECAAAS hasta las Lagunas de Oxidación.	33
Tabla 9 Descripción de Pretratamiento.	35
Tabla 10 Descripción de Desarenador	36
Tabla 11 Descripción de Tratamiento Primario.	37
Tabla 12 Descripción de tratamiento Secundario.	38
Tabla 13 Descripción de tratamiento Terciario.	39
Tabla 14 Descripción de Vertimiento	40
Tabla 15 descripción Postratamiento.	40
Tabla 16 Descripción De Los Puntos de Monitoreo	41
Tabla 17 canaleta Parshall	42
Tabla 18 Permiso de vertimiento	45
Tabla 19 zonas verdes en el STAR	46
Tabla 20 Georreferenciación STAR	47
Tabla 21 Diagnostico Estructura Física STAR.	48
Tabla 22 Parámetros Fisicoquímicos A Analizar	57
Tabla 23 Materiales E Insumos De Monitoreo	58
Tabla 24 Característica De Muestreo	59
Tabla 25 Reporte De Resultados de Muestreo	61
Tabla 26 Medición de caudal.	87
Tabla 27 Monitoreo de caudal.	87
Tabla 28 Monitoreo de Celda.	88
Tabla 29 Monitoreo de agua cruda y Tratada.	88
Tabla 30 Reporte de Resultados Afluente -SIAMA LTDA.	89
Tabla 31 Reporte de Resultados Afluente -SIAMA LTDA.	90
Tabla 32 Reporte de Resultados 100 m arriba del vertimiento -SIAMA LTDA.	91
Tabla 33 Reporte de Resultados del vertimiento -SIAMA LTDA	92
Tabla 34 Reporte de Resultados de vertimiento Microbiológico -SIAMA LTDA.	93
Tabla 35 Reporte de Resultados 100 m abajo del vertimiento -SIAMA LTDA.	94
Tabla 36 Reporte de Resultados 1000 m abajo del vertimiento microbiológico -SIAMA LTDA ...	95
Tabla 37 Reporte de Resultados 1000 m abajo del vertimiento Fisicoquímico -SIAMA LTDA	96
Tabla 38 Reporte de Resultados 100 m abajo del vertimiento microbiológico -SIAMA LTDA	97



Tabla De Ilustraciones

Ilustración 1 Mecanismos de Autopurificación en Lagunas Facultativas	38
Ilustración 2 Quebrada la pava, aguas abajo de vertimiento..	41
Ilustración 3 Tablas para determinar el Q propio. Fuente:	42
Ilustración 4 Sistema de Tratamiento de agua residual.	47

Lista De Figura

Figura 1. Mecanismo de Autopurificación de las Lagunas Anaerobias (ECAAAS ESP.).....	36
--	----

Lista de Gráficas

Gráfica 1 Coliformes Totales,.....	62
Gráfica 2 Coliformes Tolerantes,.....	63
Gráfica 3 E.Coli,	64
Gráfica 4 Demanda Bioquímica de Oxígeno.	65
Gráfica 5 DQO.	66
Gráfica 6 Resultado Fósforo Reactivo Total.	67
Gráfica 7 Resultado fosforo total.....	68
Gráfica 8 Resultado de Grasas y Aceites.....	69
Gráfica 9 resultados de Nitratos,.....	70
Gráfica 10 Resultado de Nitrito.	71
Gráfica 11 Resultado de Nitrógeno Amoniacal.	72
Gráfica 12 Resultado de Sólidos Sedimentables.	73
Gráfica 13 Resultado de Solidos Suspendidos Totales.....	74
Gráfica 14 resultado de Nitrógeno Total.	75
Gráfica 15 resultado de pH.	76

Lista de Anexos

Anéxo 1 Creacion De Formatos De Campo Para Las Distintas Áreas	87
Anexo 2 Resultados Expedidos por SIAMA LTDA.....	89
Anéxo 3 Fotos de visitas a campo - STAR.....	98
Anéxo 4 Dotación para limpieza de Caseta STAR.....	105
ANEXO 5 APOYO Y ACOMPAÑAMIENTO EN GESTIÓN AMBIENTAL DE LA EMPRESA.....	106
ANEXO 6 ACTIVIDAD DE SIEMBRA	107
ANEXO 7 INSPECCIÓN DE ÁREAS PARA FUTURAS MEJORAS	109
ANEXO 8 APOYO EN G.A- ELABORACIÓN DE GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES DE ECAAAS E.S.P.....	110
ANEXO 9 ACOMPAÑAMIENTO EN JORNADAS DE ASEO.....	112



1. Capítulo. **Generalidades**

Introducción

No es un hecho desconocido que por años el tema del cambio en los ecosistemas por contaminación hídrica afecta a las innumerables especies de habitad y el entorno en el que se produce la alteración. Colombia a medida que, incrementa económica y socialmente, va aumentando el uso del recurso hídrico a nivel nacional que se toma mundialmente como fuente indispensable en el desarrollo del ser humano y sus actividades, como consecuencia nacen las aguas residuales domésticas y aguas residuales no domésticas.

Dicho esto, se ha despertado el interés que conlleva a estudiar las consecuencias que estas actividades acarrearán entorno en las actividades de vertimiento a fuentes receptoras de las mismas, en el que se comprende el desarrollo como práctica empresarial haciendo énfasis específicamente en el sistema de tratamiento de agua residual (STAR) como respuesta inmediata a las actividades que alteran el equilibrio de hombre -naturaleza.

La empresa comunitaria de acueducto, alcantarillado y aseo, ECAAAS E.S.P. ve necesario como medida de mitigación al medio en sus procesos de operación del agua, que garantice la disminución de riesgos fisicoquímicos y biológicos aguas abajo de la fuente receptora del vertimiento. A esto se le atribuye la importancia de invertir en proyectos, planes y programas que mejoren la calidad en los procesos de tratamientos de aguas residuales.

El contenido de este trabajo se divide en cinco (5) capítulos los cuales se componen de la siguiente manera:



El capítulo uno (1) contiene la introducción que describe a nivel general la situación planteada, los objetivos y el planteamiento del problema que, como su nombre lo indica, es donde se describe el problema al cual se pretende dar solución.

El capítulo dos (2) contiene el marco referencial que se divide en marco contextual que abarca toda la información del municipio como su descripción general, ubicación y geográfica; el marco teórico que muestra todas las definiciones de los temas más importantes que componen el trabajo; antecedentes y el marco legal que especifica la normatividad vigente que se asocia con la temática del trabajo que es el sistema de tratamiento de agua residual.

El capítulo tres (3) contiene la metodología en la que se describe detalladamente el procedimiento que se llevó a cabo para ejecutar cada uno de los objetivos y desarrollar satisfactoriamente dicho trabajo.

El capítulo cuatro (4) muestra los resultados y la discusión de dichos resultados obtenidos en cada uno de los objetivos, se describe detalladamente el contenido de toda la información consignada en este capítulo dando correspondiente análisis.

El capítulo cinco (5) contiene las conclusiones finales del trabajo y las recomendaciones que ayudaran a fortalecer las futuras investigaciones o proyectos que se lleven a cabo con respecto a la misma temática de este trabajo.



1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales y dar apoyo a los programas ambientales de la empresa ECAAAS E.S.P.

1.2.2 Objetivos Específicos

1.2.2.1 Generar un diagnóstico actual de funcionamiento al sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa ECAAAS E.S.P.

1.2.2.2 Determinar el porcentaje de eficiencia del sistema de tratamiento de agua residual del municipio y el cumplimiento de la norma ambiental de vertimientos.

1.2.2.3 Formular acciones encaminadas al mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales y al cumplimiento de las normas ambientales.

1.2.2.4 Apoyar y diligenciar programas, proyectos y/o licencias ambientales que requieran actualización.



1.3 Planteamiento Del Problema

Colombia ha sido uno de los países que más genera contaminación al recurso hídrico con actividades industriales, agropecuarias, ganaderas, de minería, etc. y finalmente aguas residuales o domésticas que alteran la red de drenaje del agua que, junto a la presencia de precipitaciones llegan a los cuerpos de agua sin tratamiento alguno, con altas cargas de materia orgánica y metales que deterioran el medio ambiente, el ecosistema, de las cuales son empleadas aguas abajo por habitantes para el consumo humano.

Debido a esto, existen municipios donde se ha implementado sistemas de tratamientos de aguas residuales para minimizar el impacto negativo al ambiente por las acciones antes mencionadas. Es por ello que es necesario realizar la presente investigación dando respuesta a la siguiente pregunta:

Realmente ¿son óptimas las instalaciones para el uso adecuado? ¿qué tan eficiente son los STAR? ¿Qué tan frecuente son los monitoreos del sistema de funcionamiento? Y, por último ¿el agua que se vierte al cuerpo de agua cumple los parámetros establecidos por la norma vigente?



1.4 Justificación

Viendo esta problemática en el municipio, la empresa comunitaria de acueducto, alcantarillado y aseo de Saravena ECAAAS E.S.P crea un sistema de tratamiento de agua residual con más de 20 años al servicio de la comunidad del cual.

Por tal razón, el desarrollo del proyecto se ejecutará con el fin de evaluar y reforzar el óptimo funcionamiento del sistema para hacer entrega de aguas residuales previamente tratadas, cumpliendo los parámetros y límites permisibles por la norma de vertimiento puntual a la población en general, lo que evitará a largo plazo daños al abastecimiento público, depreciación del valor de la tierra, impacto negativo al entorno ecológico, afectaciones a la salud humana y será empleado como recurso de soporte para evitar sanciones ambientales de la misma.



2 capítulo. Marco Referencial

2.1 Marco Contextual

2.1.1 Descripción Física De Saravena – Arauca

El Municipio de Saravena se encuentra localizado al noroccidente del espacio geográfico de la Orinoquia Colombiana, su extensión es de 658.7 km², equivalente al 2.79% del departamento de Arauca y representando uno de los paisajes más complejos en términos de su biodiversidad, de su conformación fisiográfica, de sus procesos culturales y de su dinámica de poblamiento (PBOT, 2009).

La unidad geográfica está comprendida en la —Unidad Andina Orinocense, que comprende la vertiente de la Cordillera Oriental, que integra el Piedemonte, montañas, nieves y páramos. Donde se conservan coberturas originales de selvas en algunas zonas y nacen los principales ríos que dan origen al Arauca. Saravena hace parte, dentro de la Orinoquia araucana, del paisaje andino Orinocense el cual, desde el punto de vista paisajístico, puede dividirse de la siguiente manera:

- Piedemonte andino: Está localizado en la sección baja de la cordillera y conformado por un complejo relieve de materiales acumulados y estribaciones andinas donde sobresalen bajos, áreas de explayamiento, cunas, terrazas, mesetas, mesas, colinas, lomas y serranías. Esta zona estuvo cubierta de selva y está comprendida entre los 200 y 1000 metros sobre el nivel del mar.
- Vertiente cordillerana: Conformada por relieves escalonados descendientes hasta



alcanzar los 1.000 m sobre el nivel del mar. La zona cordillerana está cubierta por completo de selva de gran biodiversidad, riqueza hídrica y de suelos. En esta zona está el Parque Nacional Natural Cocuy y la reserva indígena U'WA (PBOT, 2009).

2.1.2 Ubicación Geográfica De Saravena

El Municipio de Saravena está ubicado en la Orinoquía colombiana, al noroccidente del departamento de Arauca, como centro de una región donde confluyen los Municipios de Tame, Fortul, Saravena, Arauquita y Cubará. Sus coordenadas geográficas son:

Área de estudio	Coordenadas	
Municipio de Saravena	Latitud norte	Longitud
La extensión del Municipio: 658,7 km ²	6 grados 46' y 7 grados 00'	71° 41' y 72° 06'.

Tabla 1 Coordenadas del Municipio. Fuente: datos (PBOT, 2009).elaboración propia.

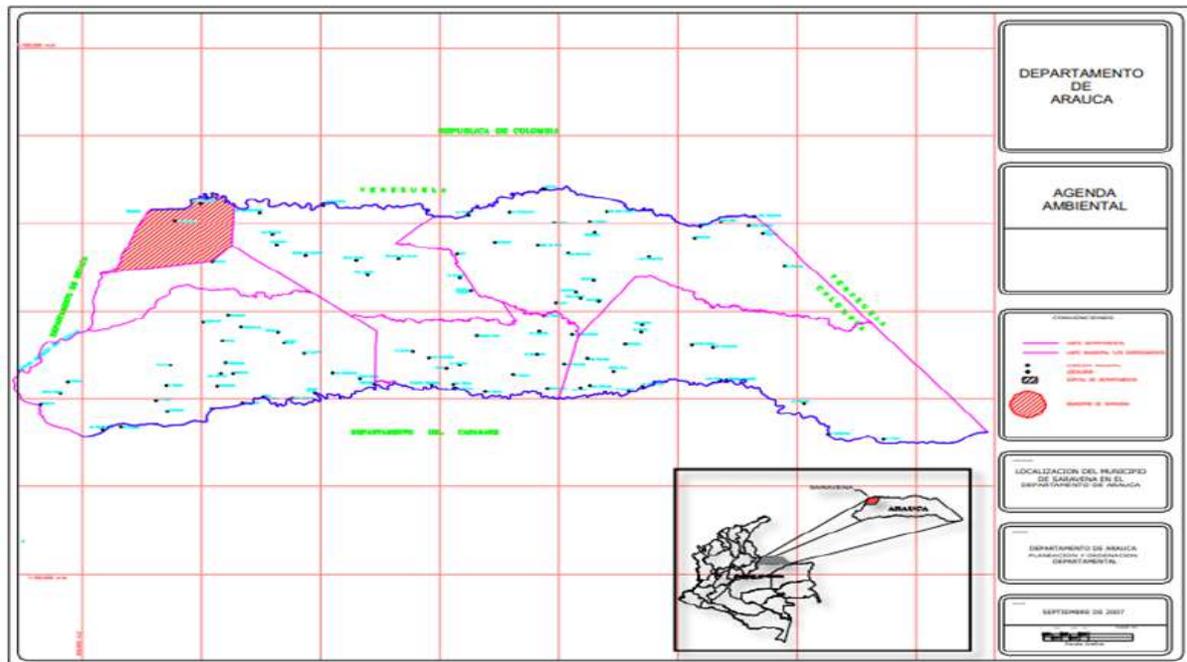


Tabla 2 Mapa de ubicación geográfica, fuente: Agenda ambiental, 2007

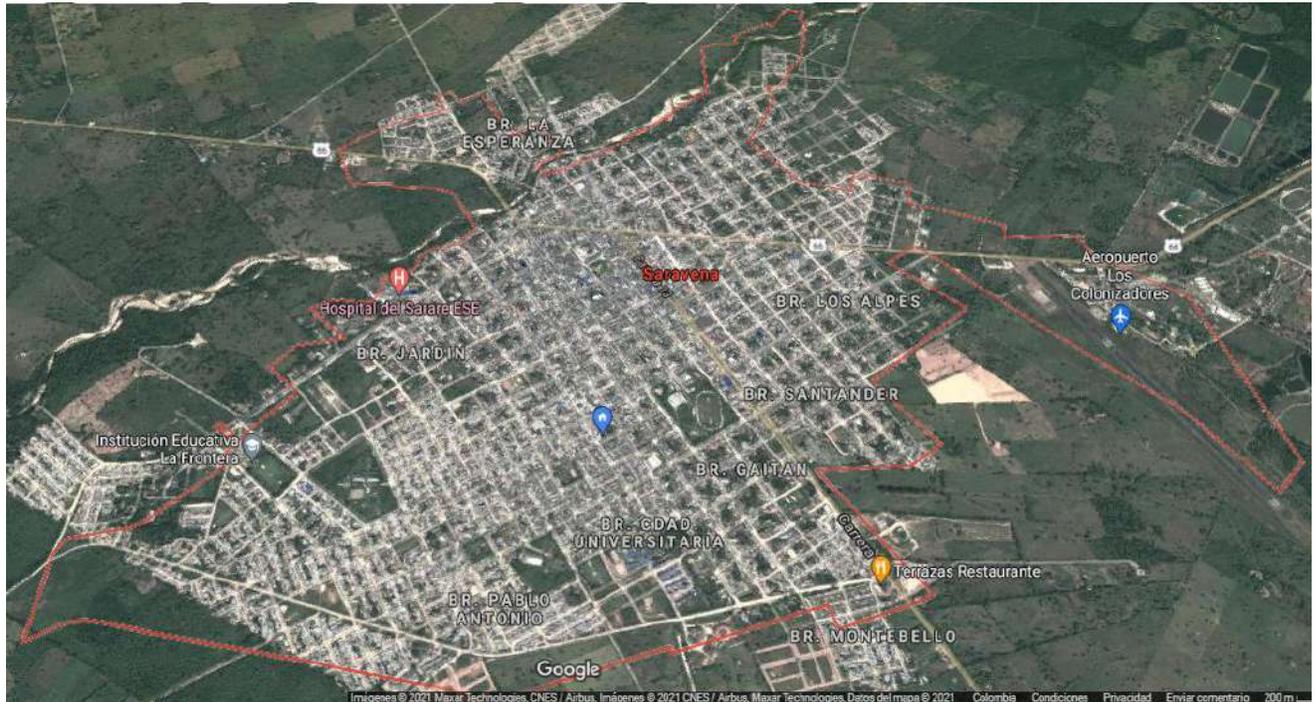


Tabla 3 Municipio de Saravena. Fuente: Google Hearth 2021

2.1.3 Hidrografía en el Municipio de Saravena

Por influencia de la cordillera oriental se determina la distribución de las aguas corriendo en sentido sur / noreste, hacia la cuenca del río Arauca y a su vez, a la cuenca del Orinoco. En la cordillera, el recorrido es perpendicular al plegamiento hasta el cambio de cauce y en la parte plana, disperso hacia el Orinoco.

2.1.3.1 La dinámica hídrica y clasificación de fuentes son:

Las fuentes que abastecen el suministro de líquido para poblaciones y producción, son todas superficiales y son Río Satocá (ECAAAS ESP), Río Chiquito y Río Banadías (COOARCHIC LTDA), Río Bojabá (COOAGUASAR LTDA); Quebrada la Negra, Caño Negro, Quebrada la Pava, Caño Sardina, Quebrada San Joaquina, Caño Tigre y Río Sitacá (diferentes



acueductos veredales) (PBOT, 2009)



Tabla 4 cuencas hidrográficas del municipio de Saravena

Fuente: (PBOT, 2009)

2.1.3.2 oferta hídrica. debido al régimen monomodal que le permite conta con lluvias durante la mayor parte del año. Esta distribución temporal es complementada con la distribución espacial casi total en el área de jurisdicción. Además, en el suelo y subsuelo, a poca profundidad, se puede encontrar agua de buena calidad para diversas actividades.

