

**APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS
EN FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE
COMO MEDIOS DE SOPORTE BIOLÓGICO
PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ERDI JAMES ARIEL ROSERO CARVAJAL

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MODALIDAD VIRTUAL
2018**

**APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS
EN FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE
COMO MEDIOS DE SOPORTE BIOLÓGICO
PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

ERDI JAMES ARIEL ROSERO CARVAJAL

ASESOR

NELSON RODRÍGUEZ VALENCIA. Ph.D

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MODALIDAD VIRTUAL
2018**

Tabla de contenido

GLOSARIO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2. RESUMEN.....	11
3. INTRODUCCIÓN.....	13
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
6. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
7. OBJETIVOS.....	21
7.1. OBJETIVO GENERAL	21
7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
8. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	22
9. MARCO TEÓRICO	23
9.1. MARCO CONTEXTUAL.....	23
9.2. MARCO CONCEPTUAL	27
9.2.1. AGUAS RESIDUALES.....	27
9.2.1.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (ARD).	27
9.2.1.2. AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES.	27
9.2.1.3. AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS ARND O INDUSTRIALES.	28
9.2.1.4. AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN PORCINO.	28
9.2.2. IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PORCÍCOLAS SOBRE EL RECURSO HÍDRICO.	28
9.2.3. CARACTERIZACIÓN Y MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES	29
9.2.3.1. MUESTRA PUNTUAL O SIMPLE.	29
9.2.3.2. MUESTRA COMPUESTA.	30
9.2.4. PARÁMETROS DE MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.	30
9.2.4.1. MATERIA ORGÁNICA PRESENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	30
9.2.4.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO5).	30
9.2.4.3. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).	31
9.2.4.4. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST).....	31

9.2.5.	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	31
9.2.5.1.	<i>TRATAMIENTO PRELIMINAR.</i>	32
9.2.5.2.	<i>TRATAMIENTO PRIMARIO</i>	32
9.2.5.3.	<i>TRATAMIENTO SECUNDARIO</i>	32
9.2.5.4.	<i>TRATAMIENTO AEROBIO.</i>	33
9.2.5.5.	<i>TRATAMIENTO ANAEROBIO.</i>	33
9.2.5.6.	<i>FASES DEL TRATAMIENTO ANAEROBIO.</i>	33
9.2.6.	FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE (F.A.F.A.)	35
9.2.6.1.	<i>CONFIGURACIÓN DEL REACTOR.</i>	37
9.2.6.2.	<i>TIPOS DE MEDIO FILTRANTE.</i>	38
9.2.6.3.	<i>ZONA DE SALIDA</i>	40
9.2.6.4.	<i>EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE LOS FAFAs</i>	41
9.2.6.5.	<i>ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE</i>	41
9.2.6.6.	<i>CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE.</i>	43
9.2.7.	GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	47
9.2.7.1.	<i>RECICLAJE.</i>	47
9.2.7.2.	<i>REUTILIZACIÓN.</i>	47
9.2.7.3.	<i>RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN O ESCOMBROS.</i>	47
9.2.7.4.	<i>RESIDUO PLÁSTICO POSCONSUMO.</i>	47
9.2.7.5.	<i>POLIETILENO TEREFTALATO (PET).</i>	48
9.2.7.6.	<i>POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE).</i>	48
9.3.	MARCO LEGAL	48
10.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
10.1.	DISEÑO METODOLÓGICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	53
10.2.	DISEÑO DE LOS REACTORES ANAEROBIOS.....	54
10.2.1.	<i>CARACTERIZACIÓN DEL VERTIMIENTO.</i>	54
10.2.2.	SELECCIÓN, RECOLECCIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MEDIO FILTRANTE	55
10.2.3.	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS FILTROS.	56
10.2.4.	IMPLEMENTACIÓN DE LOS CUATRO FILTROS.....	56
10.2.4.1.	<i>INOCULACIÓN DEL MATERIAL DE CONTACTO.</i>	56
10.2.4.2.	<i>MONTAJE DE LOS REACTORES.</i>	56
10.2.4.3.	<i>ARRANQUE DEL SISTEMA.</i>	57
10.2.5.	EVALUACIÓN DEL SISTEMA	58
10.2.5.1.	<i>CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE</i>	58
10.2.5.2.	<i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO.</i>	58

10.2.5.3. ANÁLISIS DE PRECIOS SEGÚN EL MATERIAL DEL MEDIO DE EMPAQUE.....	58
11. RESULTADOS.....	59
11.1. DISEÑO DE CUATRO FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE A ESCALA PILOTO	59
11.1.1. CARACTERIZACIÓN INICIAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA GRANJA BOTANA.....	59
11.1.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL FILTRANTE.....	60
11.1.3. RECOLECCIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MEDIO FILTRANTE.	61
11.1.4. CANTO RODADO.....	61
11.1.5. ESCOMBROS.....	61
11.1.6. POLIETILENO TEREFALATO O PET (BOTELLAS).....	62
11.1.7. POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PAJILLAS).....	63
11.1.8. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS FILTROS.	64
11.2. IMPLEMENTACIÓN DE LOS CUATRO REACTORES ANAEROBIOS.....	72
11.2.1. INOCULACIÓN DEL MATERIAL DE CONTACTO.....	72
11.2.2. MONTAJE DEL SISTEMA.....	73
11.2.3. ARRANQUE Y ESTABILIZACIÓN.....	75
11.3. EVALUACIÓN DE LOS FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE.....	75
11.3.1. CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE.....	75
11.3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	85
11.3.3. ANÁLISIS DE PRECIOS SEGÚN EL MATERIAL DEL MEDIO DE EMPAQUE.....	88
12. CONCLUSIONES.....	91
13. RECOMENDACIONES.....	93
14. BIBLIOGRAFÍA.....	94
15 ANEXOS.....	102

Glosario

Aguas residuales: Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.

Bacterias anaerobias: Son aquellas que no utilizan oxígeno molecular en su actividad biológica. Disponen de un metabolismo que produce energía a partir de nutrientes que carecen de oxígeno, habitualmente a través de procesos de fermentación.

Biopelícula: Son organizaciones microbianas compuestas por microorganismos que se adhieren a las superficies. Estas conformaciones microbianas presentan características como heterogeneidad, diversidad de microambientes, resistencia a antimicrobianos y capacidad de comunicación intercelular que las convierten en complejos difíciles de erradicar de los ambientes donde se establecen.

Carga Contaminante: Producto de la concentración por el caudal; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

Concentración: La concentración se refiere a la cantidad de soluto o contaminante que hay en una masa o volumen determinado de solución, solvente o agua.

Contaminación del agua: Es la alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas del agua, como resultado principalmente de los vertimientos de aguas residuales propias de actividades humanas.

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO): 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.

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.

Descomposición anaerobia: Degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano.

Filtro Anaerobio: Consiste en una columna llenada con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonácea en aguas residuales.

Inoculación: Proceso mediante el cual se toma una muestra de microorganismos para diluirla y dispersarla, con la finalidad de iniciar la ambientación de un medio de cultivo bacteriano.

Lodo: Suspensión de materiales en un líquido proveniente del tratamiento de aguas residuales, del tratamiento de efluentes líquidos o de cualquier actividad que lo genere.

Tiempo de retención hidráulico: Tiempo medio teórico que se demora el agua dentro de un volumen de control o sistema de tratamiento.

Tratamiento de aguas residuales: Es el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que tiene como fin separar o remover del vertimiento los constituyentes indeseables y modificar las propiedades fisicoquímicas o biológicas del residuo, con el fin de alcanzar niveles compatibles con los requerimientos de la descarga según la normatividad ambiental vigente.

Índice de tablas

Tabla 1. Inventario de porcinos, granja Botana.....	25
Tabla 2. Análisis fisicoquímico de agua residual a la entrada de la PTAR.....	26
Tabla 3. Principales reacciones químicas del proceso anaerobio.....	34
Tabla 4. Características recomendadas para materiales utilizados como medio filtrante ...	40
Tabla 5. Rangos de eficiencia en los procesos de tratamiento.....	41
Tabla 6. Consideraciones de diseño según diferentes autores.....	44
Tabla 7. Normatividad.....	48
Tabla 8. Tipo de parámetro con sus concentraciones.....	59
Tabla 9. Porosidad de los materiales de contacto.....	67
Tabla 10. Volumen útil de los materiales de contacto.....	67
Tabla 11. Caudales de diseño de cada reactor anaerobio.....	68
Tabla 12. Carga orgánica volumétrica de cada filtro.....	70
Tabla 13. Tasa de aplicación superficial para cada reactor.....	70
Tabla 14. Concentración DBO en el efluente de los filtros y porcentajes de remoción.....	76
Tabla 15 Concentración DQO en el efluente de los filtros y porcentajes de remoción.....	77
Tabla 16. Concentración de SST en el efluente de los filtros y porcentajes de remoción...	78
Tabla 17. Porcentajes de remoción y estadísticos.....	80
Tabla 18. <i>Análisis de Varianza</i>	86
Tabla 19. Resultados ANOVA de un factor.....	87
Tabla 20. Comparación de costos para materiales del medio de empaque.....	88

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Localización de la Granja Experimental Botana; Error!	Marcador	no definido.
Ilustración 2 Granja Experimental Botana.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 3. Fases de la fermentación anaerobia y poblaciones bacterianas.	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 4. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 5. Medio filtrante de un FAFA a gran escala....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 6. Tipos de medios filtrantes según Castaño (2003); Error!	Marcador	no definido.
Ilustración 7. Medios filtrantes comerciales.		39
Ilustración 8. Matriz metodológica del proyecto de investigación.;	Error! Marcador	no definido.
Ilustración 9. Montaje en un sistema de flujo por gravedad.;	Error! Marcador	no definido.
Ilustración 10. Matriz de selección de materiales.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 11 Cuñete con el canto rodado recolectado		61
Ilustración 12. <i>Escombros recolectados y fraccionados</i>		62
Ilustración 13. Rosetón plástico prefabricado.....		63
Ilustración 14. Proceso de adaptación de las botellas PET.....		63
Ilustración 15. Módulo corrugado.....		64
Ilustración 16. Proceso de recolección de pajillas.		64
Ilustración 17. Pajillas preparadas.		64
Ilustración 18. Pajillas adaptadas.....		64
Ilustración 19. Esquema de los Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente.....		71
Ilustración 20 Inoculación de los medios filtrantes	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 21. Muestra de material de contacto con biopelícula en su superficie.....	;	Error! Marcador no definido.
Ilustración 22 Adaptación de tapas plásticas para elaboración de falso fondo.....	;	Error! Marcador no definido.

Ilustración 23 Montaje completo del sistema	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 24. Concentración DBO efluente de los filtros. ¡Error! Marcador no definido.	
Ilustración 25 . Concentración DQO efluente de los filtros.....	78
Ilustración 26. Concentración de sólidos suspendidos totales efluente de los filtros	79
Ilustración 27. Porcentajes de remoción DBO.....	81
Ilustración 28. Porcentajes de remoción DQO.....	81
Ilustración 29. Porcentajes de remoción SST	82

1. Título de la investigación

Aprovechamiento de residuos sólidos en filtros anaerobios de flujo ascendente como medios de soporte biológico para el tratamiento de aguas residuales.

2. Resumen

Como respuesta ante la problemática ambiental generada por el vertimiento de aguas residuales porcícolas de la granja Botana de la Universidad de Nariño, se implementó y evaluó un conjunto de Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA), tecnología biológica que presentó resultados óptimos en la eliminación de materia orgánica y sólidos presentes en vertimientos tipo pecuario, lo cual depende en gran medida del medio de empaque o de soporte biológico.

Con el fin de evaluar la viabilidad y eficiencia en la implementación de medios de soporte contruidos con materiales reutilizados, se seleccionaron elementos como escombros, residuos de Polietileno Tereftalato (PET), residuos de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) y finalmente materiales convencionales como la piedra de rio o canto rodado. Posteriormente se realizó el seguimiento de los filtros mediante la caracterización de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST); los resultados indicaron que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las remociones de contaminantes alcanzadas en el efluente de cada filtro y por ende que pueden ser empleados tanto materiales convencionales, como residuos sintéticos de alta porosidad y adecuada área específica. No obstante, debido a la igualdad de varianzas, se consideraron los precios de adquisición y montaje como un criterio de selección importante. Al realizar la comparación de costos de tratamiento, considerando el valor del material de empaque y el costo de la tasa retributiva por la contaminación aún presente en el efluente, se puede concluir que los medios no convencionales, son los más económicos con valores de \$ 50,89/m³ para el empaque con PET, \$ 52,17/m³ para el empaque con escombros y \$ 52,30/m³ para el empaque con PEBD, siendo sus diferencias de costos, entre sí menores al 3%. El costo del empaque con canto rodado fue de \$ 60,30/m³, representando un 18,5% de mayor valor respecto al empaque con PET.

Palabras clave: Reciclaje de residuos sólidos, Tratamiento de aguas residuales, Filtros anaerobios de flujo ascendente, aguas residuales de porquerizas.

Abstract

In response to the environmental problems generated by the discharge of porcine wastewater from the Botana farm's University of Nariño, a set of upflow anaerobic filters was implemented, a technology that presents optimal results in the elimination of organic material and solids from both domestic and livestock wastewater, which depends on the packing bed. In order to evaluate the viability and efficiency of reused materials for this medium, elements such as debris, polyethylene terephthalate (PET) residues, low density polyethylene waste (LDPE) and finally conventional materials such as round stone were selected.

Subsequently, the Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solids (TSS) were monitored, the results indicated that there were no statistically significant differences between the means of the removals of pollutants reached in the effluent of each filter and therefore that both conventional materials and synthetic residues of high porosity and adequate specific area can be used. However, due to the equality of variances, acquisition and assembly prices were considered as an important selection criterion. When comparing treatment costs, considering the value of the packaging material and the cost of the retributive rate for the contamination still present in the effluent, it can be concluded that non-conventional means are the most economical with values of \$ 50,89/m³ for packaging with PET, \$ 52,17/m³ for packaging with debris and \$ 52,30/m³ for packaging with LDPE, with their cost differences, each lower than 3%. The cost of packing with a pebble was \$ 60,30/m³, representing 18,5% higher value compared to packaging with PET.

Key words: Solid waste recycling, Wastewater treatment, Anaerobic upflow filters, wastewater from pigsties.

3. Introducción

El agua es un recurso vital para los seres vivos y los ecosistemas donde estos se desarrollan, influyendo directamente en el bienestar de las poblaciones y siendo fundamental para el equilibrio de las mismas. Su poder de autodepuración, ha hecho que el hombre la vea como un potencial receptor de desechos, en muchos casos lastimosamente superando dicha capacidad de eliminación.

El acelerado progreso del hombre ha ocasionado un incremento constante en el uso del recurso hídrico, la ausencia histórica de criterios para su aprovechamiento sostenible y su consecuente contaminación, vienen afectando de forma creciente el uso actual y futuro de dicho recurso. Según la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, (FAO, 2006) uno de los sectores que agudiza esta situación es la producción ganadera, por las cantidades de agua requerida y el deterioro en su calidad; dentro de los residuos que generan mayor controversia se encuentra la excreta porcina, debido a sus características físico-químicas que dificultan su manejo. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2002 citado en Asociación Colombiana de Porcicultores, 2002).

Según (Pérez, Pérez & Ravelo, 2005) las aguas residuales generadas por las actividades pecuarias requieren tratamientos altamente eficientes, debido a que estos efluentes se generan en cantidades importantes, además de contener grandes proporciones de nutrientes y materia orgánica.

Una de las alternativas tecnológicas para el manejo de aguas residuales que ha tenido gran desarrollo en las últimas décadas han sido los tratamientos biológicos en ambientes anaerobios (Batero y Cruz, 2007), para Serrano (2005), el éxito en la aplicabilidad de estas tecnologías ha evidenciado experiencias significativas en el tratamiento de efluentes domésticos e industriales, destacando la factibilidad del filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), cuyo principio activo es la reducción de la carga contaminante por acción de la biomasa microbiana.

La presente investigación se desarrolló con la finalidad de evaluar tratamientos tipo FAFA como sistemas secundarios, para la remoción de carga contaminante específicamente

en aguas de origen pecuario, provenientes del área porcícola de la Granja Botana - Universidad de Nariño.

Dado que las técnicas de tratamiento de residuos porcícolas no se han desarrollado a la par con la producción de éstos y para lograr una disposición sanitaria adecuada son necesarios sistemas que resultan muy costosos (Drucker, Escalante, Gómez y Magaña 2004), se diseñó e implementó un conjunto de cuatro filtros anaerobios de flujo ascendente, con variaciones en el tipo de lecho filtrante, empleando un medio con material convencional (piedra) y tres con diferentes residuos sólidos reutilizados (polietileno de baja densidad PEBD, polietileno tereftalato PET y escombros), con el fin de evaluar la eficiencia de remoción de carga contaminante de cada filtro en términos DBO₅, DQO y SST, bajo las condiciones ambientales de la Granja Botana.

Los resultados de la evaluación se presentan posteriores a un periodo de estabilización de 14 semanas y tras un seguimiento de 10 semanas, permitiendo establecer que los filtros que contenían lechos alternativos con residuos reutilizados fueron los más eficientes.

4. Justificación

Las aguas residuales de origen porcícola se caracterizan por presentar altos niveles de carga orgánica, sólidos suspendidos, agentes patógenos, nitrógeno y fósforo. Estos elementos deterioran la calidad del agua superficial y también afectan el recurso hídrico subterráneo mediante la lixiviación de los nutrientes. Es por lo mismo que se requiere que el sistema seleccionado para su debido tratamiento sea altamente eficiente; no obstante Garzón y Buelna (2014) destacan que la mayoría de las instalaciones destinadas para este fin, no garantizan efluentes tratados, acordes con las directrices ambientales, debido a que no se tiene en cuenta el contexto en el cual se generan los vertimientos durante las etapas del proceso productivo.

En el caso de Botana, informes realizados por la Universidad de Nariño destacan que esta Planta de Tratamiento de Aguas Residuales industriales, cuenta con una eficiencia de remoción del 70 a 77% para contaminantes como Sólidos Suspendidos Totales (SST) y carga orgánica la cual se mide en términos de DBO y DQO. A pesar de ello el sistema aún requiere de una optimización, la cual incluya un sistema de pos-tratamiento que garantice mayor remoción de los contaminantes anteriormente mencionados.

Por lo anterior se evaluó la implementación de Filtros Anaerobios de Flujo Ascendentes debido a que suelen presentar altos niveles de eficiencia en la remoción de contaminantes tanto en aguas domésticas como industriales. Además presentan beneficios como la producción mínima de lodos, bajos costos de operación puesto que no requiere de procesos como recirculación o calentamiento (Romero, 2004), tolerancia a elevadas cargas orgánicas y la posibilidad de operar con altos tiempos de retención de sólidos y bajos periodos de retención hidráulica (Chernicharo, 2007).

Este trabajo de investigación buscó no solo establecer un método de tratamiento a escala piloto, importante como referente físico para que estudiantes conozcan este tipo de alternativas de tratamiento a escala piloto, y se resalte en ellos la oportunidad de la utilización de materiales no convencionales como medio de soporte para los filtros anaerobios de flujo ascendente, los cuales usualmente emplean piedra triturada angulosa o redonda, con diámetros de 4 a 7 centímetros (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000).

Respecto a lo anterior, Chernicharo (2007) destaca que los segmentos de manguera corrugada funcionan muy bien como lecho de soporte, puesto que tienen una porosidad aproximada al 95%, óptima área superficial y bajo peso; a pesar de ello los costos aún son relativamente elevados, del orden de \$200.000 COP a \$300.000 COP por metro cúbico. Es por esto que se propone el empleo de materiales que reduzcan este tipo de costos en la construcción de los filtros, y que además presenten amplia disponibilidad a nivel regional.

Cárdenas y Ramos (2009) confirman que los filtros anaerobios que emplean materiales alternativos en el lecho filtrante, pueden alcanzar eficiencias en remoción de materia orgánica cercanas al 90%. Para seleccionar los elementos a utilizar, se consideró necesario cumplir con las sugerencias establecidas por la Resolución 0330 del 08 de Junio del 2017, respectiva actualización del RAS 2000, en donde se menciona que este tipo de obras deberán propender por utilizar materiales reutilizables y/o reciclables, además de emplear procedimientos alternativos que reduzcan el impacto ambiental en la construcción del sistema (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

Siguiendo la anterior indicación, en este estudio se seleccionaron materiales reutilizados para conformar el medio filtrante, como una medida para reducir los impactos ambientales negativos provocados por la inadecuada disposición de estos elementos. Es por ello que se optó por emplear residuos de construcción y de envases y productos desechables hechos a base de plástico. Según el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Pasto, Nariño 2007-2022, se generan aproximadamente 54.000 m³ de escombros, de los cuales 50.000 m³ son depositados en la escombrera municipal autorizada, mientras 4.000 m³ son dispuestos en vías y lugares públicos por parte de recolectores informales. Cabe destacar que estos elementos carecen de un tratamiento y un proceso de aprovechamiento, puesto que no existe ninguna entidad formalizada para realizar estas actividades (Municipio de Pasto, 2007).

