

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i (66)	

i

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	RAFAEL ERNESTO FUENTES CABRALES RODRIGO ANTONIO REYES NIÑO		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	JOSÉ JULIÁN CADENA MORALES		
TÍTULO DE LA TESIS	DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA PILOTO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN EL SECTOR CERVELEÓN PADILLA DEL MUNICIPIO CHIMICHAGUA, CESAR		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>LA CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS, ES UNO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE ENFRENTAN EN EL MUNDO, GENERANDO PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES, EN LA SALUD Y EL BIENESTAR DE LAS COMUNIDADES. COLOMBIA PRESENTA UN DÉFICIT EN LA CONSERVACIÓN DE SUS FUENTES HÍDRICAS, YA QUE PRESENTA BAJOS NIVELES DE COBERTURA EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES, QUE SON VERTIDAS DE FORMA PUNTUAL EN LOS DIFERENTES ESPEJOS HIDRICOS QUE CIRCUNDA LA NACIÓN.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 55	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1

**DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA PILOTO PARA EL TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LODOS ACTIVADOS EN EL SECTOR
CERVELEÓN PADILLA DEL MUNICIPIO CHIMICHAGUA, CESAR**

AUTORES

RAFAEL ERNESTO FUENTES CABRALES: 161099

RODRIGO ANTONIO REYES NIÑO: 161053

DIRECTOR

M.Sc. JOSÉ JULIÁN CADENA MORALES

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERIA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Agosto de 2017.

Dedicatoria

Principalmente a Dios por guiarnos cada día en el sendero correcto de la vida y en el transcurso del camino, iluminarnos en todo lo que realizamos; a nuestros padres, por ser ejemplo para seguir adelante e inculcarnos valores que de una u otra forma nos han servido en la vida, gracias por eso y muchos más. Asimismo, nuestros hermanos por apoyarnos en cada decisión que tomamos, a nuestros docentes, que nos impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso académico.

Agradecimientos

Expresión de gratitud a quienes manifestaron un gran apoyo en el progreso y desarrollo de la investigación: M. Sc. Jacipt Alexander Ramón V. Por su entrega y cordialidad; a la coordinada de laboratorio de aguas: M. Sc. Diana Milena Valdes Solano, por el arbotante y tiempo brindado. A nuestro director, M. Sc. José Julián Cadena Morales, por su disposición y acompañamiento durante el transcurso de la investigación, a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por brindarnos soporte para el avance de la misma.

Resumen

La contaminación de las fuentes hídricas es uno de los principales problemas que se enfrentan en el mundo, generando problemáticas ambientales en la salud y bienestar de las comunidades.

Colombia presenta un déficit en la conservación de sus fuentes hídricas, ya que presenta bajos niveles de cobertura en el tratamiento de las aguas que son vertidas en estas de forma puntual. El sistema piloto cuenta con un tanque de 18 litros para alojar las aguas residuales y está conectado a un tanque (aireador) que difusa aire mediante un conducto y está acoplado a un recipiente de almacenamiento de oxígeno, con el fin que las bacterias se activen y cumplan su función, la cual es formar lodos que posteriormente se transportan al sedimentador conectado en el fondo con dos conducciones; una que dirige los lodos a su recirculación y otra para transportarlos a secado.

Para el sistema piloto se utilizó un tiempo de aireación de 22 horas a una presión de 4.7 kg/cm^2 y luego fluir hacia el sedimentador en un tiempo de retención de 3 horas, se obtuvo para este sistema piloto de lodos activados una remoción de DBO5 de 80%, para DQO de 80% y para SST de 74.74%. Los resultados obtenidos muestran que la tecnología biológica utilizada es una alternativa de tratamiento para pequeñas comunidades como es el sector de estudio, debido a sus bajos costos para su construcción y eficiencia en su operación.

Abstract

The Pollution of water sources is one of the main problems facing the world, generating environmental problems and the health and well-being of communities. Colombia presents a deficit in the conservation of its water sources, since it presents low levels of coverage in the treatment of the waters that are spilled in these in a punctual way. The pilot system has an 18-liter tank to house the wastewater and is connected to a tank (aerator) that diffuses air through a conduit and is coupled to an oxygen storage vessel, in order for the bacteria to activate and fulfill their function, which is to form sludges that are subsequently transported to the settler connected at the bottom with two pipes; One that directs the sludge to its recirculation and another to transport them to drying. For the pilot system, a ventilation time of 22 hours at a pressure of 4.7 kg / cm² and then flowing to the settler in a retention time of 3 hours was obtained, for this activated sludge pilot system a BOD₅ removal of 80% for COD of 80% and for SST of 74.74%. The results obtained show that the biological technology used is an alternative treatment for small communities such as the study sector, due to its low costs for its construction and efficiency in its operation.

Índice

Capítulo 1. Diseño y evaluación un sistema piloto para el tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados en el sector Cerveleón Padilla del municipio chimichagua, cesar.....	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Formulación del problema.	15
1.3 Objetivos.	15
1.3.1 Objetivos general.	15
1.3.2 Objetivos específicos.	15
1.4 Justificación.	16
1.5 Delimitaciones.	16
Capítulo 2. Marco referencial.	18
2.1 Marco histórico.	18
2.2 Marco contextual.	22
2.3 Marco conceptual.....	24
2.4 Marco Teórico.....	28
2.5 Marco legal.	33
Capítulo 3: Diseño metodológico.	35
Capítulo 4. Administración del proyecto.	45
4.1 Posibles colaboradores:.....	45
4.1.1 Recursos disponibles:.....	45
Capítulo 5. Resultados 48	48
Diseño Propuesto Por Los Autores 48	48
Evaluación Del Sistema Piloto..... 52	52
Capítulo 6. Conclusiones 53	53
Capítulo 7. Recomendaciones..... 55	55
Referencias..... 56	56
Apéndices..... 62	62

Lista de Tablas

Tabla 1. Valores para diseño de sedimentadores.	39
Tabla 2. Datos aplicables al diseño de aireadores.....	40
Tabla 3. Instrumentos numéricos para el diseño de rejilla.....	40
Tabla 4. Datos requeridos en las etiquetas para los laboratorios.	44
Tabla 5. Presupuesto global de la investigación y desarrollo del diseño por los autores.	46
Tabla 6. Parámetros analizados en las muestras de agua residual	52

Lista de Figuras

Figura 1. Área de influencia.	23
Figura 2. Etapas de la operación de un sistema de lodos activados. (Cortes horizontales extraídos de AutoCad).	32
Figura 3. Método de conservación de la muestra	43
Figura 4. Modelos de etiquetas de los diferentes laboratorios para las muestras de agua residual	44
Figura 5. Recipiente para los analisis; a la izquierda Efluente, derecha Afluente.....	51

Introducción

El procedimiento biológico de las aguas residuales por los lodos activados se ha situado como un tratamiento eficaz para optimizar los espejos hídricos contaminados, fundamentalmente para eliminar las contaminaciones de fosforo, grasas y aceites, nitrógeno entre otros parámetros. Este proceso es muy utilizado para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, es apropiado además para tratar los afluentes Industriales en la medida en que estos son biodegradables, lo que es el caso a menudo.

Este cuaderno tecnológico tiene varios objetos, por una parte; proporcionar información sobre las bases teóricas y prácticas del funcionamiento y por otra parte dar elementos sobre los aspectos conducta, concepción y dimensionamiento.

Al verter aguas residuales a un cuerpo receptor de manera excesiva a la capacidad de asimilación de contaminantes, se observa la disminución en su aptitud natural y calidad para usos que brindan benéficos a los habitantes, el objeto del tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados es reducir la carga contaminante para proteger la salud pública y promover el bienestar de los seres humanos.

Las cargas contaminantes y nutrientes establecen el objeto de la regulación, por parte de la normatividad, para establecer la calidad oportuna del agua con respecto a los diferentes usos aplicables a ella, conjuntamente concurren varios contenidos legales que inspeccionan dichos parámetros en Colombia pero principalmente se contempla en la resolución 0631 de 2015.

Capítulo 1. Diseño y evaluación un sistema piloto para el tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados en el sector Cerveleón Padilla del municipio chimichagua, cesar.

1.1 Planteamiento del problema.

Chimichagua-Cesar cuenta con la prestación de servicio público de alcantarillado sanitario que mediante la asistencia de dos bombas centrifugas que cumple la función de movilizar las aguas residuales hasta el sistema de tratamiento que actualmente posee el municipio (lagunas de oxidación).

Ley 142/1994 de servicios públicos domiciliarios – LSPD, régimen de los servicios públicos domiciliarios. Establece la competencia de los municipios para asegurar la prestación eficiente del servicio domiciliario de alcantarillado, que incluye el tratamiento y disposición final de las aguas residuales. Además, define que las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios deben proteger el ambiente cuando sus actividades lo afecte. (Alcaldía Municipal de Chimichagua – PSMV, 2008, pág. 15).

Así mismo; se ha venido presentando una prestación ineficiente del servicio, lo cual ha provocado deterioro del ecosistema y alteración de los índices de contaminación a los que se ve sometido el sitio receptor del sistema de alcantarillado, en este caso la Ciénaga de Zapatosa. A pesar que el municipio cuenta con un sistema de tratamiento, el monitoreo que se le adjudica a tal proceso no es el adecuado y por ende su funcionalidad es ineficaz.

No existe vigilancia preventiva, actualmente no están presentando el servicio adecuado por falta de mantenimiento. Hoy día las lagunas de oxidación se encuentran colmatadas y proliferadas de algas, macrofitas acuáticas y falta de compuertas a la entrada una a otra laguna y al de salida a la fuente receptora. (Alcaldía Municipal de Chimichagua – PSMV, 2008, pág. 10).

Además de esto, es preciso aclarar que solo el 33% de la población del área urbana cuenta con un sistema de alcantarillado apto para realizar descargas de aguas residuales a través de una red 100% sanitaria. El 67% restante de la población se encuentra sometido a efectuar vertimientos puntuales directos e indirectos sobre el afluente más cercano.

El servicio de alcantarillado en el casco urbano tiene una cobertura del 33%, equivalente a 876 suscriptores de 2646 posibles que actualmente no cuentan con este servicio, quienes hacen sus descargas directas o indirectamente a la fuente receptora Remanganagua. (Alcaldía Municipal de Chimichagua – PSMV, 2008, pág. 10).

Dentro de los de los habitantes que cuenta con un sistema de alcantarillado está el Sector Cerveleón Padilla, este vierte sus aguas creando una afección hídrica en una zona o área de conservación y protección como lo es el caño Remanganagua. PSMV de Chimichagua, Cesar (2008) afirma “Áreas de conservación y protección en la cabecera municipal, tenemos: El área comprendida entre el caño Remanganagua límite perimetral desde el punto N° 62 hasta el punto N° 7.” (p. 36). Lo anterior ocurre debido a no presentar una conexión con la red dirigida a las bombas. El sector; ubicado en el casco urbano del municipio, enfrenta esta emergencia ambiental al existir una nulidad en la adherencia entre los dos conductos. Las fuentes receptoras de esta zona (La Ceja y Remanganagua) son tributaria de la Ciénaga de Zapatosa, estas reciben las aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento y generan múltiples daños ambientales. Establecida esta problemática se postula una alternativa que mitigue, mejore o elimine el impacto ambiental y que sirva como modelo piloto para implementarlo más adelante en todo el territorio municipal.