2.1.4 Condiciones climáticas

Nuestra región está ubicada en la zona Torrida, sobre el Ecuador, donde el calentamiento es mayor que en cualquier otra parte del planeta. En esta zona los vientos recogen humedad de los océanos y las sabanas, que luego golpean las montañas y con ello se enfrían y cae la humedad



en forma de lluvia.

En promedio caen 2,884 mms en el año y en un año lluvioso pueden caer hasta 6.365,7 mms. Los meses más lluviosos son junio, mayo, julio, agosto, septiembre y octubre. Lluven 195 días promedio en el año, y en mayo, junio, julio y agosto llueve durante más 20 días por mes, en un año lluvioso pueden llover hasta 300 días. (PBOT, 2009)

2.2 Marco Teórico

Toda comunicad genera residuos tanto sólidos como líquidos. A este hecho cabe añadir la frecuente presencia en el agua residual bruta, de macroorganismos patógenos causantes de enfermedades que habitar...deben ser eliminados de cara a la protección del entorno, requiere una respuesta específica en cada caso concreto. Para establecer dicha respuesta es preciso analizar las condiciones y necesidades locales en cada caso, y aplicar tanto los conocimientos científicos como la experiencia previa de ingeniería, respetando la legislación y las normas reguladoras de la calidad -del agua existentes (Metcalf & Eddy Inc.).

Las aguas residuales son aquellos tipos de agua que han sido tratadas de alguna manera por el ser humano y, en consecuencia, trae efectos negativos en los cuerpos de agua manipulados. Estas aguas también conocidas como aguas negras o cloacas generan un residuo el cual afecta al entorno de seres vivos que la rodea. Este tipo de aguas son controladas por el gobierno según las leyes locales vigentes. Para Colombia, estos vertimientos se rigen por la Resolución 0631 de 2015, que controla las propiedades fisicoquímicas alteradas en los cuerpos de agua. (Báez & Delgado, 2019).



Las Geomembranas El término “geomembrana” fue acuñado por J.P. Giroud en el Coloquio Internacional sobre el Empleo de Textiles en Aplicaciones Geotécnicas, que se celebró en París en el año 1977. (Abad et al. 2010). De esta forma se daba fin a una serie de acepciones más o menos imprecisas como láminas de impermeabilización o membranas flexibles (Zanzinger 2007).

Tipos de aguas residuales:

- Aguas residuales domésticas: Aquellas procedentes de zonas de vivienda y de servicios generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas (Fernandez, y otros)
- Aguas residuales industriales: Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial (Fernandez, y otros)
- Aguas urbanas: Las aguas residuales domésticas o la mezcla de estas con aguas residuales industriales y/o aguas de escorrentía pluvial. Todas ellas habitualmente se recogen en un sistema colector y son enviadas mediante un emisario terrestre a una planta EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) (Fernandez, y otros)

Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales: Según lo que plantea Metcalf y Eddy (1979) en su libro de ingeniería sanitaria, cuando estas unidades se agrupan forman lo que se conoce como: *tratamiento primario* son las unidades de tratamiento físico, que son el cribado, la sedimentación, y la flotación. *Tratamiento Secundario* son las biológicas y químicas, en los



cuales se deben tener presentes los procesos de lodos activados, aireación prolongada también conocido como proceso de oxidación total, los procesos de contacto estabilización, aireación escalonada, lodos activos por mezcla completa, aireación descendente, aireación con oxígeno puro, las lagunas aireadas, lagunas de estabilización, filtros percoladores, biodiscos, y los tratamientos anaerobios. *Tratamiento terciario o avanzado* que suelen ser combinaciones de los tres procesos, en los cuales se tienen la eliminación de sólidos en suspensión, la adsorción por carbón activo, intercambio iónico, osmosis inversa, electrodiálisis, procesos de oxidación química (cloración, ozonación) eliminación de fosforo y nitrógeno.

Según Patricia Martínez en Domos Agua dice que estos tratamientos se generan subproductos que pueden causar malos olores en los alrededores, el hecho por el cual se puede generar un rechazo de las poblaciones aledañas a la instalación de PTAR en sus locaciones. Por ello el conocimiento de la fuente de los olores y de las tecnologías para su control toma importancia. Normalmente los malos olores están asociados a la generación y tratamiento de residuos sólidos como el lodo biológico o químico, así como con el manejo del agua residual misma y con la degradación de la materia orgánica dentro de la planta de tratamiento. Las soluciones a los problemas de olores en las PTAR van desde simplemente adecuar el diseño y operación de estas, hasta evaluar incluir nuevas o diferentes tecnologías y procesos, ejemplo: Los lodos aeróbicos.

Parametros fisicoquimicos de vertimientos puntuales:



PARÁMETRO	UNIDADES	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS - ARD,	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS - ARD,
		Y AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS - ARD DE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO, CON UNA CARGA MAYOR A 625,00 Kg/día Y MENOR O IGUAL A 3.000,00 Kg/día DBO ₅	Y AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS - ARD DE LOS PRESTADORES DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO, CON UNA CARGA MAYOR A 3.000,00 Kg/día DBO ₅
Generales			
pH	Unidades de pH	6,00 a 8,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	180,00	150,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L O ₂	90,00	70,00
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	90,00	70,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mg/L	5,00	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00	10,00
Compuestos Semivolátiles Fenólicos	mg/L		Análisis y Reporte
Fenoles Totales	mg/L		Análisis y Reporte
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Hidrocarburos			
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	mg/L		Análisis y Reporte
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno)	mg/L		Análisis y Reporte
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	mg/L		Análisis y Reporte
Compuestos de Fósforo			
Ortofosfatos (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno			
Nitratos (N-NO ₃ ⁻)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO ₂ ⁻)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amomiacal (N-NH ₃)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Iones			
Carbono Total (CN)	mg/L	0,50	0,50
Cloruros (Cl)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Sulfuros (S ²⁻)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Metales y Metaloides			
Aluminio (Al)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Cadmio (Cd)	mg/L	0,10	0,10
Cinc (Zn)	mg/L	3,00	3,00
Cobre (Cu)	mg/L	1,00	1,00
Cromo (Cr)	mg/L	0,50	0,50
Hierro (Fe)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Mercurio (Hg)	mg/L	0,02	0,02
Níquel (Ni)	mg/L	0,50	0,50
Plata (Ag)	mg/L		Análisis y Reporte
Plomo (Pb)	mg/L	0,50	0,50
Otros Parámetros para Análisis y Reporte			
Acidez Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Cálcica	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m ⁻¹	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

Tabla 5 Parámetros Físicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (Res 0631, 2015)

2.3 Marco Conceptual



Aguas residuales domésticas – ARD. Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a: 1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios. 2. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado (RAS Título D, 2016)

Calidad del agua residual. Conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas propias del agua residual. (RAS Título D, 2016)

Aforo. Estudio, o la medición de los caudales; es la manera de cuantificar el potencial hídrico disponible para poder estimar el grado de contaminación que pudiera provocar en ella una posible descarga de residuales. (UNESCO, 2019)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). ó Demanda de oxígeno Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable. (RAS, 2000)

Demanda Química de Oxígeno (DQO). Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas. (RAS, 2000)

Eficiencia ecológica. Entrega de productos y servicios con precios competitivos que satisfacen necesidades humanas y traen bienestar a la vida, y al mismo tiempo se trata de reducir progresivamente los efectos ecológicos y el uso de recursos durante todo el ciclo vital, a un nivel



por lo menos en línea con la capacidad de sustento máximo estimado en la Tierra. (UNESCO, 2019)

Indicador ambiental. Parámetro o valor derivado de ciertos parámetros que proporciona información sobre el estado del medio ambiente, describe dicho estado o se refiere a éste (UNESCO, 2019)

Licencia ambiental. Es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada. Lo anterior en los términos del artículo 52 de la Ley 99 de 1993, o la norma que lo modifique o sustituya (RAS Título D, 2016)

Planta de tratamiento de aguas residuales. PTAR (RAS Título D, 2016)

Punto de descarga. Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo.

Recurso hídrico. Aguas superficiales, subterráneas, meteóricas y marinas. (Minambiente, 2015).

Usuario Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor. (Ley 142 de 1994)

Zona de protección sanitaria. área alrededor de las instalaciones industriales, con extensión variable y donde se restringe la actividad económica y humana, con el objetivo de preservar la salud de la población. Comprende: área de régimen estricto, de restricción y de observación. (UNESCO, 2019).



2.4 Antecedentes

A nivel internacional organizaciones como la United Nations Educational, scientific and Cultural Organización, UNESCO, En el 2017 presentó el Informe Mundial sobre la importancia que debía tener para los gobiernos generar políticas para el tratamiento de aguas residuales, en tanto fuente infravalorada y sostenible de agua, energía, nutriente y otros subproductos recuperables, en lugar de algo que se debe eliminar. En el informe, se advierte que las aguas residuales hacen parte de lo que se definen como una economía circular que equilibra el desarrollo económico de la mano de la protección y sostenibilidad de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental; así como en la mejora de la calidad del agua. (Gomez, 2019)

En el país se han desarrollado diferentes investigaciones que se ocupan de problematizar las plantas de tratamiento de aguas residuales como la Propuesta De Mejora De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales De Arbelaez A Partir Del Sistema De Deer Island Wastewater Treatment Plant donde implementaron matriz aspectos e impactos ambientales, matriz Leopold y en la estructura de la PTAR de Arbelaez creación el plan de mejora y plan de mantenimiento con base en el sistema de la planta de Deer Island Wastewater Treatment Plant (Gomez, 2019)

En estudios de post grado se tiene la Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias... El caudal de la bomba se determinó teniendo en cuenta el tiempo transcurrido entre los arranques de la bomba y el cambio de la lámina de agua. Con el área del reactor y la altura medida se establecía un volumen. Con dicho



volumen y el tiempo transcurrido se hallaba el caudal. Sin embargo, el caudal no era constante por lo que se establece un caudal promedio de 3,5lps. Las características de la operación del reactor se determinaron mediante ensayos en la entrada y salida, así como en cada uno de los cuatro compartimientos que lo conforman. Esta etapa fue desarrollada entre el 25 de julio y el 26 de julio de 2013, sobre muestras compuestas para un periodo de ocho (8) horas. Los resultados se presentan en las tablas 20 a 24... La PTAR tampoco cumple la eficiencia esperada en remoción de sólidos suspendidos totales. (Yepes, 2015)

Otro estudio de Evaluación Y Monitoreo Del Sistema De Lagunas De Estabilización Del Municipio De Santa Fé De Antioquia, Colombia. Donde se hace la implementación de las lagunas de estabilización en algunos municipios colombianos, es atractiva en términos económicos, pero han producido algunos rechazos por parte de las comunidades aledañas por la generación de malos olores. También se ha detectado mal funcionamiento de estas, ocasionado posiblemente por aspectos constructivos y/o de operación y mantenimiento, puesto que se han tenido en la concepción de ser sistemas que pueden trabajar sin ninguna supervisión (Restrepo, 2008).

A nivel de pregrado existe el Análisis y Estado de Funcionamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa ECAAAS – E.S.P. de Saravena”. Es por ello por lo que, se efectuaron varias actividades dónde se tiene en cuenta la caracterización física de las estructuras que hacen parte del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) del municipio de Saravena... al uso racional del agua, promoviéndose ya sea a corto, mediano y



largo plazo; con la finalidad de crear conciencia y cultura ambiental en los habitantes del municipio de Saravena - Arauca. (Amaya, 2020).

Finalmente se documenta en el periodo de 2019 la empresa ECAAAS-E.S.P. genera un informe general donde se evalúa la sección de acueductos, alcantarillado, aseo y la parte administrativa junto a accidentes laborales. Este informe de cumplimiento de agenda ambiental – municipio de Saravena, saneamiento básico. 2 componente ambiental cuenta del 2006 la aprobación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos por un término de cinco años (Corporinoquia, 2011)

2.5 Marco Legal

La aplicación de la normatividad legal es un apoyo fundamental y una garantía para el cumplimiento de los distintos requerimientos que mantienen el orden en la sociedad, en este caso este trabajo será de gran apoyo para la implementación de la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial y de esta manera evitar innumerables pérdidas humanas, sin mencionar las millonarias pérdidas materiales cuyos daños dejan cicatrices casi irreparables. P

ara esto es necesario hacer alusión a las principales normatividades que respaldan estos proyectos.

Normativa del Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial

Concepto	Objeto
----------	--------



Resolución 0330 del 17 de junio 2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números <u>1096</u> de 2000, <u>0424</u> de 2001, <u>0668</u> de 2003, <u>1459</u> de 2005, <u>1447</u> de 2005 y <u>2320</u> de 2009.	Reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo.
Resolucion 0631 del 17 Marzo de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores maximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales ya los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones	Establece los parámetros y los valores límites maximos permisibles que deberan cumplir quienes realicen vertimientos puntuales a los cuerpos superficiales y a los sistemas de alcantarillado publico
Decreto 4728 del 23 de dic 2010	"Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010"	Artículo 7°. El artículo 77 del Decreto 3930 de 2010 y Artículo 8. El artículo 78. Ajuste de los Planes de Cumplimiento
Decreto 3930 de 25 oct 2010 Artículo 28	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la ley 9 de 1979, asi coo el cap II del Título VI en cuanto a usus del agua y residuaos solidos y se dictan otras disposiciones.	El presente decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hidrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.
Ley 373 del 6 junio de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	“Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua... adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico”.
Índice De Riesgo De La Calidad El Agua- IRCA 2017	Instrumento básico para garantizar que el agua suministrada por las empresas prestadoras cumpla con las características establecidas para el agua para consumo humano.	Para estimar el grado del nivel de riesgo sobre el agua suministrada, el IRCA asigna a cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas establecidas en la Resolución 2115
Resolución CRA 151 de 2001 y sus	Regulación integral de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.	

modificaciones

Ley 142 de 1994, decreto 302 del 2000 Servicios Públicos Domiciliarios	por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	Artículo 11. Función social de la propiedad en las entidades prestadoras de servicios públicos. Y otros
--	--	---

Tabla 6 Marco Legal, Elabora: Leal (2021)

3 Capitulo. Metodología

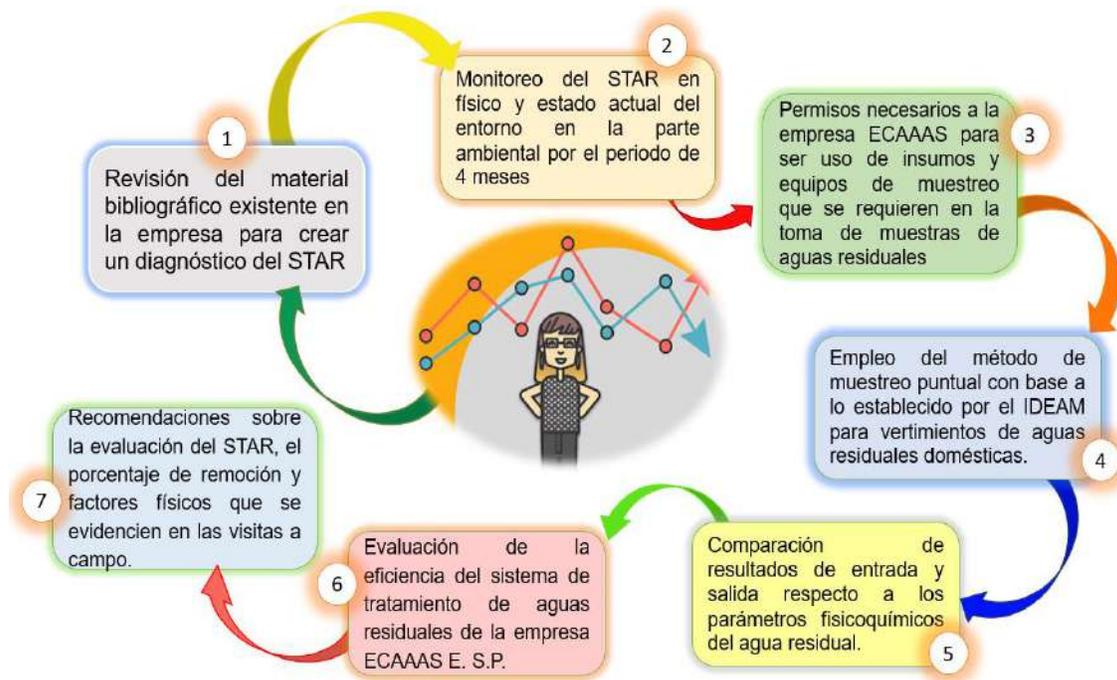


Tabla 7 Metodología, Fuente: Leal (2021)

La ilustración 7 representa la metodología empleada en el desarrollo de la práctica profesional, que describen las actividades a continuación durante las prácticas empresariales:

3.1 Descripción de actividades



3.1.1 **Revisión del material bibliográfico.**

Se realizó petición verbal para adquirir el material bibliográfico propio de la empresa con el que se verifica de manera textual los procesos operativos en las lagunas de acuerdo a la normativa vigente para crear un diagnóstico del STAR.

3.1.2 **Visitas A Campo**

Estos monitoreos se llevaron a cabo mediante siete (7) visitas de campo, divididos en dos secciones, el primero con la creación del formato (anexo 1) para medición de caudal mensual, y el segundo con bitácoras de inspección propias de la empresa donde se evidencia las condiciones de funcionamiento del STAR por un periodo de tres (3) meses que lleva desde datos de registro (Encuestador, fecha evento, fecha reporte, confiabilidad de la fecha de reporte, institución, fuente de registro), hasta infraestructura en cada división y espacio de observación por si se presenta alguna anomalía.

3.1.3 **Muestreo**

Se solicitó listado de insumos o materiales empleados en el monitoreo de la ECAAAS en las divisiones del STAR debido a que este ya se había realizado, junto al formato anteriormente mencionado en el cual se consigna cierta cantidad de información indispensable para los rótulos de los que comprenden el SIAMA, afluente de entrada y efluente del STAR (100 m arriba vertimientos (100 m arriba vertimientos, 100 m abajo del vertimientos y 1000 m abajo del vertimiento).

3.1.4 **Método de muestreo**



El método de muestreo es puntual y compuesta para vertimiento, dado por el laboratorio de SIAMA LTADA que se ajusta a lo estipulado en la norma, junto a ello los materiales debidamente esterilizados y enviados al laboratorio en la ciudad de ubicación.

3.1.5 **Resultados de parámetros fisicoquímicos**

Los datos expresados son resultados de las muestras enviadas al laboratorio SIAMA en el monitoreo que se efectuó en el mes de febrero del 2021.

3.1.6 **Evaluación**

Con el resultado de cada parámetro se determina la eficiencia y adjunto a esto, se comparan los datos del monitoreo efectuado en el mes de febrero del 2021 del afluente y del efluente.

3.1.7 **Recomendaciones**

Este ítem abarca sugerencias para el mejoramiento del STAR ejecutado en la práctica empresarial.