Por otra parte, el impacto social del proyecto radica en la oportunidad de reutilizar residuos de alta generación a nivel regional. En cuanto a los desechos plásticos, estos hacen parte de una categoría denominada residuos no peligrosos aprovechables (ICONTEC, 2009), de los cuales en Pasto se producen alrededor de 1.932,21 toneladas/mes, y apenas 97,92 toneladas/mes son aprovechados por parte de entidades como COEMPRENDER; a pesar de ello, no se conoce la cifra exacta de plásticos reincorporados como materia prima. Cabe

señalar que se seleccionó este material específico para la conformación del lecho de soporte en el filtro, debido a que es un residuo que por su estructura, es altamente resistente a diversas condiciones del ambiente, por lo cual puede tardar alrededor de 1.000 años en degradarse (Téllez, 2012). Además este material se encuentra ampliamente disponible, puesto que es empleado en envases de bebidas y productos desechables para alimentos (como pajillas y botellas).

La inadecuada gestión de los residuos sólidos anteriormente descrita, condujo a que este trabajo de investigación pretenda ser en algún momento, una herramienta para incrementar la cultura de aprovechamiento de los residuos sólidos a nivel regional, generando impactos positivos a nivel socioeconómico tras la apertura de una nueva alternativa de reúso y comercialización de los residuos utilizados en esta investigación.

5. Problema de investigación

Las granjas porcícolas son de gran importancia por permitir el abastecimiento adecuado de carne de cerdo a las diferentes poblaciones, buscando que en su proceso se cuente con la mayor tecnificación posible. No obstante, las prácticas que mayor controversia generan en el ámbito ambiental, son las asociadas con la porcicultura (Pinos, García, Peña, Rendón, González y Tristán, 2012); esto debido a que se genera un problema de disposición sanitaria de los desechos porcinos (Magaña, *et al.*, 2004) los cuales generan impactos ambientales sobre el suelo y el agua (Pérez, Pérez y Ravelo, 2005).

Sin embargo, es vital estimar los efectos de esta actividad productiva sobre el recurso hídrico, puesto que para el caso específico del sitio donde se desarrolló este estudio, las aguas residuales provenientes de las instalaciones porcícolas son vertidas en un arroyo superficial que tributa en la quebrada Miraflores (Corporación Autónoma Regional de Nariño, 2011), la cual es empleada por los habitantes de la zona para el riego de cultivos.

Según la Asociación Colombiana de Porcicultores (2002), el depósito de residuos originados durante este tipo de producción pecuaria, aporta altos niveles de carga orgánica a los cauces, por lo cual se requiere de oxígeno para su descomposición, situación que genera una deficiencia de este elemento disuelto en el agua. El anterior fenómeno ocasiona eutrofización, que acarrea la inutilización del recurso hídrico afectado, puesto que implica un elevado riesgo para la salud humana.

Por otra parte estos vertimientos se caracterizan por presentar grandes cantidades de nitrógeno, sólidos y microorganismos patógenos (Pérez, *et al.*, 2005), disminuyendo de esta forma la calidad del cuerpo receptor, debido a que estos contaminantes afectan su capacidad de autodepuración y por ende sus posibles usos. Cabe destacar que dentro de la granja experimental existe un sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, el cual se estableció en el año 2009 como una solución inicial a la problemática originada por las aguas contaminadas del área porcícola. La primera etapa de esta planta consiste en dos biodigestores plásticos en secuencia, y una segunda etapa la cual consta de un sistema de desbaste por rejilla, una trampa de grasas, un sedimentador primario, y finalmente una caja de muestreo y aforo final (INSAGE, 2017).

A pesar de que las instalaciones destinadas al tratamiento de estas aguas residuales presentan un buen porcentaje de remoción para contaminantes como grasas, materia orgánica y sólidos, aún es urgente la implementación de un proceso de pulimento para verter un efluente más amigable ambientalmente, disminuyendo de esta manera los impactos ambientales negativos que se generan sobre el cuerpo receptor y cumplir adecuadamente con la resolución 0631 de 2015.

Se propuso entonces la implementación de un conjunto de filtros anaerobios de flujo ascendente, los cuales se caracterizan por degradar y retener gran cantidad de materia orgánica (Batero y Cruz, 2007) debido a su medio de soporte que generalmente se constituye de piedras (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000). No obstante este material aumenta considerablemente el peso del sistema y encarece el diseño y construcción del FAFA (Alvarado, 2011) puesto que se requeriría la implementación de estructuras más complejas y reforzadas.

Por lo anterior se contempló la necesidad de involucrar materiales residuales tipo escombros o plástico, los cuales se han convertido en un gran problema por su alta generación y baja reutilización o reciclaje en la región, para así responder a la inquietud sobre su oportunidad de funcionamiento adecuado como material de soporte biológico dentro de los FAFA, resaltando sus características de mayor relación de vacíos con respecto a los medios convencionales.

Por otra parte, incrementar las prácticas de reutilización conllevaría a emplear materiales y energía que son desperdiciados al depositarse en los rellenos sanitarios, generando altos impactos por los volúmenes generados y su largo tiempo de degradación. Es así como la reutilización de este tipo de materiales puede generar de alguna manera impactos positivos tras la reducción de la demanda de materias primas (Téllez, 2012).

6. Preguntas de investigación

Según lo anteriormente descrito este trabajo pretende evidenciar la respuesta a dos interrogantes principales, a través de datos cuantitativos:

¿Es eficiente la implementación de filtros anaerobios de flujo ascendente que emplean materiales reutilizados, como una alternativa para la disminución de la carga orgánica presente en las aguas residuales de origen porcícola?

¿Cuál de los residuos sólidos utilizados como medio de soporte biológico en los filtros anaerobios de flujo ascendente, presenta mejores remociones de carga orgánica al utilizarse en el tratamiento de aguas residuales de origen porcícola?

7. Objetivos

7.1. Objetivo General

Evaluar la eficiencia en remoción de carga orgánica en filtros anaerobios de flujo ascendente, utilizando residuos sólidos como medios de soporte biológico en el tratamiento de aguas residuales porcícolas.

7.2. Objetivos Específicos

- Diseñar cuatro filtros anaerobios de flujo ascendente a escala piloto, teniendo en cuenta las características del efluente proveniente de los vertimientos líquidos pretratados del área porcícola de la Granja Botana.
- Implementar el sistema piloto de tratamiento, con la adecuación de los diferentes materiales reutilizables seleccionados como medios de soporte biológico.
- Determinar la remoción DBO, DQO y SST, para los diferentes tratamientos piloto propuestos.

8. Hipótesis de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se partió de la formulación de la siguiente hipótesis:

¿Los medios de soporte biológico con materiales reutilizables pueden ser una alternativa técnica y económicamente viable, para la adecuación de filtros anaerobios de flujo ascendente como tratamiento de aguas residuales de origen porcícola?

9. Marco teórico

9.1. Marco contextual

La investigación se desarrolló en la Granja Botana de la Universidad de Nariño, ubicada con las coordenadas $77^{\circ}16'31.65''$ longitud oeste y $1^{\circ}9'30.49''$ latitud norte sobre una altura de 2820 msnm, con una temperatura promedio de 12°C , y una precipitación anual de 967 mm (INSAGE, 2017). En la siguiente ilustración se puede identificar la ubicación del sitio de estudio con respecto a la ciudad de San Juan de Pasto.



Ilustración 1 Localización de la Granja Experimental Botana

Fuente: Google Earth (2018)

La granja se localiza a 9 km de la ciudad de San Juan de Pasto - Nariño, en la vereda Botana del corregimiento de Catambuco, presenta una extensión de 140 hectáreas y tiene como vía de acceso la carretera circunvalar, a 2 km de la Vía Panamericana. En la ilustración 2 se puede visualizar la zona de acceso a la granja. (Universidad de Nariño, 2016).



Ilustración 2 Granja Experimental Botana

Fuente: El autor, 2018

La Granja cuenta con un nacimiento de agua conocido como “Arrollo superficial Granja Botana”, el cual aporta agua de manera continua durante todo el año, con variaciones de caudal dependiendo de las condiciones climáticas (invierno o verano). Este arrollo escurre superficialmente por los potreros de la Granja, posteriormente por la cuneta vial de la carretera a Botana, atraviesa un predio privado con predominio de pastos para ganado y finalmente desemboca en la quebrada Miraflores por el costado derecho. Antes de su desembocadura al cauce principal de la quebrada Miraflores, el Arroyo recibe como principal descarga, el efluente tratado del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Granja Experimental Botana (CORPONARIÑO, 2011).

La Granja Experimental Botana cuenta con una zona dedicada a la gestación, levante y engorde de animales porcinos, la infraestructura está dividida en tres secciones:

- Sección de cerdos reproductores: Estos animales presentan un peso promedio de 130 kg y permanecen alrededor de 107 días en esta zona.

- Sección de levante: Lugar donde se alimenta a cerdos que pesan alrededor de 50 kg.
- Sección de hembras de cría: En esta zona las hembras permanecen durante 21 días en el corral, para calentar a los lechones se utiliza el biogás que sale del biodigestor.

En la tabla 1 se presentan los datos del inventario de porcinos que en al iniciar el estudio se establecían dentro de la zona de crianza.

Tabla 1. *Inventario de porcinos, granja Botana*

CERDOS	CANTIDAD
Hembras reproductoras	40
Machos reproductores	3
Lactantes	65
Precebo	69
Levante	32
TOTAL	209

Fuente: Argote y Arteaga (2017)

El lavado superficial de las áreas de cerdos reproductores, hembras de cría y zona de levante se realiza día por medio, en promedio se obtienen 70 kg de estiércol y no se realiza control de la cantidad de agua utilizada (Argote & Arteaga, 2017).

Las excretas producidas en esta zona son recolectadas en seco y se disponen en dos biodigestores, las aguas residuales que produce esta actividad, catalogadas como no domésticas corresponden al lavado de superficies y orina, estas son llevadas mediante tuberías a los biodigestores, posteriormente al proceso de desecación, los residuos sólidos son usados para compostaje y los residuos líquidos se conectan a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) (INSAGE , 2017).

Cabe resaltar que en el último biodigestor el agua residual genera gas metano que es llevado a través de tuberías y utilizado para la calefacción de los lechones.

En la tabla 2, se muestran los resultados de la caracterización fisicoquímica de las aguas residuales crudas, a la entrada de la planta de tratamiento según un muestreo realizado en el año 2014:

Tabla 2. Análisis fisicoquímico de agua residual a la entrada de la PTAR

Fecha de análisis	Parámetro	Valor
2014/11/12	pH	8,45
	SST	1430 mg/L
	DBO	1830 mg O ₂ /L
	DQO	5735 mg O ₂ /L
	Grasas totales	1344 mg/L

Fuente: Laboratorio de analisis quimico y aguas Universidad de Nariño (2014)

A comienzos del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que los vertidos directos a los ríos eran los causantes de la mayoría de enfermedades, ocasionando problemas sanitarios. Esto conlleva a la creación de sistemas de depuración de las aguas residuales, surgiendo como primera alternativa la creación de la fosa séptica utilizada por Mouras en 1891, implantando el tratamiento de descomposición anaerobia como mecanismo de saneamiento de aguas residuales domésticas, tanto urbanas como rurales (Alvares & Gomez, 2008).

El tratamiento anaeróbico de residuos líquidos orgánicos, ha ganado popularidad en años recientes debido a consideraciones energéticas y ambientales. El método anaerobio de tratamiento ofrece un número de significativas ventajas, con pocas limitaciones serias, sobre otros métodos de tratamiento (Saez, 1986).

En Colombia uno de los sistemas que se ha venido implementando en los municipios y zonas rurales, durante los últimos años, son los filtros anaerobios de flujo ascendente, cuya función es, transformar la materia orgánica soluble presente en el agua residual. Las bacterias encargadas de la biodegradación requieren una superficie para adherirse que se conoce comúnmente como medio de soporte o lecho filtrante (Alvares y Gómez, 2008).

Este último ha sido un aspecto polémico causando gran interés en el desarrollo de estudios e investigaciones con diferentes medios de soporte como la guadua; la cáscara de coco y tejas de barro, el bambú. También se han utilizado medios más sofisticados como los anillos sintéticos, las matrices plásticas, con el fin de establecer los materiales que optimicen el funcionamiento del filtro, generando una mayor eficiencia en la remoción de contaminantes, reduciendo costos de operación y construcción (Alvares y Gómez, 2008).

La Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga, desarrolló una investigación de aguas residuales, denominado “evaluación de la eficiencia de aros de guadua como medio de soporte para un filtro anaerobio de flujo ascendente escala piloto en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga” (Celis & Ibañez, 2008), en la cual se afirma que el material utilizado como medio filtrante,

es económico y presenta porcentajes de remoción mayores a los de la grava, siendo un sistema aplicable en la institución.

Esto creó la necesidad de comparar el método con otro medio filtrante, pues es necesario conocer las condiciones, dependiendo del tipo de agua residual a tratar y no se puede estipular sin un parámetro de comparación cual filtro puede obtener mayores beneficios a la institución. Por esto, fue importante la implementación de un filtro con las mismas condiciones, pero con un medio de soporte tradicional que permita comparar la eficiencia, economía, ventajas y desventajas de cada medio de soporte y así establecer cual tratamiento, es el adecuado implementar en la institución (Alvares & Gomez, 2008).

9.2. Marco conceptual

9.2.1. Aguas Residuales.

Díaz, Alvarado & Camacho (2012) definen las aguas residuales como aquellas donde el hombre de forma directa o indirecta ha introducido materiales contaminantes, formas de energía o ha inducido sus condiciones naturales, lo anterior a raíz de diversos usos del agua en actividades domésticas, industriales y comunitarias, alterando perjudicialmente su calidad con relación a los usos posteriores o con su función ecológica. El agua residual está compuesta de elementos físicos, químicos y biológicos; siendo una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos. De acuerdo a su origen las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

9.2.1.1. Aguas residuales domésticas (ARD).

Son aquellos efluentes líquidos provenientes de viviendas, edificios comerciales e institucionales que presenten descargas de retretes y servicios sanitarios, de sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de áreas de cocinas, pocetas de lavado, de elementos de aseo, paredes y pisos y de lavado de ropa (No se incluyen servicios de lavandería industrial) (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

9.2.1.2. Aguas residuales municipales.

Son una mezcla de aguas residuales domésticas con aguas de drenaje pluvial o con efluentes residuales industriales previamente tratados, para ser admitidos en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

9.2.1.3. Aguas residuales no domésticas ARnD o industriales.

Se refieren a descargas producto del desarrollo de procesos productivos, tales como la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2014). Dentro del sector agroindustrial se destaca la actividad ganadera como un fuerte generador de aguas residuales industriales, entre sus principales emisores están las granjas de ganado porcino, cuyos vertimientos generan altos impactos sobre el medio ambiente.

9.2.1.4. Aguas residuales de origen porcino.

Estas aguas se componen de las orinas de los porcinos y lo que rezuma de su estiércol, también se les define como la mezcla de excretas en conjunto con el agua con que se lavan los planteles donde se crían dichos animales, se caracterizan por su alta carga de nutrientes y por sus potenciales impactos sobre el medio ambiente tales como la eutrofización en masas de agua existentes, problemas de saturación y variación de las propiedades fisicoquímicas de los suelos y el agua, que dificultan el crecimiento y supervivencia de algunas especies, emisión de malos olores y gases de efecto invernadero y descargas masivas a cursos de agua naturales que exceden los límites de vertimientos según la normativa vigente en el país. (Belmonte et al., 2008 & Cerón & Rojas, 1995 citados en Martínez, Murcia, & Suárez, 2017).

9.2.2. Impacto de las aguas residuales porcícolas sobre el recurso hídrico.

Según el Ministerio de Medio Ambiente (2002) citado en Martínez, Murcia, & Suárez, (2017), la contaminación producida por una explotación de este sector, varía según el estado fisiológico de los animales y su tipo de alimentación. El nivel de afectación de las fuentes hídricas depende de la cantidad de agua que se use en la separación de los sólidos residuales y el manejo que se le dé a los desechos.

Las producciones porcinas generan Sólidos Suspendidos Totales (SST) y elementos contaminantes como nitrógeno, fósforo, coliformes y trazas de metales pesados que pueden generar el deterioro de las fuentes hídricas. Chará (2007), indica que tanto el drenaje directo del estiércol de cerdos hacia las aguas superficiales como la filtración desde suelos saturados alteran la calidad del agua, puesto que los nitratos se filtran hacia las aguas subterráneas generando peligros para la salud humana. Es así como según la FAO (2000), existe gran

preocupación mundial sobre el impacto ambiental de la escorrentía e infiltración de nitrógeno y fosfatos provenientes de las producciones porcícolas, que pueden generar eutrofización y pérdida de la biodiversidad en ecosistemas acuáticos. Esta problemática se complica debido a que el proceso de eutrofización genera el crecimiento excesivo de algas verde azules que producen varias toxinas que pueden causar daño hepático sin son ingeridas por poblaciones humanas o animales (Citado en Martínez, Murcia, & Suárez, 2017).

A raíz de lo anterior, se hace necesario contar con sistemas de tratamiento factibles de construir en zonas rurales, que permitan la remoción de contaminantes y el cumplimiento de la legislación ambiental referente a vertimientos líquidos (Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente, 2005 citado en Martínez, Murcia, & Suárez, 2017).

9.2.3. Caracterización y muestreo de aguas residuales

Como lo especifica el artículo 217 de la Resolución 0330 de 2017, es necesario realizar monitoreos de la calidad del agua antes y después de la operación de sistemas de tratamiento, los parámetros de muestreo seleccionados dependerán del tipo de tratamiento específico aplicado a dicha agua residual (Ministerio de vivienda, 2017). Según la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-2 el muestreo se define como un procedimiento realizado con el fin de obtener una porción representativa de una masa de agua, con el propósito de examinar diversas características presentes en ella. Esta normatividad recomienda la utilización de muestras separadas para análisis químico, microbiológico y biológico y una muestra de control para la autoridad ambiental, puesto que los procedimientos y el equipo para la recolección y el manejo son diferentes. Para lograr el objetivo de muestreo se requiere que la muestra conserve las concentraciones relativas de todos los componentes presentes en el material original y que no hayan ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis (Maita, 2012). A continuación se describen los principales tipos de muestreo para caracterización de aguas residuales:

9.2.3.1. Muestra Puntual o simple.

Brinda las características del agua residual en el momento en que la muestra es tomada, se usa generalmente cuando el caudal de agua residual y su composición es relativamente constante, cuando el flujo de agua residual es intermitente o para visibilizar condiciones

extremas de pH y temperatura que no son perceptibles en muestras compuestas. (Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, 2002)

9.2.3.2. Muestra compuesta.

Es una mezcla producto de muestras individuales tomadas en diferentes momentos. La cantidad de cada muestra individual debe ser proporcional al flujo de caudal en el momento en que la muestra fue tomada. La frecuencia del muestreo depende de la variabilidad del caudal y la carga contaminante. Para pequeñas variaciones se puede tomar muestras a intervalos entre 2 y 24 horas y para grandes variaciones puede ser necesario muestrear cada 15 minutos. Las muestras individuales deben estar entre 25 y 100 mL y el volumen compuesto debe estar 2 y 4 litros (Maita, 2012).

9.2.4. Parámetros de muestreo y caracterización de aguas residuales.

La Resolución 631 de 2015 indica los parámetros generales de calidad de agua residual aceptables para granjas porcícolas, dentro de los cuales se encuentra el PH, la demanda química y bioquímica de oxígeno, los sólidos suspendidos totales y sedimentables, las grasas y aceites y las sustancias activas al azul de metileno. Así mismo presenta parámetros más especializados que miden las concentraciones de Fósforo, Nitrógeno, iones, acidez, dureza y color. A continuación se describen los principales parámetros de medición de materia orgánica y materia suspendida evaluados en la presente investigación:

9.2.4.1. Materia orgánica presente de las aguas residuales.

Los sólidos suspendidos de un agua residual pueden contener un 75% de materia orgánica y los sólidos disueltos un 40%. La materia orgánica de estas aguas es una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno junto con proteínas (en una cantidad de 40 a 60%), carbohidratos (25 a 50%) y grasas y aceites (10%) principalmente. La cantidad de materia orgánica se puede medir mediante métodos directos como la cantidad de carbono orgánico COT o métodos indirectos como la DBO y DQO.

9.2.4.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

Es la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. Esta demanda se cuantifica en laboratorio a

20°C, el ensayo estándar se realiza a cinco días de incubación y los valores numéricos obtenidos se expresan en mg/L de O₂. La DBO₅ es el parámetro más usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, permitiendo determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, diseñar unidades de tratamiento biológico, evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras. (Romero, 2004)

9.2.4.3. Demanda química de oxígeno (DQO).

Se utiliza para medir el oxígeno equivalente a materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general dicromato de potasio, en un medio ácido y a alta temperatura. La DQO es útil como parámetro de concentración orgánica en aguas residuales industriales o municipales que son tóxicas a la vida biológica, esta prueba se puede realizar en un lapso de tres horas. (Romero, 2004)

9.2.4.4. Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual. En laboratorio, la cantidad de SST de una muestra se obtiene en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de 0,45 micras, que posteriormente se seca a altas temperaturas reteniendo dicho material particulado. Este indicador permite evaluar el estado de la calidad de agua en ríos y lagos, evaluar la calidad del agua disponible para los consumidores en los municipios, establecer relaciones con otras variables para la definición de indicadores, medir la eficacia de un proceso de tratamiento, controlar el cumplimiento para límites de vertimientos y dimensionar nuevas instalaciones de tratamiento (CAN, 2005 citado en Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2007).