1.2 Formulación del problema.

Debido a la problemática presentada en el municipio de Chimichagua con el tratamiento de las aguas residuales y tomando punto de referencia el sector conocido como Cerveleón Padilla, se precisa buscar una solución al siguiente cuestionamiento:

¿Cuál será la reducción de las cargas contaminantes logradas por un sistema piloto para el tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados en el sector Cerveleón Padilla del municipio Chimichagua, Cesar?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivos general.

- Diseñar y Evaluar un Sistema Piloto para el Tratamiento de Aguas Residuales Mediante Lodos Activados en el Sector Cerveleón Padilla del Municipio Chimichagua, Cesar.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Diseñar un sistema de simulación (a escala) y en 2D, tomando como muestra de problema las aguas residuales provenientes de la descarga ubicada en los caños La Ceja y Remanganagua.
- Determinar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados a través de la simulación del sistema.
- Evaluar los factores contaminantes de las aguas residuales que optimiza el sistema piloto mediante lodos activados.

1.4 Justificación.

A fin de elevar la calidad de vida de los habitantes de la zona Cerveleón Padilla en el municipio de Chimichagua, se plantea este proyecto que busca la prevención de la contaminación provocada por el vertimiento de las aguas servidas de un sistema de alcantarillado a fuentes hídricas aledañas a la población. El fin de la construcción de un sistema de tratamiento de este tipo de aguas es lograr que la comunidad del sector y el municipio observen el beneficio que trae consigo la implementación de una técnica que mejora las condiciones socio - ambientales. Del mismo modo, esto también permite incentivar la toma de conciencia ambiental sobre los impactos que generalmente le crea el hombre al medio que lo circunda.

Con el claro propósito de generar impactos en diferentes niveles a la comunidad, se propone el diseño a escala de un sistema de tratamiento mediante lodos activados, que permitirá el proceso de las aguas residuales y además innovará en la técnica en cómo esto se realice, ya que en la región no se cuenta con algo similar. A nivel ambiental la planta de tratamiento con lodos activados, contribuirá a mitigar la contaminación, reduciendo olores ofensivos, propagación de enfermedades debido a los virus y bacterias que fluyen por dichos afluentes.

1.5 Delimitaciones.

Delimitación Operativa: Para la elaboración de este proyecto se cuenta con documentos suministradas en la Biblioteca institucional UFPSO y otros recintos educativos, también con información procedente de fuentes virtuales, de igual manera existe la asistencia de personal capacitado con el perfil apropiado y recursos propios destinados a la investigación.

Delimitación Conceptual: Lodos activados, vertimiento, agua residual, afluente, efluente, descontaminación de agua residual, PTAR.

Delimitación Geográfica: El desarrollo del proyecto se llevara a cabo en el Sector Cerveleón Padilla del Municipio Chimichagua, Cesar.

Delimitación Temporal: Para la realización del presente proyecto se establecen cinco (5) meses.

Capítulo 2. Marco referencial.

2.1 Marco histórico.

2.1.1 Tratamiento de aguas residuales a nivel mundial: El procedimiento o tratamiento de aguas residuales radica en una cadena de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como finalidad eliminar los contaminantes presentes en el recurso hídrico; durante años se ha venido realizando el objetivo del sistema, el cual es reducir la carga contaminante que ha sido incorporada en procesos ajenos en la dinámica del ciclo hidrológico.

Holanda es uno de los países más densamente poblados en el mundo, con una población de 16.3 millones de habitantes y una densidad poblacional de 480 habitantes por kilómetro cuadrado. En Holanda hay 12 provincias y 483 municipalidades. El país tiene 3 niveles de gobierno, central, provincial y municipal. El gobierno central está a cargo de temas de interés nacional. Las autoridades provinciales y municipales son requeridas para implementar medidas determinadas por el gobierno central, aunque tienen cierto grado de autonomía. Las municipalidades dependen del gobierno central para la mayoría de su ingreso, y el presupuesto restante proviene de tasas locales y cargos impuestos. Éstas no tienen la responsabilidad por el control de la contaminación, la tarea está en manos de las provincias, las cuales han delegado su responsabilidad en los comités de agua. Durante los años cincuenta, Holanda enfrentó una contaminación importante de ríos y lagos causada por el crecimiento industrial, el incremento en el consumo doméstico y la intensificación de la agricultura. Una alta carga de contaminación vertida por la industria, la agricultura y las viviendas causó problemas severos de escasez de oxígeno resultando en mortalidad de peces. Grandes cantidades de metales pesados, pesticidas, hidrocarburos y compuestos de cloro estaban siendo descargados, causando la desaparición de especies, la deterioración de la calidad del agua y la contaminación de los sedimentos. La política medioambiental comenzó a ser importante desde 1970, cuando un sistema de políticas para tratar separadamente con aire, agua, suelos, ruido y remoción de

residuos fue diseñada. Subsecuentemente, en 1989 el gobierno lanzó el Plan Nacional de Política Ambiental. Este fue el primer plan integrado, el cual tomó la forma de un reporte al Parlamento holandés. Su papel fue definir los objetivos de la política ambiental en términos cuantitativos, con metas a ser alcanzadas en el año 2010. Estas metas fueron identificadas en términos de costos que pudieran ser apoyadas por la industria, los consumidores y la agricultura. En 1969 fue expedido el Acto para la Contaminación de los Cuerpos de Agua con el propósito de tratar los problemas causados por descargas puntuales de las industrias y otras descargas colectivas y las provenientes de los sistemas de alcantarillado. Este Acto estableció un sistema regulatorio mediante el uso de licencias y un sistema de cobros para financiar los costos de tratamiento del agua. El Acto establece que cada descarga de aguas residuales a los cuerpos de agua (y en algunos casos a las redes de alcantarillado) requiere un permiso de la autoridad competente y todos los que descargan son responsables de pagar un cargo por contaminación acorde con el principio de “quien contamina paga” (MORENO, 2005).

2.1.2 Aguas residuales en Colombia: La presencia de contaminantes en los cuerpos de agua es uno de los mayores problemas que se presentan en nuestro medio natural. La introducción de estas sustancias en las fuentes de agua, por vertimientos incontrolados de uso doméstico, comercial e industrial; provocan un impacto a corto, mediano plazo sobre la fuente receptora; por esto, algunos vertidos, están generando problemas ambientales como alteraciones en las fuentes hídricas y problemas de salubridad que afectan el sistema digestivo, la presencia de vectores (moscas, zancudos), muerte de fauna y flora; y que en forma acumulativa se convierten en impactos significativos al estilo de vida de las comunidades aledañas, a la salud y al paisaje natural del entorno. Teniendo en cuenta el interés en esta temática, este trabajo se centra en la evaluación y análisis de la información respecto a los vertimientos provenientes de un Establecimiento Penitenciario de Orden Nacional con descarga a un cuerpo de agua, los cuales contaminan y causan

impacto negativo sobre el medio ambiente; de acuerdo a lo anteriormente expuesto se hace necesario analizar alternativas que ayuden a mitigar y prevenir los impactos ambientales negativos al recurso y con estas soluciones disminuir al máximo los impactos negativos que se puedan producir y de esta forma cumplir con toda la normatividad ambiental vigente. Las sustancias presentes en los cuerpos de agua es uno de los mayores problemas que se presentan en el recurso hídrico, la introducción de contaminantes por vertimientos incontrolados de uso doméstico, comercial e industrial; provocan un impacto a corto y largo plazo sobre la fuente receptora; Por esto, algunas descargas, están generando problemas Ambientales como la alteración en las fuentes hídricas y problemas de salud como enfermedades digestivas, presencia de vectores que en forma acumulativa se convierten en impactos significativos de las comunidades aledañas, a la salud y al ambiente (Alfaro, 2015).

Este indicador hace referencia al inventario de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales de las cuales la SSPD tiene conocimiento a través de los reportes al SUI, comunicaciones oficiales o visitas. El resultado del levantamiento y procesamiento de datos se concluye que 480 municipios cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales; estos municipios suman 583 STAR. En el periodo analizado, 480 municipios realizaron algún tratamiento a sus aguas residuales; esto equivale al 43,5% de los municipios del país. Entre los municipios que cuentan con más de un STAR se encuentran: Barbosa, Barrancabermeja, Ibagué, Montería, Tame, Tocancipá, Valledupar, Zipaquirá, Tenjo, Madrid, Maicao, Montería, Planeta Rica, Chinú, Tocancipá, Flandes, Cartago, Caicedonia. Por otra parte, de los 480 municipios que reporta contar con STAR construido dentro de su municipio, 258 son pequeños prestadores (menos de 2.500 suscriptores) y 222 son grandes prestadores (más de 2.500 suscriptores). Finalmente, de los 583 sistemas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran en el diagnóstico, 83 se encuentran fuera de operación. Es importante considerar que de estos, 13 se encuentran en construcción y próximos a operar (Superservicios, 2013).

2.1.3 Procedimiento de aguas residuales a nivel regional: Chimichagua es un municipio que cuenta con una población aproximada de 30116 habitantes, con un número de viviendas de 6536 (DANE, 2015), cada una habitada en promedio por 5 personas. Estos son autores de generar vertimiento directo a fuentes hídricas aportando un alto nivel contaminante.

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Líquidos Urbanos del municipio de Chimichagua, es un instrumento de Planificación Municipal establecido en el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales, reglamentado por el decreto 3100 de 2003 y 3440 de 2004 en relación al cobro de las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales, y desarrollado por las resoluciones 1433 de 2004 y 2145 de 2005 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Alcaldía Municipal de Chimichagua – PSMV, 2008, pág.46).

En estos momentos el municipio cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales (lagunas de oxidación) que ha venido presentando inconvenientes graves que logran degradar y crear quebrantos en la salud humana de la población. En la actualidad hay sectores que no cuentan con un sistema correcto de alcantarillado mediante el cual puedan ser evacuadas para que luego sean tratadas sus descargas residuales.

El sistema de evacuación de aguas servidas se puede catalogar como un sistema perpendicular y a gravedad que desemboca en primera instancia en una estación de bombeo para luego ser vertidas en una primera laguna de oxidación donde se remueve la materia orgánica de grano grueso, para luego verterse continuamente a otra laguna facultativa para retener sólidos livianos o finos, paso siguiente las aguas es vertida a la Ciénaga de Zapatosa a unos escasos 25 metros de la segunda laguna de oxidación, en el sitio denominado Puerto Real. El sistema de alcantarillado funciona como un sistema sanitario o combinado cuando se filtran las aguas lluvias por los orificios de las tapas de los pozos en la mayoría del área urbana, no obstante el municipio y el departamento del Cesar viene

ejecutando algunas obras y estudios tendientes a mejorar la cobertura del servicio y la eficiencia del sistema (Alcaldía Municipal de Chimichagua – PSMV, 2008, pág.46).

2.2 Marco contextual.

El presente proyecto se realiza en el municipio de Chimichagua, departamento del Cesar; en el Sector Cerveleón Padilla Lascarro, el cual se encuentra situado al Norte de la municipalidad con las siguientes coordenadas: 9° 16'49" N y 73° 49' 43.18" O (Figura 1).