4 Capítulo. Resultados Y Discusión.

4.1 Descripción De Las Lagunas

El proyecto de Optimización Del Sistema De Tratamiento De Aguas Residuales, se encuentra ubicado al oriente del casco urbano, vía que conduce a Arauca, a la altura del batallón, el aeropuerto, veredas Madre Vieja y puerto Arturo, del municipio de Saravena, departamento de Arauca; ocupa un área de 32 hectáreas 2000 m² a la margen izquierda de la quebrada la Pava, quien recibe las aguas tratadas después de someterse al tratamiento. (ECAAAS ESP.).

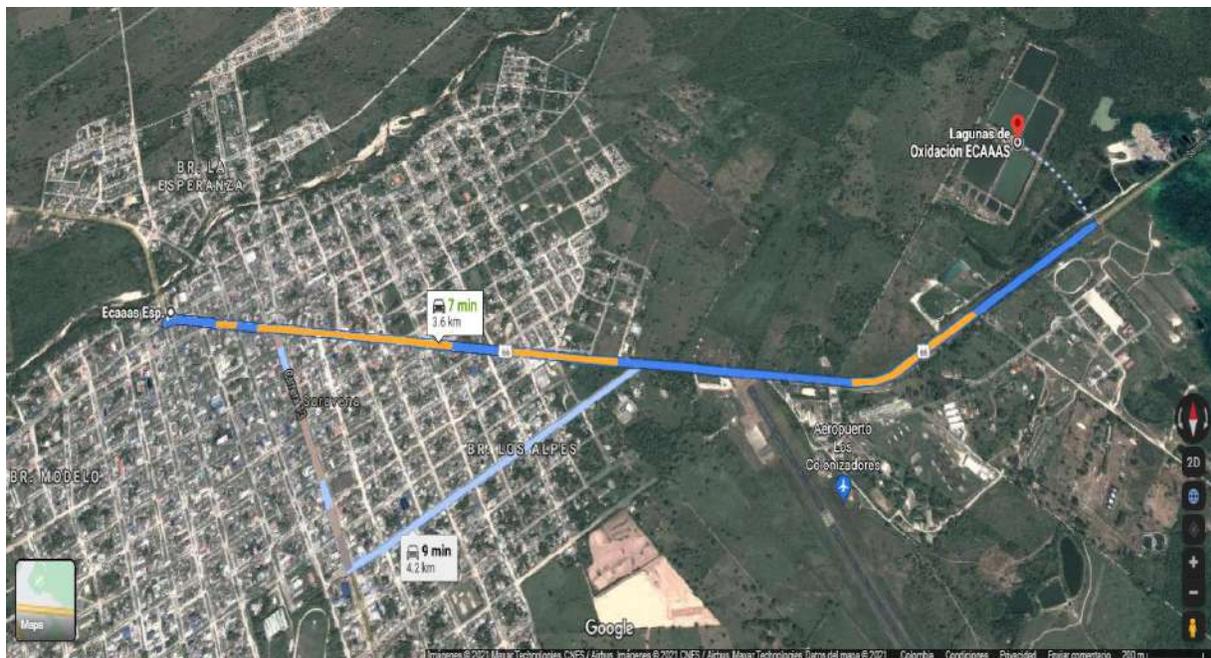


Tabla 8 Trayecto desde ECAAAS hasta las Lagunas de Oxidación. Fuente: Google Hearth 2021

El sistema de alcantarillado en el municipio de Saravena es de tipo sanitario, compuesto por diferentes estructuras hidráulicas que permiten la recolección y transporte de las aguas



servidas. La red de recolección del alcantarillado tiene una longitud de 75,4 km aprox. en el casco urbano, de los cuales el 54.47% está en tubería de gres, 41.68% en tubería de PVC y el 0.85% en tubería de concreto. El sistema funciona hace 30 años y opera totalmente por gravedad. (ECAAAS ESP.)

El tratamiento de aguas residuales está compuesto por dos sistemas paralelos de lagunas de estabilización, el primer sistema construido en el año de 1998 impermeabilizado con arcilla y un segundo sistema construido recientemente año 2011 impermeabilizado con geomembrana.

El Sistema de tratamiento de agua residual de la empresa ECAAAS E.S.P posee tres componentes descritos continuación:

4.1.1 Preliminares

Sistema de tratamiento de Aguas Residuales				
ALCANTARILLADO				
Nivel de Complejidad: Bajo ____ Medio ____ Medio-Alto <u> X </u> Alto ____				
Continuidad: 24horas / día				
Componentes del sistema	Tipo de infraestructura	Edad de la infraestructura	Material de la infraestructura	Ubicación Geográfica
Tratamiento preliminar de rejillas	Rejillas en acero	Primera fase:24 años. Segunda fase:10 años.	Acero	Vereda puerto Arturo.
<p>Descripción: se consta de 2 fases de cribado.</p> <p>Primera fase: se cuenta con una rejilla la cual está construida en barras de acero con un espaciamiento entre ellas de 5 centímetros, instalada a 45° en dirección trasversal a la circulación del agua, localizada aguas arriba del desarenador. Las actividades de limpieza se realizan a diario manualmente.</p>				



Segunda fase: este tratamiento tiene 2 rejillas las cuales está construidas en barras de acero con un espaciamiento entre ellas de 2 centímetros, instaladas perpendicularmente a la circulación del agua, localizada aguas abajo del desarenador.

Tabla 9 Descripción de Pretratamiento. Fuente: (ECAAAS ESP.)

4.1.1.1 Desarenado del STAR

Sistema de tratamiento de Aguas Residuales ALCANTARILLADO				
Nivel de Complejidad: Bajo ____ Medio ____ Medio-Alto <u>X</u> Alto ____				
Continuidad: 24horas / día				
Componentes del sistema	Tipo de infraestructura	Edad de la infraestructura	Material de la infraestructura	Ubicación Geográfica
Tratamiento preliminar desarenador	Desarenador	10 años.	Concreto reforzado	Vereda puerto Arturo.
Descripción: El desarenador es una estructura compuesta por dos secciones paralelas en concreto reforzado, dotado de dos compuertas de 22” por cada sección para su operación, diseñado para un caudal de 250 L/s. Sin embargo, el caudal promedio de tratamiento actual es de 42 L/s.				
Sistema de tratamiento de Aguas Residuales ALCANTARILLADO				
Nivel de Complejidad: Bajo ____ Medio ____ Medio-Alto <u>X</u> Alto ____				
Continuidad: 24horas / día				
Componentes del sistema	Tipo de infraestructura	Edad de la infraestructura	Material de la infraestructura	Ubicación Geográfica
Tratamiento	Canaleta	24 años.	Concreto	Vereda



preliminar desarenador	Parshall		reforzado	puerto Arturo.
Descripción: Permite aforar el agua residual que ingresa al sistema. La canaleta es de concreto reforzado tiene una regilla para medición de caudales.				

Tabla 10 Descripción de Desarenador (ECAAAS ESP.)

4.1.2 Primario

La empresa ECAAAS E.S.P lleva a cabo el tratamiento primario en el cual el primer sistema consta de 3 laguna anaerobia impermeabilizadas con arcilla y el segundo con 2 lagunas ya impermeabilizadas con geomembrana, en estas se efectúan gran parte de la remoción de materia orgánica suspendida (SST) y parte de la fracción soluble de materia orgánica (DBO5) (ECAAAS ESP.)

El sistema cumple con procesos biológicos o secundarios, estos se emplean para convertir la materia orgánica fina coloidal y disuelta en el agua residual en floc biológico sedimentable y sólidos inorgánicos que pueden ser removidos en las lagunas anaerobias; como es remover la DBO soluble que escapa de un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de sólidos suspendidos. Este tratamiento típico remueve aproximadamente 85% de la DBO y los SST, aunque no remueve cantidades significativas de nitrógeno, fósforo, metales pesados ni organismos patógenos.

Figura 1. Mecanismo de Autopurificación de las Lagunas Anaerobias (ECAAAS ESP.)

Sistema de tratamiento de Aguas Residuales				
ALCANTARILLADO				
Nivel de Complejidad: Bajo ____ Medio ____ Medio-Alto <u>X</u> Alto ____				
Continuidad: 24horas / día				
Componentes del sistema	Tipo de infraestructura	Edad de la infraestructura	Material de la infraestructura	Ubicación Geográfica
Tratamiento primario	Lagunas anaerobias	24 años y 10 años.	Material seleccionado compactado, concreto reforzado, arcilla, geomembrana.	Vereda puerto Arturo.
<p>Descripción: Para el tratamiento primario se cuenta con un primer sistema dotado de tres lagunas anaerobias con dimensiones 45 metros de largo por 22.5 metros de ancho, una profundidad de 4.0 metros, con taludes 1,2 en un área de 3037.5 metros cuadrados. Este sistema posee un caudal de diseño de 130 L/s.</p>				

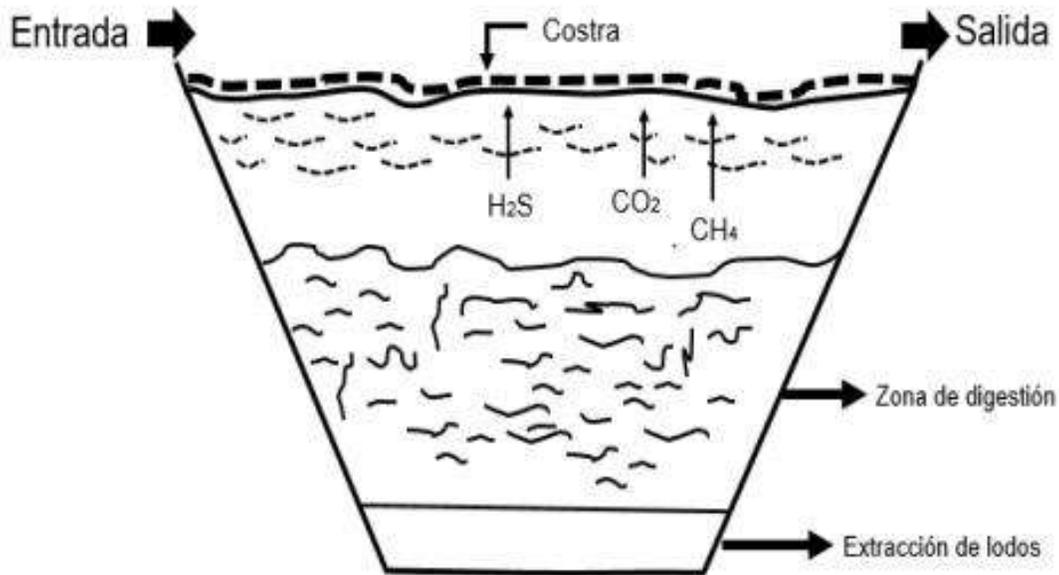


Tabla 11 Descripción de Tratamiento Primario. Fuente: (ECAAAS ESP.)



4.1.3 Secundario:

Sistema de tratamiento de Aguas Residuales				
ALCANTARILLADO				
Nivel de Complejidad: Bajo ____ Medio ____ Medio-Alto <u>X</u> Alto ____				
Continuidad: 24horas / día				
Componentes del sistema	Tipo de infraestructura	Edad de la infraestructura	Material de la infraestructura	Ubicación Geográfica
Tratamiento Secundario	Lagunas facultativas	24 años y 10 años.	Material seleccionado compactado, concreto reforzado, arcilla, geomembrana.	Vereda puerto Arturo.
Descripción:				
El primer sistema cuenta con dos lagunas facultativas con dimensiones de 226.5 metros de largo por 113.3 metros de ancho cada una con una profundidad de 2 metros, en un área de 79500 metros cuadrados con taludes 1:3. Con un caudal de diseño de 130 L/s. El segundo sistema impermeabilizado con geomembrana cuenta con dos lagunas facultativas de 230 metros de largo por 76,5 metros de ancho por una profundidad de 2.0 metros, con taludes 3 m en un área de 55224 metros cuadrados, con un caudal de diseño de 115 L/s.				

Tabla 12 Descripción de tratamiento Secundario. Fuente: (ECAAAS ESP.)

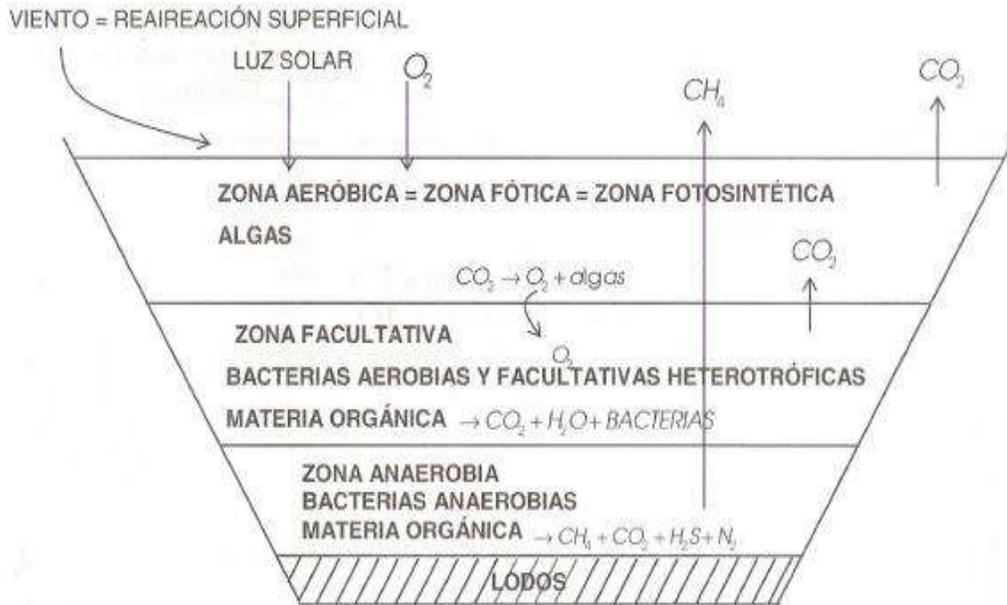


Ilustración 1 Mecanismos de Autopurificación en Lagunas Facultativas (ECAAAS ESP.)



4.1.4 Terciario:

Sistema de tratamiento de Aguas Residuales				
ALCANTARILLADO				
Nivel de Complejidad: Bajo ____ Medio ____ Medio-Alto <u>X</u> Alto ____				
Continuidad: 24horas / día				
Componentes del sistema	tipo de infraestructura	Edad de la infraestructura	Material de la infraestructura	Ubicación Geográfica
Tratamiento Terciario	Lagunas de maduración.	24 años y 10 años.	Material seleccionado compactado, concreto reforzado, arcilla, geomembrana.	Vereda puerto Arturo.
Descripción: El primer sistema cuenta con una laguna de maduración con dimensiones de 225.5 metros de largo por 113.6 metros de ancho cada una y una profundidad de 1,5 metros, (dimensiones similares a las facultativas) en un área de 27120 metros cuadrados, con taludes 1:3, su caudal de diseño de 130 L/s. El segundo sistema no se construyó un sistema de lagunas de maduración o pulimento, las aguas residuales de este sistema son transportadas por medio de tubería de PVC de 16” de diámetro a la descarga o vertimiento final, de la misma forma cuenta con una derivación aledaña a la laguna de maduración o pulimento al primer sistema que se conectara una vez la laguna de maduración se impermeabilice. Estas lagunas reciben el efluente de lagunas facultativas. Lagunas de maduración son unidades menos profundas (1.5 m) en comparación a las lagunas anteriores.				

Tabla 13 Descripción de tratamiento Terciario. Fuente (ECAAAS ESP.)

4.1.5 Vertimiento:

Sistema de tratamiento de Aguas Residuales				
ALCANTARILLADO				
Nivel de Complejidad: Bajo ____ Medio ____ Medio-Alto <u>X</u> Alto ____				
Continuidad: 24horas / día				
Componentes del sistema	Tipo de infraestructura	Edad de la infraestructura	Material de la infraestructura	Ubicación Geográfica



vertimiento	Canaleta Parshall	MENOS 1 año.	Concreto reforzado	Vereda puerto Arturo.
Descripción: Permite aforar el agua residual que sale del sistema. La canaleta es de concreto reforzado tiene una reglilla para medición de caudales.				

Tabla 14 Descripción de Vertimiento. Fuente (ECAAAS ESP.)

4.1.5.1 Postratamiento: *Disipador de energía*

Sistema de tratamiento de Aguas Residuales				
ALCANTARILLADO				
Nivel de Complejidad: Bajo ____ Medio ____ Medio-Alto <u>X</u> Alto ____				
Continuidad: 24horas / día				
Componentes del sistema	Tipo de infraestructura	Edad de la infraestructura	Material de la infraestructura	Ubicación Geográfica
vertimiento	Disipador energía escalonada	MENOS 1 año.	Concreto reforzado	Vereda puerto Arturo.
Descripción: Un canal escalonado es un canal artificial inclinado, formado por escalones, Los escalones de un canal escalonado actúan como elementos rugosos, lo que conlleva, a que se presente un aumento en la fricción en el fondo del canal y una disminución de la energía residual al pie del canal.				

Tabla 15 descripción Postratamiento. Fuente (ECAAAS ESP.)

4.1.6 Fuente Receptora

Quebrada la Pava, Nace en la vereda las playas del Bojaba, hace su recorrido por la vereda Pavitas, Pava y el área urbana para luego desembocar en el río Banadía, en su trayecto el agua se utiliza para actividades agrícolas, ganaderas y pesca, así mismo se observa en la parte media algunos sitios especiales para la recreación de contacto directo, presenta procesos de avenidas en época invernal y en época de verano su oferta hídrica se disminuye sosteniblemente



hasta dejar un pequeño hilo de agua. Dentro de la vegetación encontrada en las márgenes de la Quebrada y zona de aislamiento se tienen bosques de galería, con densidad moderada y presencia de estratos medios y bajos (ECAAAS ESP.). Ver ilustración 4, pág. 17.



Ilustración 2 Quebrada la pava, aguas abajo de vertimiento. Fuente: Leal (2021).

4.1.7 Monitoreo Y Laboratorio

4.1.7.1 Monitoreos en el STAR

La Empresa ECAAAS E.S.P, realiza semestralmente la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los vertimientos de aguas residuales. Así como la medición de caudales de diferentes puntos, producto del afluente y efluente de las lagunas de oxidación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, aguas arriba 100 metros y aguas abajo 100 y 1000 metros. (ECAAAS ESP.)