9.2.5. Tratamiento de aguas residuales

Según Villegas & Vidal (2009), este proceso permite la eliminación de sustancias contaminantes disueltas y suspendidas en el agua residual doméstica o industrial, hasta que el efluente pueda ser re utilizado para fines agrícolas, recreativos o industriales o verterse a un cuerpo de agua con un mínimo impacto ambiental sobre éste. El objetivo básico del tratamiento de aguas es proteger la salud humana, promover el bienestar de la sociedad y

minimizar los daños al ambiente. (Romero, 2004). Dicho tratamiento se realiza aplicando una combinación de procesos fisicoquímicos y biológicos útiles para remover principalmente sólidos sedimentables, disueltos y suspendidos, materia orgánica, metales, nutrientes y microorganismos patógenos. (Casierra, Casalins, Vargas, & Caselles, 2016).

9.2.5.1. Tratamiento preliminar.

Se realiza con el objetivo de remover del agua residual aquellos materiales que puedan causar dificultades de operación y mantenimiento en los procesos posteriores de tratamiento, o que en algunos casos, no pueden tratarse conjuntamente con los demás componentes del agua residual. (Romero, 2004) Los tratamientos preliminares más comúnmente utilizados son el cribado, los tamices estáticos, trituradores de canal, los tanques de igualación y los desarenadores. (Orjuela & Lizarazo, 2013)

9.2.5.2. Tratamiento primario.

Consiste en una separación física o fisicoquímica de los sólidos suspendidos en el agua residual, dicha separación puede realizarse mediante, desarenadores, sedimentadores, procedimientos de flotación, precipitación química o coagulación, floculación y filtración. (Zapata, Hernández, & Oliveros, s.f) Generalmente el tratamiento primario remueve aproximadamente un 60% de los sólidos suspendidos del agua residual cruda y un 35 a 40% de la DBO. (Romero, 2004)

9.2.5.3. Tratamiento secundario

Funciona a partir de procedimientos biológicos realizados para la separación y remoción de materia orgánica disuelta en el agua residual. Según Torres et al. (2012), estos tratamientos pueden ser de carácter aerobio o anaerobio de acuerdo a sus requerimientos particulares de oxígeno disuelto, ambos procesos se fundamentan en los ciclos de la naturaleza, donde los microorganismos consumen materia orgánica para producir material celular nuevo o gas, permitiendo de este modo, reducir nutrientes como nitrógeno y fosforo, estabilizar la carga orgánica y coagular y remover los sólidos coloidales que no pudieron separarse en el tratamiento primario (Citado en Sánchez, Peón, Cardona, Ortega, & Urriolagoitia, 2016).

9.2.5.4. Tratamiento aerobio.

Es llevado a cabo por microorganismos cuyo metabolismo se desarrolla en presencia de oxígeno disuelto. Los productos finales son principalmente dióxido de carbono, agua y biomasa, puesto que una parte del sustrato consumido es empleada para la formación de nuevos microorganismos. Dentro de los principales tratamientos aerobios se destaca la utilización de lodos activados, lagunas de estabilización (aerobia, facultativa y de maduración), filtros percoladores, biodiscos y humedales construidos (superficiales y sub superficiales). (Suarez, 2011).

9.2.5.5. Tratamiento anaerobio.

Es la descomposición u oxidación de compuestos orgánicos realizada por microorganismos que actúan en ausencia de oxígeno libre, obteniendo la energía requerida para su crecimiento y desarrollo (Vásquez, 2013). El producto principal generado en este proceso es el biogás, mezcla compuesta por metano en una proporción de 50 a 70% y dióxido de carbono de 30 a 50%, con pequeñas cantidades de otros componentes como nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y sulfuro de hidrógeno (Corrales, Antolinez, Bohórquez, & Corredor, 2015), según la FAO (2011) en la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico.

9.2.5.6. Fases del tratamiento anaerobio.

El proceso metabólico de las bacterias anaerobias comprende una serie de reacciones complejas que interactúan entre sí, las principales fases de este proceso son: 1) Hidrólisis y fermentación, 2) Acetogénesis y 3) Metanogénesis.

La primera etapa involucra la hidrólisis de sólidos insolubles tales como partículas orgánicas (celulosa o hemicelulosa) o coloides orgánicos (proteínas) que presentan una estructura compleja, para convertirlos en compuestos solubles más simples que puedan ser absorbidos a través de la pared celular de los microorganismos, posteriormente, dichas moléculas hidrolizadas son catalizadas por bacterias fermentativas en alcoholes y ácidos grasos, teniendo como resultado la producción de hidrógeno y dióxido de carbono. Más tarde, durante la acetogénesis, se produce ácido acético, propionico y butítrico, gracias a la

oxidación de ácidos grasos de cadena corta o alcoholes o a través de la reducción del CO₂, usando hidrógeno como donador de electrones para la reacción. Finalmente se lleva a cabo el proceso de metanogénesis por bacterias arqueas en condiciones estrictamente anaerobias, las cuales convierten los productos de la fermentación ácida en CO₂ y CH₄, de modo que obtienen su energía de la conversión de un número restringido de sustratos a metano. (Vásquez, 2013). En la tabla 3, se muestran en detalle las reacciones químicas que se llevan a cabo en el proceso de degradación anaerobia de la materia orgánica.

Tabla 3. Principales reacciones químicas del proceso anaerobio.

Fermentación de glucosa a acetato, H ₂ y CO ₂ :	$C_6H_{12}O_6 + 4H_2O \rightarrow 2CH_3COO^- + 2HCO_3^- + 4H^+ + 4H_2$
Fermentación de glucosa a butirato, H ₂ y CO ₂ :	$C_6H_{12}O_6 + 2H_2O \rightarrow C_4H_7O_2^- + HCO_3^-$
Fermentación de butirato a acetato e H ₂ :	$C_4H_7O_2^- + 2H_2O \rightarrow 2CH_3COO^- + H^+ + H_2$
Fermentación de propionato a acetato, H ₂ y CO ₂ :	$C_3H_5O_2^- + 3H_2O \rightarrow CH_3COO^- + HCO_3^-$
Acetogénesis a partir de H ₂ y CO ₂	$4H_2 + 2HCO_3^- + H^+ \rightarrow CH_3COO^- + 2H_2O$
Metanogénesis a partir de H ₂ + CO ₂ :	$4H_2 + HCO_3^- + H^+ \rightarrow CH_4 + 3H_2O$
Metanogénesis a partir de acetato:	$CH_3COO^- + H_2O \rightarrow CH_4 + HCO_3^-$
Descomposición de ácido fórmico:	$4HCOOH \rightarrow CH_4 + 2H_2O + 3CO_2$
Descomposición de metanol:	$4CH_3OH \rightarrow 3CH_4 + 2H_2O + CO_2$
Descomposición de metilaminas:	$4(CH_3)_3N + H_2O \rightarrow 9CH_4 + 6H_2O + 3CO_2 + 4NH_3$

Fuente: Villamil, Duque, & Caicedo (2000)

De manera complementara en la ilustración 3 se indica en resumen, los pasos de la degradación anaerobia de materia orgánica hasta la obtención de metano y dióxido de carbono junto con las respectivas bacterias que intervienen en cada fase.

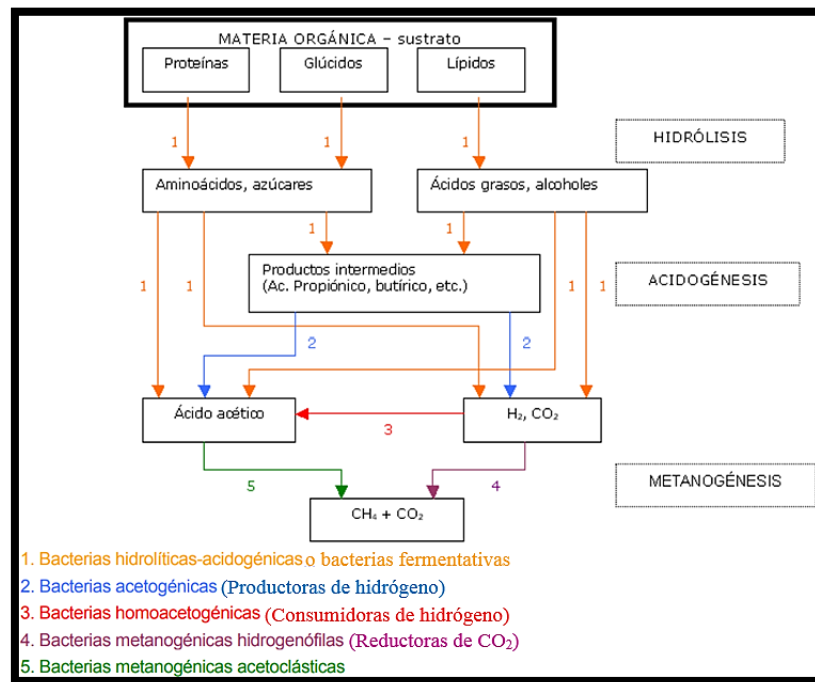


Ilustración 3. Fases de la fermentación anaerobia y poblaciones bacterianas.

Fuente: Jarauta (2005) y Romero (2004).

Dentro de los principales sistemas de tratamiento anaerobio se destacan los tanques sépticos, el reactor UASB, las lagunas anaerobias, los tanques Imhoff, procesos de lecho fluidizado o expandido, procesos anaerobios de contacto, digestores de lodo anaerobios, reactores anaerobios de lecho granular, de recirculación interna y los filtros anaerobios. (Suárez, 2011 y Romero, 2004)

9.2.6. Filtro anaerobio de flujo ascendente

Según Chernicharo (2007) el FAFA es una unidad de contacto, en la que las aguas residuales pasan a través de una masa de sólidos biológicos que se encuentra contenida en su interior. El principio físico de su funcionamiento radica en su característica de flujo ascendente, pues el afluente ingresa al filtro por la parte inferior y el proceso de llenado lo lleva a cruzar la totalidad del medio filtrante en forma ascendente, sufriendo una serie de procesos físicos, químicos y microbiológicos que permiten la depuración de los residuos, generando biogás y un efluente con menor carga contaminante, que tienen salida por la parte

superior del filtro (Alvarado, 2011). Este efluente final generalmente es muy clarificado y posee una relativamente baja concentración de materia orgánica y disuelta, aunque es rico en sales minerales.

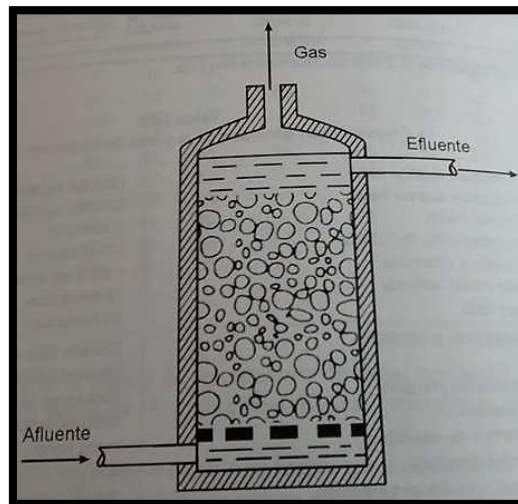


Ilustración 4. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Fuente: Romero (2004)

Como se observa en la ilustración 4, el filtro está constituido por un tanque o columna, relleno con un material sólido que sirve para soporte y crecimiento de las bacterias anaerobias, el agua residual es puesta en contacto con dichos microorganismos adheridos al medio, los cuales se encuentran retenidos en esta zona de manera que no salen con el efluente, es posible obtener tiempos de retención celular del orden de cien días con tiempos de retención hidráulica cortos, permitiendo así el tratamiento de aguas residuales a temperatura ambiente.

Las ventajas de este sistema de tratamiento son la fácil operación y mantenimiento, menor requerimiento de área y baja producción de energía y lodos, por lo que no requiere digestor de lodos. Las desventajas son la generación de olores, la alta sensibilidad a los cambios operativos, la posible obstrucción de la capa de medio de soporte (colmatación de los intersticios), la baja viabilidad para aguas residuales con temperatura menor a 14°C y la baja remoción de nutrientes y patógenos (Ferro, 2012).

9.2.6.1. Configuración del reactor.

Los filtros anaerobios actualmente presentan forma cilíndrica o rectangular, pueden ser elaborados en concreto reforzado, plástico de alta resistencia o poliéster reforzado con fibra de vidrio; cualquiera que sea el material, debe ser resistente a la agresividad del medio, tener perfecta estanqueidad a líquidos y ser resistente a empujes de suelo. (Chernicharo, 2007) El filtro se constituye básicamente de tres zonas funcionales, zona de entrada, zona empacada o medio de soporte y zona de salida.

Zona de entrada. Según Castaño (2003) esta zona puede tener dos tipos de configuración, sin falso fondo o con falso fondo. En la primera, todo el volumen del reactor es ocupado por el medio filtrante, para lo cual es necesario que el material del fondo sea uniforme y de alta porosidad para evitar taponamientos, (Citado en Batero & Cruz, 2007) en la configuración con falso fondo, se propicia una zona libre de relleno en la parte inferior del filtro, para evacuar los lodos producidos en el tratamiento del afluente. La distribución del caudal se hace por medio de tubería perforada (generalmente PVC) y debe ser uniforme, con el fin de evitar zonas muertas dentro del reactor.

Zona de empaque. Lugar que ocupa la mayor parte del filtro, donde se encuentra el material de soporte o medio filtrante y ocurre el crecimiento de los microorganismos anaerobios y por ende, la remoción de contaminantes. (Castaño 2003 citado en Batero & Cruz, 2007).

Medio filtrante. Chernicharo (2007) indica que la finalidad del material de soporte es retener sólidos en el interior del reactor de tres formas: 1) como una biopelícula sobre la superficie de dicho material, 2) suspendida dentro de sus espacios vacíos o 3) debajo del medio como una masa de lodos granulada o floculada. Según Romero (2004) la mayor parte de la biomasa se acumula en los vacíos intersticiales existentes entre el medio que permanece sumergido en el agua residual, lo cual permite una concentración de biomasa alta y un efluente clarificado, el espesor de la biopelícula generalmente es de 1 a 3 mm.

Sumado a lo anterior, el medio actúa como separador entre sólido y gas, ayuda a proveer flujo uniforme a través del reactor, mejora el contacto entre los componentes de desecho del líquido afluente y la biomasa contenida en el filtro y permite la acumulación de grandes cantidades de biomasa necesaria para producir tiempos de retención hidráulica largos, así

mismo, actúa como barrera física evitando la salida de sólidos con el efluente. (Alvarado, 2011 y Chernicharo 2007). En la ilustración 5, se puede observar como medios filtrantes convencionales tipo rosetón plástico, se utilizan en un FAFA.



Ilustración 5. Medio filtrante de un FAFA a gran escala.

Fuente Balda, 2004 citado en (Cubillos, 2006)

9.2.6.2. Tipos de medio filtrante.

Entre los tipos de medios filtrantes más utilizados se encuentran la piedra triturada angulosa o redonda (grava sin picos, de tamaño entre 4-7cm), materiales cerámicos, vidrios, ladrillos, poliésteres y poliuretano (Navarro, 2008), dado lo anterior, para Colombia según la Resolución 0330 de 2017, el medio filtrante de los FAFA podrá estar construido por un lecho de grava, con un volumen de 0,02 a 0,03 m³ por cada 0,1m³/día de aguas residuales que se van a tratar, dicha resolución indica que también será posible emplear material filtrante plástico utilizando la mitad del volumen anterior. (MINISTERIO DE VIVIENDA, 2017).

Cabe resaltar que actualmente se han estudiado otras alternativas no convencionales para los medios filtrantes como son la guadua, el bambú, la cáscara de coco, tejas de barro, escoria de alto horno, segmentos de manguera corrugada y otros más sofisticados como los anillos sintéticos y las matrices plásticas de flujo cruzado o tubular como las mostradas en las ilustraciones 6 y 7; estos últimos de mayores costos por ser más eficientes. (Navarro, 2008 y Chernicharo, 2007).

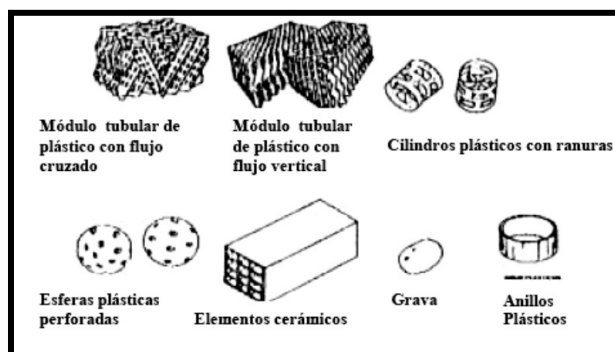


Ilustración 6. Tipos de medios filtrantes según Castaño (2003)

Fuente: Batero & Cruz (2007).

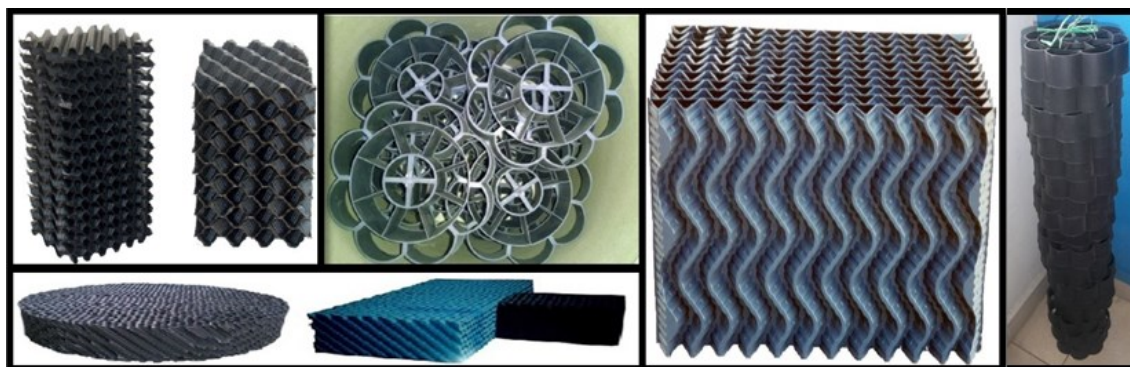


Ilustración 7. Medios filtrantes comerciales

Fuentes: TL INGEAMBIENTE (2016) e INSUMOS AMBIENTALES SAS (2015)

El costo de materiales convencionales como la grava oscila entre \$185.249/m³ y \$205.072/m³ colombianos y el de rosetones plásticos entre \$396.000 a \$445.500/m³ (INSUMOS AMBIENTALES SAS, 2014).

Cabe resaltar que la colmatación del medio de soporte es una de las principales preocupaciones para diseñadores y usuarios de este tipo de tratamientos, puesto que este fenómeno puede reducir las eficiencias en la remoción de contaminantes. Chernicharo (2007) enfatiza que el taponamiento del medio es más inherente a los filtros anaerobios de flujo ascendente con relleno de piedras y material triturado, sin embargo los reactores más

modernos con lecho de material plástico, no presentan este tipo de problemas, incluso cuando el área superficial es baja.

La tabla 4, indica las características mínimas que deben tener los materiales utilizados como medio filtrante para una eficiente remoción dentro del filtro anaeróbico de flujo ascendente.

Tabla 4. Características recomendadas para materiales utilizados como medio filtrante

Requisito	Objetivo
Estructuralmente resistente	Soporte de peso propio más sólidos biológicos
Biológica y químicamente inerte	Ausencia de reacciones lecho-microorganismos
Alta área específica	Adherencia de mayor cantidad de sólidos biológicos
Elevada porosidad	Baja posibilidad de colmatación
Forma no achatada o lisa	Garantizar porosidad elevada
Bajo costo	Viabilizar económicamente el sistema

Fuente: Deloya (2008) citado en Alvarado (2011).

9.2.6.3. Zona de Salida.

Sitio que recibe el efluente del filtro para evacuarlo y garantizar una correcta y homogénea circulación del mismo a través del sistema, con una adecuada eficiencia hidráulica. La salida del efluente se puede dar a través de una tubería perforada o por medio de un vertedero, siempre y cuando se garantice la recolección homogénea a lo largo del sistema. (Castaño 2003 citado en Batero & Cruz, 2007). Cabe resaltar que además debe existir una tubería de salida del gas metano para su evacuación o reutilización.