Cabe resaltar la identificación que se refleja en la figura, donde se demuestra la zona que será objeto de trabajo. Las aguas residuales generadas en este sitio son netamente domésticas y son descargadas a la fuente hídrica “la ceja” siendo este el afluente más cercano a la población. Se propone un sistema de tratamiento con lodos activados con el fin de abreviar las cargas contaminantes que producen diversas emergencias ambientales que afectan el entorno y la población.

Se viabiliza la posibilidad posterior al tratamiento aplicado con este tipo de sistema con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona Cerveleón Padilla, aprovechar el lodo seco para mejoramientos de suelos; y además darle un uso productivo a las aguas tratadas en el riego de plantas o cultivos que se encuentren en predios aledaños a este afluente. La implementación de esta técnica buscar auxiliar o mitigar la contaminación ejercida en el recurso hídrico que actualmente deteriora la vida silvestre y dificulta el derecho que tiene todo ciudadano a vivir en condiciones adecuadas, con todos los servicios que necesariamente debe asegurar el estado.

La viabilidad de este proyecto se sostiene en la necesidad que actualmente mantiene el municipio de Chimichagua al no asegurar el tratamiento de las aguas residuales de una forma eficaz, ya que este se sostiene a través de un precario sistema de lagunaje, que no funciona de forma adecuada. A través de esta propuesta se proyecta la posibilidad de implementar un tratamiento de lodos activados en todo el municipio tomando como plan piloto la solución a la problemática que

actualmente tiene el sector Cerveleón Padilla pero que se puede generalizar en una falla a nivel municipal.

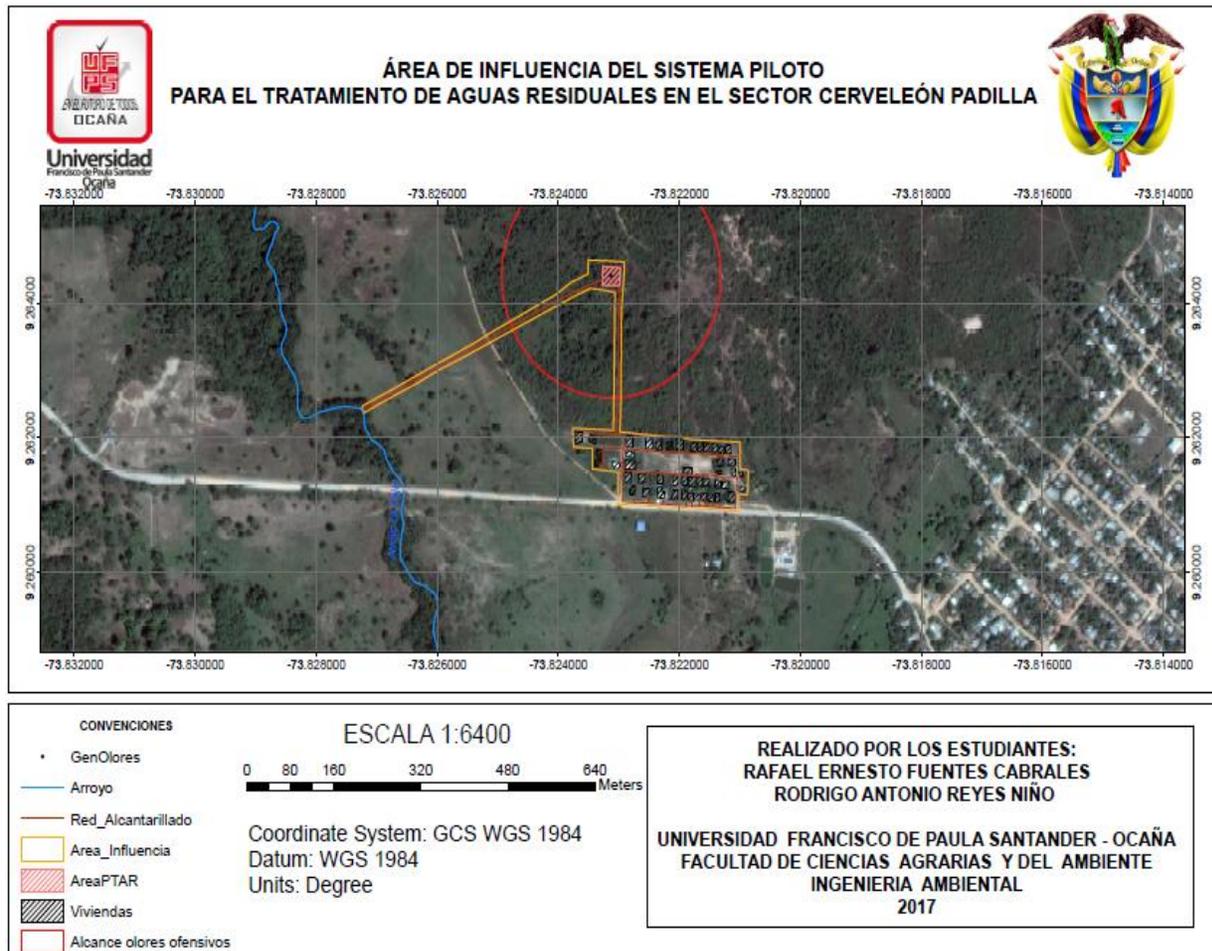


Figura 1. Área de influencia.

Nota: Indica la zona del sector Cerveleón Padilla donde se plantea el sistema piloto para el tratamiento de las aguas residuales, estableciendo una escala 1:6400. Asimismo se digitaliza su infraestructura empleando herramientas de ArcMap 10.3 (rectángulo, línea y puntos) representadas en la leyenda o cuadro de convenciones.

2.3 Marco conceptual.

2.3.1 Aguas residuales. Son el resultado del uso para diferentes fines de una población, teniendo como consecuencia la recolección en su trayecto, materia en suspensión y disuelta que altera sus propiedades.

2.3.2 Aguas grises. Las aguas grises son aguas provenientes de las lavadoras, regaderas, tinas y lavabos. Son aguas residual es que tuvieron un uso ligero, que pueden contener jabón, cabello, suciedad o bacterias, pero que están suficientemente limpias para regar las plantas. En algunos lugares, el agua de la tarja de la cocina es considerada aguas grises, mientras que en otros lugares es clasificada como “aguas negras” lo mismo que el agua del inodoro (Allen, 2015).

2.3.3 Aguas negras. Es la mezcla de las aguas resultantes de procesos domesticos que son incorporadas con las de carácter o uso industrial y es de suma importancia realizar un procedimiento de tratamiento o desalojo.

2.3.4 Aguas domésticas. Son aquellas principalmente de origen residencial como: Baños, cocina, desechos humanos entre otros.

2.3.5 Aguas 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 (Antonio Rodríguez Fernández, 2006).

2.3.6 Aguas municipales. Son esencialmente aquellas aguas de abastecimiento que después de ser utilizadas en las actividades domésticas (consumo humano, cocimiento de alimentos, aseo personal y local, etc.) y productivas (lavados, diluciones, calentamientos, refrigeración, etc.) son descargadas a los alcantarillados domiciliarios o directamente al ambiente (MAVDT, GESTION PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES, 2002)

Con respecto a las aguas residuales municipales se crea o se formula el plan nacional de manejo de aguas Residuales Municipales (PMAR). Específicamente para el tema de espacios oceánicos y zonas costeras e insulares, se cuenta con los Lineamientos de la Política Nacional, la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible, y el Conpes 3164 de 2002, que define el plan de acción 2002 – 2004 para esta política. De otro lado, en prevención y atención de desastres, el Conpes 3146 de 2001 incluye el tema de contaminación del agua. Así mismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2002 –2006, en la estrategia de Sostenibilidad ambiental, programa Manejo integral del agua, se plantean acciones relacionadas con descontaminación hídrica a través de la implementación del PMAR, armonización del marco normativo, y desarrollo de una política integral del recurso hídrico. De otra parte, el marco normativo vigente relacionado con el manejo y tratamiento de aguas residuales, comprende la legislación expedida para regular el uso del agua, establecer el manejo de vertimientos, y definir los instrumentos económicos, administrativos e institucionales necesarios para la ejecución de las políticas. Esto ha permitido lograr avances en el desarrollo de procesos de descontaminación del recurso hídrico y fortalecer la capacidad técnica de las AAR. Sin embargo, la aplicación de la legislación se ha visto afectada por diferentes factores como: debilidad institucional para fijar objetivos y metas de calidad ambiental, y llevar a cabo programas de control y seguimiento; insuficiente información existente y disponible; desconocimiento de las obligaciones ambientales pertinentes por parte de las personas y entes territoriales, insuficiencia de recursos financieros y falta de continuidad en el desarrollo de programas de asistencia técnica por parte de las AAR a los entes ejecutores (MAVDT, 2004).

Tratamiento de aguas residuales. Serie de procesos físicos, químicos y biológicos con el fin de eliminar los contaminantes presentes en el agua generadas por las diferentes actividades (domesticas, comerciales, agrícolas, pecuarias, industriales y recreativas) realizados por el ser humano.

Afluente. Componente por donde ingresa el fluido a la planta de tratamiento de aguas residuales para su posterior proceso.

Efluente: Es el punto de descarga del agua tratada a la fuente hídrica.

Estudio piloto: Es una herramienta científica para una investigación lo que permite llevar a cabo un análisis preliminar antes de iniciar un proyecto a gran escala.

Muestras simples. Son aquellas que se toman una sola vez y en una sola zona de muestreo.

Muestreo Manual. Aplicadas para periodos de tiempos cortos y están representadas por las muestras simples.

Tratamiento biológico. Este se realiza mediante una serie de procesos mediante la utilización de microorganismos en las cuales se destacan por su eficiencia las bacterias y de esta manera eliminar componentes solubles en el agua. Estos procesos aprovechan la habilidad de los microorganismos de alimentarse de la materia orgánica y los nutrientes disueltos en el agua residual para su propio crecimiento.

Lodos activados. El lodo activado es un proceso de tratamiento mediante el cual el agua residual y los microorganismos son mezclados y aireados en un tanque de aireación. Los lodos formados en este proceso son sedimentados en un tanque de sedimentación para posteriormente ser recirculados nuevamente al tanque aireador y su exceso transportado a la laguna de secado.

Rejillas. Son aquellas que permiten el paso del agua y filtran residuos y desechos.

Trampa de grasas: Es un dispositivo utilizado para separar los residuos sólidos y las grasas antes de llegar al tanque de aireación.

Tanque de aireación. Estructura donde el agua residual y los microorganismos son mezclados, incluyendo los lodos recirculados.

Aireación. Es un método para clarificar el agua, utilizando un proceso por el cual el aire tiene un contacto íntimo con el agua logrando así aumento del oxígeno y reducción del contenido de CO₂.

Tanque sedimentador. Sedimentada y separa los sólidos suspendidos (lodos activados), obteniéndose un efluente tratado.

Sedimentación. Es la separación de los sólidos contenidos en un líquido por efecto de la gravedad.

Recirculación de lodos. Conducción de lodos tratados parcial o totalmente, desde el sedimentador hasta el tanque de aireación.

Laguna de secado: Es el último elemento en el proceso de una planta de tratamiento de aguas residuales y es utilizada para secar los lodos producidos durante el tratamiento.

Demanda biológica de oxígeno (DBO). Es una prueba analítica que permite determinar el contenido de materia orgánica biodegradable en una muestra de aguas residuales midiendo el consumo de oxígeno por una población microbiana heterogénea durante 5 días a una temperatura de incubación de 20 °C y en presencia de nutrientes. Esta prueba se utiliza para el cobro de la tasa retributiva. Y además permite medir el porcentaje de remoción de un sistema de tratamiento.