Tabla 16 Descripción De Los Puntos de Monitoreo

N°	Punto de Muestreo	Coordenadas	
		Geográficas	Planas
1	Afluente (Parshall de Entrada)	06°57'45.3'' – 71°51'06.6''	914463:1261473
2	Efluente (Parshall Salida)	06°58'07.4'' – 71°50'48.20''	914674:1261692
3	100 mts Arriba del Vertimiento	06°58'10.0'' – 71°50'49.7''	914851:1261712
4	100 mts Abajo del Vertimiento	06°58'09.1'' – 71°50'45.6''	914505:1261954
5	1000 mts Abajo del Vertimiento	06°58'15.6'' – 71°50'13.7''	914567:1262431



La empresa emplea las siguientes expresiones bibliográficas para determinar el caudal de entrada y salida del sistema:

Ancho de la garganta, W	Ecuación del gasto	Ancho de la garganta, W	Ecuación del gasto
mm	Ha entra en mm y el gasto sale l/s	m	Ha entra en m y el gasto sale m ³ /s
25.4	$Q = 0.001352 Ha^{1.55}$	0.3048	$Q = 0.6909 Ha^{1.52}$
50.8	$Q = 0.002702 Ha^{1.55}$	0.4572	$Q = 1.056 Ha^{1.536}$
76.2	$Q = 0.003965 Ha^{1.55}$	0.6096	$Q = 1.428 Ha^{1.55}$
152.4	$Q = 0.006937 Ha^{1.56}$	0.9144	$Q = 2.184 Ha^{1.566}$
228.6	$Q = 0.013762 Ha^{1.53}$	1.2192	$Q = 2.953 Ha^{1.576}$
		1.5240	$Q = 3.732 Ha^{1.587}$
		1.8288	$Q = 4.519 Ha^{1.595}$
		2.1336	$Q = 5.312 Ha^{1.601}$
		2.4384	$Q = 6.112 Ha^{1.607}$
		3.0480	$Q = 7.463 Ha^{1.6}$
		3.6580	$Q = 8.859 Ha^{1.6}$
		4.5720	$Q = 10.96 Ha^{1.6}$
		6.0960	$Q = 14.45 Ha^{1.6}$
		7.6200	$Q = 17.94 Ha^{1.6}$
		9.1440	$Q = 21.44 Ha^{1.6}$
		12.1920	$Q = 28.43 Ha^{1.6}$
		15.2400	$Q = 35.41 Ha^{1.6}$

Ilustración 3 Tablas para determinar el Q propio. Fuente: (ECAAAS ESP.)

4.1.1.1 Caudal Entrada Y Salida En El STAR

Para determinar el caudal del afluente (Entrada al sistema de lagunas) se mide la altura de la lámina de agua en la canaleta Parshall.

- Caudal de afluente

Esta estructura de aforo presenta la siguiente ecuación para determinar el caudal:

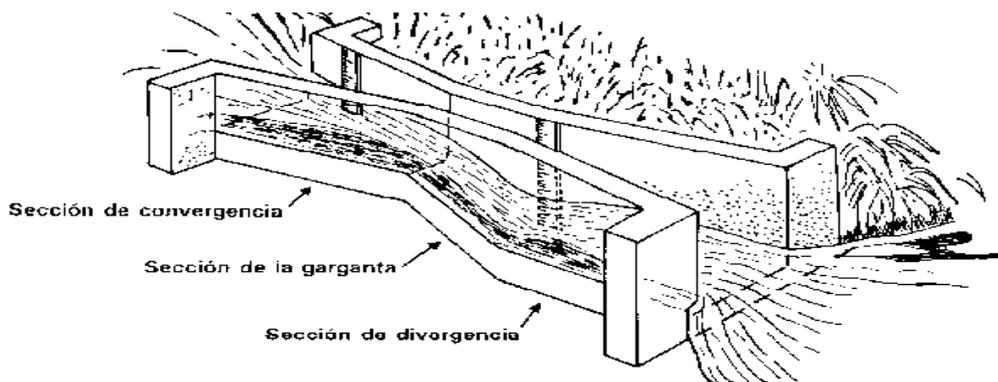


Tabla 17 canaleta Parshall (ECAAAS ESP.)

$$Q = 2,953 H_a^{1,578}$$



Donde: **Ha** (es la altura medida en terreno en la sección de la garganta donde se encuentra la reglilla) se debe dar en metros para ingresar a la formula. **Q** (Caudal) arroja en m³/s se debe convertir a L/s.

- **Caudal de efluente**

Esta estructura de aforo presenta la siguiente ecuación para determinar el caudal:

$$Q = 0,013762 H_a^{1,53}$$

Donde: **Ha** (es la altura medida en terreno en la sección de la garganta donde se encuentra la reglilla), se debe dar en (mm) milímetros para ingresar a la formula. **Q** (Caudal) arroja en L/s.

- **Caudal de fuente receptora**

Para el cálculo de estos caudales se utiliza el método del flotador. Para este fin se escogió una zona medianamente uniforme de la quebrada La Pava (100m arriba, 100 m abajo y 1000m abajo del vertimiento), allí se procede a hacer mediciones del ancho, del largo y de las profundidades de la Quebrada.

- **Determinación de Caudal por método del Flotador.**

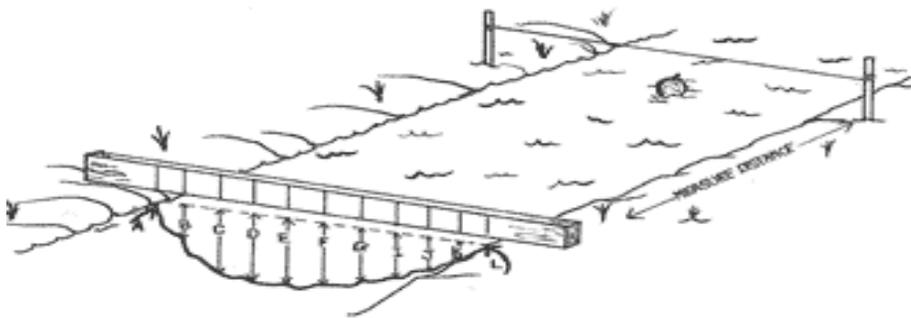


Figura 1. Determinación de Caudal por método del Flotador.

Formula: $Q = \text{Velocidad} \times \text{Profundidad} \times \text{Ancho}$



4.1.1.2 *Laboratorio SIAMA LTDA*

Las muestras son enviadas al laboratorio SIAMA ubicado en la ciudad de Bucaramanga, quien se encuentra certificado y acreditado bajo normas Internacionales de Calidad que respaldan nuestro sistema de gestión, además dan soporte en temas de calidad y medio ambiente. SIAMA LTDA cuenta con su sistema de gestión certificado en:

- ISO 9001, Gestión de Calidad
- ISO 14001, Gestión ambiental
- Laboratorio acreditado por el IDEAM, para toma de muestras y análisis Físicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos en aguas según Resolución 0833 del 2016, Extensión resolución 0144 del 2018
- SIAMA LTDA se encuentra autorizada por el Ministerio de protección social, como laboratorio para la realización de análisis físicoquímicos y microbiológicos al agua para consumo humano.



Fuente: <https://www.siamaltda.com/>

4.2 **Diagnóstico y evaluación del STAR De ECAAAS E.S.P.**

Actualmente no hay estudios de crecimiento poblacional ni del comercio de Saravena, por tanto,



no se tiene información actualizada al respecto para hacer un estudio más afondo y solo se cuenta por parte del DANE con un censo agropecuario que se realizó a nivel nacional en diciembre 2020.

La empresa de acueducto, alcantarillado de agua y aseo ECAAAS E.S.P, cuenta aproximadamente con 15,829 registros de disposición de los servicios que presta la empresa, de los cuales 13,882 aproximadamente tienen medidores individuales y el restante hace parte de los usuarios colectivos. De lo anterior, aproximadamente 11000 usuarios tienen disposición de las lagunas de estabilización por medio del alcantarillado, sumado a esto, se encuentran otras entidades como laboratorios, empresas pequeñas y constructoras que hacen la solicitud de disposición.

El sistema de tratamiento de agua residual de ECAAAS E.S.P cuenta con el permiso de vertimiento y ejecución del sistema vigente otorgado por la entidad ambiental encargada, para el caso, la corporación regional perteneciente a la Orinoquía.

Tabla 18 Permiso de vertimiento

Corporacion autonoma reginal CORPORINOQUÍA	
Resolución	Concepto
700.36.18-0032	Permiso de vertimiento puntual- CORPORINOQUIA, a
5 Marzo 2018	ECAAAS E.S.P.

Fuente: (ECAAAS ESP.),

Elabora: Leal (2021)

Así mismo, el sistema a pesar del crecimiento poblacional, está en un área adecuada, alejada de los habitantes lo que evita la contaminación directa a los mismo, tiene grandes áreas en sus alrededores de vegetación como se evidencias en las imágenes fotográficas tomadas en



cada visita de campo, ver tabla 19.

Tabla 19 zonas verdes en el STAR

Fuente: Leal (2021)



Se habían plasmado 12 visitas, pero se ejecutaron en total siete (7), debido a que se dificultó por varias razones, una de ellas, el STAR se encuentra en un área al lado del ejército



nacional, la dificultad por la pandemia y, sumado a esto, el paro nacional hizo que, la metodología planteada sufriera cambios, como a su vez, el hecho de que el monitoreo se había ejecutado días antes al ingreso de la práctica empresarial.

El sistema está localizado geográficamente:

Zona de estudio	Coordenadas		
Área de estudio	Latitud	Longitud	
Sistema de tratamiento de agua residual Lagunas de estabilización	24 hectáreas	N 06°57'45.9"	W 071°51'06.3".

Tabla 20 Georreferenciación STAR, Fuente: ECAAAS E.S.P.



Ilustración 4 Sistema de Tratamiento de agua residual.



Fuente: Promoción y Desarrollo ECAAAS E.S.P.

4.2.1 Diagnóstico Y Evaluación De La Estructura Del Sistema.

Físicamente en el sistema se encuentran diez (10) lagunas, ver *ilustración 4*, de las cuales sólo cinco (5) lagunas están en servicio de remoción y adaptación de agua para verter. A su vez, las otras cinco (5) pertenecen al tren antiguo que ya no están en funcionamiento porque no están impermeabilizadas con la membrana.

Preliminar	Rejillas	Material grande
		Material pequeño
	Desarenador	
Tratamientos	Laguna aerobia (2)	
	Laguna anaerobia (2)	
	Laguna de maduración (1)	
Vertimiento	Válvula reguladora de caudal a verter	
	Disipador de energía	

Tabla 21 Diagnostico Estructura Física STAR. Elabora: Leal (2021)

De acuerdo a las visitas efectuadas (en su total siete (7)), se plantea el diagnostico de criterio ingenieril y propio, por lo que se crea la siguiente tabla:



ESTRUCTURA		DIAGNOSTICO	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	
PRETRATAMIENTO				
Rejillas	Material Grande	<p>Se encuentran en buen estado a pesar de su apariencia. El aza que se emplea como rastrillo de limpieza se encuentra en mal estado y con mucho oxido</p>		

	Materi al Fino	<p>Rejilla en estado estable tornando a crítico, aunque conserva la función de retener el material particulado pequeño tiene una inclinación de su estado normal debido al peso de los materiales y al tiempo de uso.</p>		
Desarenador		<p>Estructura en buen estado, no presenta estado crítico más que mejorar su apariencia y disponer de otro sector las arenas de la estructura; funciona con normalidad.</p>		



La canaleta Parshall en perfecto estado, aunque al medir él Ha se dificulta por la posición en que se encuentra, funciona a cabalidad en el segmento de aducción, se debe mejorar ya que, como se evidencia en la fotografía derecha, se presenta socavación por las lluvias.





Tratamientos

Primario: 2 lagunas anaerobias

Las dos lagunas presentan grumos negros debido a las grandes colonias de algas superficiales, esto se debe a la película de lodo está en su capacidad máximo, y los microorganismos al recibir los rayos del sol, ya tienen sus colonias considerables, por eso el aspecto físico de coloración torna a ser gris o negro, con burbujeo producidas por la fermentación del metano. A pesar de estas condiciones, su función es estable en porcentaje de eficiencia, no presenta olores fuertes, su color es característico a las propiedades de la laguna.





**Secundario:
2 lagunas
Facultativas**

Este sistema se encuentra en condiciones físicas moderadas, pero su proceso se dificulta por no tener mantenimiento de impermeabilización, aunque para presentar condiciones limitadas, está removiendo la fracción remanente de la DBO5 soluble mediante la actividad coordinada entre las algas y bacterias heterotróficas del agua. Esto se asume por las características propias de las lagunas como su apariencia de verde intenso, no presenta olor alguno.





**Terciario:
1 laguna de
Maduración**

Físicamente la laguna se encuentra en óptimas condiciones durante las inspecciones. Su aspecto varío como se evidencia en diferentes tiempos, debido a su sobre colmatación o producción de algas que son indicadoras de un funcionamiento inestable, pero de igual manera ejecuta sus procesos de remoción como el nitrógeno amoniacal, otros como eliminación de nutrientes que nos pronostica un sistema moderadamente oxigenado para verter.





Vertimiento

Canaleta Parshall

Estructura en perfecto estado, cumple con su función en su totalidad, su caudal es regulado por una calcula momentos antes de salir de la laguna de maduración del cual, se debe hacer mejor custodia o sistema de seguridad para evitar ser modificada por personas externas.





Vertimiento en la quebrada

El punto de vertimiento se encuentra en perfecto estado, sin alteración alguna durante las visitas a campo. La Empresa ECAAAS- E.S.P realiza monitoreos semestrales cuanto, a la calidad de las aguas del efluente, afluente y de la misma forma del cuerpo receptor aguas arriba y aguas abajo del vertimiento, así mismo realiza bitácoras de inspección quincenalmente, como se evidencia en la última foto.



Elabora: Leal (2021).



4.2.1 Resultados De Monitoreo.

En los puntos anteriormente mencionados, se realizan muestras de los siguientes parámetros (ver *Tabla 16 Descripción De Los Puntos de Monitoreo*):

Tabla 22 Parámetros Fisicoquímicos A Analizar, Leal (2021)

Variable	Unidad	Tipo de Muestra	Ubicación En El Sistema
Temperatura	°C	Lectura Directa	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Ph	Unidad de pH	Lectura Directa	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Caudal	l/s	Canaleta Parshall	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
SSV y F, SST, SSed, ST, SS	mg/L	Compuesta	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
DBO5	mg/L O ₂	Compuesta	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
DQO	mg/L O ₂	Compuesta	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Grasas y Aceites	mg/L	Compuesta	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	Puntual (Winkler)	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Nitrógeno Total, Orgánico, Kjeldahl y Amoniacal	mg N/L	Compuesta	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Nitritos	Mg O ₂ – N/L	Compuesta	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Conductividad	µs/cm	Compuesta	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Fosforo Total	mg P/L	Compuesta	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Puntual	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Coliformes Totales	NMP/100 mL	Puntual	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.
Escherichia Coli	NMP/100 mL	Puntual	Afluyente, Efluente, 100 m Arriba, 100 m Abajo y 1000 m abajo.



4.2.1.1 Equipos y materiales

La presente es una lista general de los implementos exigidos en el momento del muestreo:

Cantidad	Material
1	Geoposicionador
1	termómetro
1	pH
2	Baldes plásticos de 10 L de capacidad
1	Probeta plástica graduada de 1000 ml
1	Cronómetro
5	Neveras de icopor o poliuretano
12	bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4°C
5	Toalla de papel absorbente
1	Cinta pegante y de enmascarar grande
1	Bolsa pequeña para basura
1	Esfero (bolígrafo) y marcador de tinta indeleble
1	Tabla portapapeles
5	Guantes
1	Papel aluminio (cuando se requiera).
	Preservantes para muestras: Ácido sulfúrico concentrado (H ₂ SO ₄), Ácido nítrico (HNO ₃), Hidróxido de sodio (NaOH) 6N, Acetato de Zinc 6N, Ácido clorhídrico concentrado (HCl) u otro cuando se requiera
3	Recipientes plásticos y de vidrio
1	Cuerda de nylon de 0.5 a 1 cm de diámetro.
1	Papel indicador universal
2	Máscara respiradora con filtros para ácidos y vapores orgánicos
1	Impermeable
1	Botas de caucho

Tabla 23 materiales e insumos de monitoreo, Leal (2021)



4.2.1.2 Características de monitoreo

En la siguiente tabla se encuentra la información de la toma de muestras y sus características, el tiempo exacto de muestreo y el volumen requerido:

N° de muestra	Hora de muestreo	Punto de muestreo	Volumen
1	6:45 am	Afluente (Entrada a STAR)	Para volumen de 1 Lt:
	8:45 am		250 ml
	10:45 am		250 ml
	12:45 pm		250 ml
	El Volumen de la Alícuota varía según la capacidad del envase a llenar.		
2	7:00 am	Efluente (Salida del STAR - Vertimiento)	Para volumen de 1 Lt:
	9:00 am		250 ml
	11:00 am		250 ml
	1:00 pm		250 ml
	El Volumen de la Alícuota varía según la capacidad del envase a llenar.		
3	7:15 am	100 m Arriba del Vertimiento (STAR)	Para volumen de 1 Lt:
	9:15 am		250 ml
	11:15 am		250 ml
	1:15 pm		250 ml
	El Volumen de la Alícuota varía según la capacidad del envase a llenar.		
4	7:30 am	100 m Abajo de Vertimiento (STAR)	Para volumen de 1 Lt:
	9:30 am		250 ml
	11:30 am		250 ml
	1:30 pm		250 ml
	El Volumen de la Alícuota varía según la capacidad del envase a llenar.		
5	7:45 am	1000 m Debajo de Vertimiento (STAR)	Para volumen de 1 Lt:
	9:45 am		250 ml
	11:45 am		250 ml
	1:45 pm		250 ml
	El Volumen de la Alícuota varía según la capacidad del envase a llenar.		

Tabla 24 característica de muestreo (ECAAAS ESP.)