El desempeño de este tipo de reactores depende del contacto del agua residual con la biomasa dispersa en el lodo y en la biopelícula adherida al medio de soporte. Cabe añadir que esta configuración suele aplicarse en afluentes que previamente han pasado por un proceso de sedimentación, lo que les confiere una baja presencia de sólidos, minimizando cualquier riesgo de taponamiento del medio de soporte. (Chernicharo, 2007)

9.2.6.4. Eficiencia de remoción del FAFA

El filtro anaerobio es poco sensible a variaciones de carga hidráulica y a la operación discontinua pues el medio retiene los sólidos y la biomasa formada en él. Estudios realizados en Brasil indican que estos filtros alcanzan un porcentaje de remoción de DBO de 80%, otros estudios han llegado a remociones de 88% y para el caso de aguas domésticas de un 70% (Romero, 2004).

En Colombia, según el artículo 184 de la resolución 0330 de 2017, existen unos rangos de eficiencia sugeridos para el desarrollo de procesos de tratamiento, para el caso de los filtros anaerobios, como se muestra en la tabla 5, se presentan las siguientes cifras:

Tabla 5. Rangos de eficiencia en los procesos de tratamiento.

	Unidades de tratamiento	Eficiencia mínima de remoción de parámetros, porcentajes (%)						
		DBO5	DQO	SST	SSED	Grasas y aceites	Patógenos	Observaciones
Tratamiento Secundario	Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	N/A	N/A	20-40	

Fuente: Ministerio de vivienda (2017)

Le eficiencia de remoción de carga contaminante en un sistema de aguas residuales viene dada por la siguiente ecuación:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde E es el porcentaje de eficiencia de remoción, S la carga contaminante de salida y S_0 la carga contaminante de entrada, estas dos ultimas medidas en (mg DQO, DBO₅ o SST/L).

Cabe resaltar que existen varios factores que afectan las eficiencias de remoción de carga contaminante, tales como el tiempo de retención hidráulica, las características del medio de soporte (área superficial, porosidad, altura del lecho), la configuración de los reactores, la temperatura, el pH y los nutrientes principalmente. (Parra, 2006)

9.2.6.5. Etapas de funcionamiento del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Inoculación. Los microorganismos anaerobios crecen a bajas velocidades, por lo cual es necesario inocular los reactores para aportar una cantidad suficiente de bacterias al proceso antes de iniciar el arranque. El proceso que ayuda a reducir el tiempo de arranque del biofiltro

y a maximizar el funcionamiento del sistema. El inóculo puede estar compuesto por diferentes especies microbianas, como las que se encuentran en los lodos aerobios de las plantas de tratamiento de aguas residuales, o puede ser un cultivo de microorganismos especializados con afinidad por un compuesto, estos últimos pueden obtenerse comercialmente o en los laboratorios de centros de investigación en contaminantes. (Citado en Mora, Chávez, Fonseca, Cabra, & Carmona, 2005). El inóculo más comúnmente utilizado es la biomasa procedente de otro digester, por su mayor abundancia se utilizan fangos procedentes de digestores anaerobios urbanos, residuos ganaderos o fangos de reactores anaerobios industriales.

Cuando no se cuenta con una fuente de lodo granular o que provenga de algún otro tipo de reactor anaerobio, es posible utilizar inoculos sustitutos tales como el lodo anaerobio digerido, el lodo activado de purga adaptado, estiércol de vaca digerido anaerobicamente, sedimento de lagunas o lodo de fosas sépticas. (Salazar 1999).

Arranque. Según Rodríguez (2002) el arranque de un reactor anaerobio es el periodo de tiempo donde la biomasa anaerobia se adapta en cantidad y calidad a las características del agua residual. La duración de esta etapa dependerá del tiempo requerido para lograr una calidad constante en el efluente y una masa de lodo suficiente que no varíe cualitativamente con el tiempo. Se puede identificar el final del arranque, generalmente con la aparición del fenómeno de granulación y/o formación de un floc o biopelícula estable sobre el medio.

Desde el inicio del arranque hasta que se considera se ha alcanzado la estabilidad del proceso, lo más importante es la retención de biomasa viable dentro del reactor y su posterior acumulación, aspecto que tiene mucho que ver con la formación de gránulos, característica que distingue a los sistemas de fermentación metanogénica de flujo ascendente, de otros sistemas anaerobios (Castro-González, 1999; López et al 2000).

Monroy (1992) menciona que para que un reactor anaerobio sea estable es necesario que exista un ambiente que permita la mejor actividad de la biomasa y que el tiempo de retención de sólidos sea adecuado. Por el contrario, agrega que puede ocurrir una sobrecarga orgánica por el aumento en la concentración o en el caudal, variaciones en la temperatura y la entrada de tóxicos al reactor, rompiendo la estabilidad del sistema. Giraldo (1998) describe que una de las causas más frecuentes del mal funcionamiento de los reactores anaerobios es el

desacople entre las bacterias productoras y las consumidoras de ácidos, dicho desacople es ocasionado durante el arranque cuando este no es adecuado y genera una ausencia de un sistema microbiano maduro (Citados en Pacheco & Magaña, 2003).

Operación y mantenimiento. Una vez superada la etapa de arranque, inicia la etapa de operación cuando se alcanzan las condiciones de diseño de carga orgánica e hidráulica y la eficiencia de remoción de materia orgánica proyectada. En esta etapa se espera que el reactor funcione de manera estable, para lo cual las variables de salida del sistema deben mantenerse relativamente constantes a pesar de las variaciones temporales en cantidad y calidad del afluente (Van Haandel, 1994 citado en Rodríguez, 2002)

9.2.6.6. Consideraciones de diseño del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.

Tiempo de retención o residencia hidráulica (TRH). Se refiere al promedio de tiempo que permanece el líquido dentro del filtro. (Comisión nacional del agua, 2015)

Temperatura. La temperatura afecta directamente la cinética bioquímica de las bacterias anaerobias puesto que los microorganismos formadores de metano y los fermentadores hidrolíticos son termosensibles, de modo que al aumentar la temperatura a un rango adecuado, las reacciones químicas y procesos biológicos de éstos se aceleran.

El proceso anaerobio mesofílico es el más utilizado en la digestión anaerobia, cuyo intervalo de temperatura está entre los 25-45°C, con un ideal entre los 33-38°C (Hernández, 1993 y Schleenstein, 2002 citados en Alvarado, 2011).

Si bien la mayoría de autores recomiendan temperaturas altas para el óptimo desarrollo del proceso anaerobio, Gonçalves et al. (2001) señala que se han presentado casos en los cuales los filtros operan en rangos inferiores a 20°C obteniendo resultados satisfactorios, especialmente cuando estas estructuras se emplean como pos-tratamiento de tanques sépticos y reactores UASB (citado en Chernicharo, 2007).

pH. El reactor debe operar en un intervalo de pH entre 6,8-7,5, puesto que la actividad de las bacterias metanogénicas es altamente vulnerable a los cambios de dicho parámetro comparada con las demás poblaciones bacterianas presentes en el lodo. (Cubillos, 2006).

Nutrientes. Generalmente se acepta que el nitrógeno y el fósforo son los elementos que más influyen en el desarrollo de los microorganismos dentro de un sistema anaerobio por lo cual deben mantenerse en niveles óptimos. (Parra, 2006).

Tasa de aplicación superficial. Es la cantidad de agua residual aplicada diariamente al filtro anaerobio, por unidad del medio de soporte del sistema.

Carga orgánica volumétrica. Este término hace referencia a la cantidad de materia orgánica aplicada de forma diaria al filtro anaerobio, por unidad de volumen de este sistema o de volumen del medio de soporte.

Porosidad del medio filtrante. Según Duque y Escobar (2016), la porosidad (η) es una relación expresada como un porcentaje entre el volumen de espacios vacíos (V_v) y el volumen total de la muestra sólida (V_T), es decir, es la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total, por lo cual $0 < \eta < 100\%$. Por ejemplo en un sólido perfecto la porosidad es 0, pero en casos como el suelo y otros medios donde la compactación o acomodación de las partículas no es tan alta, $\eta \neq 0$ y $\eta \neq 100\%$.

La porosidad se puede determinar por el método de la pesada hidrostática, la cual permite obtener diferentes propiedades físicas a partir de la masa de una muestra obtenida en diferentes condiciones: seca, saturada o sumergida en agua (Rodríguez, 2010). En primera estancia se deposita la porción de sólidos en una columna cilíndrica de volumen conocido, obtenido de esta manera V_t . A continuación se llena de agua una nueva columna con el mismo volumen que la anterior, y se procede a verter el agua en el recipiente que contiene la muestra del material seco hasta que éste se encuentre lleno del líquido, de esta forma es posible calcular V_v , el cual representa el volumen de agua añadido al frasco con sedimento.

En la tabla 6, se presenta un resumen de los diferentes criterios de diseño propuestos por algunos autores en referencia al dimensionamiento de los FAFA.

Tabla 6. Consideraciones de diseño según diferentes autores

Autor	Parámetro de diseño	Valor
	Altura total del filtro	1,30 a 1,40 metros

Chernicharo (2007)	Altura del medio filtrante	50 a 70% de la altura del tanque
	Altura del medio filtrante para vertimientos que han pasado por procedimientos previos de sedimentación. (Goncalves et al, 2001 citado en Chernicharo, 2007)	0,8 a 3,0 metros, el límite superior de altura es más adecuado para reactores con muy bajo riesgo de obstrucción
	Altura de la zona de clarificación o borde libre	0,10 a 0,20 metros
	Velocidad superficial	<1m/h
	Tiempo de retención hidráulica	4 – 10h
	Temperatura óptima	25-38°C
	Tasa de aplicación superficial según Gonçalves et al. (2001) citado en Chernicharo (2007).	6 a 15 (m ³ /m ² .d)
	Carga orgánica volumétrica (Tomando como referencia el volumen total del filtro)	0,15 a 0,50 kgDQO/m ³ .d
	Carga orgánica volumétrica (Tomando como referencia el volumen de la capa de soporte)	0,25 a 0,75 kgDQO/m ³ .d.
Romero (2004)	Altura total del reactor: (Datos variables)	1 - 2 m 2 - 3 m
	Velocidad superficial:	<10m/d o 0,41m/h
	Tiempo de Retención Hidráulica (h): (Datos variables)	24 24-48 20-96
	Temperatura: (Datos variables)	32-37°C 30-35°C
	Carga orgánica volumétrica (Kg DQO/m ³ d). (Datos variables)	1 - 4,8
		1 - 6,0
< 12		
5 - 30 9 - 15		

	Diámetro del medio (cm):	2-17
	DQO afluente mg/L. (Datos variables)	1000 - 30000 2500 - 24000 10000 - 20000
	Sólidos suspendidos del afluente mg/L. (Datos variables)	<500 < 50000
Ferro (2012)	Coefficiente de retorno	0,8
	Tiempo de retención hidráulico	8h
	% Vacíos en el medio filtrante	95%
	Altura del medio filtrante	0,8m
	Altura del falso fondo	0,3m
	Área por punto de alimentación	2m ²
	Velocidad de alimentación	0,6m/s
Alvarado (2011)	Profundidad útil	1,80 m
	Ancho	0,85 – 5,40 m
	Volumen útil mínimo.	1,25 m ³
	El máximo dependerá de las necesidades de diseño	
	Altura del medio soporte:	1,2 m
	Falso fondo	0,60 m sobre el fondo
	Salida del efluente (Nivel mínimo del líquido): (Según Deloya, 2008 citado en Alvarado, 2011).	30 cm sobre el lecho
Guaman y Molina (2015)	Diámetro de los tanques	6-26cm
	Altura del tanque	3-13cm aprox.
	Volumen del filtro	100 a 1000 m ³
	Área superficial promedio del lecho filtrante	100m ²
	Altura del lecho filtrante	50-70% de la altura total
	Velocidad de Flujo ascendente	2m/h (Durante la etapa de arranque no exceder 0,4m/h)

9.2.7. Gestión integral de residuos sólidos

Es el conjunto de acciones encaminadas a dar a los residuos sólidos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final. De acuerdo a lo anterior, dentro de la recuperación y aprovechamiento se encuentran procesos como la reparación, el reciclaje y la reutilización.

9.2.7.1. Reciclaje.

Proceso de transformación física o química o biológica de los materiales procedentes de los residuos potencialmente aprovechables, para su reincorporación en el ciclo productivo. (Consejo nacional de política económica y social, 2016)

9.2.7.2. Reutilización.

Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante diferentes operaciones o técnicas permiten que los materiales vuelvan a ser utilizados para su función original o para alguna relacionada, sin que para ello se requieran procesos adicionales de transformación. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones, 1998) A continuación se describen las características de los diferentes materiales reutilizados en la presente investigación:

9.2.7.3. Residuos de construcción o escombros.

Los escombros son los residuos generados en las actividades de construcción, demolición y reforma de edificaciones, obras civiles y espacio público. Estos elementos son considerados inertes o no peligrosos, además poseen alta susceptibilidad de ser aprovechados mediante transformación y reincorporación como materia prima (Castaño, Rodríguez, Lasso, Gómez y Ocampo, 2013).

9.2.7.4. Residuo plástico posconsumo.

Según la Guía Técnica Colombiana GTC 53-2, estos residuos se originan en las diferentes actividades de consumo cuando los productos, ya sean plásticos únicos o mezclas de plásticos

entre sí o con otros materiales, terminan su periodo de vida útil o pierden su utilidad (ICONTEC, 1998). Estos elementos se caracterizan por presentar una alta relación resistencia/densidad, lo cual les brinda excelentes propiedades para el aislamiento térmico y eléctrico, además de buena resistencia a los ácidos, álcalis y solventes (Frías, Lema y Gavilán, 2015). Dentro de estos residuos se identifican resinas plásticas aprovechables, tales como el polietileno tereftalato (PET) y el polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés).

9.2.7.5. Polietileno tereftalato (PET).

Es un tipo de plástico que pertenece al grupo de poliésteres y es ampliamente usado para la fabricación de botellas y productos textiles debido a que presenta características como alta resistencia ante el desgaste, la humedad, los productos químicos, las altas temperaturas y las fuerzas mecánicas. Cabe mencionar que es un subproducto reciclable y reutilizable.

9.2.7.6. Polietileno de baja densidad (LDPE).

Es un polímero con una estructura de cadenas muy ramificadas, lo cual le brinda una densidad muy baja. Este plástico es usado en bolsas, utensilios desechables, envases de alimentos y medicamentos. Este tipo de material se caracteriza por tener una buena resistencia ante impactos, altas temperaturas (hasta de 95°C) y reacciones químicas. Por otro lado se destaca su alta flexibilidad (Frías, Ize y Gavilán, 2003)

9.3. Marco Legal

A continuación en la tabla 7, se presenta una compilación de la normatividad colombiana relacionada con aguas residuales y gestión integral de residuos sólidos en lo que respecta a la utilidad del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.

Tabla 7. Normatividad

Acto Administrativo	Descripción
Ley 23 de 1973	Describe algunos principios fundamentales para la prevención y control de la contaminación del aire, el agua y el suelo y otorga facultades al

	<p>Presidente de la República para expedir el Código Nacional de los Recursos Naturales.</p>
<p>Decreto ley 2811 de 1974</p>	<p>Por medio del cual se expidió el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección al medio ambiente.</p> <p>Art. 1 Destaca que el ambiente es patrimonio común, por lo cual el Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo.</p> <p>Art.134 a 138: Prevención y control de contaminación.</p> <p>Capítulo II se refiere al control y la prevención de la contaminación del agua, incluyendo las actividades rurales y la eliminación de estiércol.</p> <p>Art.145: Establece que se debe realizar tratamiento de las aguas servidas no dispuestas en sistemas de alcantarillado, con el fin de que no se perjudiquen las fuentes receptoras, los suelos, la flora o la fauna.</p>
<p>Decreto 1449 de 1977</p>	<p>Presenta algunas disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática.</p>
<p>Ley 09 de 1979</p>	<p>Expedición del Código sanitario nacional, donde se establecen los procedimientos y medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente que afecten la salud humana.</p> <p>Art.3: Determina los diferentes usos de agua, para los cuales existen medidas específicas de control sanitario.</p>

	<p>Art. 412: Prohíbe el uso de aguas contaminadas para el riego de hortalizas y frutas cuando el consumo pueda causar efectos nocivos para la salud.</p>
Decreto 1594 de 1984	<p>Reglamenta el decreto ley 2811 de 1974 Código Nacional de los Recursos Naturales y de la ley 9 de 1979, desarrollando los aspectos relacionados con el uso del agua y los residuos líquidos. En cuanto a aguas residuales, define los límites de vertimiento de las sustancias de interés sanitario y ambiental, permisos de vertimientos, tasas retributivas, métodos de análisis de laboratorio y estudios de impacto ambiental.</p>
Constitución Política de Colombia 1991	<p>Art. 79: Garantiza el derecho a gozar de un ambiente sano, la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo y el deber del Estado de proteger y conservar la diversidad e integridad del ambiente y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p> <p>Art. 95: Establece el deber de los ciudadanos de proteger los recursos culturales y naturales del país y de velar por la conservación de un ambiente sano.</p>
Ley 99 de 1993	<p>Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.</p> <p>Dicha ley otorga a las autoridades ambientales regionales, la facultad de ejercer funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental al uso de los recursos naturales renovables, al vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos o gaseosos, en</p>

	<p>cualquiera de sus formas, al agua, aire, o suelo, así como a los vertimientos que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales o impedir su empleo para otros usos. Así mismo, encarga a los municipios la función específica de ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por vertimientos municipales.</p>
<p>Documento CONPES 1750 de 1995</p>	<p>Políticas de manejo de las aguas</p>
<p>Decreto 901 de 1997</p>	<p>Tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos de agua</p> <p>Art. 17: MUESTREO. Los métodos analíticos utilizados para la toma y análisis de las muestras de vertimientos, base de la caracterización a que hace referencia el artículo anterior, serán establecidos por el IDEAM. En ausencia de éstos se aplicarán los métodos establecidos en el Capítulo XIV del Decreto 1594 de 1984, o normas que lo modifiquen o sustituyan.</p>
<p>CONPES 3177 de 2002</p>	<p>Establece las acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR), con el objetivo de promover el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico del país. Dichas acciones se enfocan en el desarrollo de estrategias de gestión regional, revisión y actualización de la normatividad del sector, articulación de las fuentes de financiación y fortalecimiento de estrategias institucionales para la implementación del Plan Nacional de Manejo de aguas Residuales.</p>
<p>Resolución 1023 de 2005</p>	<p>Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación, dentro de ellas se encuentra la Guía ambiental para el subsector porcícola.</p>

Decreto 3930 de 2010	<p>Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9/1979, y el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811/1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.</p> <p>Establece disposiciones relacionadas con los usos y el ordenamiento del recurso hídrico, así como también reglamenta los vertimientos al agua, al suelo y a los alcantarillados.</p>
Resolución 1207 de 2014	<p>Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas para diferentes fines.</p>
Resolución 0631 de 2015	<p>Por la cual se establecen los parámetros y los 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.</p>
CONPES 3871 del 2016	<p>Actualización de la Política para la gestión integral de residuos sólidos de 1988. Esta nueva Política busca cambiar el modelo de gestión de residuos lineal al modelo de economía circular.</p>
Resolución 0330 de 2017	<p>Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, y se derogan las resoluciones 1096 del 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.</p>
Decreto 50 del 2018	<p>Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones"</p>

10. Materiales y métodos

10.1. Diseño metodológico del proyecto de investigación

La metodología empleada en la presente investigación fue cuantitativa puesto que se basó en los principios de objetividad, evidencia empírica y cuantificación; además el análisis de los datos fue deductivo y estadístico, orientado hacia la comprobación, contraste o falsación del problema formulado. Sin embargo, en este caso el método tuvo un enfoque cuasi-experimental ya que se produjo una variación de la variable independiente (el material no convencional empleado como medio de soporte), con el fin de observar o medir el efecto que esta tiene sobre las variables dependientes (Rodríguez y Valdeoriola, 2009).

Por otra parte se resalta que este enfoque posee un nivel de control medio sobre todas las variables, por lo cual su validez interna disminuye, mientras ocurre lo contrario con su validez externa, la cual se incrementa ya que los resultados obtenidos se pueden generalizar a otros estudios o modelos a escala real.

El diseño del esquema de trabajo se presenta en la ilustración 8 en forma de diagrama secuencial a partir de una matriz metodológica del proyecto.