Demanda química de oxígeno (DQO). Parámetro total, indica la materia orgánica biodegradable y no biodegradable presente en el agua residual.

pH. Muestra el nivel de acidez o alcalinidad en una muestra de agua residual.

Nitratos y Nitritos. Son iones muy solubles en el agua y que su presencia se debe al ciclo del nitrógeno y algunas fuentes ambientales como el uso de fertilizantes, la disposición de excretas y el uso de aditivos alimentarios.

Grasas y Aceites. Debido a sus características de ser menos densos que el agua e inmiscibles en ella generan que pequeñas cantidades de grasas y aceites cubran grandes superficies de agua produciendo así un impacto estético alto en estas.

Sólidos Sedimentables. Son aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente después de 60 minutos y se expresan en unidades de ml/l.

Sólidos suspendidos totales. Es la materia que se obtiene como residuo en un filtro de vidrio que posteriormente se seca a altas temperaturas entre 103-105 grados centígrados.

Fosforo total. Es la suma de todos los tipos de fosforo presentes en el agua ortofosfatos solubles, polifosfatos inorgánicos y fosfatos orgánicos. Además son productoras de algas en las aguas que lo recepciona.

2.4 Marco Teórico.

La problemática que presentan actualmente los diversos afluentes hídricos al ser sometidos a vertimientos de aguas residuales de forma directa, no es una situación que se haya producido en tiempos cercanos. Desde la antigüedad existe un tratamiento inadecuado del uso del agua en labores domésticas, lo que ha venido generando deterioro en el ecosistema y el modo de vida del ser humano. En nuestro país la incapacidad en el tratamiento total de las aguas residuales ha generado situaciones que finalizan en el deterioro del medio ambiente. La necesidad de mantener y preservar las riquezas hídricas de nuestro país presenta quebrantos al utilizar dicha fuente como recepción de las aguas residuales.

El vertimiento de las aguas residuales de forma directa no solamente ha venido afectando la comunión del medio ambiente, sino al hombre mismo que convive con afecciones que provienen de la problemática que esto genera. El gobierno de nuestro país, al ser una base en la que se sostiene la integridad con la que viven los habitantes, establece en el artículo 79 de La Constitución Política de Colombia de 1991 que “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. El estado, al ser un organismo que

procura mantener la entereza con la que viven sus habitantes, debería accionar frente a las situaciones que actualmente atraviesa nuestro país, ya que es un derecho vivir dignamente sin afectar el entorno en el que se sostiene el hombre.

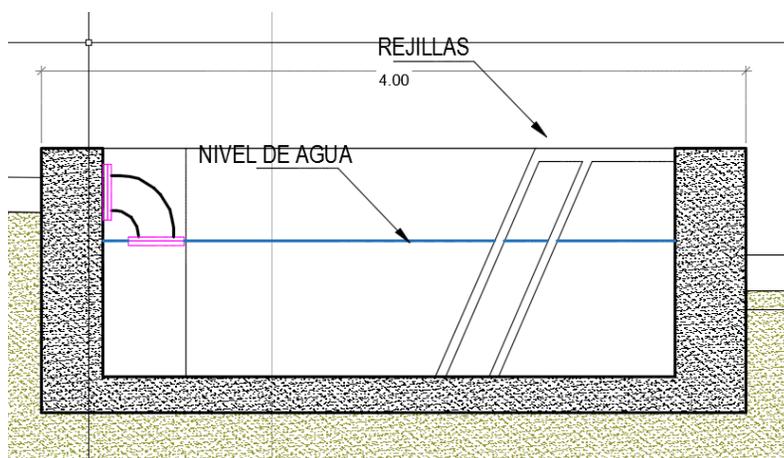
Aunque la ley ampare la preservación del medio y la comunión del hombre con este, actualmente existen datos que constatan la infracción en el derecho del ciudadano colombiano con el medio ambiente. El MAVDT en estudios recientes indica que el tratamiento de aguas residuales proveniente de las actividades domésticas no tiene un tratamiento adecuado sobre un 90%, lo que genera una alarma de acción frente a la privación que se hace ante el cuidado del medio ambiente. La ineficacia con que se infringe el tratamiento de estas aguas, generan múltiples problemáticas relacionadas con el suelo, la flora, la fauna y la convivencia del hombre en comunión con el ambiente.

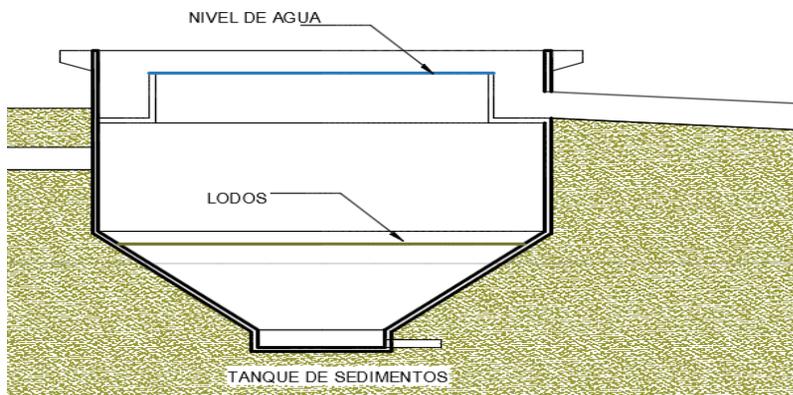
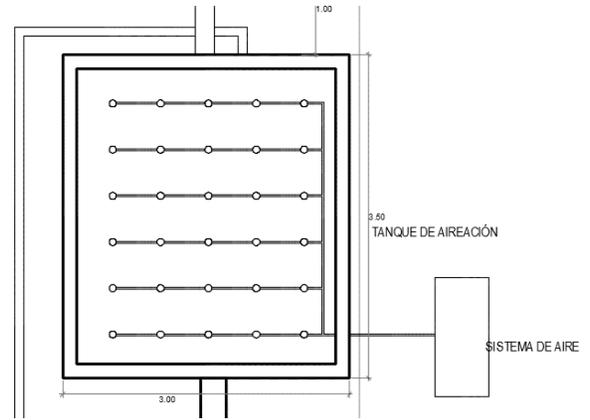
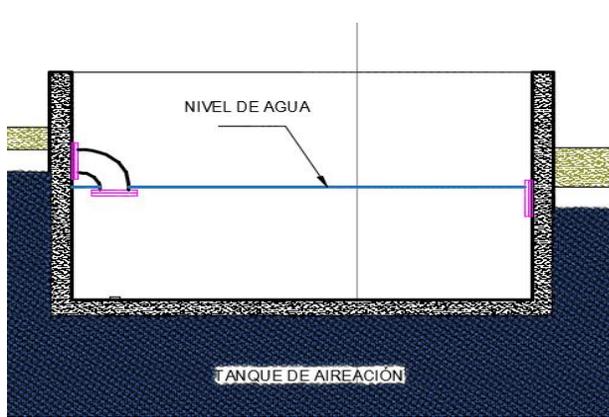
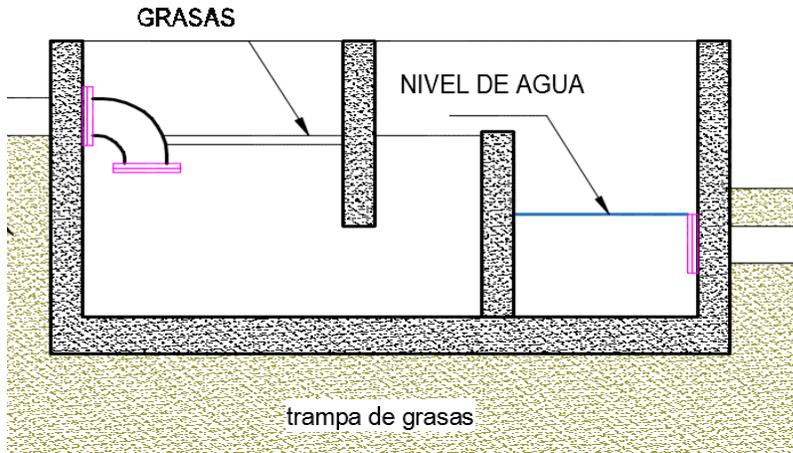
El hombre y medio ambiente mantienen una reciprocidad puesto que el individuo contamina y afecta la vida silvestre pero el ambiente contaminado le genera al hombre enfermedades que afectan gravemente la salud. A través del vertimiento incorrecto de aguas residuales se propulsan contaminantes que afectan el ambiente. Los contaminantes alteran el equilibrio en el hábitat y generan un impacto negativo sobre el ecosistema, unos de los más conocidos son: los metales pesados, los sólidos inorgánicos disueltos, el material orgánico refractario, entre otros.

Ante la necesidad de reaccionar en el deterioro de la vida ecosistémica y problemas sanitarios, higiénicos y de salud se investiga el uso del sistema de tratamiento de aguas residuales a través de lodos o fangos activados, como una solución que estabiliza la comunión del hombre con el medio sin afectarlo. El uso de los lodos activados como una herramienta en la depuración de aguas residuales no es un proceso relativamente nuevo. Su descubrimiento data en el año 1914, en Inglaterra por los ingenieros Edward Arden y William T. Lockett, quienes propusieron un método

novedoso que permitía el operar ante la industrialización y la falta de acción en las aguas residuales que se producían en aquel entonces.

Los lodos actividades son conocidos como “la formación de una masa de “microorganismos activos” capaz de estabilizar un desecho orgánico bajo en condiciones aerobias. El ambiente aerobio se logra mediante aireación difusa o mecánica en un tanque de aireación” (Lizarazo, J., y Orjuela, M. (2013). *Sistema de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Bogotá: Colombia). El sistema de lodos activados es uno de los procesos que ha tomado mayor propulsión en el tratamiento de aguas residuales. Su funcionamiento se enfatiza en la “agitación y aireación de una mezcla de agua residual y lodos biológicos, a medida que las bacterias reciben el oxígeno, consumen la materia orgánica del agua residual y la transforma en sustancias más simples. Este caldo bacteriano recibe el nombre de lodo activado. La mezcla de lodos activados y agua residual recibe el nombre de licor mezclado que se lleva a un tanque de sedimentación para su purga” (Lizarazo, J., y Orjuela, M. (2013). *Sistema de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Bogotá: Colombia).





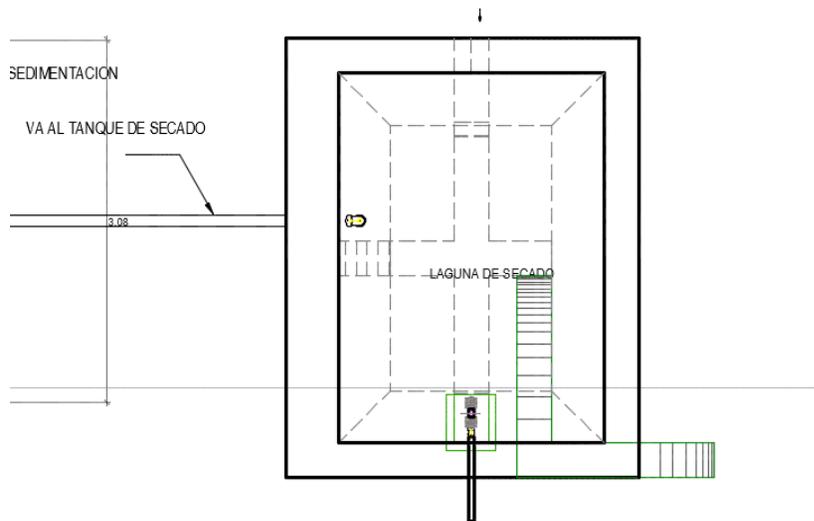


Figura 2. Etapas de la operación de un sistema de lodos activados. (Cortes horizontales extraídos de AutoCad).