4.3 Resultados y Evaluación De Monitoreo

REPORTE DE RESULTADOS MONITOREO STAR 2020 -2

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

VARIABLE	UNIDADES	AFLUENTE (ENTRADA STAR)	EFLUENTE (VERTIMIEN TO)	100 M ARRIBA DEL VERTIMIENTO (STAR)	100 M ABAJO DEL VERTIMIEN TO (STAR)	1000 M ABAJO DEL VERTIMIEN TO (STAR)	CUMPLIMIENTO RES 631/2015
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO ₃ /L	254	238	2,2	61,5	12,4	/
CONDUCTIVIDAD (25 °C)	µs/cm	978	797	23,6	223	67,1	/
DBO ₅	mg O ₂ /L	358	84,4	< 2,0	17,9	6,3	Cumple
DQO	mg O ₂ /L	753	270	< 15	56,3	<15	Cumple
FÓSFORO REACTIVO TOTAL (ORTOFOSFATOS)	mg P - PO ₄ /L	3,9	2,51	0,16	0,94	0,22	Analisis Y Reporte
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	7,08	5,68	0,19	1,23	0,23	Analisis Y Reporte
GRASAS Y ACEITES	mg /L	104	14,2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	Cumple
NITRATOS	mg NO ₃ - N/L	0,2	0,25	1,18	0,64	1,16	Analisis Y Reporte
NITRITOS	mg NO ₂ - N/L	0,034	0,016	0,005	0,054	0,032	Analisis Y Reporte
NITRÓGENO AMONICAL	mg N/L	37,2	33	< 2,0	7,84	< 2,0	Analisis Y Reporte
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg N/L	29,9	48,7	20	10,7	< 3,0	/
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/L	4,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	Cumple
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg /L	197	97	< 10	< 10	< 10	No cumple



SÓLIDOS TOTALES	mg /L	666	418	< 30	98	38	/
NITRÓGENO TOTAL	mg N/L	60,1	49	< 3,0	11,4	< 3,0	Analisis Y Reporte
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg N/L	22,7	15,7	< 3,0	<3,0	< 3,0	/
OXÍGENO DISUELTO	mg O2/L	0,69	2,85	9,52	5,73	9,65	/
Ph (25°C)	Unid. Ph	6,87	7,23	5,03	6,42	6,17	Cumple

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

VARIABLE	UNIDADES	AFLUENTE (ENTRADA STAR)	SALIDA STAR (VERTIMIEN TO)	100 M ARRIBA DEL VERTIMIENTO (STAR)	100 M ABAJO DEL VERTIMIEN TO (STAR)	1000 M ABAJO DEL VERTIMIEN TO (STAR)	CUMPLIMIENTO RES 631/2015
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	350.000.000	790.000	70	170	150	Analisis Y Reporte
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (anteriormente coliformes fecales)	NMP/100 mL	350.000.000	790.000	14	63	14	Analisis Y Reporte
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	17.000.000	790.000	14	23	14	Analisis Y Reporte

Nota: Analisis Y Reporte, son calculados manualmente, ver analisis de reporte

Tabla 25 Reporte De Resultados de Muestreo

Fuente: SIAMA LTDA 2021, edita Leal (2021)



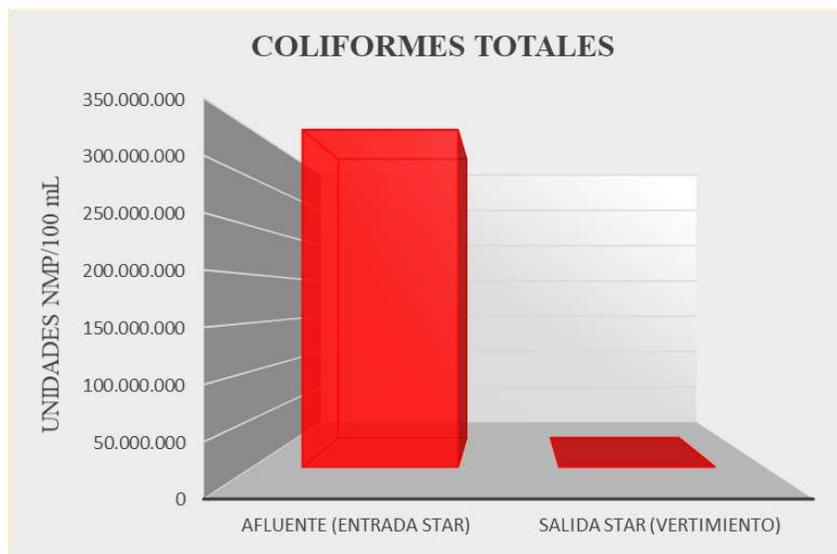
4.3.1 Análisis Y Evaluación Del Sistema Según El Reporte

De acuerdo a la tabla 25 anterior, se realiza la comparación con la Resolución 631 de 2015, que es la norma de la cual la empresa se sujeta para entregar dichos parámetros de control de los medioambientales presentes en el agua residual.

Para las muestras de índole microbiológico:

4.3.1.1 Coliformes Totales

De acuerdo a los resultados límite permisible se denomina mediante Análisis y Reporte, por lo tanto, el parámetro Coliformes Totales en la entrada fue de 350.000.000 de NMP/ml y 790.000 a la salida; por lo que se removieron 349.210.000 de NMP/ml, que demuestra una diferencia significativa en el sistema de tratamiento como se evidencia en la gráfica.



Gráfica 1 Coliformes Totales, Leal (2021)

De lo anterior se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción

$$\text{Eficiencia de Remoción} = \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100$$

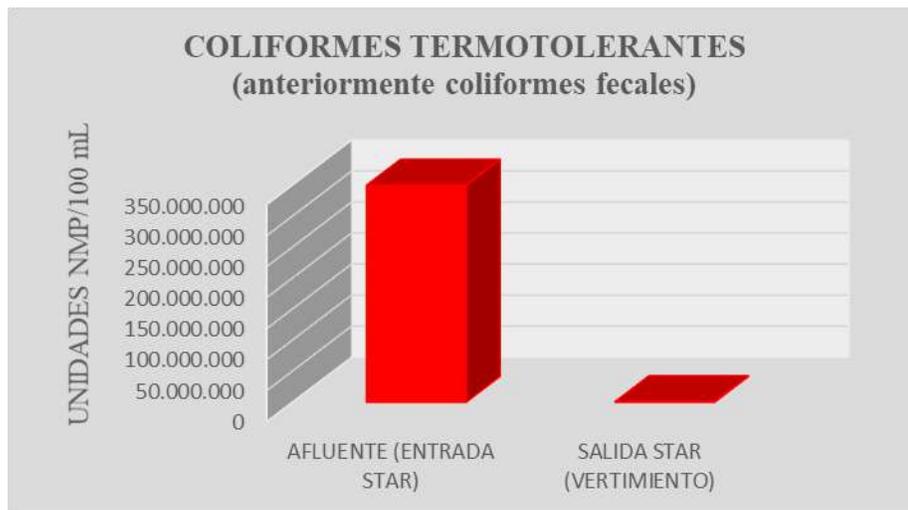


$$= \frac{350.000.000 - 790.000}{350.000.000} \times 100 = 99,774\%$$

Entonces, el porcentaje de remoción de esta variable es de 99,77 %, en el sistema de aguas residuales, lo que ayuda a determinar la eficiencia en la operación de la STAR como eficiente, buena y significativa.

4.3.1.2 Coliformes Termotolerantes

De acuerdo a los el parámetro de Coliformes Termotolerantes en la entrada fue de 350.000.000 de NMP/ml y 790.000 a la salida; por lo que se removieron 349.210.000 de NMP/ml, que demuestra una diferencia significativa en el sistema de tratamiento como se evidencia en la gráfica



Gráfica 2 Coliformes Tolerantes, Leal (2021)

De lo anterior se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción

$$\text{Eficiencia de Remoción} = \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100$$

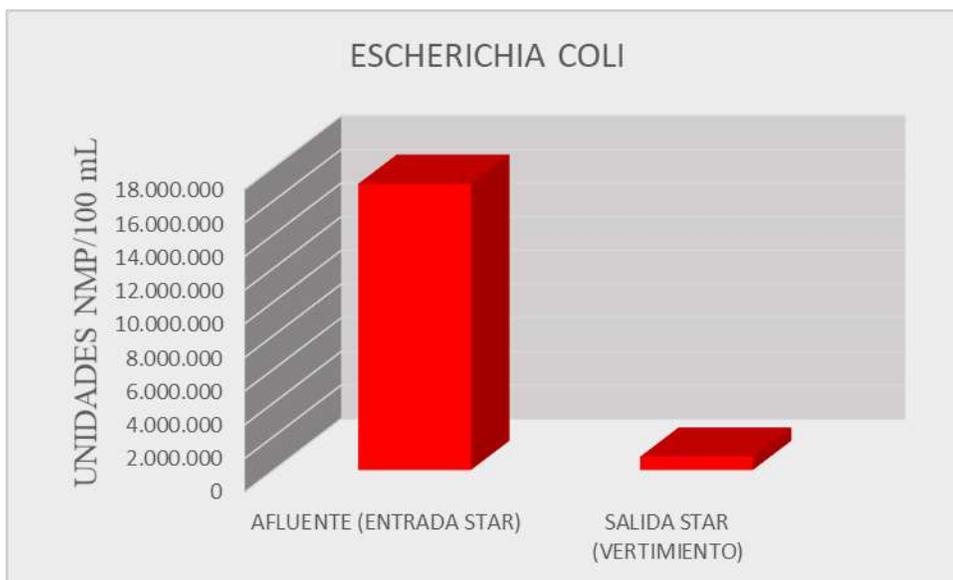


$$= \frac{350.000.000 - 790.000}{350.000.000} \times 100 = 99,774\%$$

Entonces, el porcentaje de remoción de esta variable es de 99,77 %, en el sistema de aguas residuales, lo que ayuda a determinar la eficiencia en la operación de la STAR como eficiente, buena y significativa.

4.3.1.3 Escherichia Coli

En el parámetro de Escherichia Coli en la entrada del sistema fue de 17.000.000 de NMP/ml y 790.000 a la salida; por lo que se removieron 16.210.000 de NMP/ml, que demuestra una diferencia significativa en el sistema de tratamiento como se evidencia en la siguiente gráfica



Gráfica 3 E.Coli, Leal (2021)

De lo anterior se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{17.000.000 - 790.000}{17.000.000} \times 100 = 95,3529\% \end{aligned}$$



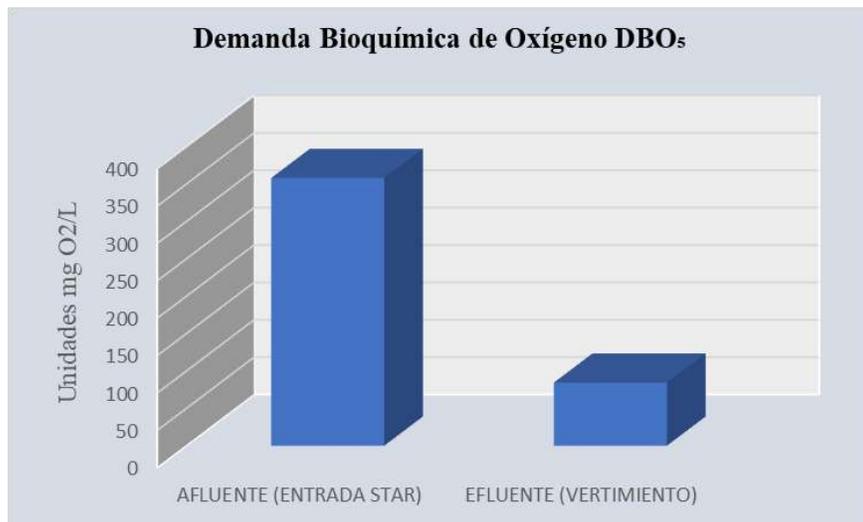
Entonces, el porcentaje de remoción de esta variable es de 95,35 %, en el sistema de aguas residuales, lo que ayuda a determinar la eficiencia en la operación de la STAR como eficiente, buena y significativa para la fuente receptora.

Muestras de índole Fisicoquímico:

En cuanto a estos parámetros se tendrán en cuenta el DBO5, DQO, Fósforo Reactivo Total, Fósforo Total, Grasas Y Aceites, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Sólidos Sedimentables, Sólidos Suspendidos Totales, Nitrógeno Total y pH.

4.3.1.4. DBO₅

Los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno dieron 84,4 mgO₂/L en el vertimiento del sistema, dato que se compara ante la resolución 631 de 2015 y se determina como aceptable y de cumplimiento de acuerdo al capítulo 5, artículo 8, donde el límite máximo permisible en el vertimiento es de 90,00 mgO₂/L, del cual se remueve 273 mgO₂/L, como se evidencia en la siguiente grafica



Gráfica 4 Demanda Bioquímica de Oxígeno. Leal (2021)



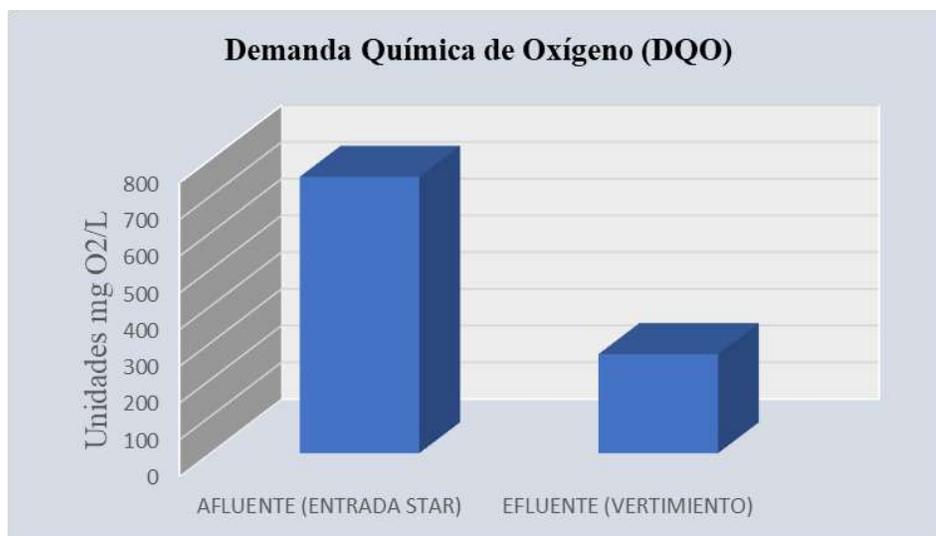
De igual modo, se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{358 - 84,4}{358} \times 100 = 76,42 \% \end{aligned}$$

Entonces, el porcentaje de remoción de esta variable es de 76,42 %, en el sistema de aguas residuales, partiendo de aquí se determina que a pesar de ser aceptable la eficiencia, deberá estar preparado el sistema para su mantenimiento, es decir, es aceptable, pero con una alerta baja mínima de eficiencia.

4.3.1.5 DQO

Los resultados de la Demanda Química de Oxígeno dieron 270 mgO₂/L en el vertimiento del sistema, dato que se compara ante la resolución 631 de 2015 y se determina como aceptable y de cumplimiento de acuerdo al capítulo 5, artículo 8, donde el límite máximo permisible en el vertimiento es de 180 mgO₂/L, del cual se remueve 483 mgO₂/L, por lo tanto, cumple la norma, como se evidencia en la siguiente grafica



Gráfica 5 DQO. Leal (2021)



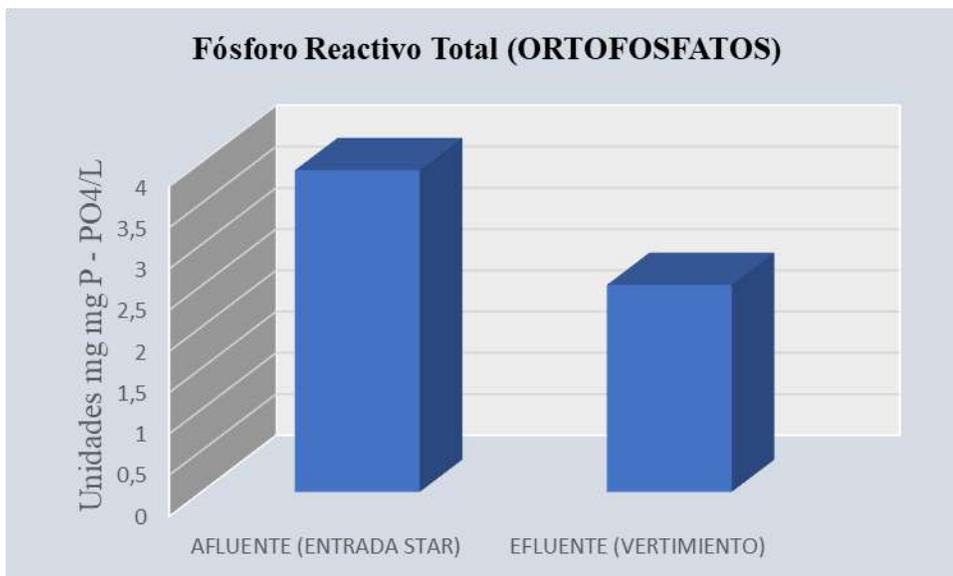
También se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{753 - 270}{753} \times 100 = 64,14 \% \end{aligned}$$

Entonces, el porcentaje de remoción de esta variable es de 64,14 %, en el sistema de aguas residuales, partiendo de aquí se determina que la eficiencia es baja, deberá estar preparado el sistema para su mantenimiento, es decir, es aceptable, pero con alerta media de eficiencia.

4.3.1.6 Fósforo Reactivo Total (Ortofosfatos)

En cuanto al Fósforo Reactivo Total (Ortofosfatos), la resolución 631 de 2015 dice que se comprende como Análisis y Reporte; por lo que se registra a la entrada del sistema un 3,90 mg P - PO₄/L y a la salida de 2,51 mg P - PO₄/L, por lo tanto, la diferencia es de 1,39 mg P - PO₄/L.



Gráfica 6 Resultado Fósforo Reactivo Total. Leal (2021)

Se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción con la siguiente expresión

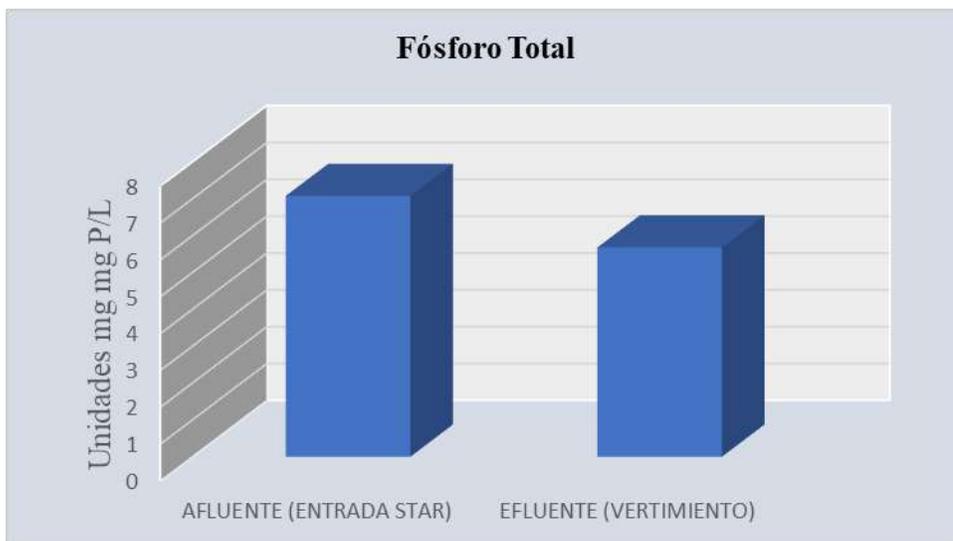


$$\text{Eficiencia de Remoción} = \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100$$
$$= \frac{3,90 - 2,51}{3,90} \times 100 = 35,64\%$$

Entonces, el porcentaje de remoción de esta variable es de 35,64 %, en el sistema de aguas residuales, referente a esto, se determina una eficiencia muy baja al porcentaje de remoción.