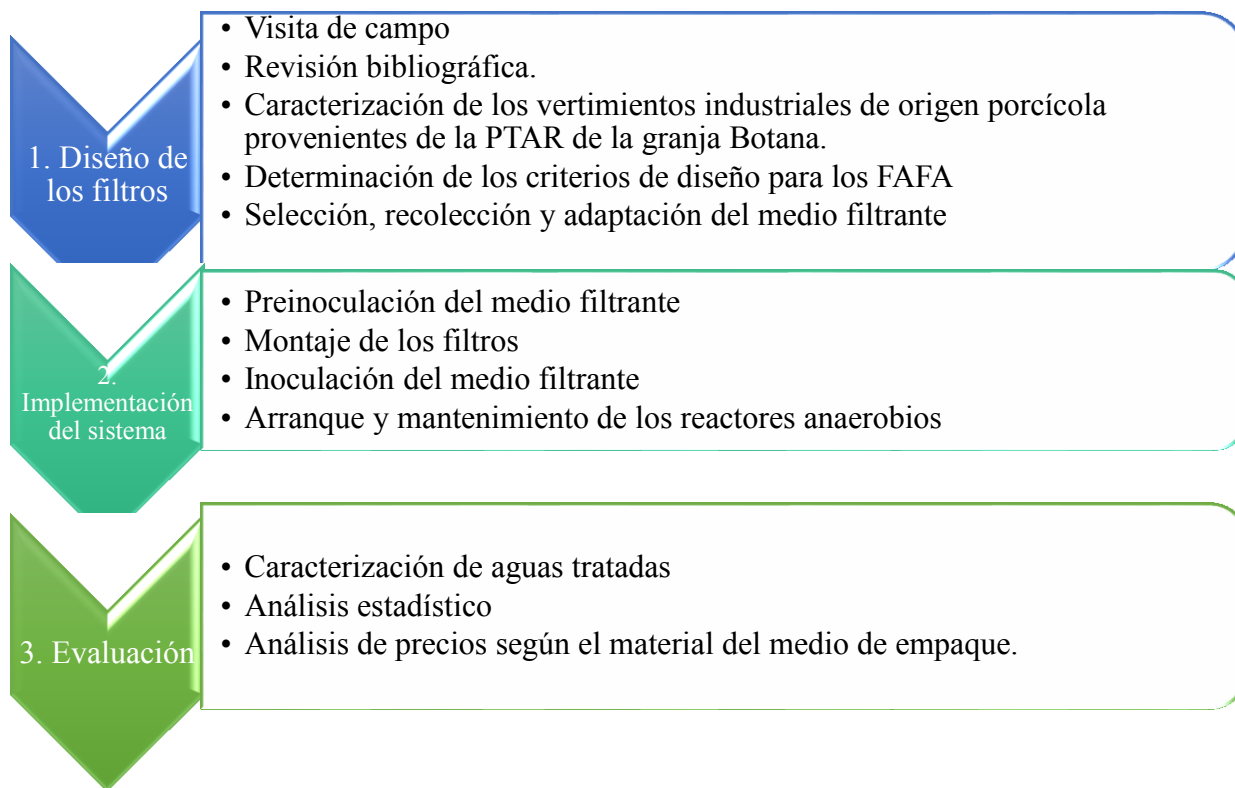


Ilustración 8. Matriz metodológica del proyecto de investigación.

Fuente: El autor, 2018.

10.2. Diseño de los reactores anaerobios

10.2.1. Caracterización del vertimiento.

Para llevar a cabo este procedimiento, inicialmente se realizó una revisión de fuentes secundarias como la guía de caracterización de vertimientos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y el *Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater*. Además se tuvo en cuenta el informe realizado por la Universidad de Nariño acerca de la caracterización de vertimientos líquidos obtenidos a la salida de la PTAR Botana (anexo 1), el cual contempla un muestreo llevado a cabo el día 11 de Noviembre del 2014, durante un periodo de 6 horas, con intervalos de 30 minutos para cada toma de muestra. Este proceso se llevó a cabo con el fin de estimar el costo de las tasas retributivas, por lo cual la muestra fue de tipo compuesta.

De igual forma, en mayo de 2017 se realizó otra jornada de muestreo con el fin de obtener una caracterización más reciente del efluente. Para ello, se determinó que la clase de vertimiento es puntual (IDEAM, 2004), por lo cual el aforo del caudal y la toma de muestras se llevó a cabo en el punto previo a la incorporación de la descarga en aguas superficiales.

Cabe destacar que el tipo de muestra es puntual puesto que se realiza en un lugar representativo y en determinado momento o situación como son las horas pico en la zona de producción porcícola.

Para aforar el caudal de la PTAR Botana se empleó el método volumétrico, puesto que según el IDEAM (2002), esta técnica es la más indicada para caudales bajos; el procedimiento se repitió cinco veces en intervalos de 30 minutos, empleando un recipiente graduado de 10 litros. En cuanto al análisis de parámetros fisicoquímicos como DBO₅, DQO y SST, la recolección de las alícuotas se realizó en recipientes plásticos de 2 litros y recipientes de vidrio ámbar con capacidad de 250 ml. Una vez hecho esto, se rotuló cada frasco indicando el tipo de muestra, sitio donde se realizó el procedimiento, hora y fecha de la toma y la clase de preservación requerida. Posteriormente se almacenaron las mismas en una nevera con hielo, la cual se mantuvo a una temperatura aproximada a los 4°C, y de forma inmediata se trasladó la misma hasta los laboratorios de calidad de agua de la Universidad de Nariño. Estas instalaciones cuentan con certificación por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), mediante Resolución 3566 emitida en 2014.

10.2.2. Selección, recolección y adaptación del medio filtrante.

Teniendo en cuenta recomendaciones realizadas por Chernicharo (2007), Salazar (1999) y el MDEC (2000), se optaron por varios materiales convencionales y alternativos los cuales se evaluaron mediante una matriz de selección de materiales, bajo criterios como disponibilidad, costo, peso, y resistencia estructural, biológica y química.

Una vez se definieron los materiales, que mejor se ajustaron a la investigación se procedió a realizar la recolección de estos elementos en zonas rurales y comerciales del municipio de Pasto. A continuación se llevó a cabo su adaptación o acondicionamiento, con el fin de cumplir con las respectivas especificaciones técnicas, para de esta manera obtener mayor

crecimiento de biomasa, ya sea en los espacios intersticiales de cada elemento o en la biopelícula que se forma sobre su área superficial.

10.2.3. Determinación de los parámetros de diseño y dimensionamiento de los filtros.

Para la determinación del dimensionamiento de los filtros anaerobios, se realizó una revisión bibliográfica del Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000 (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000) y autores como Romero (2004), Chernicharo (2007), Ferro (2012), Alvarado (2011) y Guamán y Molina (2015).

A partir de la literatura y consideraciones técnicas y económicas tenidas en cuenta en este trabajo, se estableció la altura total de los filtros y de cada una de sus zonas, así como el diámetro del reactor, el material que conformaría el lecho de soporte y la adaptación más apropiada para que los residuos reutilizados pudieran cumplir con la función de retener sólidos y biomasa. Todo ello, teniendo en cuenta que el sistema se realiza a escala piloto, y por tanto con dimensiones inferiores a las que se utilizarían en los trabajos en campo.

También se determinó el volumen del filtro, el tiempo de retención hidráulica (TRH), la porosidad de los materiales de contacto seleccionados, el volumen útil del lecho de soporte, el caudal de diseño, la carga orgánica volumétrica y finalmente la tasa de aplicación superficial.

10.2.4. Implementación de los cuatro filtros

10.2.4.1. Inoculación del material de contacto.

Para este procedimiento se tomó como inóculo activo, el lodo proveniente del segundo biodigestor de la PTAR, el cual se mezcló con los materiales de contacto, con el fin de acelerar la formación de la biopelícula alrededor de los elementos seleccionados para el medio de soporte.

10.2.4.2. Montaje de los reactores.

Simultáneamente a la inoculación del material de contacto, se realizó el montaje de los filtros para lo cual se tuvo en cuenta la configuración propuesta por Cárdenas y Ramos (2009) (Ilustración 9). Por otra parte fue necesaria la adaptación del armazón de los reactores, constituido de Policloruro de Vinilo (PVC) y de la base del falso fondo, para la cual se empleó

material reutilizado de cuñetes plásticos compuestos por polietileno de alta densidad. Paralelamente se construyó una base de soporte en madera y metal, con el fin de brindar mayor estabilidad al sistema.

Posteriormente se niveló el terreno contiguo a la PTAR, donde se localizaron los reactores anaerobios de flujo ascendente. Una vez nivelado, se procedió a ubicar el componente hidráulico y la estructura de los filtros tal como se muestra en la ilustración 9.

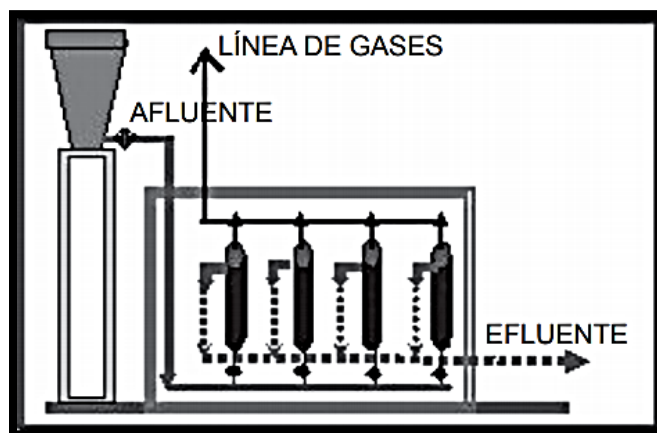


Ilustración 9. Montaje en un sistema de flujo por gravedad.

Fuente: Cárdenas y Ramos, 2009

10.2.4.3. Arranque del sistema.

Una vez establecida la estructura de los reactores, se depositó en éstos el material filtrante inoculado, que ocupó alrededor del 50 al 70% de la altura total de la estructura, según recomendaciones de Guamán y Molina (2015), y se puso en marcha la alimentación del sistema. A continuación, se efectuó la fase de arranque que comprendió un periodo de transición inicial caracterizado por presentar inestabilidades funcionales que se deben al tipo de agua tratada y a la clase de inóculo que se utilizó. Para reducir la duración de esta etapa, se realizó el proceso de inoculación, lo cual permite mejorar la eficiencia y competitividad del sistema en menor tiempo (Chernicharo, 2007).

Durante este ciclo se realizó una evaluación sobre el comportamiento del sistema, mediante una serie de muestras tomadas en el caudal de salida de los filtros; sus respectivos análisis permitieron diferenciar la etapa de arranque, con la estabilización de los reactores.

10.2.5. Evaluación del sistema.

10.2.5.1. Caracterización del efluente.

La toma de muestras se realizó en la manguera de salida del efluente, localizada en la parte superior del filtro. Se efectuaron 10 jornadas de muestreo puntuales, una por semana, empezando en la fase de arranque del sistema. Al igual que en el procedimiento de caracterización de las aguas residuales, se tuvo en cuenta la guía de caracterización de vertimientos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y el *Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater*.

Una vez tomadas las alícuotas, fueron transportadas de forma inmediata al laboratorio de Aguas de la Universidad de Nariño, en donde se realizaron los respectivos análisis fisicoquímicos de las muestras, para parámetros como DBO₅, DQO y SST, a partir de los cuales se llevó a cabo la determinación de la eficiencia en remoción de carga orgánica y sólidos, obtenida por cada filtro.

10.2.5.2. Análisis estadístico.

A continuación se estimó la desviación estándar de las eficiencias para cada reactor en el *software* Excel 2010. Luego, en el mismo *software* se utilizó la herramienta de análisis de varianza de un factor, la cual indicó la forma de distribución de los datos correspondientes a las concentraciones en el efluente de cada filtro, para establecer si existían diferencias significativas entre los FAFA, por medio de una prueba de hipótesis con un nivel de significancia de 0,05 (Chaux y Zambrano, 2011).

10.2.5.3. Análisis de precios según el material del medio de empaque.

Se realizaron comparaciones de los promedios de eficiencia en remoción de los contaminantes, así como los costos de adquisición por m³ de cada material filtrante, para establecer el sistema más viable técnica y económicamente.

11. Resultados y discusión

11.1. Diseño de cuatro filtros anaerobios de flujo ascendente a escala piloto

11.1.1. Caracterización inicial de las aguas residuales de la granja Botana.

La determinación del caudal mediante el método volumétrico arrojó un promedio de 9 m³/día a la salida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales Botana, específicamente en la caja de aforo y muestreo final. A continuación se llevó a cabo el muestreo, almacenamiento y transporte de las alícuotas recolectadas en los dos recipientes, siguiendo las directrices establecidas por el IDEAM (2004), las cuales se nombraron anteriormente.

El análisis de las muestras obtenidas en el agua residual procedente de la planta de tratamiento presentó las siguientes concentraciones por tipo de parámetro físico-químico evaluado:

Tabla 8. Tipo de parámetro con sus concentraciones

Jornada de muestreo y aforo de caudal	Resultados caracterización (mg/L)			Valores límite (mg/L) Resolución 0631/2015			Objetivos de calidad Q. Miraflores (mg/L)	
	DBO ₅	DQO	SST	DBO ₅	DQO	SST	DBO ₅	SST
1	204	415	37	450	900	200	3	5
2	258	726	80					
Promedio	231	571	59					

Fuente: Este estudio, 2018

La Tabla 8 indica que si bien los vertimientos cumplen con los niveles permitidos por la Resolución 0631 de 2015 para descargas producto de la cría de porcinos (MADS, 2015), dichos valores se alejan de los requeridos por los objetivos de calidad del cuerpo receptor quebrada Miraflores (CORPONARIÑO, 2011), de manera que no son aptos para el uso estético-paisajístico con potencialidad agrícola al que están destinados.

Una vez obtenidos los análisis de la caracterización del agua residual (Anexo 2), se pudo establecer el valor de la relación DBO/DQO que corresponde a 0,4, valor que indica que el vertimiento es degradable por métodos biológicos y en especial por un proceso anaerobio (Bermúdez *et al.*, 2000), siendo los FAFAS propuestos, pertinentes en este punto.

11.1.2. Selección del material filtrante.

Para llevar a cabo la elección de los materiales adecuados para el medio filtrante, se tomó como referencia una matriz de selección de tecnologías realizada por la Universidad Técnica Particular de Loja en 2010. Esta metodología se adaptó entorno a la selección de materiales para el FAFAS, tomando como criterios de evaluación las recomendaciones realizadas por Chernicharo (2007) y Romero (2004), estas características se pueden observar en la ilustración 10.

Característica Material	Estructuralmente resistente	Biológica y químicamente inerte	Liviano	Elevada porosidad	Rápida proliferación de microorganismos	Bajo costo de adquisición	Disponible en la zona de estudio	TOTAL
Rosetón plástico comercial	5	5	5	5	5	1	3	29
Residuo Polietileno de baja densidad	5	5	5	5	3	5	5	33
Guadua	3	1	5	5	5	3	3	25
Residuo Polietileno Tereftalato	5	5	5	5	3	5	5	33
Escombros	3	3	3	5	5	5	5	29
Cascara de Coco	3	1	5	5	5	3	1	23
Concha Marina	5	3	5	5	5	5	1	29

5=Cumple

3= Cumple parcialmente

1= No cumple

Ilustración 10. Matriz de selección de materiales

Fuente: Este estudio, 2018

Esta metodología arrojó que los materiales que mejor se adaptan a la investigación son los residuos plásticos de polietileno de baja densidad (PEBD), polietileno tereftalato (PET) y los residuos de construcción o escombros, elementos que serán confrontados con la grava de canto rodado o piedra redonda, material usualmente empleado para esta tecnología anaerobia.

11.1.3. Recolección y adaptación del medio filtrante.

11.1.4. Canto rodado.

La recolección de este material se realizó en un riachuelo de la vereda Botanilla del corregimiento de Catambuco. Para esta actividad se emplearon cuñetes con capacidad de 20 kilos, en los cuales se iban depositando piedras redondas con tamaños entre los 4 y 7 cm, según lo recomendado por el Ministerio de Desarrollo (2000) y Chernicharo (2007). Una vez se obtuvo la totalidad del material requerido, se procedió a realizar un lavado exhaustivo del mismo y se lo dispuso en los recipientes de preinoculación como se muestra en la ilustración 11.



Ilustración 11 Cuñete con el canto rodado recolectado

Fuente: Este estudio, 2018

11.1.5. Escombros.

La recolección de los escombros se llevó a cabo en el corregimiento de Catambuco, perteneciente al municipio de Pasto. No obstante los residuos de construcción requirieron un procedimiento de lavado y fraccionamiento, con el fin de que cada uno tuviese un tamaño aproximado de 6 cm, esto con el fin de cumplir con las especificaciones de la norma técnica del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. En la ilustración 12 se muestra la adecuación de este material para utilizarse como medio de soporte.



Ilustración 12. Escombros recolectados y fraccionados

Fuente: Este estudio, 2018

11.1.6. Polietileno Tereftalato o PET (Botellas).

Se realizó la recolección de botellas PET en la zona comercial de la Ciudad de Pasto. Después de realizarle una limpieza por medio de lavado se adaptó el material, mediante cortes transversales, obteniendo así unos aros que a continuación se unieron con el fin de tratar de replicar la estructura a un rosetón plástico. En las ilustraciones 13 y 14 se puede observar el rosetón comercial y el rosetón fabricado a partir de las botellas PET. Esto permitió disminuir el volumen y el aumento del área superficial, facilitando el crecimiento y reproducción de la población microbiana tanto en la superficie de los elementos.



Ilustración 13. Rosetón plástico prefabricado.

Fuente: www.tlingeambiente.com, 2016



Ilustración 14. Proceso de adaptación de las botellas PET.

Fuente: Este estudio, 2018

11.1.7. Polietileno de baja densidad (pajillas).

Estos elementos fueron recolectados en zona residencial de la ciudad de Pasto. Al igual que las botellas de plástico, las pajillas se sometieron a limpieza, y se entrelazaron en estructuras compuestas por 3 unidades, con el fin de asemejar el material a los módulos tubulares corrugados mostrado en la ilustración 15. La recolección, limpieza del material y su adecuación se muestra en las ilustraciones 16, 17 y 18. Con la conformación propuesta, se incrementó el área superficial de los elementos y se logró una geometría que favorece el crecimiento de la biomasa (Chernicharo, 2007).

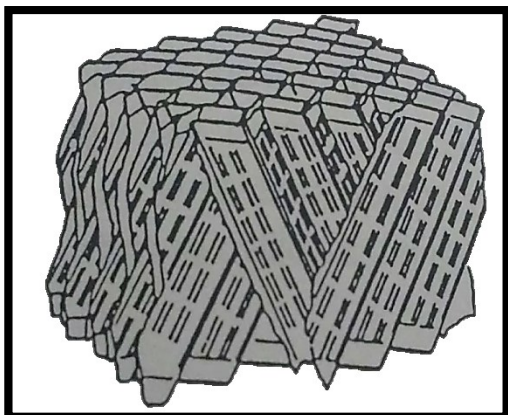


Ilustración 15. Módulo corrugado
Fuente: Salazar, 1999



Ilustración 16. Proceso de recolección de pajillas.

Fuente: Este estudio, 2018



Ilustración 17. Pajillas preparadas.

Fuente: Este estudio, 2018



Ilustración 18. Pajillas adaptadas.

Fuente: Este estudio, 2018

11.1.8. Determinación de los parámetros de diseño y dimensionamiento de los filtros.

Para el dimensionamiento de los cuatro reactores, se tuvieron en cuenta consideraciones técnicas y económicas, con la finalidad de establecer de la manera más adecuada los sistemas piloto. Chernicharo (2007) destaca que los filtros anaerobios pueden ser construidos en plástico de alta resistencia, por lo cual se seleccionaron tubos de PVC rígido con diámetro de 6" (0,1524 metros) para el armazón principal de los filtros anaerobios; este material

proporciona estabilidad estructural, resistencia química y térmica, además de una facilidad en el diseño por las medidas constantes que presenta.

Una vez definido el diámetro de los filtros, se procedió a establecer la altura de los mismos, para lo cual se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Ferro (2012), Alvarado (2011) y Chernicharo (2007), quienes afirman que para filtros anaerobios empleados como procedimiento de pulimento, la altura apropiada para el lecho filtrante puede ir desde los 0,8 metros hasta los 3 metros, no obstante los valores más altos corresponden a reactores de escala industrial que no presentan riesgos por obstrucción. De igual forma se reporta que la altura del falso fondo puede variar de 0,3 a 0,6 metros, mientras la zona de clarificación va desde los 0,10 a 0,20 metros.

Chernicharo (2007) aclara que, para filtros a pequeña escala, se recomiendan alturas bajas de 1,30 a 1,40 metros, por lo cual se seleccionó una altura total de 1,35 metros para los cuatro reactores, en donde el lecho de soporte ocupó 0,9 metros, es decir 66,66% del total, porcentaje acorde a Guamán y Molina (2015). Por otra parte se redujeron las zonas correspondientes al falso fondo y la lámina libre a 0,15 m cada una, debido a que el sistema implementado es de tipo piloto y por ende no corresponde a un modelo en escala real. Cabe añadir que el compartimiento destinado a la producción de gases cuenta con un nivel de 0,15 m y una válvula de alivio para la salida de estos productos.

A pesar de que históricamente se ha empleado grava triturada o piedra redonda (canto rodado) para el lecho de soporte, Salazar (1999) y Chernicharo (2007) concuerdan en que el material de contacto plástico posee mayor porosidad e implica menor peso en el sistema, no obstante el reto es la búsqueda de elementos que eviten el incremento en los costos de construcción, por lo cual en este proyecto se seleccionaron materiales reutilizados que presentan una amplia problemática ambiental en Nariño debido a su inadecuada gestión. Estos residuos son escombros, envases PET y pajillas elaboradas a partir de polietileno de baja densidad.

Los restos seleccionados poseen las características esenciales para hacer parte del lecho filtrante, debido a que son biológica y químicamente inertes, tienen alta porosidad, su superficie no es lisa, y presentan elevada área específica por las adaptaciones realizadas en

este estudio. Además, puesto que son residuos, los costos de elaboración son mínimos, mientras su disponibilidad es alta.