La implementación de sistemas de tratamientos de aguas es relativamente reciente en nuestro país. Colombia según estudios de la UNICEF, solo trata el 10% de las aguas residuales producidas en labores domésticas y industriales. Como resultado a esto, los principales ríos, humedales, lagunas, etc, están viéndose gravemente afectados. En esta investigación se quiere proponer el uso de un sistema de tratamiento que resulta novedoso en nuestro país ante el escaso trabajo en pro de las fuentes hídricas y la afección a causa de las aguas residuales. Se postula, la iniciación de esta propuesta en el municipio de Chimichagua Cesar, en el sector Cerveleón Padilla.

2.5 Marco legal.

Ley 99 de 1993, organiza el SINA y crea el ministerio del medio ambiente.

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

Decreto 3930 de 2010 mediante el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 2811 de 1974, código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.

Decreto 4728 del 23 octubre de 2010, este decreto opta por reglamentar algunas modificaciones al decreto 3930 de 2010, específicamente la fijación de la norma de vertimientos asimismo el protocolo para el monitoreo de los vertimientos en aguas superficiales y subterráneas además el plan de reconversión a tecnologías limpias en gestión de vertimientos.

Ley 9 de 1979, código sanitario nacional.

Decreto 1594 de 1984, Usos del agua y residuos líquidos. Capítulo IV de los criterios de calidad para destinación del recurso teniendo en cuenta parámetros específicos del recurso hídrico, asimismo se discurren las sustancias de interés sanitario.

Resolución 1096 de 2000, reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento – RAS.

Decreto 3100 de 2003, reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se obtienen otras determinaciones.

Constitución Política Nacional de 1991, artículo 79 el cual establece que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.

GTC 31, guía para la realización de pruebas de toxicidad.

Artículo 79 de la constitución política (1991), el cual establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente sano. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica.

NTC-ISO 5667-10, Implanta los principios generales que se deben tener en cuenta en los diseños de programas de muestreo.

Decreto 1449 de 1997 el presente decreto dispone sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática.

Decreto 303 del 6 de febrero de 2012, reglamenta el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico para el componente de concesión de aguas y el componente de autorizaciones de vertimientos.

Resolución 151 del 2 de marzo de 2001, establece la Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico; las disposiciones contenidas en la presente resolución aplican a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo; a las actividades complementarias de éstos y a las actividades que realizan los prestadores de los mismos en los términos de la ley 142 de 1994.

Capítulo 3: Diseño metodológico.

3.1 Tipo de investigación. El proyecto es centralizado en el diseño de un sistema para la descontaminación y realizar una evaluación para mitigar los impactos negativos generados por la descarga de los residuos líquidos.

Hay tres tipos de investigación; cuantitativa, cualitativa, y mixta. El presente proyecto encaja en la cuantitativa ya que los parámetros a lo concerniente a las aguas residuales antes y después del tratamiento son resultados numéricos.

El diseño metodológico acoge la investigación experimental ya que para la evaluación del sistema piloto se tienen en cuenta diferentes variables para el desarrollo y análisis de las consecuencias.

Principalmente se realiza el diseño del sistema piloto establecido en una revisión del estado del arte sobre los tratamientos de aguas residuales con lodos activados y las dimensiones que en el presente se deben utilizar, asimismo qué alternativas a tener en cuenta para un óptimo procedimiento.

Se realiza un diseño en 2D con las dimensiones y especificaciones para un sistema de tratamiento de lodos activados en una población pequeña como el sector de estudio, se desarrolla con la finalidad de poder llevarse a campo en un futuro con el apoyo de las entidades públicas que apuntan al campo de conservación de los recursos naturales. Se utilizó un diseño de un sistema piloto como herramienta de análisis y este fue diseñado con base en literatura de diseño y operación de plantas de tratamientos de aguas residuales; se establecen los materiales, bacterias, tiempo de retención y aireación y el volumen del agua a tratar. Una vez establecido el diseño se realiza un plano a mano alzada (figura) que permita concretar su construcción. Posterior a esto se evalúa el sistema piloto en su operación y su eficiencia en la descontaminación de las aguas residuales, para esto es necesario conocer el estado de estas aguas al momento de ingresar y al de salir del sistema

(Afluente – Efluente) por medio de análisis de los parámetros establecidos por la resolución 0631 (pH, DBO5, DQO, Grasas y aceites, SST, SSED, nitritos, nitratos, temperatura y fosforo total).

Para evaluar la eficacia del sistema se define como variable dependiente el porcentaje de remoción del sistema piloto utilizando las bacterias amigables que forman el lodo activado, y las independientes como lo es la cantidad de bacterias, el volumen y la fuente del agua residual y el tiempo de aireación.

Por último se calculan los niveles de remoción teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio y de esta manera verificar la efectividad del sistema y el cumplimiento de la resolución 0631 de 2015 que establece los valores límites máximos permisibles para vertimientos puntuales de acuerdo a los sectores de producción y normatividad vigente, además se establecen las siguientes fases que posee el desarrollo del diseño.

DESCRIPCIÓN DE LAS FASES.

FASE 1. Tratamiento preliminar.

Se realizará por medio de procesos físicos, como rejillas y trampa grasas, de manera convencional de modo que permitan la retención del material extraño presente en las aguas negras y que pueda interferir los procesos de tratamiento.

FASE 2. Tratamiento primario.

Fase conformada por los sedimentadores con el objeto de remover los sólidos suspendidos y DBO en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación.

FASE 3. Tratamiento secundario.

Estos procesos tales como los biológicos, o secundarios, se utilizan para crear una conversión de la materia orgánica fina coloidal y disuelta en el agua residual en floc biológico sedimentable y sólidos inorgánicos, que pueden lograr ser removidos en tanques de sedimentación. Estos procesos

se emplean junto con procesos físicos y químicos para el tratamiento preliminar y primario del agua residual.

Ecuaciones para realizar el diseño (2D) del sistema de tratamiento, aplicando el Software AutoCad.

CALCULO DE CAUDAL.

Demanda de agua para la población existente

Dotación Bruta:

$$dbruta: \frac{dneta}{1 - \%p}$$

$$dbruta: \frac{100 \text{ L/habxdia}}{1-0.15} = 117,65 \text{ L/habxdia}$$

Caudal medio diario:

$$Qmd: \frac{\text{Poblacion} \times dbruta}{86400}$$

$$Qmd: \frac{180 \text{ hab} \times 117,65 \text{ L/habxdia}}{86400} = 0.25 \text{ L/s}$$

Caudal máximo diario:

$$QMD: Qmd \times k1$$

$$QMD: 0.25L/s \times 1.30 = 0.33 L/s$$

Caudal máximo horario:

$$QMH: QMD \times k2$$

$$QMH: 0.33L/s \times 1.5 = 0.5 L/s$$

Para población proyectada:**Dotación Bruta**

$$dbruta: \frac{dneta}{1 - \%p}$$

$$dbruta: \frac{100 L/habxdia}{1-0.15} = 117,65 L/habxdia$$

Caudal medio diario:

$$Qmd: \frac{Poblacion \times dbruta}{86400}$$

$$Qmd: \frac{500 hab \times 117,65 L/habxdia}{86400} = 0.68 L/s$$

Caudal máximo diario:

$$QMD: Qmd \times k1$$

$$QMD: 0.68L/s \times 1.30 = 0.88 L/s$$

Caudal máximo horario:

$$QMH: QMD \times k2$$

$$QMH: 0.88L/s \times 1.5 = 1.32 L/s$$

Recirculación de lodos en el sistema piloto

$$R = \frac{vol}{1.000 - vol}$$

Esta ecuación se realiza luego de realizar la prueba en el sedimentador empleando la utilización de una probeta de volumen = 1L.

Valores utilizados para la esquematización del diseño.

Tabla 1. Valores para diseño de sedimentadores.

Información típica para el proyecto de los tanques de decantación
rectangulares y circulares utilizados para el tratamiento primario
del agua residual

Tipo de tanque	Valor	
	Intervalo	Típico
Rectangular:		
Profundidad, m	3-4,5	3,6
Longitud, m	15-90	25-40
Anchura, m ^u	3-25	5-10
Velocidad de los rascadores, m/min	0,6-1,2	0,9
Circular:		
Profundidad, m	3-4,5	3,6
Diámetro, m	3-60	12-45
Pendiente de la solera, mm/m	6,25-16	8
Velocidad de los rascadores, r/min	0,02-0,05	0,03

Fuente: Metcalf & Eddy (1995).

Tabla 2. Datos aplicables al diseño de aireadores.

Elemento	Valor	
	Intervalo	Típico
Tiempo de detención a caudal punta, min	2-5	3
Dimensiones:		
Profundidad, m	2,0-5,0	
Longitud, m	7,5-20,0	
Anchura, m	2,5-7,0	
Relación anchura-profundidad	1:1 a 5:1	1,5:1
Relación longitud-anchura	3:1 a 5:1	4:1
Suministro de aire, m ³ /min · m de longitud	0,18-0,45	
Cantidad de arena, m ³ /10 ⁶ m ³	4,0-195,0	15,0

Fuente: Metcalf & Eddy (1995).

Tabla 3. Instrumentos numéricos para el diseño de rejilla.

Rejillas de limpieza mecánica		
Características	Rango	Comentarios
Aberturas	6-38 mm	La abertura ideal es de 18 mm para evitar daños en las instalaciones aguas abajo.
Velocidad de aproximación	0.6-1.2 m/s	
Velocidad Mínima	0.3-0.6 m/s	Necesario para evitar acumulación de arenas en el lecho del canal

Fuente: Water environment federation (WEF 1992).

Ecuaciones para cálculo de remoción de carga contaminantes de los siguientes parámetros.

$$\% \text{ de remocion: } \frac{\text{carga contaminante de entrada} - \text{carga contaminante de salida}}{\text{carga contaminante de entrada}} \times 100 =$$

Para DBO5

$$\% \text{ de remocion: } \frac{198 \text{ mg/l} - 40 \text{ mg/l}}{198 \text{ mg/l}} \times 100 = 80\%$$

Para DQO

$$\% \text{ de remocion: } \frac{225 \text{ mg/l} - 45 \text{ mg/l}}{225 \text{ mg/l}} \times 100 = 80\%$$

Para SST

$$\% \text{ de remocion: } \frac{190 \text{ mg/l} - 48 \text{ mg/l}}{190 \text{ mg/l}} \times 100 = 74.74\%$$

Ecuaciones para realizar el diseño del sistema piloto para el tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados.

$$Q: \frac{V}{T} =$$

$$Q: \frac{16L}{45 \text{ seg}} = 0.35 \text{ l/seg}$$

3.2 Población. En este caso se toma las aguas servidas como componente de análisis. La delimitación de la población son todas las aguas residuales que están siendo vertidas a la fuente hídrica “la ceja” en el municipio de Chimichagua, La población del proyecto está constituida por los 45 suscritos a la E.P.S.D (ACUACHIM).