4.3.1.7 Fósforo Total

Al igual que el fósforo reactivo, la variable de Fósforo Total también se interpreta como Análisis y Reporte según la resolución 631 de 2015, donde se obtuvo como resultado 5,68 mg P/L a la salida del sistema de tratamiento y de 7,08 mg P/L que se registró en la entrada, por lo disminuye a 1,4 mg P/L de diferencia evidenciado en la gráfica siguiente



Gráfica 7 Resultado fosforo total. Leal (2021)

Se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción con la siguiente expresión

$$\text{Eficiencia de Remoción} = \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100$$

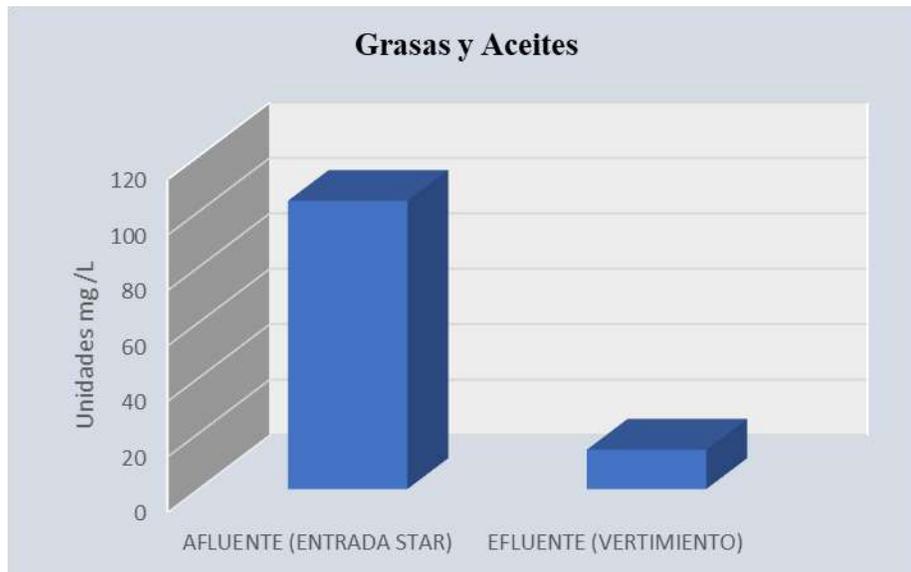


$$= \frac{7,08 - 5,68}{7,08} \times 100 = 19,774\%$$

el porcentaje de remoción de esta variable se determina como eficiencia muy baja al porcentaje óptimo de un sistema eficiente.

4.3.1.7 Grasas Y Aceites

Para la variable *Grasas y Aceites* se obtuvo como resultado 14,2 mg/L a la salida del sistema, es decir en el vertimiento, por lo que a comparar con la resolución 631 de 2015 muestra que el límite máximo permisible es de 20 mg /L para aguas residuales, esto quiere decir que está cumpliendo ante la normativa ambiental como muestra en la siguiente grafica



Gráfica 8 Resultado de Grasas y Aceites. Leal (2020)

También se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción

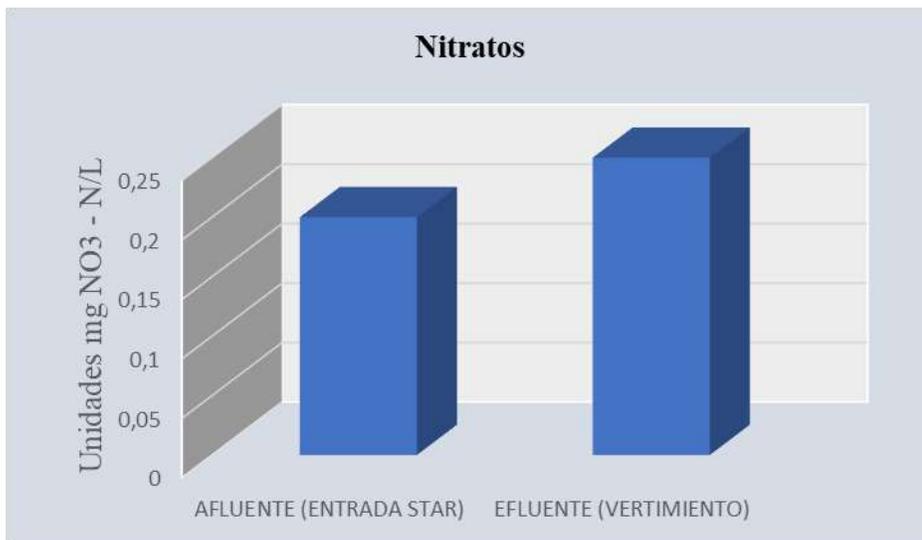
$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{104 - 14,2}{104} \times 100 = 86,34 \% \end{aligned}$$



En cuanto a la eficiencia de remoción de la variable Grasas y Aceites fue del 86,34 % aplicando que determina una aceptable en el porcentaje remoción.

4.3.1.8 Nitratos

En el parámetro de Nitratos los resultados límite permisible se denomina mediante Análisis y Reporte, por lo tanto, se obtuvo el resultado a la salida de 0,20 mg NO₃ - N/L, y en la entrada del afluente 0,25 mg NO₂ - N/L. de lo anterior se determina que el parámetro de nitrato no se está removiendo en el sistema y no es eficiente como se evidencia en el siguiente grafica ay que sale con mas carga al que llega.



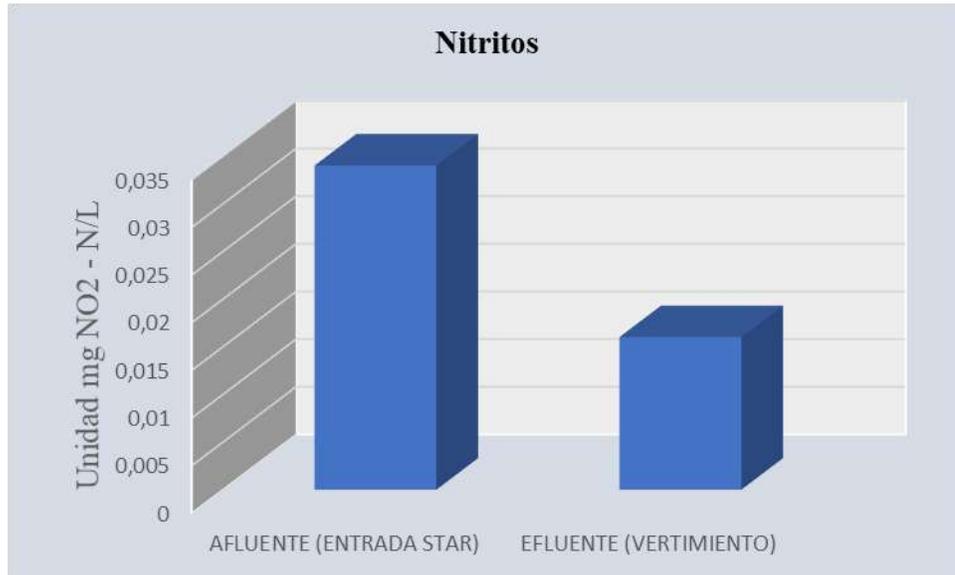
Gráfica 9 resultados de Nitratos, Leal (2021)

4.3.1.9 Nitritos

En el parámetro de Nitratos los resultados límite permisible se denomina mediante Análisis y Reporte, por lo tanto, se obtuvo el resultado a la salida de 0,034 mg NO₂ - N/L y en la entrada del afluente 0,016 mg NO₂ - N/L, con una diferencia de 0,018 que es casi el doble de remoción. de lo anterior se determina que el parámetro de nitrito se está removiendo en el sistema, pero no en su totalidad, se podría asociar al tiempo de retención hidráulica de las lagunas cómo se evidencia



en el siguiente grafica.



Gráfica 10 Resultado de Nitrito. Leal (2021)

Se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{0,034 - 0,016}{0,034} \times 100 = 52,9411 \% \end{aligned}$$

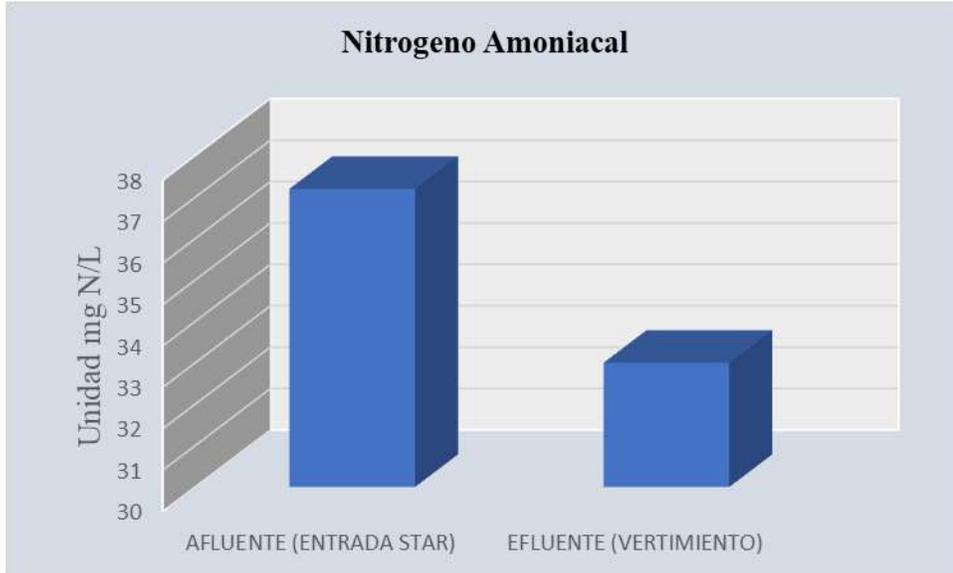
En cuanto a la eficiencia de remoción de la variable nitritos fue del 52,94 %, se puede decir que, a pesar de tener una remoción poco considerable, el sistema tiene una eficacia poca en remoción de Nitritos.

4.3.1.10 Nitrógeno Amoniacal

El análisis de la variable Nitrógeno Amoniacal dio como resultado en la entrada de 37,2 mg N/L y a la salida de 33 mg N/L, donde se eliminaron 4,2 mg N/L, durante el proceso operativo



del sistema de tratamiento, evidenciado en la siguiente grafica comparativa.



Gráfica 11 Resultado de Nitrógeno Amoniacal. Leal (2020)

Con la siguiente expresión se determina la eficiencia de remoción

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{37,2 - 33,0}{37,2} \times 100 = 11,2903 \% \end{aligned}$$

La eficiencia de remoción de la variable nitrógeno Amoniacal fue del 11,29 %, se puede decir que, no es recomendable ambientalmente, debido a la poca remoción y la baja eficiencia.

4.3.1.11 Sólidos Sedimentables

El parámetro Sólidos Sedimentables muestra como resultado en la salida del sistema de tratamiento fue de < 0,1 mg/L y a la entrada de 4,5 mg/L, donde al comparar con la resolución 631 de 2015, muestra que el límite máximo permisible de esta variable es de 1 mg/L cumpliendo a



cabalidad con la normativa ambiental vigente, ver grafica 12



Gráfica 12 Resultado de Sólidos Sedimentables. Leal (2021)

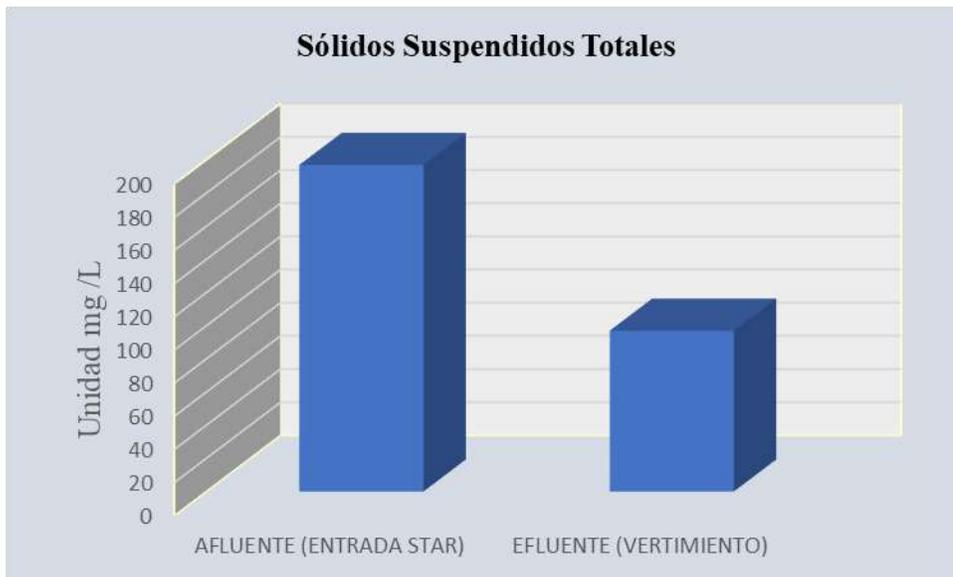
También se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{4,5 - 0,1}{4,5} \times 100 = 97,7777 \% \end{aligned}$$

Entonces, el porcentaje de remoción de esta variable es de 97,77%, en el sistema de aguas residuales, lo que determina al sistema como optimo y eficaz para la variable.

4.3.1.12 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

El resultado obtenido para esta variable fue de 197 mg/L a la entrada del sistema de tratamiento y de 92,0 mg/L a la salida, cabe aclarar que ante la resolución 631 de 2015 no cumple con el límite máximo permisible que es de 47 mg/L, lo que hace de este parámetro, un contaminante al verter, ver grafica siguiente:



Gráfica 13 Resultado de Solidos Suspendidos Totales. Leal (2021)

También se determina la eficiencia en el porcentaje de remoción aplicando la siguiente expresión

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{197 - 92}{197} \times 100 = 53,22 \% \end{aligned}$$

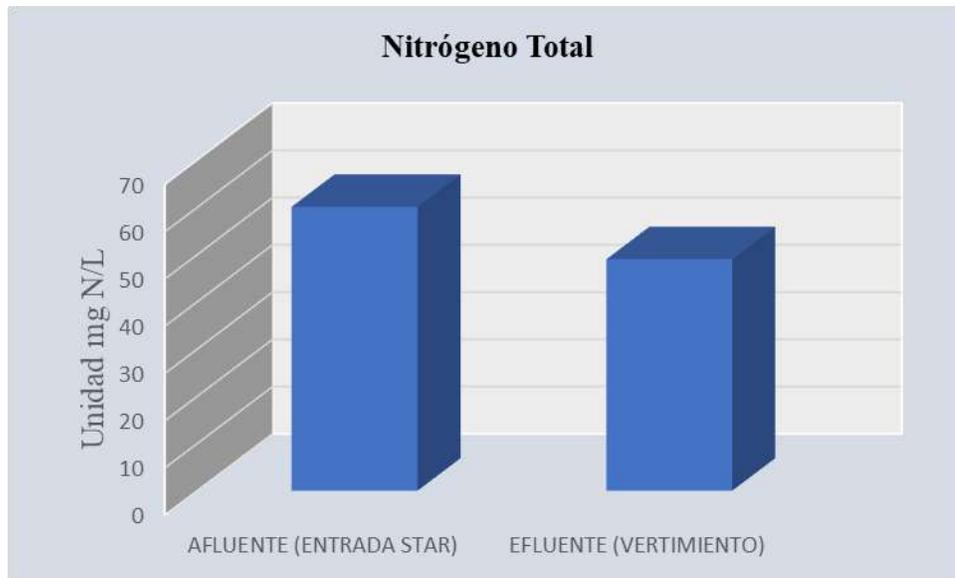
Entonces, el porcentaje de remoción de esta variable es de 53,29%, en el sistema de aguas residuales, lo que determina al sistema para esta variable como no apto en su remoción, y con poca capacidad en su eficiencia.

4.3.13 Nitrógeno Total

Para el parámetro Nitrógeno Total, se obtuvo como resultado en la entrada del sistema de 60,1 mg N/L y a la salida de 49,0 mg N/L, donde se presenció una eliminación de 11,1 mg N/L



durante el proceso del sistema de tratamiento de aguas residuales, ver siguiente grafica comparativa:



Gráfica 14 resultado de Nitrógeno Total. Leal (2021)

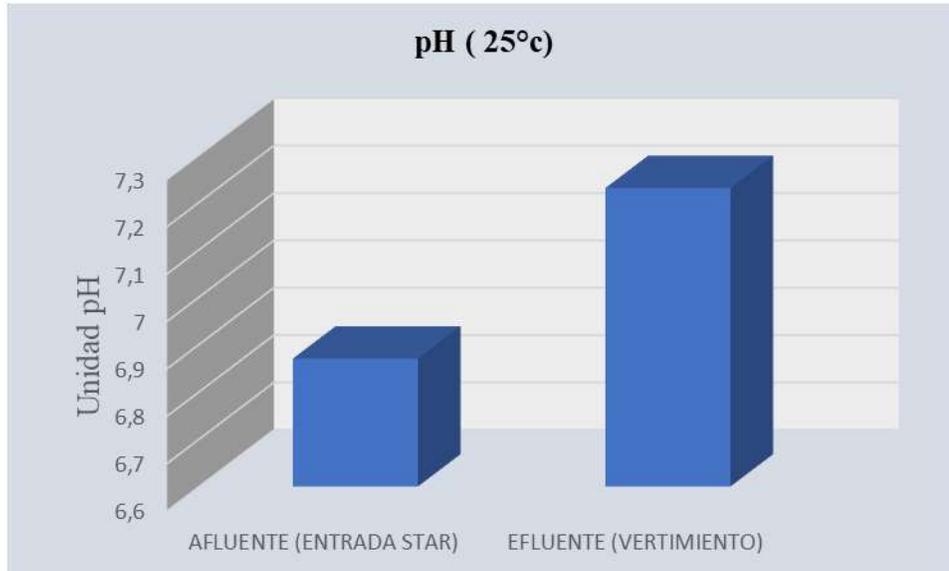
De lo tanto, se calcula la eficiencia del sistema para esta variable con la siguiente expresión

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Remoción} &= \frac{(\text{Afluente} - \text{Efluente})}{(\text{Afluente})} \times 100 \\ &= \frac{60,1 - 49}{60,1} \times 100 = 18,46 \% \end{aligned}$$

Entonces, el porcentaje de remoción del nitrógeno es de 18,46%, en el sistema de aguas residuales, lo que determina al sistema no apto para la capacidad de remoción y con muy baja capacidad, así mismo su eficacia se ve muy baja.