La determinación del tiempo de retención hidráulica (TRH) se realizó mediante la ecuación 2.

$$TRH = \frac{(Td1+Td2)}{2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Según el Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico, para la concentración de materia orgánica obtenida en el afluente del filtro, que en términos de DBO₅ es de aproximadamente 231 mg O₂/L, Td1 tendría un valor de 4 horas, mientras Td2 equivale a 6,5 horas. Por tanto el TRH óptimo tendría un valor de 5,25 horas. El periodo obtenido, se encuentra dentro del rango recomendado por Chernicharo (2007) de 4 a 10 horas para patrones menos restrictivos de vertimiento, es decir aquellas aguas residuales que han sido tratadas previamente y que presentan menor carga.

En cuanto al volumen total del filtro, se realizó su cálculo mediante la ecuación 3.

$$Vol \text{ filtro} = \left(\frac{\pi * (D^2)}{4} \right) * h \quad (\text{Ecuación 3})$$

Puesto que el diámetro del armazón es de 0,1524 m y la altura del medio de empaque es de 0,9 m, el volumen del reactor se estima en 0,016 m³.

Por otra parte, para estimar la porosidad del medio de contacto (η), se empleó la técnica de la pesada hidrostática, la cual se menciona en el marco teórico. Este procedimiento se repitió dos veces para cada material, esto con el fin de minimizar los errores en la prueba. Durante estos ensayos se empleó una columna cilíndrica de 1000 ml, mediante la cual se determinó el volumen de vacíos (V_v) de los materiales seleccionados como lecho de soporte, así como también su volumen total (V_T). Una vez establecidos los volúmenes tanto para el canto rodado, como para los escombros y las estructuras de PET y PEBD, se procedió a utilizar la ecuación 4. En la tabla 9 se registran los porcentajes de porosidad obtenida para cada elemento seleccionado como lecho de soporte

$$\eta = \left(\frac{V_v}{V_T} \right) * 100 (\%) \quad (\text{Ecuación 4})$$

Tabla 9. Porosidad de los materiales de contacto.

Material de contacto	Volumen de vacíos (V_v) (mL)	Volumen Total (V_T) (mL)	Porosidad (%) (V_v/V_T)*100
Canto rodado (piedra redonda)	400	1000	40
Escombros	670	1000	67
PET adaptado	760	1000	76
Polietileno de baja densidad (PEBD) adaptado	740	1000	74

Fuente: Este estudio, 2018.

Luego, se estimó el volumen útil del medio de soporte para cada filtro, empleando la ecuación 5. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 10.

$$Vol\ útil = vol\ filtro * porosidad\ del\ lecho \quad (Ecuación\ 5)$$

Tabla 10. Volumen útil de los materiales de contacto.

Material de contacto	Volumen útil del lecho (m³)
Canto rodado (piedra redonda)	0,0066 m ³
Escombros	0,0110 m ³
PET adaptado	0,0125 m ³
Polietileno de baja densidad adaptado	0,0121 m ³

Fuente: Este estudio, 2018.

Una vez se ha establecido el volumen útil para cada reactor, se procede a estimar su caudal de diseño por medio de la ecuación 6. Los valores obtenidos se indican en la tabla 11.

$$Volumen\ útil = Q * TRH$$

$$Q = \frac{Volumen\ útil}{TRH} \quad (Ecuación\ 6)$$

Tabla 11. Caudales de diseño de cada reactor anaerobio.

Filtro	Caudal de diseño (m³/h)	Caudal de diseño (m³/día)
Canto rodado (piedra redonda)	0,0012 m ³ /h	0,0300
Escombros	0,0021 m ³ /h	0,0503
PET adaptado	0,0024 m ³ /h	0,0570
Polietileno de baja densidad adaptado	0,0023 m ³ /h	0,0555

Fuente: Este estudio, 2018

La resolución 0330 de 2017, referente a la actualización de las directrices para tratamientos empleados en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, destaca que por cada 0,1 m³ de vertimiento al día que ingrese al filtro, se requerirá al menos de 0,02 a 0,04 m³ en el volumen del lecho de empaque, solo si el material empleado son piedras redondas o trituradas. En caso de ser material inerte como el plástico, el volumen del medio filtrante debe ser de 0,01 a 0,02 m³. Los valores obtenidos mediante la ecuación 5 fueron contrastados con estas recomendaciones realizadas por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017), con las relaciones de proporcionalidad que se especifican a continuación.

Volumen del medio filtrante para materiales plásticos:

$$\text{Vol. lecho de empaque} = \frac{\text{Caudal afluyente} * (0,01 \text{ o } 0,02 \text{ m}^3)}{0,1 \text{ m}^3} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Entonces el volumen de los lechos empacados elaborados con residuos de plástico es:

$$\text{Vol. lecho de empaque en PEBD} = \frac{0,0555 * (0,02 \text{ m}^3)}{0,1 \text{ m}^3} = 0,011 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 7.1})$$

$$\text{Vol. lecho de empaque en PET} = \frac{0,0570 * (0,02 \text{ m}^3)}{0,1 \text{ m}^3} = 0,011 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 7.2})$$

En el caso de emplear piedras redondas o trituradas en el medio filtrante, la relación de proporcionalidad es la siguiente:

$$Vol. \text{ lecho de empaque} = \frac{Caudal \text{ afluente} * (0,02 \text{ o } 0,04 \text{ m}^3)}{0,1 \text{ m}^3} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Por lo anterior el volumen de los lechos empacados constituidos de canto rodado y escombros es:

$$Vol. \text{ lecho de empaque en Canto rodado} = \frac{0,03 * (0,02 \text{ m}^3)}{0,1 \text{ m}^3} = 0,006 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 8.1})$$

$$Vol. \text{ lecho de empaque en Escombros} = \frac{0,0503 * (0,02 \text{ m}^3)}{0,1 \text{ m}^3} = 0,01 \text{ m}^3 \quad (\text{Ecuación 8.2})$$

Los resultados obtenidos en las anteriores ecuaciones evidencian que el volumen de los lechos de soporte se encuentra acorde al caudal que ingresa en los filtros, según la proporcionalidad establecida a partir de las sugerencias propuestas por la resolución 0330 de 2017.

Por otra parte, la carga orgánica volumétrica (C_V) se calculó mediante la ecuación 9.

$$C_V = \frac{Q * S_0}{V} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde C_V es la carga orgánica volumétrica en kg DBO/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ó kg DQO/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$; Q es el caudal medio afluente del filtro ($\text{m}^3 \cdot \text{d}$); S_0 la concentración de DBO o DQO del agua residual afluente al filtro anaerobio (kg DBO/ m^3 o kg DQO/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$); y V el volumen total del filtro o volumen ocupado por el medio de soporte (m^3).

Los resultados de cargas orgánicas volumétricas obtenidos para cada filtro se indican en la tabla 12.

Tabla 12. Carga orgánica volumétrica de cada filtro.

	Filtro con canto rodado como medio de soporte	Filtro con escombros como medio de soporte	Filtro con PET modificado como medio de soporte	Filtro con polietileno de baja densidad (PEBD) modificado como medio de soporte
Carga orgánica volumétrica Kg DBO/m ³ *d	0,925	0,931	0,928	0,934
Carga orgánica volumétrica Kg DQO/m ³ *d	1,886	1,898	1,892	1,903

Fuente: Este estudio, 2018

Aunque los filtros anaerobios pueden soportar cargas orgánicas de hasta 16 kg DQO/m³ día, las cargas operacionales generalmente no sobrepasan los 12 kg DQO/m³; en caso de que las concentraciones sean muy superiores, entonces el filtro pasará a ser dimensionado por el criterio de carga orgánica, de lo contrario el dimensionamiento siempre se realiza en base a la carga hidráulica, es decir el TRH (Chernicharo, 2007).

Finalmente se calculó la tasa de aplicación superficial mediante la ecuación 10, teniendo en cuenta que el área superficial del filtro es de 0,0182 m². Los valores obtenidos se expresan en la tabla 13.

$$q_s = \frac{Q}{A} \quad (\text{Ecuación 10})$$

La tasa de aplicación hidráulica superficial se encuentra dada en m³/m².d; Q es el caudal medio del afluente del filtro (m³/d) y A es el área del filtro circular (m²).

Tabla 13. Tasa de aplicación superficial para cada reactor.

Filtro	Tasa aplicación superficial m ³ /m ² *d
Canto rodado (piedra redonda)	1,648

Escombros	2,764
PET adaptado	3,132
Polietileno de baja densidad adaptado	3,049

Fuente: Este estudio, 2018

Finalmente en la ilustración 19 se muestra el diseño estandar propuesto para todos los filtros.

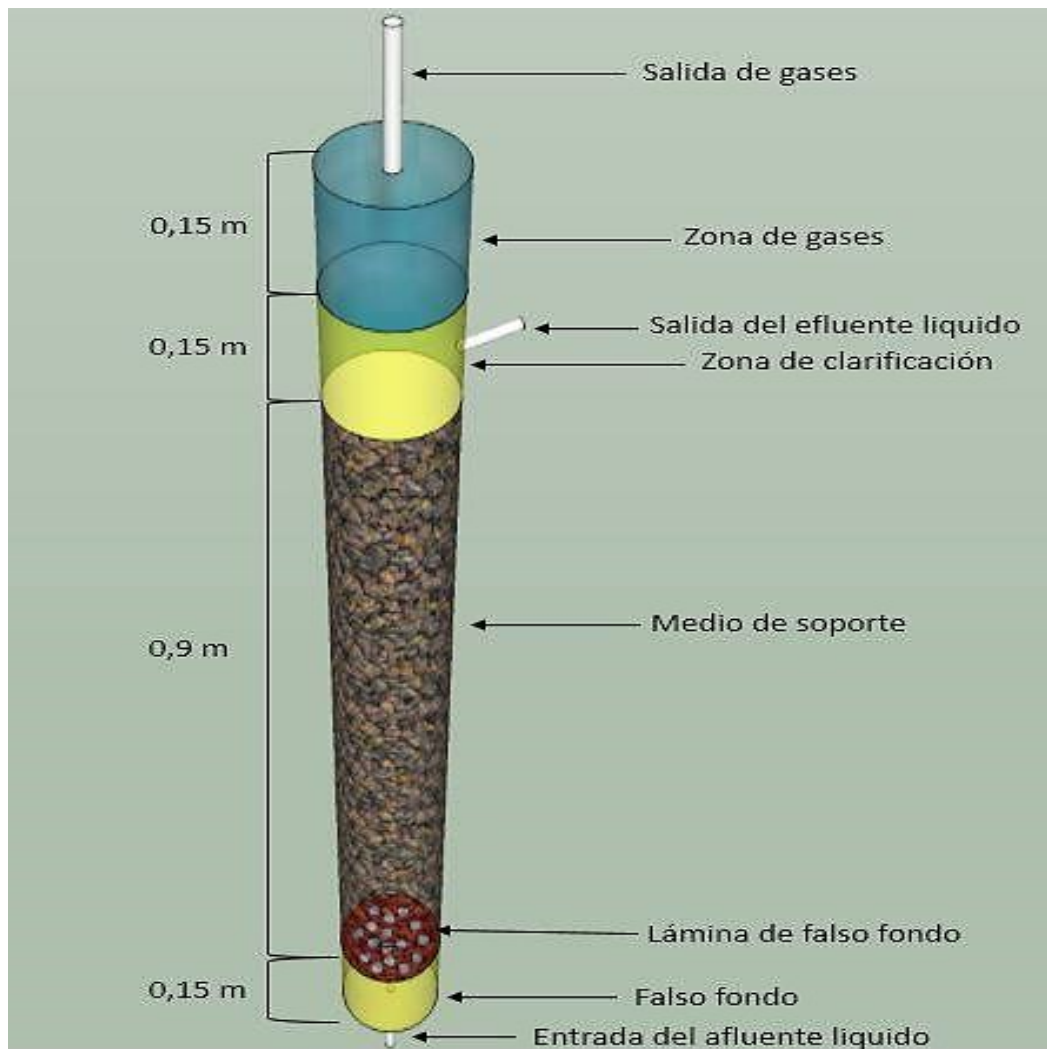


Ilustración 19. Esquema de los Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente.

Fuente: Este estudio, 2018

Como se observa en la ilustración 19, se destinó una zona de falso fondo con el fin de propiciar un espacio libre de relleno para evacuar los lodos que puedan producirse en el tratamiento, dado que el material filtrante no es uniforme (Castaño, 2003 citado en Batero y Cruz, 2007), la altura del medio de soporte ocupa el 66,6% de la altura total del filtro, de acuerdo a Romero (2004) quien recomienda que para estos filtros, la altura del medio filtrante debe estar entre un 50 al 70% de la altura total.

11.2. Implementación de los cuatro reactores anaerobios

11.2.1. Inoculación del material de contacto.

Como inóculo se tomó lodo anaerobio procedente del segundo biodigestor del sistema existente de tratamiento. Este material se incorporó en cuatro recipientes con capacidad de 20 litros, cada uno de los cuales contenía un material de contacto diferente, entre ellos, piedra redonda, escombros, residuos PET o residuos PEBD. Este procedimiento se realizó con el fin de que los microorganismos anaerobios presentes en los lodos, inicien el proceso de formación de la biopelícula en la superficie del respectivo material, para posteriormente culminar con este proceso ya dentro del montaje de los filtros y con la circulación de agua residual, como aportante de nutrientes para el soporte biológico. Una vez pre-inoculado el material por un periodo de 3 semanas, se hizo el traslado al sistema piloto construido, con el mayor cuidado ante cualquier exposición del inóculo a la luz solar o al oxígeno atmosférico, debido a que la presencia de los mismos, disminuye la población microbiana de la muestra (Cárdenas y Ramos, 2009). En la ilustración 20, se muestra los recipientes utilizados en el proceso de preinoculación de los medios de soporte, como se puede apreciar la reutilización de elementos es una consideración importante que se tuvo en cuenta en la investigación. La ilustración 21 permite observar como una muestra de los pitillos reutilizados y acondicionados como medio de soporte, inicia su proceso de adhesión de la biopelícula.



Ilustración 20 Inoculación de los medios filtrantes

Fuente: Este estudio 2018



Ilustración 21. Muestra de material de contacto con biopelícula en su superficie.

Fuente: Este estudio, 2018

11.2.2. Montaje del sistema.

Como primera medida, se llevaron a cabo ajustes tanto en el almacén de los filtros, compuestos por tubos de PVC de alta densidad y 6" de diámetro, como en los materiales reutilizados que conformaron el falso fondo, los cuales requirieron agujeros a distancias aproximadas de 2 cm para una distribución adecuada del flujo de entrada. A continuación se realizó una nivelación del terreno donde se ubicarían los FAFA, y se implementaron soportes tanto en la base (estructura metálica) como en el costado de los reactores (estructura de madera), esto para garantizar la estabilidad del sistema. Para acondicionar los medios de soporte se estableció dentro de la estructura de los FAFA falsos fondos, a partir de la reutilización de tapas plásticas; estas se perforaron para garantizar el flujo pistón ascendente como se muestra en la ilustración 22.



Ilustración 22 Adaptación de tapas plásticas para elaboración de falso fondo

Fuente: Este estudio 2018

Una vez adecuados los filtros, se procedió a implementar el componente hidráulico del sistema, que consta de una bomba sumergible dentro de la cámara de agua pretratada que se encuentra a la salida del sistema de tratamiento existente y un tanque de almacenamiento de 1000 litros ubicado a una altura suficiente para garantizar flujo continuo al sistema piloto.

Para la evacuación del biogás producido durante la reacción anaerobia, se instaló en la parte superior de los reactores unas válvulas de alivio hechas a partir de residuos PET.

Una vez montado el sistema se depositó el lecho de soporte pre-inoculado, se sellaron los filtros con tapones de 6" y se dio marcha a la circulación de agua residual, con lo cual se dio complemento a la fase de arranque de los filtros.

A continuación en la ilustración 23, se muestra el montaje final de todo el sistema alimentado por el tanque de almacenamiento del agua residual, los filtros vistos de izquierda a derecha presentan en este orden los lechos de polietileno de baja densidad, canto rodado, tereftalato polietileno y escombros.



Ilustración 23 Montaje completo del sistema

Fuente: Este estudio 2018

11.2.3. Arranque y estabilización.

La fase de arranque tuvo una duración de aproximadamente 14 semanas, durante las cuales se debió realizar un control y ajuste exhaustivo del caudal de diseño. Posterior a este periodo se observó la desaparición de los flóculos a la salida de los reactores y a partir de muestreos no formales se determinó que la concentración de materia orgánica en términos de DBO₅ y DQO presentó resultados relativamente constantes.

11.3. Evaluación de los filtros anaerobios de flujo ascendente

11.3.1. Caracterización del efluente.

Debido a que los materiales del lecho de soporte fueron sometidos a un procedimiento de pre-inoculación de 21 días previos a la puesta en marcha del sistema, y de estabilización en los filtros por un periodo de 14 semanas, se puede afirmar que la evaluación o muestreo de los filtros anaerobios se realizó desde la semana 15 hasta la semana 27 en donde ya existía un funcionamiento regular de los reactores.

Cabe resaltar que la eficiencia de los reactores se estimó mediante la ecuación 11.

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100 \quad \text{Ecuación 11}$$

En donde E es la eficiencia de remoción del sistema (%), S_0 es la concentración contaminante de entrada (mg DQO, DBO_5 o SST/L); y S es la concentración contaminante de salida (mg DQO, DBO_5 o SST/L).

También fue posible calcular la desviación estándar para los datos de eficiencia de cada filtro, por medio de la siguiente operación.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})}{N-1}} \quad \text{Ecuación 12}$$

Para efectos de la anterior ecuación, S es la desviación estándar de la muestra, x el valor de cada dato, \bar{x} la media del conjunto de datos y N la cantidad de datos.

El análisis de las muestras obtenidas en el agua residual procedente de los filtros presentó los resultados consignados en las tablas 14, 15 y 16.

Tabla 14. Concentración DBO en el efluente de los filtros y porcentajes de remoción.

Muestreo	T (°C)	Afluente	Filtro Polietileno baja densidad			Filtro Canto rodado		Filtro Polietileno Tereftalato (PET)		Filtro Escombros	
		DBO_5 mg/l	DBO_5 mg/l	% Rem.	DBO_5 mg/l	% Rem	DBO_5 mg/l	% Rem	DBO_5 mg/l	% Rem	
1	14,5	238	231,72	2,64	143,93	39,53	197,93	16,84	210	11,76	
2	13,6	230,12	55,03	76,09	53,26	76,86	56,1	75,62	65,32	71,61	
3	14,3	201,27	90,05	55,26	135,49	32,68	101,92	49,36	131,64	34,60	
4	14,1	217,89	44,41	79,62	33,48	84,63	42,72	80,39	46,19	78,80	
5	14,3	258,24	29,91	88,42	31,66	87,74	43,53	83,14	34,82	86,52	
6	14,9	238,11	20,75	91,29	26,48	88,88	18,28	92,32	20,49	91,39	
7	11,8	204,23	31,78	84,44	30,56	85,04	38,1	81,34	31,26	84,69	
8	15,1	212,59	24,77	88,35	28,69	86,50	28,6	86,55	29,55	86,10	
9	13	225,95	45,69	79,78	39,3	82,61	50,26	77,76	52,72	76,67	
10	12,5	249,37	38,94	84,38	41,91	83,19	44,89	82,00	48,49	80,55	

Fuente: Este estudio, 2018.

De acuerdo a estos resultados se elaboró la gráfica correspondiente a la concentración de materia orgánica (en términos de DBO_5) disponible en el efluente de los filtros, a través del tiempo (Ilustración 24).

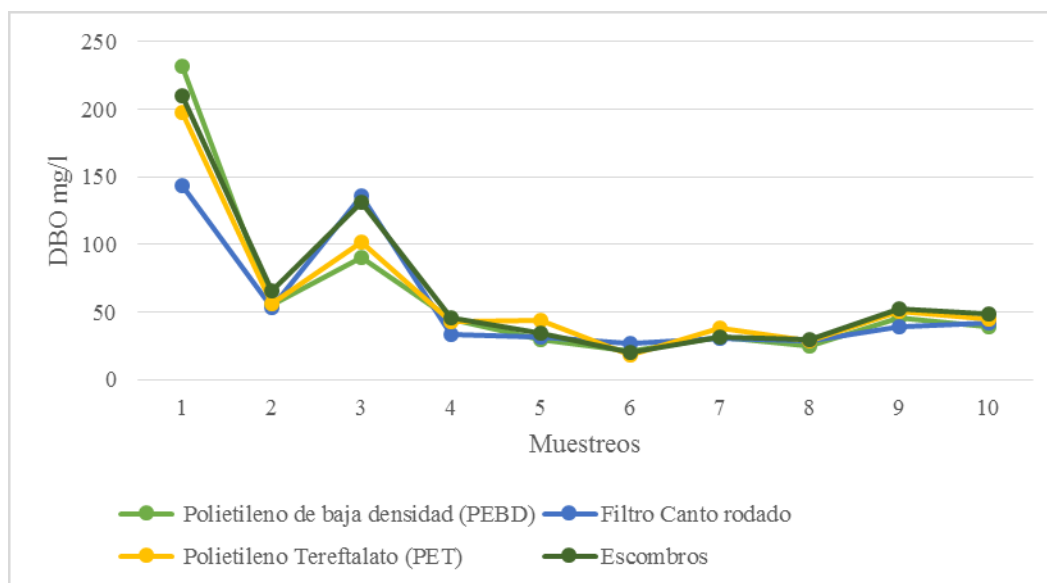


Ilustración 24. Concentración DBO efluente de los filtros

Fuente: Este estudio, 2018.