3.3 Muestra. Las muestras serán tomadas por los integrantes del proyecto in situ, donde se obtendrá y se llevara a laboratorio el volumen necesario para el estudio pertinente de los parámetros que en este caso para aguas domesticas será DBO y SST.

Es significativo establecer de donde proviene del agua residual que se emplea para el sistema piloto, teniendo en cuenta que los contaminantes presentes, están claramente relacionados con la actividad que los genera (domestica). Es necesario esclarecer que la muestra de población es el vertimiento puntual que se encuentra situado en el municipio de Chimichagua, específicamente en el sector Cerveleón padilla.

En este proyecto se emplea el método de muestreo simple, son tomadas 12 muestras, 6 en el afluente y 6 en el efluente con una frecuencia de tiempo estigmatizada según las bibliografías, con el fin de obtener una eficacia en el proceso y posteriormente ser llevadas a realizar un análisis fisicoquímico.

Las concernientes muestras son captadas directamente por los autores del proyecto y se determinan de acuerdo al protocolo establecido por el RAS 2000 en la sección II título E capítulo E2 (Ministerio de desarrollo económico, dirección de agua potable y saneamiento básico, 2000), el cual constituye recolección y conservación de la muestra, dato que se tuvo en cuenta en el desarrollo de las tomas de muestra. (Figura 3).



Figura 3. Método de conservación de la muestra

Fuente. Autores del proyecto.

Además establece como ubicar los rótulos, la metodología de aforo, análisis, transporte al laboratorio, cantidad, preservación y recipientes para la muestra asimismo los parámetros mínimos de la calidad del agua a medir.

Igualmente se obtiene como referencia el instructivo de como tomar las muestras de agua residual, determinadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2007), en cual se constituyen los requerimientos referente a los equipos, materiales para el muestreo y personal adecuado para el proceso.

Etiquetas de las muestras. Las muestras se deben etiquetar con la finalidad de evitar errores en cuanto a su identidad, se utiliza la etiqueta otorgada por el laboratorio institucional (Tabla 4) y el laboratorio Nancy Flórez García S.A.S (Figura 5) ubicado en la Ciudad de Valledupar, en las que se especifican los siguientes datos:

Tabla 4. Datos requeridos en las etiquetas para los laboratorios.

DATOS
Matriz de la muestra
Tipo de muestra
Nº de la muestra
Fecha y hora
Persona que toma la muestra
Sitio de muestreo
Tipo de análisis a realizar
Observaciones

Fuente. Autores del proyecto

En las figuras a continuación, se observan las etiquetas para las diferentes muestras mencionadas anteriormente.

	MUESTRA DE AGUA PARA ANÁLISIS		
	Matriz de la muestra:		
Tipo de muestra:	Nº de la muestra:		
Fecha:	Hora:		
Tomada por:			
Sitio de muestreo:			
Tipo de análisis:			
Observaciones:			
			
NOMBRE DE LA MUESTRA			
FECHA DE TOMA DE MUESTRAS		HORA	DÍA/ MES/ AÑO
LUGAR TOMA DE MUESTRAS			
PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS			
TIPO DE MUESTRA	O SIMPLE	O COMPUESTA	O INTEGRADA
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRAS			
CONSERVACION DE LA MUESTRA			
OBSERVACIONES			

Figura 4. Modelos de etiquetas de los diferentes laboratorios para las muestras de agua residual

Fuente. Autores 2017

Capítulo 4. Administración del proyecto.

4.1 Posibles colaboradores:

Director del proyecto

Docentes de la UFPSO

Estudiantes

Ciudadanos

Egresados

4.1.1 Recursos disponibles:

Alcaldía municipal de Chimichagua

CORPOCESAR

ACUACHIM (EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS PUBLICOS DE CHIMICHAGUA)

IDEAM.

RAS

LABORATORIOS UFPSO

PBOT de Chimichagua

Tabla 5. Presupuesto global de la investigación y desarrollo del diseño por los autores.

RUBRO	UFPSO	AUTORES DEL PROYECTO
	Especie (X)	\$ Efectivo - especie (X)
Recursos materiales		
AutoCAD		X
Papelería	X	X
Libros	X	X
Cámara fotográfica		X
Laboratorio UFPSO	X	
Análisis de Laboratorio		\$520,000.00
Tubo PVC ¾		\$18,000
6 Llaves de paso		\$45,000
Bacterias utilizadas para la formación de lodos		\$130,000
Tanques de almacenamiento		\$90,000
Alquiler de compresor		\$70,000
Alquiler de bombona de oxígeno		\$30,000
Soldadura de PVC		\$12,000
Taladro		X
Motobomba para ejercer recirculación de lodos		\$80,000
Balanza		X
Probeta (1L)		\$68,000

Conducto (manguera)	X
Termometro Digital	X
Trasnporte	\$200,000.00
TOTAL	\$1,263,000

Fuente: Autores del proyecto

4.1.2 Recursos financieros: Para el presente proyecto los recursos económicos para el transcurso y procedimiento del mismo se emplearon recursos propios como muestra la (Tabla 6).

Capítulo 5. Resultados

Diseño Propuesto Por Los Autores.

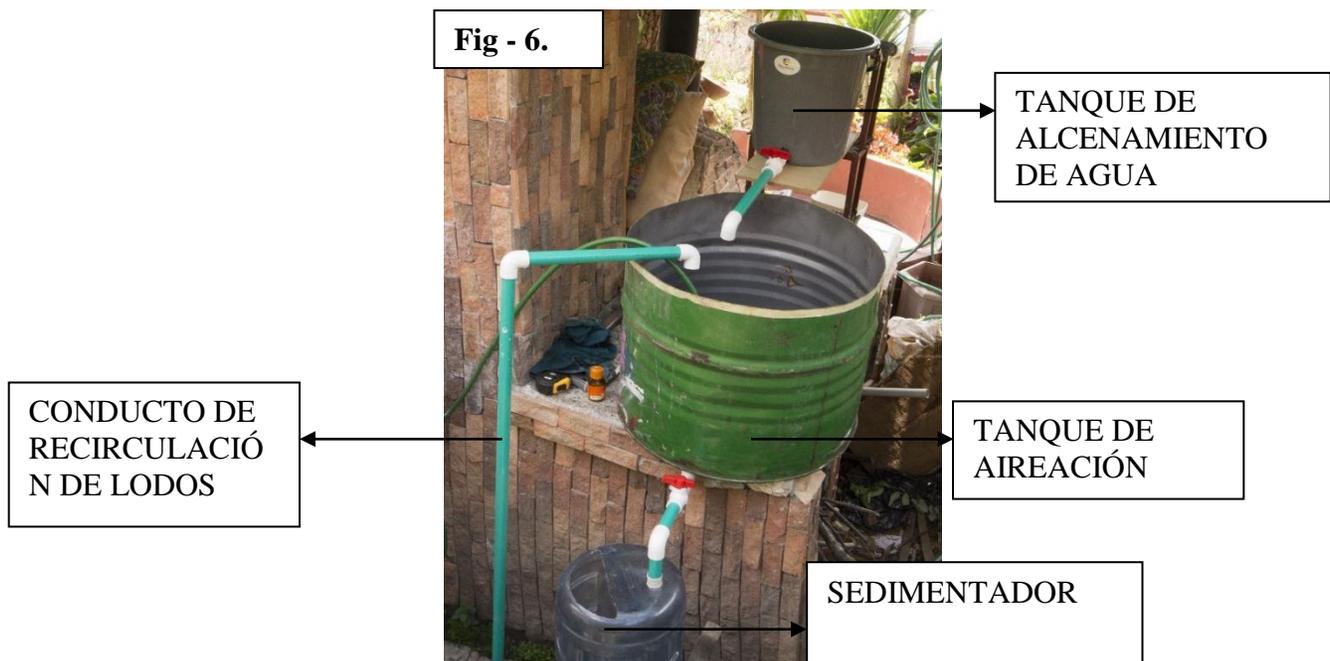
El diseño realizado en AutoCAD se basó en las especificaciones técnicas encontradas en la revisión bibliográfica, para las características de aguas y a su vez el diseño fue realizado para el aprovechamiento del flujo del agua a través de la gravedad y la pendiente del terreno y por medio del software arcGIS, se delimitó el sector de estudio y el predio donde quedaría ubicado la planta de tratamiento de agua residual.

El diseño del sistema piloto, fue realizado basado en la revisión bibliográfica y en proyectos de investigación que trabajaron la misma tecnología. De esta manera se decide diseñar el sistema piloto con la utilización de tanques que faciliten la visibilidad del proceso y que no afecten las aguas, la utilización de bacterias que forman los lodos por medio de la aireación y la cantidad de bacterias aplicada se realizó de acuerdo a las dimensiones del tanque.



Fuente: Autores 2017

El sistema piloto como muestran la (Fig - 6) cuenta con un tanque y su volumen es de 18 litros, donde se almacena el agua residual y tiene un orificio en la parte inferior de este, con una tubería de $\frac{3}{4}$ de diámetro y con una llave de paso que transporta por medio de gravedad las aguas al tanque de aireación, en el que se utiliza un tanque metálico con capacidad para 30 galones y es utilizado para poder observar claramente el proceso de aireación (Fig - 7), en este; el oxígeno es transportado a el tanque por medio de un compresor conectado a una bomba que regula la cantidad de oxígeno suministrado al tanque, cuenta con un orificio en la parte inferior, por medio de gravedad fluye el agua mezclada con los lodos que se formaron anteriormente hacia el sedimentador (Fig - 8). Este fue construido por medio de un tanque de agua de 20 litros, que gracias a su forma permite la sedimentación de las aguas y el transporte de lodos hacia la tubería de recirculación, el cual posee un diámetro de $\frac{3}{4}$ y conectado a una llave de paso con el mismo diámetro que estaba conectada a una motobomba (Fig - 9) y de esta forma llegar nuevamente los lodos al tanque de aireación y su exceso hacia la laguna de secado conectados estos dos por una tubería de $\frac{3}{4}$ de diámetro y una llave de paso.



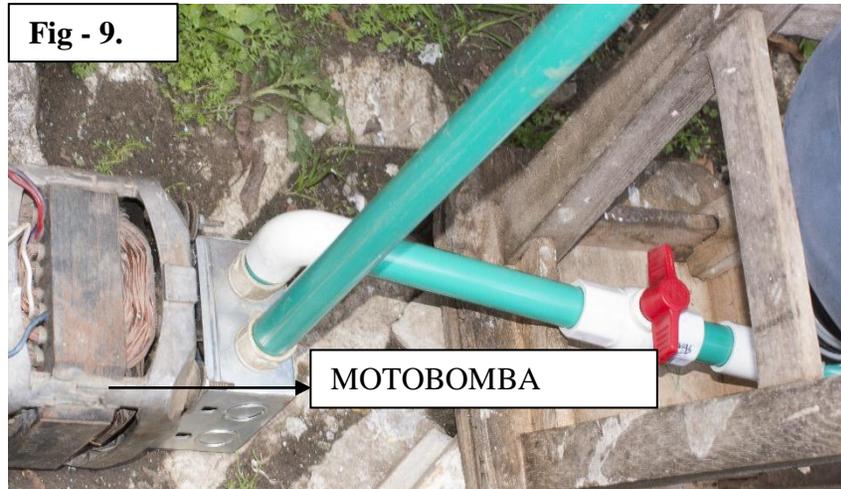
Fuente: Autores del proyecto



Fuente: Autores del proyecto



Fuente: Autores 2017



Fuente: Autores del proyecto

Después de realizar pruebas para evitar fugas en la tubería se pone en marcha el sistema piloto, permitiendo la entrada de agua residual hacia al tanque de aireación, la medición del caudal se realizó mediante el método volumétrico donde el caudal fue de 0.35 l/s y un tiempo de aireación de 22 horas como la fuente bibliográfica recomienda para poblaciones pequeñas, posterior a esto se tomaron muestras en la entrada y salida del sistema (Afluente – Efluente) se observan los recipientes que se utilizaron para la preservación de las muestras y su análisis de laboratorio.