4.3.14 hP (25°C)

El pH límite permisible para aguas residuales vertidas esta entre el rango de 6 a 9 Unidades de pH, según la resolución 631 de 2015, por lo tanto, los resultados obtenidos en el monitoreo de aguas residuales fueron de 6,88 Unidades de pH a la entrada y a la salida de 7,23



Gráfica 15 resultado de pH. Leal (2021)

4.4 Eficiencia Física Del STAR

Anteriormente se evaluó y determino la eficiencia del sistema en los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, así mismo, se determina la eficiencia física:

En general, el sistema de tratamiento de agua residual de la empresa ECAAAS E.S.P. cuenta con una óptima estructura en cada uno de los procesos que lleva a cabo. Sin embargo, se ve defectuoso en su operación ya que el diseño inicial fue para suplir el servicio de alcantarillado (aguas residuales domésticas y comerciales) de la población mas no para recibir también las aguas pluviales, lo que determina cierta dificultad en su ejecución por el aumento de caudal que se presenta sobre todo en épocas de invierno.

Así mismo, el sistema no presenta malos olores, fugas o sobre nivel de agua acumulada que pueda tomarse como riesgo biológico a las demás áreas. Sin embargo, otro factor hallado es que la empresa no está cumpliendo en algunos momentos con el caudal establecido, esto refiere a la estructura antes del postratamiento donde se realiza el manejo y monitoreo de caudal de salida;



presenta algunos incidentes ajenos al sistema, donde personas del área riverense de la quebrada La Pava o distintos a los operarios del STAR, manipulan las válvulas (las cierran) para realizar actividades de pesca aguas debajo del vertimiento, aunque la empresa realice charlas informativas sobre la prohibición de esta actividad en la ronda hídrica que abarca los 1000 m estipulados en la resolución dada por CORPORINOQUIA.



5. Capítulo Conclusiones.

- Un sistema de tratamiento de agua residual se basa en remover y purificar mínimamente el agua que le llega, para esto importante que sea muy eficiente a la hora de depurar el agua contaminante siguiendo los lineamientos de la normativa ambiental vigente, debido a que es en una transversal con el bienestar del entorno ecológico y la salud de los seres humanos.
- Las lagunas de estabilización u oxidación son un método bastante confiable, extremadamente eficiente y altamente rentable para manejar aguas residuales urbanas, puesto que es uno de los procesos con menor tarifa de inversión, excepto (en caso de adquisición de terrenos); para lo demás, gracias a su bajo costo de operación y la manera de absorber cargas orgánicas, se le debe el gran éxito con la eliminación de agentes patógenos presentes en el agua (ECAAAS ESP.).
- De acuerdo al diagnóstico aplicado, se encuentra que el sistema de tratamiento no se encuentra en óptimas condiciones para tratar el caudal total del presente año en épocas de invierno, y no necesariamente por que se encuentre en mal estado; por el contrario, todas las estructuras están en buenas condiciones funcionales y estructurales, sin embargo, en el diseño del mismo no se evaluó la adición del alcantarillado de agua pluvial.
- Para los parámetros fisicoquímicos se alcanzaron resultados de cumplimiento y no cumplimiento ante la resolución 631 de 2015, así mismo, las variables como DBO5, Fósforo reactivo total, fosforo total, nitrógeno amoniacal, y los sólidos suspendidos fueron los parámetros con más baja capacidad de remoción y eficiencia, los mismo



pueden verse afectados o asociados al tiempo de retención hidráulica de las lagunas, la poca nitrificación, el ecosistema de las algas y bacterias colmatado y condiciones climáticas, alterando este resultado.

- Así mismo, se realizó el análisis de resultados donde se identificó que en cuanto a la remoción de la parte microbiológica del sistema de tratamiento de aguas residuales STAR, se encuentra en un 98,29% de eficiencia promediado, ya que para Coliformes Totales es de 99%; para Coliformes Termotolerantes es de 99% y para Escherichia Coli, es de 95% de remoción; por lo tanto, el cuidado en los procesos preliminar, tratamientos y disposición se pueden seguir aplicando por la parte operativa.
- La notoria acumulación de lodos en la laguna anaerobia ha reducido de manera considerable su volumen útil y compromete su capacidad de tratamiento al ser operada con un TRH menor que el recomendado por la literatura.
- Finalmente, el apoyo y acompañamiento en el área de gestión ambiental y otras actividades en ECAAAS E.S.P, deja gran conocimiento y experiencia en lo ejecutado, como las bitácoras quincenales en cada dependencia (bocatoma, planta de tratamiento de agua potable, STAR, barrido, informes de muestras e informes de poda y césped mensual, bitácoras de inspección en celda y aprovechamiento de residuos sólidos, bitácoras en el centro de acopio, jornadas de aseo, capacitaciones) y demás. A esta experiencia se suma la relación de trabajo en equipo y de comunicación que ejerce cada área y que, en sí, son el motor de una empresa.



5.1 Recomendaciones

- ◆ Implementar el mantenimiento de lodos.
- ◆ Actualizar el estudio y proyección poblacional para conocer el estado actual de la misma y a su vez, el estado actual del mercado e industria.
- ◆ Acondicionar el tren antiguo de lagunas de estabilización con la debida impermeabilización.
- ◆ Crear un espacio o una estructura específicamente para almacenar las arenas que llegan al desarenador para su final disposición.
- ◆ Adecuar el lecho de secado para habilitar su función
- ◆ Adecuar la caseta del STAR con los servicios básicos para facilitar la estadía de los operarios.
- ◆ Adquirir un peachímetro con capacidad de lectura de temperatura, para monitorear diariamente las lagunas y saber el comportamiento, esto servirá para futuros estudios de ampliación, modificación y/o mejoramiento de cada tratamiento.
- ◆ Mejorar la señalización de las diferentes áreas de las lagunas de estabilización.
- ◆ Realizar el mantenimiento y crear una Protección a las compuertas de operación, para evitar que personas ajenas manipulen el sistema y alteren los procesos.
- ◆ Implementar filtros o crear métodos de mantenimiento en las lagunas impermeabilizadas que ayuden a depurar el exceso de lodos y la sobre colmatación que se presenta.



Lista De Referencia

AccuWeather, I. (marzo de 2021). *AccuWeather*. Obtenido de <https://www.accuweather.com/es/co/saravena/107088/april-weather/107088?year=2021>

AGUSTIN CODAZZI, I. (2010). *Zonificación Ambiental*. Obtenido de <http://www.pazdeariporocasare.gov.co/Transparencia/PLAN%20DE%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL/FR.2%20ZONIFICACION%20AMBIENTAL.pdf>

Ariporo, A. d. (s.f.). *Alcaldía de Paz de Ariporo*. Obtenido de <http://www.pazdeariporocasare.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Presentacion.aspx>

Básico, C. d. (2017). *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Obtenido de <https://www.cra.gov.co/seccion/servicio-al-ciudadano/glosario.html>

Cecilia, S. G. (2015). *PROPUESTA DE DISEÑO DE LA CAPTACIÓN, LÍNEA DE ADUCCIÓN, DESARENADOR Y LÍNEA CONDUCCIÓN DEL RIO MOGOTICOS, PARA LA RED ALTERNA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN GIL SANTANDER*. Bogotá. Obtenido de https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4379/Propuesta_dise%C3%B1o_captaci%C3%B3n_acueducto_SanGil.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORPORINOQUIA. (2018). *Saravena*. Geografico Agustín Codazzi IGAC. Obtenido de <http://www.corporinoquia.gov.co/cidea/images/botones/SARAVENA.jpg>

ECAAAS ESP., E. C. (s.f.). *Descripcion del sistema de alcantarillado*. Saravena.

emserchía. (s.f.). *Glosario de términos técnicos de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo*. Obtenido de empresa de servicios públicos de Chía: <http://www.emserchia.gov.co/PDF/glosario>

FAO. (s.f.). Obtenido de http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

Flórez, J. M. (2010). *CLARIFICACIÓN DE AGUAS USANDO COAGULANTES POLIMERIZADOS: CASO DEL HIDROXICLORURO DE ALUMINIO*. Medellín. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25636/39133#:~:text=Los%20coagulantes%20m%C3%A1s%20comunes%20que,y%20cloruro%20f%C3%A9rrico%20%5B6%5D>.



IGAC. (s.f.). *Alcaldía de Paz de Ariporo*. Obtenido de Galería de mapas: <http://www.pazdeariporo-casanare.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx#lg=1&slide=1>

IGAC, S. G. (1986). Obtenido de http://www.archivodelosddhh.gov.co/saia_release1/almacenamiento/APROBADO/2017-11-24/370141/anexos/1_1511577309.pdf

Jimenez, C. Y. (2017). *DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DE LA PTAP DEL MUNICIPIO DE FÓMEQUE*. CUNDINAMARCA. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14485/4/PROYECTO%20DE%20GRADO%20PTAP%20FOMEQUE.pdf>

Naranjo, L. C. (2018). *DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS CIVILES PARA LA CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO CENTRO POBLADO LA MAGDALENA MUNICIPIO DE QUEBRADANEGRA, CUNDINAMARCA*. Universidad Católica, Ingenierías, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16443/1/ACUEDUCTO%20%28Proyecto%20de%20grado%29.pdf>

PBOT, P. B. (2009). *Por el cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipal del Municipio de Saravena*. Alcaldía de Saravena, arauca, SARAVERENA.

RAS Ministerio de Vivienda, C. y. (s.f.). TÍTULO B Sistemas de Acueducto. En *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS*. Bogotá.

RAS Título D, E. R. (2016). *TÍTULO D. Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias*. Obtenido de https://www.catorce6.com/images/legal/Titulo_D_Sistemas_Recoleccion_Evacuacion_Aguas_Residuales_Aguas_Lluvias.pdf

Res 0330, R. (8 de junio de 2017). *Ministerio de Vivienda, Ciudad Y Territorio*. Resolución, Bogotá D.C. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>

Res 0631, R. (2015). *Parámetros y los valores límites Máximos permisibles en los vertimientos puntuales*. Bogotá. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf

Rodriguez, C. M. (2013). *INFORME SOBRE EL ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES Y EL MEDIO AMBIENTE VIGENCIA 2012*. Yopal. Obtenido de <http://contraloriacasanare.gov.co/apc-aa-files/cc6a3f8cab0c9d95b8202d9357c84334/informe-ambiental-vigencia-2012.pdf>

Sanz, B. M. (2018). *Comportamiento de las geomembranas sintéticas poliméricas utilizadas en la impermeabilización del embalse de Buen Paso*. Tesis, Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/49066/1/T40164.pdf>



UNESCO. (2019). *Glosario*. Obtenido de <http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/cultural-diversity/cultural-expressions/the-convention/glossary/>

Alcaldía. (2016). *Plan de Desarrollo "Con firmeza, Porsperidad y Seguridad... Saravena Incluyente"*. Saravena. Obtenido de <https://cpd.blob.core.windows.net/test1/81736planDesarrollo.pdf>

Amaya, L. P. (2020). *Análisis y Estado de Funcionamiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Empresa ECAAAS – E.S.P. de Saravena*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Arauca, Saravena. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33393/lpzaratea.pdf?sequence=1>

Báez, K. A., & Delgado, H. R. (2019). *Propuesta De Un Sistema De Tratamiento De Agua Residual Industrial En El Proceso De Elaboración De La Panela En La Empresa Doña Panela Ltda*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7717/1/6132187-2019-2-IQ.pdf>

Fernandez, A. R., Garcia, P. L., Garcia, R. R., Valiño, M. D., Fernandez, S. V., & Garcia, J. M. (s.f.). *tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Madrid. Obtenido de https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf

Gomez, M. C. (2019). *Propuesta De Mejora De La Planta De Tratamiento De Aguasresiduales De Arbelaez A Partir Del Sistema De Deer Island Wastewater Treatment Plant*. Universidad Católica De Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23287/1/Propuesta%20de%20mejora%20de%20la%20planta%20de%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20de%20arbelaez%20a%20partir%20del%20sistema%20de%20Deer%20Island%20Waste%20Water%20Treatment%20Plant.pdf>

IDEAM. (2007). *INSTRUCTIVO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia, Bogotá. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428

Martínez, O. C., & Rodríguez, E. S. (2017). *DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA INSPECCIÓN MUNICIPAL DE SAN JOAQUÍN EN EL MUNICIPIO DE LA MESA - CUNDINAMARCA*. Bogotá D.C. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5523/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Minambiente, M. D. (2015). *Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Dectreo, MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Minambiente, Departamento Administrativo de la Función Pública, Bogotá D.C.



- Ortiz, I. A., & Matsumoto, T. (s.f.). *Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de ILHA Solteira (SP) por lagunas facultativas primarias*. Universidad de Nariño; Universidade Estadual Paulista Brasil, Nariño. Obtenido de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/4372/4003>
- RAS. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, Título E*. República de Colombia , Ministerio de Desarrollo Económico, Bogotá. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710_ras_titulo_e.pdf
- Restrepo, G. C. (2008). *EVALUACIÓN Y MONITOREO DEL SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE SANTA FÉ DE ANTIOQUIA, COLOMBIA*. Trabajo de Investigación, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA , INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL , MEDELLÍN. Obtenido de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/50/1/EvalMonitStmaLagunasStfeAnt.pdf>
- Valbuena, L. X., & Castillo, W. S. (2015). *Evaluación de alternativas de tratamiento de aguaresidual doméstica para reúso en irrigación en unahospedería en el municipio de villa de Leyva*. Universidad de la Salle, Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Boyacá. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/298/?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fing_ambiental_sanitaria%2F298&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Yepes, C. A. (2015). *Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias*. Tesis, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, D.C., Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/305/1/Alvis%20Yepes%2c%20Cristhian%20-%202015.pdf>



ANEXOS



Monitoreo y eficiencia del STAR



Anexo 1 Creacion De Formatos De Campo Para Las Distintas Áreas

Tabla 26 Medición de caudal. Fuente: Leal (2021)

FORMATO DE CAMPO PARA MEDICIÓN DE CAUDAL								
ECAS-AAA-D-00-TYO-TAR-P-02-SUP-01								
Fecha de elaboración	03.04.2021	Versión 01	Pág 1 de 3	Fecha de visita				
Responsable					Cargo/empresa			
Nombre					Cargo/empresa			
Caudal	100 m aguas arriba []			100 maguas abajo []		1000 m aguas abajo []		
Longitud (m)				Ancho(m) 1		Ancho(m) 2		
Profundidad inicial	1		(m)	Tiempo Inicial	1	color		
	2		(m)		2	color		
	3		(m)		3	color		
	4		(m)		4	color		
	5		(m)		5	color		
	6		(m)					
	7		(m)					
	8		(m)					
	9		(m)					
	10		(m)					
Profundidad Final	1		(m)	Tiempo Final	1	color		
	2		(m)		2	color		
	3		(m)		3	color		
	4		(m)		4	color		
	5		(m)		5	color		
	6		(m)					
	7		(m)					
	8		(m)					
	9		(m)					
	10		(m)					
Observaciones								

Tabla 27 Monitoreo de caudal. Fuente: Leal (2021)

FORMATO DE CAMPO MONITOREO STAR								
ECAS-AAA-D-00-TYO-TAR-P-02-SUP-01								
Fecha de elaboración	05.04.2021	Versión 01	Pág 1 de 3	Fecha de visita				
Responsable					Cargo/empresa			
Nombre					Cargo/empresa			
Punto 1: AFLUENTE ENTRADA STAR	Hora			Hora		Hora		
	pH			pH		pH		
	Temperatura			Temperatura		Temperatura		
Punto 2: 100 M ARRIBA DE VERTIMIENTO	Hora			Hora		Hora		
	pH			pH		pH		
	Temperatura			Temperatura		Temperatura		
Punto 3: VERTIMIENTO	Hora			Hora		Hora		
	pH			pH		pH		
	Temperatura			Temperatura		Temperatura		
Punto 4: 100 M ABAJO DEL VERTIMIENTO	Hora			Hora		Hora		
	pH			pH		pH		
	Temperatura			Temperatura		Temperatura		
Punto 5: 1000 M DEBAJO DE VERTIMIENTO	Hora			Hora		Hora		
	pH			pH		pH		
	Temperatura			Temperatura		Temperatura		
Observaciones:								



Tabla 28 Monitoreo de Celda. Fuente: Leal (2021)

FORMATO DE CAMPO MONITOREO CELDA						
ECAS-AAA-D-00-TYO-TAR-P-02-SUP-01						
Fecha de elaboración	05.04.2021	Versión 01	Pág 1 de 3	Fecha de visita		
Responsable				Cargo/empresa		
Nombre				Cargo/empresa		
Punto 1: Piscina de Lixiviados. LIXIVIADO	Hora			Hora		
	pH			pH		
	Temperatura			Temperatura		
Punto 2: Pozo profundo 1. AGUA SUBTERRÁNEA	Hora			Hora		
	pH			pH		
	Temperatura			Temperatura		
Punto 3: Pozo profundo 2. AGUA SUBTERRÁNEA	Hora			Hora		
	pH			pH		
	Temperatura			Temperatura		
Punto 4: Quebrada la pava. AGUA SUPERFICIAL	Hora			Hora		
	pH			pH		
	Temperatura			Temperatura		
Observaciones:						

Tabla 29 Monitoreo de agua cruda y Tratada. Fuente: Leal (2021)

FORMATO DE CAMPO MONITOREO DE AGUA CRUDA Y TRATADA				
ECAS-AAA-D-00-TYO-TAR-P-02-SUP-01				
Fecha de elaboración	05.04.2021	Versión 01	Pág 1 de 3	Fecha de visita
Responsable				Cargo/empresa
Nombre				Cargo/empresa
Punto 1: BOCATOMA DEL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO (Río Satocá)	Muestra compue	Hora	Temperatura	pH
	1			
	2			
	3			
	4			
Punto 2: PUNTO 14 RED DE DISTRIBUCIÓN	Muestra compue	Hora	Temperatura	pH
	1			
	2			
	3			
	4			
Observaciones:				



REPORTE DE RESULTADOS N° MB-193959

Fecha de emisión: 9 de marzo de 2021	Código de la muestra. 193959
Solicitante: ECAAAS E.S.P	
Dirección: CALLE 30 No. 15 30 Barrio Centro SARAVERENA ARAUCA	
Muestra: MUESTRA 3 – VERTIMIENTO STAR	
Fecha de muestreo: 17 de febrero de 2021	Matriz: Agua residual no doméstica
Fecha de recepción: 18 de febrero de 2021	Responsable de muestreo: solicitante
Envase o empaque: vidrio	Procedimiento de muestreo: solicitante
Tipo de muestreo: Puntual	Tamaño de la muestra: 500 mL
Condiciones de recepción de la muestra: Refrigerada	Plan de muestreo: //
Observaciones: //	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha de análisis	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES
18-02-2021 22-02-2021	*COLIFORMES TOTALES	SM. 9221 B	790 000	NMP / 100 mL
18-02-2021 21-02-2021	*COLIFORMES TERMOTOLERANTES (Anteriormente coliformes fecales)	SM. 9221 E	790 000	NMP / 100 mL
18-02-2021 21-02-2021	* <i>Escherichia coli</i>	SM. 9221 B, F	790 000	NMP / 100 mL

SM: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA, WEF, APHA. Edition 23th - 2017.