Los resultados de la tabla 15 se resumen en la gráfica correspondiente al seguimiento del comportamiento de la concentración de DQO en el efluente de los filtros, a través del tiempo en la Ilustración 25.

Tabla 15 Concentración DQO en el efluente de los filtros y porcentajes de remoción

Muestreo	T (°C)	Afluente	Polietileno baja densidad (PEBD)		Canto rodado		Polietileno Tereftalato (PET)		Escombros	
			DQO _{mg/l}	% Rem.	DQO	% Rem.	DQO	% Rem.	DQO	% Rem.
1	14,5	542,23	480	11,48	256,7	52,66	360	33,61	390	28,07
2	13,6	570,34	325,7	42,89	309	45,82	312,3	45,24	309	45,82
3	14,3	651,32	279	57,16	475,7	26,96	649	0,36	639	1,89
4	14,1	567,52	205,7	63,75	265,7	53,18	219	61,41	260,7	54,06
5	14,3	598,77	195,7	67,32	169	71,78	392,3	34,48	359	40,04
6	14,9	557,51	195,7	64,90	255,7	54,14	189	66,10	195,7	64,90
7	11,8	523,29	215,7	58,78	229	56,24	215,7	58,78	155,7	70,25
8	15,1	561,49	185,7	66,93	192,3	65,75	165,7	70,49	192,3	65,75
9	13	598,68	292,3	51,18	222,3	62,87	285,7	52,28	305,7	48,94
10	12,5	613,21	342,3	44,18	252,3	58,86	292,3	52,33	292,3	52,33

Fuente: Este estudio, 2018.

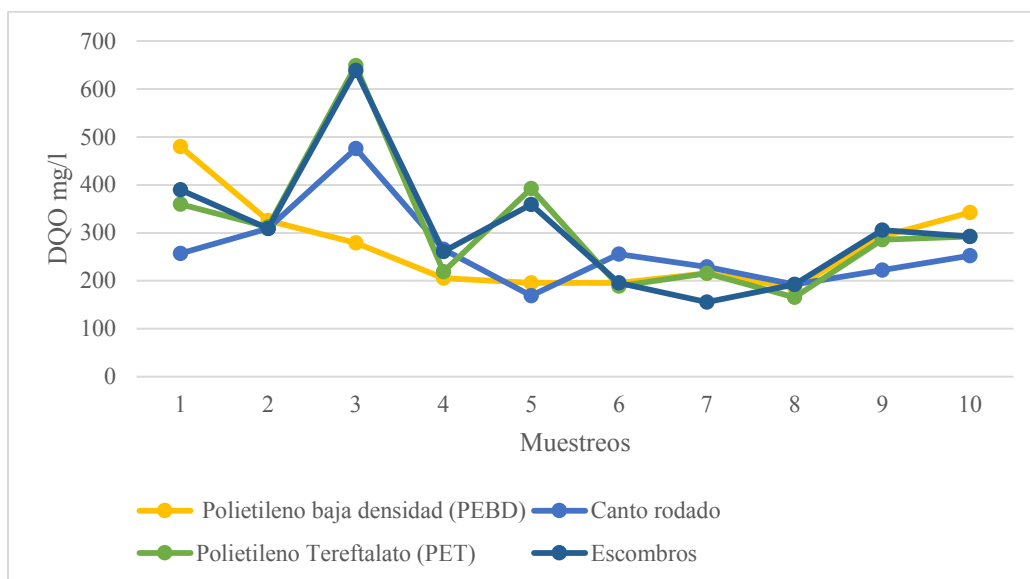


Ilustración 25. Concentración DQO efluente de los filtros

Fuente: Este estudio, 2018.

Una vez obtenidas las eficiencias de remoción de sólidos suspendidos totales mostradas en la tabla 16, se realizó la gráfica correspondiente en la cual se observa el comportamiento de los sistemas ante este parámetro como se muestra en la ilustración 26.

Tabla 16. Concentración de SST en el efluente de los filtros y porcentajes de remoción

Muestreo	T (°C)	Afluente	Polietileno baja densidad (PEBD)		Canto rodado		Polietileno Tereftalato (PET)		Escombros	
		SST _{mg/l}	SST _{mg/l}	% Rem.	SST _{mg/l}	% Rem.	SST _{mg/l}	% Rem.	SST _{mg/l}	% Rem.
1	14,5	55	38	30,91	20	63,64	30	45,45	54	1,82
2	13,6	43	38	11,63	24	44,19	28	34,88	40	6,98
3	14,3	68	30	55,88	58	14,71	34	50,00	42	38,24
4	14,1	65	54	16,92	26	60,00	64	1,54	18	72,31
5	14,3	71	18	74,65	24	66,20	10	85,92	30	57,75
6	14,9	67	8	88,06	18	73,13	10	85,07	23	65,67
7	11,8	79	19	75,95	21	73,42	14	82,28	16	79,75
8	15,1	75	12	84,00	18	76,00	7	90,67	12	84,00
9	13	52	23	55,77	33,5	35,58	23	55,77	31	40,38
10	12,5	61	21	65,57	27,5	54,92	34	44,26	38	37,70

Fuente: Este estudio, 2018.

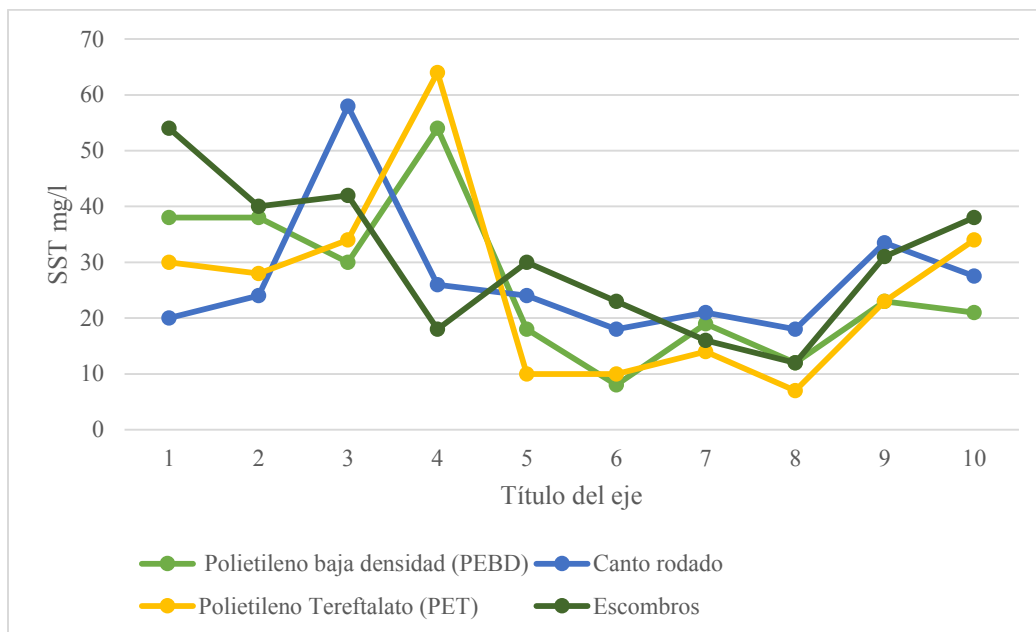


Ilustración 26. Concentración de sólidos suspendidos totales efluente de los filtros

Fuente: Este estudio, 2018.

Los resultados indican que a pesar de tener un tiempo suficiente para el equilibrio de los sistemas, en la fase inicial de los muestreos formales, se encontraron algunas fluctuaciones de datos que podrían indicar la finalización del proceso de estabilización. Lo anterior ocurre puesto que en esta etapa la biomasa activa aún se encuentra en proceso de adaptación y puede verse influenciada por diferentes factores de diseño, operacionales y ambientales, tales como la temperatura, las variaciones en la carga orgánica o la calidad del inóculo utilizado (Torres *et al.*, 2003), cabe resaltar que esta fase fue corta gracias al proceso previo de inoculación, que según Chernicharo (2007) permite mejorar la eficiencia y competitividad del sistema en menor tiempo. Pese a las bajas temperaturas de la zona, que dificultan la degradación anaerobia, el arranque fue óptimo debido a la utilización de los lodos granulares como inóculo, tal y como ocurre en las investigaciones de Cubillos (2006), Batero y Cruz (2007) y Padilla (2010), donde se utilizan lodos de sistemas ya arrancados, puesto que tienen una alta actividad metanogénica y se encuentran adaptados a los sustratos presentes en el agua residual (Torres *et al.*, 2007).

De igual manera se puede observar que las concentraciones disminuyeron considerablemente respecto a la fase de muestreo generando unas remociones con valores importantes para las condiciones presentadas en el sistema. Para un análisis más detallado, a continuación se sintetiza en la Tabla 17 los promedios de remoción obtenidos por los diferentes materiales:

Tabla 17. Porcentajes de remoción y estadísticos.

	% Remoción											
	Polietileno baja densidad (PEBD)			Canto rodado			Polietileno Tereftalato (PET)			Escombros		
	DBO	DQO	SST	DBO	DQO	SST	DBO	DQO	SST	DBO	DQO	SST
	2,64	11,48	30,91	39,53	52,66	63,64	16,84	33,61	45,45	11,76	28,07	1,82
	76,09	42,89	11,63	76,86	45,82	44,19	75,62	45,24	34,88	71,61	45,82	6,98
	66,52	57,16	55,88	49,62	26,96	14,71	62,11	0,36	50,00	51,06	1,89	38,24
	79,62	63,75	16,92	84,63	53,18	60,00	80,39	61,41	1,54	78,80	54,06	72,31
	88,42	67,32	74,65	87,74	71,78	66,20	83,14	34,48	85,92	86,52	40,04	57,75
	91,29	64,90	88,06	88,88	54,14	73,13	92,32	66,10	85,07	91,39	64,90	65,67
	84,44	58,78	75,95	85,04	56,24	73,42	81,34	58,78	82,28	84,69	70,25	79,75
	88,35	66,93	84,00	86,50	65,75	76,00	86,55	70,49	90,67	86,10	65,75	84,00
	79,78	51,18	55,77	82,61	62,87	35,58	77,76	52,28	55,77	76,67	48,94	40,38
	84,38	44,18	65,57	83,19	58,86	54,92	82,00	52,33	44,26	80,55	52,33	37,70
Máximo	91,29	67,32	88,06	88,88	71,78	76,00	92,32	70,49	90,67	91,39	70,25	84,00
Mínimo	2,64	11,48	11,63	39,53	26,96	14,71	16,84	0,36	1,54	11,76	1,89	1,82
Promedio	74,15	52,86	55,93	76,46	54,83	56,18	73,81	47,51	57,58	71,92	47,21	48,46
Desviación E	26,13	17,04	27,44	17,29	12,27	19,54	21,50	20,63	28,49	23,93	20,38	28,63
Varianza	682,98	290,46	752,74	298,93	150,54	382,00	462,34	425,72	811,61	572,79	415,19	819,43

Fuente: Este estudio, 2018.

La Tabla 17 evidencia que durante la operación normal todos los reactores alcanzaron un promedio de remoción en DBO₅ dentro del rango de eficiencia de 65 a 80%, recomendado por Romero (2004) y la Resolución 0330 del Ministerio de Vivienda (2017), superando resultados de investigaciones similares como la desarrollada por Alvarado (2011) en Costa Rica, donde se realizó un estudio comparativo de piedra tradicional y materiales alternativos como medios filtrantes, obteniéndose que los materiales plásticos presentaron remociones entre 31,97% y 42,06%. Las remociones obtenidas por los diferentes materiales utilizados fueron inferiores a las resultantes de la investigación Cárdenas y Ramos (2009) en Sardoná – Nariño para el tratamiento de aguas mieles, donde materiales como la concha marina y elementos sintéticos lograron remociones de DBO₅ de 87,8%.

Los resultados presentados se graficaron en las ilustraciones 27,28 y 29 para permitir mostrar la evolución de las remociones en los parámetros estudiados con respecto al tiempo.

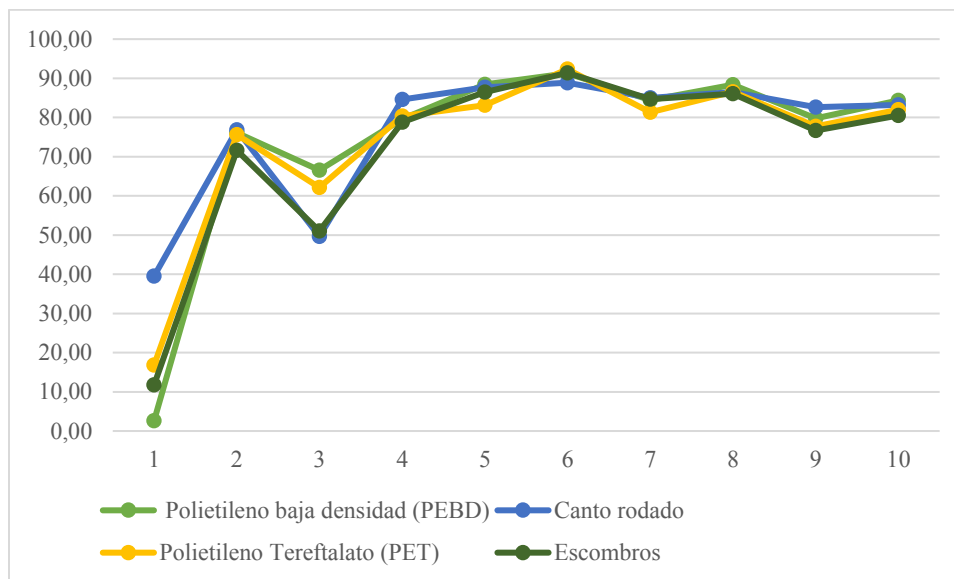


Ilustración 27. Porcentajes de remoción DBO

Fuente: Este estudio, 2018.

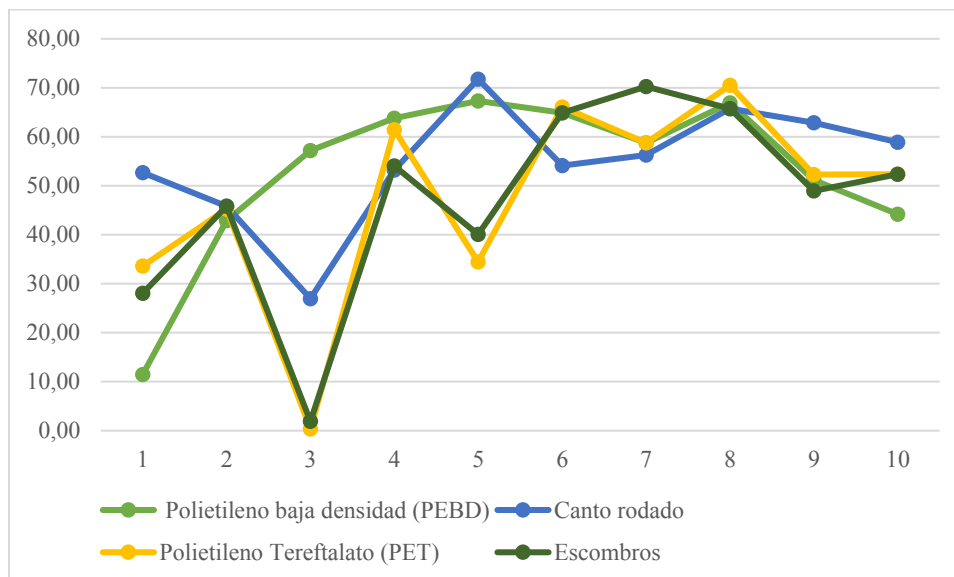


Ilustración 28. Porcentajes de remoción DQO

Fuente: Este estudio, 2018.

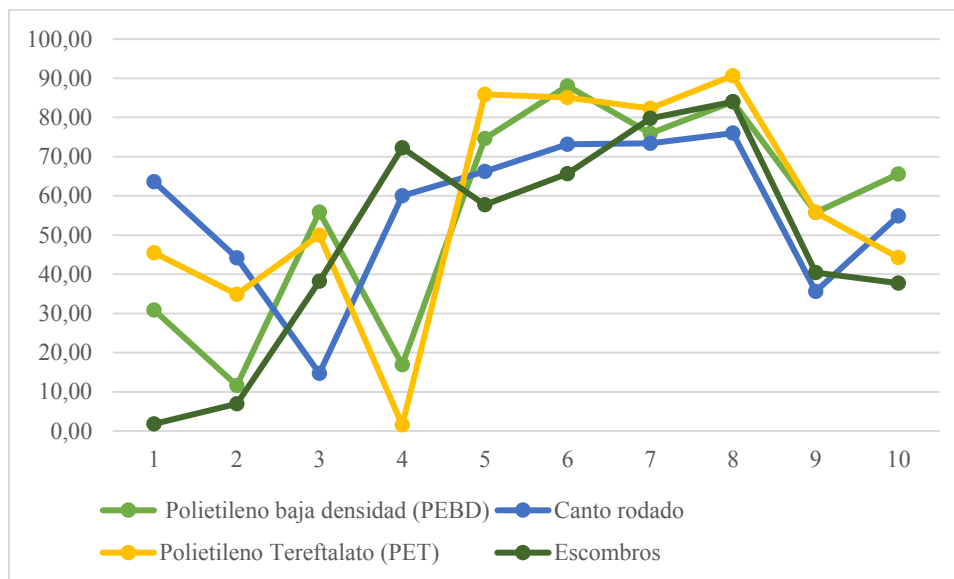


Ilustración 29. Porcentajes de remoción SST

Fuente: Este estudio, 2018.

Las mayores remociones en DBO_5 fueron obtenidas por los reactores con lechos de PEBD y canto rodado, siendo el plástico una alternativa óptima para este tipo de tratamiento, puesto que logró una remoción muy similar a la de la piedra (97% de la alcanzada con el canto) y presenta una densidad 1,96 veces menor, de manera que es mucho más liviano y flexible sin perder su resistencia, mientras que el medio tradicional afecta tanto el costo, como las necesidades de resistencia en las estructuras, (Castaño y Paredes, 2002). Sumado a lo anterior, la porosidad del canto rodado es casi la mitad de la del PEBD, de modo que este último permite mayores espacios intersticiales, mejor distribución del flujo y por ende, menores probabilidades de colmatación, problema muy común en los filtros tradicionales (Batero y Cruz, 2007). Existen casos similares como la investigación realizada por Castaño y Paredes (2002), donde se comparó medios filtrantes en piedra y aros de guadua, obteniéndose que los aros de guadua, al igual que el PEBD evaluado en este estudio, por su porosidad y densidad son menos susceptibles a taponamientos, sin embargo, la guadua por ser un material orgánico es más propensa a degradación con el tiempo, mientras que el PEBD al ser inerte, tiene mayor durabilidad.

Por otro lado, la temperatura promedio reportada en la estación agro-meteorológica del IDEAM, localizada en Botana, tuvo un valor promedio de $13,6^{\circ}\text{C}$ en los meses de operación, muy por debajo de la temperatura óptima descrita por la mayoría de autores. Acosta y Obaya (2005) indican que el tratamiento anaerobio opera satisfactoriamente a temperaturas mayores a 20°C , que aceleran la velocidad de degradación de materia orgánica. Sin embargo, en general la remoción de DBO_5 a $13,6^{\circ}\text{C}$ si fue significativa; otros autores como Gonçalves *et al.* (2001) indican que se han presentado casos donde los filtros operan en rangos inferiores a 20°C obteniendo resultados óptimos, especialmente cuando estas estructuras se emplean como pos-tratamiento de tanques sépticos y reactores UASB (citado en Chernicharo, 2007). Lo anterior no quiere decir que esta variable no sea importante para el buen desempeño del tratamiento, pues cabe señalar que para la semana 6 de muestreo, todos los filtros alcanzaron el mayor porcentaje de remoción de DBO_5 , lo cual puede deberse a que la temperatura ambiente en la fecha de muestreo tuvo un aumento hasta alcanzar los $14,9^{\circ}\text{C}$.

Para el caso de la DQO, la ilustración 28 indica que la remoción en todos los filtros tuvo un comportamiento variable en comparación con la DBO_5 , parámetro en el cual las remociones en todos los medios se comportaron con mayor uniformidad (ilustración 27).

Según la Tabla 17, en la fase de operación normal, el promedio de eficiencia en remoción de DQO, fue aproximadamente de 20 puntos porcentuales menos que lo removido en DBO_5 comprobándose que hubo menor eficiencia en la remoción de este parámetro. Al igual que con la DBO_5 los filtros con grava de canto rodado y PBED alcanzaron los mayores promedios en remoción de DQO, sin embargo los valores no superan el 55%, esto se puede deber a que por sus características, el objetivo de un filtro biológico es remover principalmente materia orgánica en términos de DBO_5 . Area *et al.* (2010) indican que para cargas contaminantes de DQO, por más eficiente que sea el tratamiento, no alcanza para llegar a los niveles requeridos por sí solo, por lo cual es necesario recurrir a una combinación de tratamientos avanzados.