Figura 5. Recipiente para los analisis; a la izquierda Efluente, derecha Afluente

Fuente: Autores 2017

Evaluación Del Sistema Piloto.

Una vez realizada la construcción y operación del sistema piloto se realiza la evaluación de este, mediante el análisis de laboratorio de las aguas en la entrada y salida del sistema como se indica en la (tabla 6) en laboratorios certificados para tener una mayor confiabilidad.

Tabla 6. Parámetros analizados en las muestras de agua residual

Parámetros	Entrada (Afluente)	Salida (Efluente)	Porcentaje de remoción (%)	Exigencia de la normatividad
DBO5 mgO₂/L	198	40	80	90.00
DQO mgO₂/L	225	45	80	180.00
GRASAS Y ACEITES mg/L	13.0	12.5	3.85	20.00
pH Unidades de pH	6.72	6.2		6 a 9
SST mg/L	190	48	74.74	90.00
SSED mL/L	8	2	75	5
Fosforo total mgp/L	1.8	0.54	70	Análisis y Reporte
Temperatura	20.3	20		20.00
Nitritos mgNO₃/L	<0.886	<0.779		Análisis y Reporte
Nitratos mgNO₂/L	<0.020	<0.018		Análisis y Reporte

Fuente. Autores del Proyecto

Capítulo 6. Conclusiones

Un sistema de tratamiento de aguas residuales para que sea sostenible y apropiado, debe tener un imperceptible uso de recursos, incluyendo la disponibilidad del espacio, y generación de residuos, poseer un bajo costo y al mismo tiempo ser aceptado positivamente por la población a la que se le va a brindar el servicio, teniendo en cuenta que existen distintos tipos de tecnologías en la que encuadra el sistema empleado (lodos activados) considerando sostenibilidad por los motivos citados anteriormente.

En el planteamiento del diseño de plantas de tratamiento, empieza a tener una sensibilidad en cuanto al diseño sostenible, y concretamente; en el campo del saneamiento básico. Para ello un instrumento de apoyo dentro de las decisiones importantes se encuentra el listado de indicadores elaborado y aplicable a cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales. Dentro de los indicadores de las vertientes se hace referencia a la potencia instalada, energía consumida, porcentaje de energía consumida respecto al consumo de la población; área consumida, material de construcción, recursos consumidos, volumen de sólidos, lodos y gases generados. Los indicadores de la vertiente económica son básicamente el costo de inversión inicial que abarca temas constructivos y el de operación.

A partir de la elaboración de la lista de itinerarios de sostenibilidad en las tres vertientes del desarrollo sostenible (ambiental, económico y socio-cultural), la investigación en cuanto a éstos, confirma que la elección de sistemas convencionales como la planta de tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados que se desarrolla para el tratamiento de las mismas; en general es apropiado y sostenible. La mayor exigencia por parte de estos sistemas convencionales se refleja normalmente a nivel de energía necesaria, por lo que se visiona emplear un sistema de producción energética solar, no obstante ejerciendo un gasto en el momento, pero a su vez un ahorro a largo plazo y lo más importante; aportando y creando una aptitud ambiental en el medio.

Para su implementación existe una gran ventaja, lo cual es el terreno que se requiere para la implementación de estas, toda esta situación no constituye una limitación en regiones rurales o de expansión urbana donde predominan pequeñas poblaciones como lo es el sector Cerveleón Padilla en el Municipio Chimichagua en el departamento del Cesar, asimismo los costos no elevados en construcción civil.

Durante la evaluación del proceso se obtuvo un porcentaje de remoción que cumplen con la normatividad vigente (Resolución 0631 del 2015) por debajo de los límites máximos permisibles en los parámetros fundamentales: (DBO, DQO y SST), que a su vez cumple con los parámetros que estipula la bibliografía para porcentajes de remoción en sistemas de tratamiento con lodos activados. Además se demuestra por medio del sistema piloto que esta tecnología es la opción más viable para pequeñas comunidades como lo es el área de estudio por sus bajos costos en su construcción y su eficiencia en la remoción de contaminantes de las aguas residuales.

Capítulo 7. Recomendaciones

La investigación realizada se ubica en la tecnología de lodos activados como una alternativa eficiente y con bajos costos de construcción para el problema que presenta Colombia en los niveles de cobertura de las aguas residuales y en el área de estudio, a su vez implementar el aprovechamiento de los residuos que este sistema genera; sus lodos. Estos son aprovechables para abonos en especies de plantas que ayudan a la restauración ambiental y a la siembra de especies ornamentales bien sea en parques y jardines; asimismo, entregar a las fuentes hídricas un agua que cumplen con los parámetros máximos permisibles por la normatividad ambiental colombiana y utilizarla en sistemas de riego, recarga de acuíferos y limpieza. De esta manera garantizar la armonía de los ecosistemas con los recursos naturales y el bienestar de las comunidades de la zona rural que generalmente hacen uso aguas abajo de estas descargas puntuales. Por lo tanto se hace necesario que los gobernantes actuales den prioridad a la construcción de estos sistemas en sus planes de gobiernos y de desarrollo, también estimular y promover las inversiones en los sectores privados, ya que esta tecnología se puede implementar en hoteles, instituciones aisladas y escuelas teniendo en cuenta que el tratamiento y disposición de lodos es aprovechable y puede generar un ingreso. Los diseños deben estar proyectados de una manera sostenible aprovechando la gravedad para el fluido del agua y a su vez la utilización de energías renovables para los equipos que estos tratamientos utilizan, como lo son: las motobombas de recirculación y los implementos utilizados para el traspaso de oxígeno al tanque de aireación. Conjuntamente los recursos utilizados para la construcción de estos sistemas son reciclables de materiales de construcciones ya que esta actividad genera grandes residuos de este tipo y para las lagunas de secado de lodos es necesario proyectarla con el objeto de mitigar olores ofensivos que pueden generar este tratamiento; una alternativa para este problema es la siembra de especies aromáticas alrededor del área donde se construya la planta.

Referencias

Alfaro, D. M. (2015). ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR VERTIMIENTOS PROVENIENTES DE UN ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO DE ORDEN NACIONAL AL RECURSO HÍDRICO. “ESTUDIO DE CASO”. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6463/1/ARTICULO%20ESPECIALIZACION%20FINAL.pdf>

Allen, L. (abril de 2015). Manual de diseño para manejo de aguas grises. Obtenido de <http://greywateraction.org/wp-content/uploads/2014/11/finalGWmanual-esp-5-29-15.pdf>

Antonio Rodríguez Fernández, P. L. (2006). tratamientos avanzados de aguas residuales industriales. Obtenido de https://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf

DANE. (2015). Obtenido de <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/regiones/cesar/chimichagua.pdf>

Domiciliarios, S. d. (2013). Informe Técnico sobre Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Colombia. Obtenido de <http://www.superservicios.gov.co/content/download/4989/47298>

MAVDT. (2002). GESTION PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES. Obtenido de <https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/Residuos%20municipales.pdf>

MAVDT. (2002). GESTION PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES. Obtenido de <https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/Residuos%20municipales.pdf>

MAVDT. (junio de 2004). PLAN NACIONAL DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES EN COLOMBIA. Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/PLAN_NACIONAL_DE_MANEJO_DE_AGUAS_RESIDUALES_MUNICIPALES_EN_COLOMBIA.pdf

MORENO, E. J. (9 de Marzo de 2005). La experiencia de Holanda y Alemania en el uso de cargos por vertimientos de aguas residuales como instrumento para el control de la contaminación hídrica. Obtenido de <http://www.fuac.edu.co/revista/IV/IV/tres.pdf>

Superservicios. (2013). Informe Técnico sobre Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Colombia. Obtenido de <http://www.superservicios.gov.co/content/download/4989/47298>

El tratamiento de aguas residuales en Colombia (10 de abril de 2004) obtenido de: <https://twenergy.com/co/a/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-1142>

Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia (2013) obtenido de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>

Tratamiento de aguas residuales. Obtenido de:

http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Agua_Servicio_Publico/Tratamiento_Aguas_Residuales-Zapata_N.pdf

Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial. (2001). Antecedentes de la contaminación hídrica en Colombia. Estado de la contaminación hídrica nacional, Santa Fé de Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de Marzo de 2015). Resolución 0631 de 2015. Santa Fé de Bogotá D.C., Colombia.

Manejo de vertimientos y desechos en Colombia. Una visión general (julio – diciembre 2007).

Obtenido de:

<file:///C:/Users/RAFA/Downloads/1957-3860-1-SM.pdf>

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (25 de octubre de 2010). Decreto 3930 de 2010. Bogotá D.C, Colombia.

Noyola, A. (2010). El impacto que ha sufrido el medio ambiente por el vertido de aguas residuales sin tratar. Instituto de ingeniería UNAM. Ciudad de México: Instituto de ingeniería UNAM.

Ortíz M, D. F. (2011). Manual de tratamientos biológicos de aguas residuales para poblaciones medianas de la región sur del Ecuador. Tesis de pregrado, Universidad técnica particular de Loja, Escuela de ingeniería civil, Loja, Ecuador.

IDEAM. (10 de 09 de 2007). Instructivo para la toma de muestras de aguas residuales. Toma de muestras de aguas residuales. Santa Fé de Bogotá D.C., República de Colombia

Federico de Lora Soria y J. M, Chavarria, Técnicas de defensa del medio ambiente. Tomos I y II. Editorial Labor S.A. Barcelona (España) 1978.

W. Crueger y A. Crueger. Biotecnología: Manual de Microbiología Industrial. Editorial Acribia S.A. Zaragoza (España) 1989.

L.D. Benefield. Aguas Residuales - Purificación, Editorial Reverté S.A. Barcelona (España) 1980.

R,S Romalho. Tratamiento de Aguas Residuales. Editorial Reverté S.A. Barcelona (España) 1993.

Metcalf y Eddy. Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Editorial Labor S.A. España 1977.

D. Diaz y V. E. Escalante. Tratamiento de Aguas Residuales de origen doméstico en Reactores Anaeróbicos de flujo ascendente y manto de Iodos. XXIX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (SIDIS) CEPIS.

G. Dwight y Otros. Aerobic versus anaerobic wastewater treatment. Chem. Eng, April 1997.

[8] F.S. Estevez y J. F Gaztambide. Oxígeno puro para tratamiento de aguas residuales urbanas. Ing. Quím. Enero 1995.

J.A. Jacome y J. I. Tejero. Depuración de aguas residuales con un reactor biopelícula, Ing. Quim, Enero 1995.