* Variables realizadas en SIAMA. Acreditadas por IDEAM Resolución 1277 de 2019 extensión Resolución 0150 de 2020.

Nota: La muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto, SIAMA, no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la(s) muestra(s) y por tanto se refiere(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s)

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

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

Elaboró: MARÍA FERNANDA GRIMALDOS SANCHEZ
ANALISTA MICROBIOLOGÍA
MICROBIÓLOGA. REG. FOLIO 82332-322

Revisó: BRAYAN VILLAMIZAR PÉREZ
DIRECTOR MICROBIOLOGÍA
MICROBIÓLOGO. REG. FOLIO. 799 13-L

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

Código: R-051 Versión: 0.4 Fecha: 10/02/2020 Página: 1 de 1



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

www.siamaco

Carrera 24 No. 36 - 11. Teléfonos +57 7 634 80 00 Celular 318 707 0821 Bucaramanga - Colombia .info@siamaco

Tabla 34 Reporte de Resultados de vertimiento Microbiológico -SIAMA LTDA



REPORTE DE RESULTADOS N° FQ - 193960

Fecha de emisión: 23 de marzo de 2021	Código de la muestra: 193960
Solicitante: ECAAAS E.S.P	
Dirección: CALLE 30 No. 15 30 SARAVENA ARAUCA	
Muestra: MUESTRA 4 - 100 M ABAJO DEL VERTIMIENTO	
Fecha de muestreo: 17 de febrero de 2021	Matriz: Agua superficial
Fecha de recepción: 18 de febrero de 2021	Responsable de muestreo: SOLICITANTE
Envase o empaque: Plástico / vidrio	Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE
Tipo de muestreo: Compuesto	Tamaño de la muestra: 10500 ml
Condiciones de recepción de la muestra: Refrigerada y preservada	Plan de muestreo: //
Observaciones: //	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

Fecha de análisis:	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES
18/02/2021	*ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	61,5	mg CaCO ₃ /L
20/02/2021	*CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (25 °C)	SM 2510 B	223	µs/cm
19/02/2021	*DBO ₅	SM 5210 B, SM 4500 O H	17,9	mg O ₂ /L
24/02/2021				
19/02/2021	*DQO	SM 5220 C	56,3	mg O ₂ /L
18/02/2021	*FOSFORO REACTIVO TOTAL (ORTOFOSFATOS)	SM 4500 P E	0,94	mg P - PO ₄ ³⁻ /L
26/02/2021	*FÓSFORO TOTAL	SM 4500-P B, E	1,23	mg P/L
23/02/2021	*GRASAS Y ACEITES	SM 5520 D	< 5,0	mg/L
18/02/2021	*NITRATOS	Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire, J. Rodier, 9a Ed, 2009	0,64	mg NO ₃ ⁻ - N/L
18/02/2021	*NITRITOS	SM 4500-NO ₂ ⁻ B	0,054	mg NO ₂ ⁻ - N/L
20/02/2021	*NITRÓGENO AMONIAICAL	SM 4500-NH ₃ B, C	7,84	mg N/L
22/02/2021	*NITRÓGENO KJELDAHL	SM 4500-N _{org} C SM 4500 NH ₃ B, C	10,7	mg N/L
20/02/2021	*SÓLIDOS SEDIMENTABLES	SM 2540 F	< 0,1	ml/L
20/02/2021	*SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540 D	< 10	mg/L
21/02/2021	*SÓLIDOS TOTALES	SM 2540 B	98,0	mg/L
22/02/2021	NITRÓGENO TOTAL	CALCULO	11,4	mg N/L
20/02/2021	NITRÓGENO ORGÁNICO	CALCULO	< 3,0	mg N/L
20/02/2021	OXÍGENO DISUELTUO (ELECTRODO)	ASTM 888-09 MÉTODO C	5,73	mg O ₂ /L
18/02/2021	pH (25 °C)	SM 4500 H ⁺ B	6,42	Unid. pH

* Variables realizadas en SIAMA. acreditadas por IDEAM Resolución 1277 de 2019, extensión Resolución 0150 de 2020.

** Variables subcontratadas

*** Variables subcontratadas con laboratorio acreditado

OBSERVACIONES: SM: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA, WEF, APHA 23th. SAAM, calculado como Dodecilo sulfato, sal sódica (SDS), 288,38 g/mol.

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

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

Nota: la muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto SIAMA no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia los datos que figuran en el informe no conllevan una garantía de la representatividad de la (s) muestra(s) y por tanto se refiere(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s).

Elaboró: ESTEFANI MORALES APARICIO
COORDINADOR DE FÍSICOQUÍMICA
QUÍMICA AMBIENTAL PQAmb 00110

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

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

Código	R - 051	Versión	0.4	Fecha	10/02/2020	Página	1 de 1
--------	---------	---------	-----	-------	------------	--------	--------



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

www.siamaco

Carrera 24 No. 36 - 11. Teléfonos +57 7 634 80 00 Celular 318 707 0821 Bucaramanga - Colombia . info@siamaco

Tabla 35 Reporte de Resultados 100 m abajo del vertimiento -SIAMA LTDA



REPORTE DE RESULTADOS N° MB-193961

Fecha de emisión: 9 de marzo de 2021	Código de la muestra. 193961
Solicitante: ECAAAS E.S.P	
Dirección: CALLE 30 No. 15 30 Barrio Centro SARAVENA ARAUCA	
Muestra: MUESTRA 5 – 1000 M ABAJO DEL VERTIMIENTO	
Fecha de muestreo: 17 de febrero de 2021	Matriz: Agua superficial
Fecha de recepción: 18 de febrero de 2021	Responsable de muestreo: solicitante
Envase o empaque: vidrio	Procedimiento de muestreo: solicitante
Tipo de muestreo: Puntual	Tamaño de la muestra: 500 mL
Condiciones de recepción de la muestra: Refrigerada	Plan de muestreo: //
Observaciones: //	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha de análisis	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES
18-02-2021 22-02-2021	*COLIFORMES TOTALES	SM. 9221 B	150	NMP / 100 mL
18-02-2021 21-02-2021	*COLIFORMES TERMOTOLERANTES (Anteriormente coliformes fecales)	SM. 9221 E	14	NMP / 100 mL
18-02-2021 21-02-2021	* <i>Escherichia coli</i>	SM. 9221 B, F	14	NMP / 100 mL

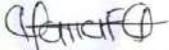
SM: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA, WEF, APHA. Edition 23th - 2017.

*** Variables realizadas en SIAMA. Acreditadas por IDEAM Resolución 1277 de 2019 extensión Resolución 0150 de 2020.**

Nota: La muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto, SIAMA, no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la(s) muestra(s) y por tanto se refiere(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s)

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

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


Elaboró: MARÍA FERNANDA GRIMALDOS SANCHEZ
 ANALISTA MICROBIOLOGÍA
 MICROBIÓLOGA.REG. FOLIO 82332-322


Revisó: BRAYAN VILLAMIZAR PÉREZ
 DIRECTOR MICROBIOLOGÍA
 MICROBIÓLOGO. REG. FOLIO. 799 13-L

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

Código: R - 051	Versión: 0.4	Fecha: 10/02/2020	Página: 1 de 1
------------------------	---------------------	--------------------------	-----------------------



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

www.siamaco

Carrera 24 No. 36 - 11. Teléfonos +57 7 634 8000 Celular: 318 707 0821 Bucaramanga - Colombia - info@siamaco

Tabla 36 Reporte de Resultados 1000 m abajo del vertimiento microbiológico -SIAMA LTDA



REPORTE DE RESULTADOS N° FQ - 193961

Fecha de emisión: 23 de marzo de 2021	Código de la muestra: 193961
Solicitante: ECAAAS E.S.P	
Dirección: CALLE 30 No. 15 30 SARAVENA ARAUCA	
Muestra: MUESTRA 5 - 1000 M ABAJO DEL VERTIMIENTO	
Fecha de muestreo: 17 de febrero de 2021	Matriz: Agua superficial
Fecha de recepción: 18 de febrero de 2021	Responsable de muestreo: SOLICITANTE
Envase o empaque: Plástico / vidrio	Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE
Tipo de muestreo: Compuesto	Tamaño de la muestra: 10500 ml
Condiciones de recepción de la muestra: Refrigerada y preservada	Plan de muestreo: //
Observaciones: //	

ANÁLISIS FISIQUÍMICO

Fecha de análisis:	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES
18/02/2021	*ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	12,4	mg CaCO ₃ /L
20/02/2021	*CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (25 °C)	SM 2510 B	67,1	µs/cm
19/02/2021	*DBO ₅	SM 5210 B, SM 4500 O H	6,3	mg O ₂ /L
24/02/2021	*DQO	SM 5220 C	< 15	mg O ₂ /L
18/02/2021	*FOSFORO REACTIVO TOTAL (ORTOFOSFATOS)	SM 4500 P E	0,22	mg P - PO ₄ ³⁻ /L
26/02/2021	*FÓSFORO TOTAL	SM 4500-P B, E	0,23	mg P/L
23/02/2021	*GRASAS Y ACEITES	SM 5520 D	< 5,0	mg/L
18/02/2021	*NITRATOS	Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire, J. Rodier, 9a Ed. 2009	1,16	mg NO ₃ - N/L
18/02/2021	*NITRITOS	SM 4500-NO ₂ B	0,032	mg NO ₂ - N/L
20/02/2021	*NITRÓGENO AMONIACAL	SM 4500-NH ₃ B,C	< 2,0	mg N/L
22/02/2021	*NITRÓGENO KJELDAHL	SM 4500-N _{org} C SM 4500 NH ₃ B, C	< 3,0	mg N/L
20/02/2021	*SÓLIDOS SEDIMENTABLES	SM 2540 F	< 0,1	ml/L
20/02/2021	*SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	SM 2540 D	< 10	mg/L
21/02/2021	*SÓLIDOS TOTALES	SM 2540 B	38,0	mg/L
22/02/2021	NITRÓGENO TOTAL	CALCULO	< 3,0	mg N/L
20/02/2021	NITRÓGENO ORGANICO	CALCULO	< 3,0	mg N/L
20/02/2021	OXÍGENO DISUELTO (ELECTRODO)	ASTM 888-09 MÉTODO C	9,65	mg O ₂ /L
18/02/2021	pH (25 °C)	SM 4500 H ⁺ B	6,17	Unid. pH

* Variables realizadas en SIAMA. acreditadas por IDEAM Resolución 1277 de 2019, extensión Resolución 0150 de 2020.

** Variables subcontratadas

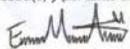
*** Variables subcontratadas con laboratorio acreditado

OBSERVACIONES: SM: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA, WEF, APHA 23th. SAAM, calculado como Dodecilo sulfato, sal sódica (SDS), 288,38 g/mol.

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

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

Nota: la muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE; por lo tanto SIAMA no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la (s) muestra(s) y por tanto se refieren(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s).

Elaboró:  ESTEFANI MORALES APARICIO
COORDINADOR DE FISIQUÍMICA
QUÍMICA AMBIENTAL PQAmb 00110

Revisó:  SERGIO ALEXANDER ROJAS SERRANO
DIRECTOR DE FISIQUÍMICA
ING. BIOTECNOLÓGICO

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

Código	R - 051	Versión	0.4	Fecha	10/02/2020	Página	1 de 1
--------	---------	---------	-----	-------	------------	--------	--------



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

www.siama.co

Tabla 37 Reporte de Resultados 1000 m abajo del vertimiento Físicoquímico -SIAMA LTDA



REPORTE DE RESULTADOS N° MB-193960

Fecha de emisión: 9 de marzo de 2021	Código de la muestra: 193960
Solicitante: ECAAAS E.S.P	
Dirección: CALLE 30 No. 15 30 Barrio Centro SARAVERENA ARAUCA	
Muestra: MUESTRA 4 – 100 M ABAJO DEL VERTIMIENTO	
Fecha de muestreo: 17 de febrero de 2021	Matriz: Agua superficial
Fecha de recepción: 18 de febrero de 2021	Responsable de muestreo: solicitante
Envase o empaque: vidrio	Procedimiento de muestreo: solicitante
Tipo de muestreo: Puntual	Tamaño de la muestra: 500 mL
Condiciones de recepción de la muestra: Refrigerada	Plan de muestreo: //
Observaciones: //	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Fecha de análisis	VARIABLE	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDADES
18-02-2021 22-02-2021	*COLIFORMES TOTALES	SM. 9221 B	170	NMP / 100 mL
18-02-2021 21-02-2021	*COLIFORMES TERMOTOLERANTES (Anteriormente coliformes fecales)	SM. 9221 E	63	NMP / 100 mL
18-02-2021 21-02-2021	* <i>Escherichia coli</i>	SM. 9221 B, F	23	NMP / 100 mL

SM: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. AWWA, WEF, APHA. Edition 23th - 2017.

* Variables realizadas en SIAMA. Acreditadas por IDEAM Resolución 1277 de 2019 extensión Resolución 0150 de 2020.

Nota: La muestra a la que se refieren los datos de este reporte, ha sido proporcionada por el SOLICITANTE, por lo tanto, SIAMA, no es responsable del origen o fuente de donde se ha extraído dicha muestra. En consecuencia, los datos que figuran en el informe no constituyen una garantía de la representatividad de la(s) muestra(s) y por tanto se refiere(n) única y exclusivamente a dicha(s) muestra(s).

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

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

Elaboró: MARÍA FERNANDA GRIMALDOS SANCHEZ
ANALISTA MICROBIOLOGÍA
MICROBIÓLOGA.REG. FOLIO 82332-322

Revisó: BRAYAN VILLAMIZAR PÉREZ
DIRECTOR MICROBIOLOGÍA
MICROBIÓLOGO. REG. FOLIO. 799 13-L

FIN DEL REPORTE DE RESULTADOS.

Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados con el máximo rigor de la ley.

Código: R-051 Versión: 0.4 Fecha: 10/02/2020 Página: 1 de 1



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

www.siama.co

Carrera 24 No. 36 - 11. Teléfonos +57 7 634 80 00 Celular 318 707 0821 Bucaramanga - Colombia - info@siama.co

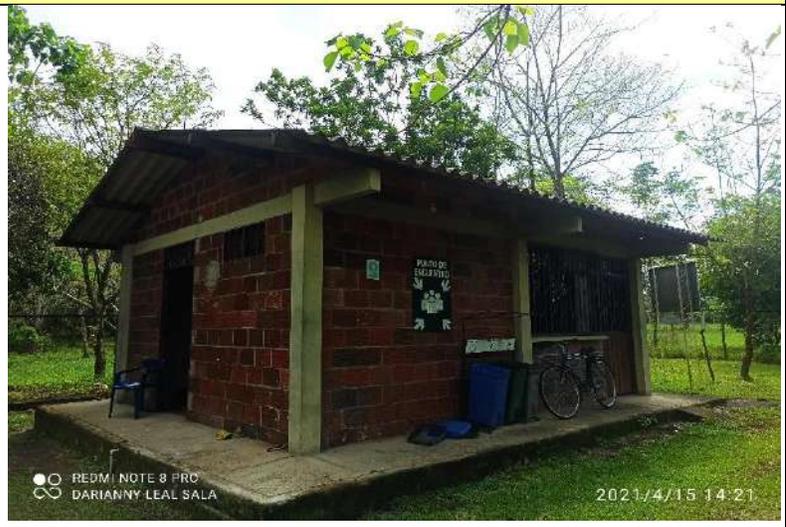
Tabla 38 Reporte de Resultados 100 m abajo del vertimiento microbiológico -SIAMA LTDA

Anéxo 3 Fotos de visitas a campo - STAR

MARZO



ABRIL







MAYO

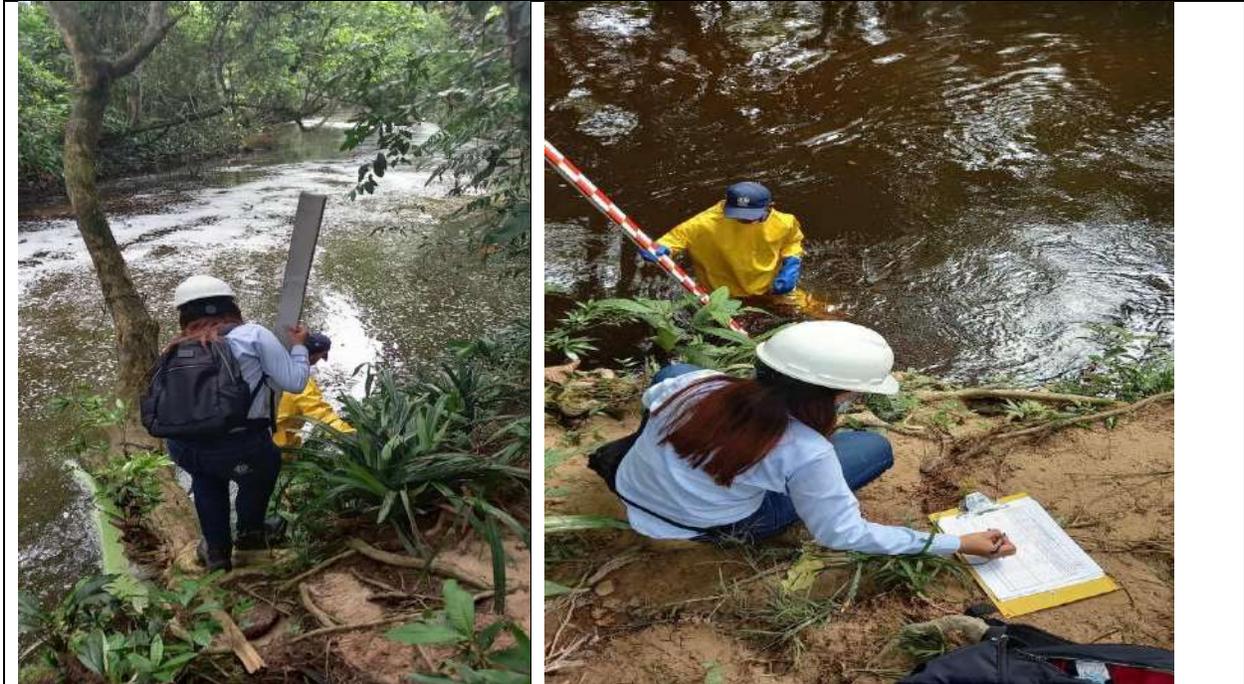






JUNIO





REDMI NOTE 8 PRO
DARIANNY LEAL SALA

2021/6/9 09:11



Anexo: Apoyo y acompañamiento en la empresa



ANEXO 6 ACTIVIDAD DE SIEMBRA

Actividad de siembra







ANEXO 7 INSPECCIÓN DE ÁREAS PARA FUTURAS MEJORAS





ANEXO 8 APOYO EN G.A- ELABORACIÓN DE GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES DE ECAAAS E.S.P





ANEXO 9 ACOMPAÑAMIENTO EN JORNADAS DE ASEO