M, D. Trevan y Otros. Biotecnología. Principios biológicas. Editorial Acribia S,A.

Zaragoza(España)1990.

G. Jagnow y W. Dawid. Biotecnología: Introducción con experimentos modelo. Editorial Acribia

S.A. Zaragoza (España) 1991.

R. Mitchell. Introduction to Enviromental Microbiology. Ed. Prentice Hall Inc. N.J. 1989.

Hach Company. Water Analysis Handbook. Leveland Colorado USA. 1989.

Helga Bernhard de Souza y J. C. Derisio. Guía Técnico de Coleta de Amostras de Aguas. CETESB,

Companhia de Tecnología de de Saneamiento Ambiental. Sao Paulo, Brasil. 1977.

Metcalf - Eddy. Ingeniería Sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales.

Editorial Labor S.A. España 1985.

M. Fair Gordon. Ingenieria Sanitaria y de Aguas Residuales. Ed. Limusa - Wiley. México. 1971.

R. Turton y Otros. Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes. Ed. Prentice Hall, PTR,

N.J. 1998.

R. Smith. Chemical Process Design. Ed. Mc Graw-Hill Inc. N.Y 1995.

J.M. Douglas. Conceptual Design of Chemical Processes, Editorial McGraw Hill Inc. 1998.

J.F. Andrews. Review paper: Dynamic Models and Control Strategies for Wastewater Treatment

Processes. Water Res. 8, 261(1974).

D. Prats y M. Rodriguez. Tecnologías de reutilización y potabilización de agua. Ing. - Quim. Abril 1996.

J.E. Bailey y D.F. Ollis, Biochemical Engineering Fundamentals. Editorial Mc Graw Hill N.Y 1980

Rubens Sette Ramalho (1996). Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté

APHA, AWWA, APLF. Métodos normalizados para análisis de aguas y aguas residuales. 17 edition. American Public Health Association Enc. New York 1992.

Metcalf & Eddy. 1996 "Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento Vertido y Utilización. Vol. 1 Ed. Mc Graw Hill. México 250 p.

Romero, JA. 1996. Acuiquímica. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá. Páginas 226.

NMX-AA-012-SCFI-2001. "Análisis de agua.- Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.- Método de Prueba

AGUAS RESIDUALES URBANAS. Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento.

Mariano Seoáñez Calvo. Coed: Ed. Mundi-prensa y Análisis y trabajos prospectivos, S.L. (1995).

CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA. Manual de suministro de agua comunitaria. American Water Works Association. Ed. Mc Graw-Hill Profesional (2002).

REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES: DOCTRINA DEL GRUPO AGBAR. Centro de Estudios e Investigación del Medio Ambiente. Fundación Agbar (1999)

Apéndices

Apéndice A. Resultados de los análisis, Afluente – Efluente

COD: RO-104 Ver: 15 de mayo de 2017

CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 7734

INFORMACION DEL CLIENTE
 EMPRESA : RAFAEL ERNESTO FUENTES CABRALES
 DIRECCION : KDX 376 - 260
 CONTACTO : RAFAEL FUENTES
 CARGO : ESTUDIANTE
 NIT : 1065642065
 CIUDAD : OCAÑA
 TELEFONO : 3164968046

INFORMACION DE LA MUESTRA
 NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
 LUGAR DE MUESTREO : ACUACHIM
 PUNTO DE MUESTREO : SALIDA DE RED DE ALCANTARILLADO (SECTOR LA PADILLA)
 CODIGO : 170528942
 LOTE : N.A
 REGISTRO INVIMA : N.A
 TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
 PLAN DE MUESTREO : N.S
 PROC. DE MUESTREO : N.S
 HORA MUESTRA : 04:20 p.m.
 MUESTREO : 12/05/2017
 RECEPCION : 13/05/2017
 INICIO ENSAYOS : 13/05/2017
 FINAL ENSAYOS : 24/05/2017
 INFORME : 30/05/2017

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
DBO5 mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	198
DQO mg O2/L (A)	SM 5220 C - Titulométrico	225
Grasas y Aceites mg/L (A)	SM 5520 B - Partición líquido - líquido	13,0
pH (20,3 °C) U de pH (A)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	6,72
Sólidos Suspendedos mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	190
Sólidos Sedimentables mL/L (A)	SM 2540 F - Cono Imhoff	8,0
Temperatura °C (A)	SM 2550 B - Electrométrico	20,3
Fósforo Total mg P/L (A)	SM 4500-P B,E - Fotométrico	1,78
Nitratos mg NO3/L (A)	J Rodier, 3ra Ed. 1998 - Fotométrico	<0,886
Nitritos mg NO2/L (A)	SM 4500-NO2 B - Fotométrico	<0,020

NOTA :
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.
 N.A: No Aplica N.S: No Suministrado
 (A): Acreditado (S): Subcontratado
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ **APROBÓ**

YECITH SANGUINO
Coordinador de Físicoquímica

JONATAN GONZALEZ
Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail:
alimentos@labsnancyflorez.com Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar

COD: RO-104 Ver: del 14 de Junio de 2017

CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
Nº 7810

INFORMACION DEL CLIENTE
 EMPRESA : RAFAEL ERNESTO FUENTES CABRALES
 DIRECCION : KDX 376 - 260
 CONTACTO : RAFAEL FUENTES
 CARGO : ESTUDIANTE

INFORMACION DE LA MUESTRA
 NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
 LUGAR DE MUESTREO : ACUACHIM
 PUNTO DE MUESTREO : SALIDA DE RED DE ALCANTARILLADO (SECTOR LA PADILLA)
 CODIGO : 170528942
 LOTE : N.A
 REGISTRO INVIMA : N.A

NIT : 1065642065
 CIUDAD : OCAÑA
 TELEFONO : 3164968046

HORA MUESTRA : 06:20 a.m.
 MUESTREO : 12/06/2017
 RECEPCION : 13/06/2017
 INICIO ENSAYOS : 13/06/2017
 FINAL ENSAYOS : 24/06/2017
 INFORME : 30/06/2017

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
DBO5 mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	40
DQO mg O2/L (A)	SM 5220 C - Titulométrico	45
Grasas y Aceites mg/L (A)	SM 5520 B - Partición liquido - liquido	11
pH (20,3 °C) U de pH (A)	SM 4500-H+ B - Electrométrico	6,2
Sólidos Suspendedos mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	48
Sólidos Sedimentables mL/L (A)	SM 2540 F - Cono Imhoff	2
Temperatura °C (A)	SM 2550 B - Electrométrico	20
Fósforo Total mg P/L (A)	SM 4500-P B,E - Fotométrico	1
Nitratos mg NO3/L (A)	J Rodier, 3ra Ed. 1998 - Fotométrico	<0,886
Nitritos mg NO2/L (A)	SM 4500-NO2 B - Fotométrico	<0,020

NOTA :
 Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.
 N.A: No Aplica N.S: No Suministrado
 (A): Acreditado (S): Subcontratado
 Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.
 Resultado no controlado una vez entregado al cliente.
 El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.
 No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ **APROBÓ**

YECITH SANGUINO **JONATAN GONZALEZ**
 Coordinador de Físicoquímica Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

Página 1 de 1

Teléfonos: (5)5842072 Fax:5703920-3145060908 E-mail:
 alimentos@labsnancyflorez.com Carrera 15No. 13C - 72 Esquina - Valledupar



Nit 824005588

Cra 15 N° 13 C 72 Barrio Alfonso López, Valledupar - Sede Operativa.
Cra 15 N° 14 49 Barrio Alfonso López, Valledupar - Sede Administrativa
Los Teléfonos (57-5) 712567 Ext. 15 y Fax (57-5) 703920
Celular 3145060908 - 320 5651485. Correo labnancyflorez@hotmail.com

Sr(a):	RAFAEL FUENTES
CLIENTE	RAFAEL ERNESTO FUENTES CABRALES
NIT	1065642065
EMAIL	rafuka121992@gmail.com
DIRECCION	KDX 376 - 260
TELEFONO	3164968046
	OCAÑA

COTIZACION N° 0694

Forma de Pago : Anticipo de 50 % del servicio y el 50 % restante para la entrega de resultados.

FECHA DOCUMENTO	FECHA VENCIMIENTO
11-05-2017	30-08-2017

- Previo acuerdo con el cliente, el laboratorio realizará la toma de muestras.
- Si la muestra es tomada por el cliente, el laboratorio proporcionará los recipientes.
- Los resultados de los análisis se entregarán así: *MICROBIOLOGIA *8 días hábiles, *FISICO-QUIMICA * 10 días hábiles, *SUELOS E HIDROBIOLOGICOS *20 días hábiles, Subcontratados sujetos a los terminos de entrega de los mismos.

Todos los procesos del laboratorio se rigen bajo los sistemas de Gestión de Calidad NTC/ISO 17025:2005 e ISO 9001:2008

El Laboratorio Ambiental y de Alimentos Nancy Flórez García provee los contenedores y el material para muestras sobre pedido, el cliente deberá asumir el transporte de envío contraentrega de dicho material.

ANÁLISIS FISICOQUIMICO EN AGUA RESIDUAL DOMESTICA

DESCRIPCIÓN	MÉTODO - TÉCNICA	LMC	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
AGUA RESIDUAL DOMESTICA					
DBOS mg O2/L (A)	SM 5210 B / EPA 360.3 - Incubación 5 días	2	1	42.139	42.139
DQO mg O2/L (A)	SM 5220 C - Titulométrico	20	1	29.314	29.314
Fósforo Total mg P/L (A)	SM 4500-P B,E - Fotométrico	0,05	1	21.985	21.985
Grasas y Aceites mg/L (A)	SM 5520 B - Partición líquido - líquido	10	1	46.414	46.414
Nitratos mg NO3/L (A)	J Rodier, 3ra Ed. 1998 - Fotométrico	0,886	1	42.139	42.139
Nitritos mg NO2/L (A)	SM 4500-NO2 B - Fotométrico	0,02	1	19.543	19.543
Sólidos Sedimentables mL/L (A)	SM 2540 F - Cono Imhoff	0,1	1	12.214	12.214
Sólidos Suspendedos mg/L (A)	SM 2540 D - Gravimétrico	5	1	12.214	12.214
pH U de pH y Temperatura °C				4.275	4.275
pH	SM 4500-H+ B - Electrométrico	-	1		
Temperatura °C	SM 2550 B - Electrométrico	-	1		

SUBTOTAL	230.237
DESCUENTO 5%	11.512
IVA	41.558
TOTAL DOCUMENTO	260.283

Consignar en la Cuenta de Ahorros: 52428081595 de Bancolombia.

(A) Parámetros acreditados por el IDEAM - Resolución 1927 del 29 de Julio de 2014

(S) Parámetros remitidos un Laboratorio subcontratado.

SM = Estándar Methods for examination and wastewater -AWWA, APHA, WEF, Edición 22, 2012

La aceptación del servicio deberá ser por escrito (orden de servicio o contrato) para iniciar el proceso de análisis. Anexar copia del RUT

Acepto las condiciones del servicio descritas en la cotización y en sus anexos.

Nombre: Rafael Fuentes cc: 1065642065 Firma: [Firma] Fecha: 11-05-2017

Nota. Cotización para la realización de los análisis

Apéndice B. Paso a paso del diseño de sistema piloto para el tratamiento de aguas residuales



Apéndice C. Recolección de muestras y cadena de custodia