Lo anterior, ocurre a raíz de que si bien la DQO de un agua residual contiene una fracción de sustratos biodegradables (DQO_{BD}), que se transforman en metano y en una menor proporción en lodos, también contiene una fracción no biodegradable conocida como DQO recalcitrante o biológicamente resistente (DQO_{Rec}), la cual contiene sustratos complejos que los microorganismos fermentativos no pueden degradar, debido a que la biomasa del filtro

aún no está adaptada para su desdoblamiento, o porque los sustratos pueden ser biológicamente inertes, de esta forma, la DQO_{Rec} no es fermentada y permanece biológicamente inalterada en el efluente (Bermúdez, 2000). Según lo anterior, es posible aseverar que con el transcurso del tiempo se genere una adecuación de la biomasa en los filtros y la remoción de DQO aumente.

Cabe resaltar, que existen investigaciones con tiempos de retención hidráulica mayores a 1 día, que han logrado alcanzar eficiencias en DQO mayores a las resultantes en este estudio, tal es el caso Alvarado (2011), quien reportó promedios de eficiencia de 69,28% para filtros con medio de soporte en piedra y 72,95% para materiales plásticos, de igual manera en la investigación de Villanueva *et al.* (2012) se logró una remoción de 75% en DQO para reactores con materiales de fibra de coco y grava, por su parte, Cárdenas y Ramos (2009) reportan una remoción de DQO de 87,7% en la utilización de medios sintéticos y conchas marinas.

Para el caso de los sólidos suspendidos totales, la Tabla 17 indica que el filtro con lecho de escombros presentó la menor eficiencia en remoción durante la operación, esto ocurre posiblemente a que el residuo de construcción utilizado contenía partes de ladrillo, elemento que por efecto del agua puede desprender fácilmente material particulado, puesto que está formado por sustratos finos de arcillas y silicatos, minerales sumamente pequeños que tienden a ser arrastrados con el fluido que entra al medio poroso, pudiendo ocasionar colmatación o disminución de la eficiencia en remoción (Area *et al.*, 2010). A pesar de ello, una vez el sistema alcanza la estabilización, los microorganismos se inmovilizan mediante la adhesión al escombros. Por otro lado, los promedios de eficiencias en remoción de SST alcanzaron niveles significativos, para los reactores con lechos elaborados a partir de residuos de PET y PEBD. Esto demuestra, que los medios de empaque elaborados con materiales plásticos pueden alcanzar remociones mayores al 55%, valor recomendado por Chernicharo (2007) y el Ministerio de Vivienda (2017) para FAFA.

Según Batero y Cruz (2007) este tipo de sistemas presentan una retención de biomasa media-alta, sin embargo, cabe resaltar que los sólidos que ingresaron en los reactores eran de diámetros muy finos, debido que las aguas residuales fueron tratadas previamente mediante procedimientos de sedimentación de las partículas de mayor tamaño. Es por ello, que estos

elementos pueden no ser retenidos en el medio de empaque, debido a que los materiales de contacto para FAFA generalmente presentan alta porosidad con el fin de evitar colmatación y propiciar la formación del biofilm (Torres *et al.*; 2003). Por otra parte, si se pretende optimizar la retención de sólidos, se debe implementar un tratamiento físico que comprenda un medio filtrante con poca porosidad como la arena, ampliamente utilizada para remover pequeñas partículas de sólidos disponibles en los vertimientos.

11.3.2. Análisis estadístico.

Tal y como destacan Bakieva, González y Jornet (2012), el análisis de varianza ANOVA de un factor es útil para establecer la relación que tiene la variable dependiente o factor (X), sobre una variable independiente (Y) de interés, esto mediante el contraste de igualdad de medias de tres o más poblaciones independientes con menos de 50 datos.

Se decidió realizar este test mediante el análisis de datos de un factor existente como complemento en el software Excel. Además, se comprobó como requerimiento el supuesto de la independencia de los datos (Bakieva *et al*, 2010), por lo cual se puede afirmar que como los datos obtenidos para determinar la concentración de los parámetros evaluados en el efluente de cada filtro, provienen de diferentes muestras, elaboradas en intervalos semanales, comprobándose así dicha independencia de las observaciones.

El análisis de varianza (Tabla 18), se utilizó para evidenciar si los valores de las variables DBO₅, DQO y SST responden en cuanto a sus resultados afirmativamente o negativamente a la prueba de hipótesis.

Tabla 18. Análisis de Varianza

Análisis de varianza de un factor para DBO

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Polietileno baja densidad (PEBD)	10	741,52	74,15	682,98
Canto rodado	10	764,60	76,46	298,93
Polietileno Tereftalato (PET)	10	738,07	73,81	462,34
Escombros	10	719,16	71,92	572,79

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	104,25	3	34,75	0,07	0,98	2,87
Dentro de los grupos	18153,37	36	504,26			
Total	18257,62	39				

Análisis de varianza de un factor DQO

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Polietileno baja densidad (PEBD)	10	528,56	52,86	290,46
Canto rodado	10	548,25	54,83	150,54
Polietileno Tereftalato (PET)	10	475,08	47,51	425,72
Escombros	10	472,06	47,21	415,19

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	440,23	3	146,74	0,46	0,71	2,87
Dentro de los grupos	11537,14	36	320,48			
Total	11977,37	39				

Análisis de varianza de un factor SST

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Polietileno baja densidad (PEBD)	10	559,34	55,93	752,74
Canto rodado	10	561,77	56,18	382,00
Polietileno Tereftalato (PET)	10	575,84	57,58	811,61
Escombros	10	484,59	48,46	819,43

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	508,68	3	169,56	0,25	0,86	2,87
Dentro de los grupos	24892,05	36	691,45			
Total	25400,73	39				

Fuente: Este estudio, 2018

Esta prueba se utiliza para probar hipótesis acerca de la igualdad de varianzas de una variable. La hipótesis nula (H_0) para la prueba de homogeneidad de varianzas es que la variable exhibe igual varianzas dada frente a la alternativa de que la variable no exhibe igual varianzas (H_1) (Salgado, 2010). Si el valor de p es inferior al nivel de significancia estándar (0,05), entonces se acepta la validez de la hipótesis, de ocurrir lo contrario H_0 se acepta. En la siguiente tabla se detallan los resultados de esta prueba. La aplicación de la ANOVA requiere de igual forma una prueba de hipótesis de contraste, donde se acepta el enunciado nulo si $p\text{-valor} > 0,05$, de esta forma:

H_0 : Las medias de remoción son iguales

H_1 : Al menos dos medias de remoción son distintas.

Los resultados que se indican en la tabla 19 conducen a la aceptación de la hipótesis nula, la cual establece que no se presenta una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las remociones de contaminantes alcanzadas en el efluente de cada filtro (Chaux y Zambrano, 2011), y por ende pueden ser empleados tanto materiales convencionales, como residuos sintéticos de alta porosidad y adecuada área específica, puesto que se obtienen resultados similares. No obstante, debido a la igualdad de varianzas, se consideraron los precios de adquisición y montaje como un criterio de selección importante.

Tabla 19. Resultados ANOVA de un factor

Análisis de varianzas	
ANOVA de un factor	
Parámetro	p-valor
DBO ₅	0,98
DQO	0,71
SST	0,86

Fuente: Este estudio, 2018

11.3.3. Análisis de precios según el material del medio de empaque.

En la tabla 20 se presenta un resumen comparativo de precios según el tipo de material que se quiera emplear como lecho de soporte en un reactor anaerobio de flujo ascendente, estos costos se toman a partir de un metro cúbico puesto que para un filtro a escala real, la cantidad de materiales empleados es alta. También se agregan las eficiencias de remoción para los medios de empaque elaborados a partir de canto rodado, los escombros, el PEBD y el PET durante la etapa de operación normal según los diferentes parámetros evaluados en esta investigación.

Tabla 20. Comparación de costos para materiales del medio de empaque

Material del medio de empaque	Costo estimado (\$COP) de adquisición por m ³	Porcentaje de eficiencia de remoción en la etapa de operación normal (temperatura inferior a 20°C)		
		DBO ₅	DQO	SST
Canto rodado	82.000	76,46	54,83	56,18
Escombros (Con adecuación de partícula)	25.000	71,92	47,21	48,46
Polietileno Tereftalato (PET) reutilizado (Con adecuación de tamaño)	35.000	73,81	47,51	57,58
Polietileno de Baja Densidad (PEBD) Reutilizado (con adecuación de forma)	40.000	74,15	52,86	55,93

Fuente Este estudio, 2018.

A continuación, se presentan los costos asociando el valor del medio de empaque y el costo de remoción de DBO₅ y de los SST basado en el valor de la tasa retributiva para el año 2018, que es de \$ 144,39/kg DBO₅ y de \$ 61,75/kg de SST (MADS, 2018).

1 m³ de canto rodado cuesta \$ 82000 y remueve el 76,46% de DBO₅, para una carga de 0,925 kg de DBO₅/m³-d (Tabla 12) y remueve el 56,18% de SST, para una carga de 0,236 kg

SST/m³-d. Asumiendo una vida útil de 10 años del empaque, el costo del empaque/día sería de \$ 22,47/m³ + el costo de la DBO₅ no removida/día: 0,925 kg/m³-d * (1 - 0,7646) * \$ 144,39/kg = \$ 31,44/m³ + el costo de los SST no removidos/día: 0,236 kg/m³-d * (1 - 0,5618) * \$ 61,75/kg = \$ 6,39/m³ para un total por m³ de \$ 60,30.

1 m³ de escombros, con adecuación de partícula, cuesta \$ 25000 y remueve el 71,92% de DBO₅, para una carga de 0,931 kg de DBO₅/m³-d (Tabla 12) y remueve el 48,46% de SST, para una carga de 0,238 kg SST/m³-d. Asumiendo una vida útil de 10 años del empaque, el costo del empaque/día sería de \$ 6,85/m³ + el costo de la DBO₅ no removida/día: 0,931 kg/m³-d * (1 - 0,7192) * \$ 144,39/kg = \$ 37,75/m³ + el costo de los SST no removidos/día: 0,238 kg/m³-d * (1 - 0,4846) * \$ 61,75/kg = \$ 7,57/m³ para un total por m³ de \$ 52,17.

1 m³ de PET, con adecuación de tamaño cuesta \$ 35000 y remueve el 73,81% de DBO₅, para una carga de 0,928 kg de DBO₅/m³-d (Tabla 12) y remueve el 57,58% de SST, para una carga de 0,237 kg SST/m³-d. Asumiendo una vida útil de 10 años del empaque, el costo del empaque/día sería de \$ 9,59/m³ + el costo de la DBO₅ no removida, día: 0,928 kg/m³-d * (1 - 0,7381) * \$ 144,39/kg = \$ 35,09/m³ + el costo de los SST no removidos/día: 0,237 kg/m³-d * (1 - 0,5758) * \$ 61,75/kg = \$ 6,21/m³, para un total por m³ de \$ 50,89.

1 m³ de PEBD, con adecuación de forma, cuesta \$ 40000 y remueve el 74,15% de DBO₅, para una carga de 0,934 kg de DBO₅/m³-d (Tabla 12) y remueve el 55,93% de SST, para una carga de 0,238 kg SST/m³-d. Asumiendo una vida útil de 10 años del empaque, el costo del empaque/día sería de \$ 10,96/m³ + el costo de la DBO₅ no removida, día: 0,934 kg/m³-d * (1 - 0,7415) * \$ 144,39/kg = \$ 34,86/m³ + el costo de los SST no removidos/día: 0,238 kg/m³-d * (1 - 0,5593) * \$ 61,75/kg = \$ 6,48/m³, para un total por m³ de \$ 52,30.

Al realizar la comparación de costos de tratamiento, considerando el valor del material de empaque y el costo de la tasa retributiva por la contaminación aún presente en el efluente, se puede concluir que los medios no convencionales, son los más económicos con valores de \$ 50,89/m³ para el empaque con PET, \$ 52,17/m³ para el empaque con escombros y \$ 52,30/m³ para el empaque con PEBD, siendo sus diferencias de costos, entre sí menores al 3%. El costo del empaque con canto rodado fue de \$ 60,30/m³, representando un 18,5% de mayor valor respecto al empaque con PET.

La comparación de precios evidencia que las estructuras realizadas con PEBD y PET constituyen las mejores opciones para disminuir los niveles de DBO_5 , DQO y SST puesto que además de ser eficientes en la remoción de materia orgánica, disminuyen los costos en la construcción de este tipo de tratamientos anaerobios, y se encuentran ampliamente disponibles en zonas residenciales, comerciales y rurales debido a que son residuos desaprovechados que carecen de una buena gestión en el ámbito local.

12. Conclusiones

- Los filtros anaerobios de flujo ascendente con medio de soporte elaborado a partir de estructuras de canto rodado y Polietileno Tereftalato, alcanzaron mayores eficiencias en la remoción de DBO₅ y SST, debido a la alta porosidad y a su diseño estructural que permitieron una mayor área de contacto y una mejor distribución del flujo.
- Los filtros anaerobios de flujo ascendente requieren de tratamientos previos para la remoción primaria y secundaria de sólidos y carga orgánica con el fin de garantizar su eficiencia y evitar problemas por colmatación o sobrecarga de material biológico.
- Se demostró que este tipo de sistemas también son factibles para el tratamiento de aguas residuales a temperaturas menores a 20°C, cabe resaltar que si bien no se alcanzan las remociones obtenidas a temperaturas superiores, la eficiencia es positiva.
- El filtro que contenía lecho filtrante elaborado con escombros obtuvo las menores remociones en SST dado que sus materiales presentaron posiblemente desprendimiento de partículas al entrar en contacto con el agua residual, por lo que se requirió mayor tiempo de arranque para alcanzar un estado más estable.
- Todos los filtros presentaron mayores fluctuaciones y bajas eficiencias en remoción de DQO, dado que el agua residual contiene sustratos resistentes a la degradación que requieren mayor adaptación de los microorganismos, o tratamientos posteriores para ser depurados.
- Se logró alcanzar la etapa de estabilización gracias al proceso previo de inoculación del medio filtrante que fue indispensable para acelerar la etapa de arranque permitiendo que las bacterias se adecuen de manera eficaz a los materiales de soporte.
- Los resultados mostraron que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las remociones de contaminantes alcanzadas en el efluente de cada filtro y por ende que pueden ser empleados tanto materiales convencionales, como residuos sintéticos de alta porosidad y adecuada área específica como materiales de empaque.
- Al realizar la comparación de costos de tratamiento, considerando el valor del material de empaque y el costo de la tasa retributiva por la contaminación aún presente en el efluente, se puede concluir que los medios no convencionales, son los

más económicos con valores de \$ 50,89/m³ para el empaque con PET, \$ 52,17/m³ para el empaque con escombros y \$ 52,30/m³ para el empaque con PEBD, siendo sus diferencias de costos, entre sí menores al 3%. El costo del empaque con canto rodado fue de \$ 60,30/m³, representando un 18,5% de mayor valor respecto al empaque con PET.

- La comparación de precios evidencia que las estructuras realizadas con PEBD y PET constituyen las mejores opciones para disminuir los niveles de DBO₅, DQO y SST puesto que además de ser eficientes en la remoción de materia orgánica, disminuyen los costos en la construcción de este tipo de tratamientos anaerobios, y se encuentran ampliamente disponibles en zonas residenciales, comerciales y rurales debido a que son residuos desaprovechados que carecen de una buena gestión en el ámbito local.

13. Recomendaciones

- Para optimizar la retención de sólidos, después de los FAFAs se recomienda implementar un pos-tratamiento físico que comprenda un medio filtrante con poca porosidad como la arena, ampliamente utilizada para remover pequeñas partículas de sólidos disponibles en los vertimientos.
- Estudiar el comportamiento de configuraciones de filtros anaerobios en serie, con el fin de evidenciar las eficiencias de remoción.
- Con el fin de lograr que la PTAR Botana presente una remoción más completa de los contaminantes característicos de los vertimientos porcícolas, se recomienda la implementación de un tratamiento que remueva nitrógeno y coliformes. Un ejemplo de ello son los filtros de percolación aerobios sobre materiales de empaque orgánico, los cuales presentan altas eficiencias de remoción y bajos costos de operación y mantenimiento. También se destacan los humedales artificiales, que remueven nutrientes como fósforo y nitrógeno total.
- Para obtener resultados significativos en la evaluación de la eficiencia en remoción de contaminantes, es esencial llevar a cabo un control exhaustivo de la operatividad de los filtros, con lo cual se puede prever riesgos de colmatación y la desestabilización del sistema.
- Los efluentes tratados por los filtros anaerobios pueden ser aprovechados en las instalaciones de la granja Botana y por los habitantes de la zona, para el riego de cultivos de pastos y forrajes para consumo animal, en cultivos forestales de madera, fibra y otros no comestibles, siempre y cuando cumplan con lo establecido en la Resolución 1207 del 2014 sobre el reúso de las aguas residuales tratadas.

14. Bibliografía

- Area, M., Ojeda, S., Barboza, O., Bengoechea, D., & Felissia, F. (2010). Tratamientos aplicables para la reducción de la DQO recalcitrante de efluentes de pulpos quimimecánicos y semiquímicos (revisión). *Revista de Ciencia y Tecnología*(13). Recuperado el 26 de Septiembre de 2017, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872010000100001
- Alvarado, A. (2011). *Evaluación de materiales de desecho como medio filtrante en ltrros anaerobios de flujo ascendente*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica .
- Argote, L., y Arteaga, N. (2017). *Primer informe semestre práctico Granja Experimental Botana*. Pasto: Universidad de Nariño.
- Asociación Colombiana de Porcicultores. (2002). Guía ambiental para el subsector porcícola. Recuperado de http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/AGRICOLA%20Y%20PECUARIO/Gu%C3%ADa%20Ambiental%20para%20el%20subsector%20Porc%C3%ADcola.pdf
- Bakieva, M., González, J., Jornet, J. (2012). SPSS: ANOVA de un Factor. InnovaMIDE, Grupo de Innovación Educativa. Universidad de Valencia. España.
- Batero, Y., & Cruz, E. (2007). *Evaluación de filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA) con medio de soporte en guadua para la remoción de materia orgánica de agua residual sintética*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Bermúdez, R., Hoyos, J., Rodríguez, S. (2000). *Evaluación de la disminución de la carga contaminante de la vinaza de destilería por tratamiento anaerobio*. *Rev. Internacional de Contaminación Ambiental*. 16(3): 103-107.
- Campos, E., Elias, X., & Flotats, X. (2012). *Procesos biológicos, la digestión anaerobia y el compostaje*. Madrid: Diaz de Santos. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Elena_Campos/publication/304771327_Procesos_biologicos_La_digestion_anaerobia_y_el_compostaje/links/577a075e08ae4645d611f5f7/Procesos-biologicos-La-digestion-anaerobia-y-el-compostaje.pdf

- Cárdenas, G., & Ramos, R. (2009). Scielo.org. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702009000100002&script=sci_arttext.
- Casierra, H., Casalins, J., Vargas, X., & Caselles, A. (2016). Desinfección de agua residual doméstica mediante un sistema de tratamiento acoplado con fines de reúso. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(4), 97-111. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000400097&lang=pt
- Chaux, G., Zambrano, N. (2011). Tratamiento de aguas residuales mediante reactores anaerobios de placas verticales paralelas en acrílico. *Rev. Bio. Agro*. 9(2): 159-169.
- Chernicharo, C. A. (2007). Principios de tratamiento biológico de aguas residuales, 5(1). Belo Horizonte, Brasil: Iwa Publishing
- Comisión nacional del agua. (2015). *Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Filtros Anaerobios de flujo ascendente*. Mexico: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. Recuperado de <http://www.mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro29.pdf>
- Consejo nacional de política económica y social. (21 de Noviembre de 2016). CONPES 3874 Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos . Bogotá, Colombia . Recuperado de <http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/CONPES%203874.pdf>
- Corporación Autónoma de Nariño. (2011). *Plan de Ordenamiento del Recurso Hidrico Quebrada Miraflores*. Pasto. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmirafloresp1.pdf>
- Corrales, L., Antolinez, D. M., Bohórquez, J. A., & Corredor, A. M. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Revista NOVA*, 13(23), 55-81. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>
- Cubillos, H. (2006). *Puesta en marcha y evaluación de un reactor anaerobio de flujo a pistón para el manejo de lixiviados del relleno sanitario de Villavicencio "Don Juanito"*.

- (Tesis de pregrado). Bogotá. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14909/T41.06%20C891p.pdf?sequence=1>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (06 de Septiembre de 2007). *dane.gov.co*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf
- Díaz, E., Alvarado, A. R., y Camacho, K. E. (2012). *El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, Mexico. Quivera*, 14() 78-79 Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/401/40123894005.pdf>
- Drucker, A., Escalante, R., Gómez, V., y Magaña, S. (2004). La Industria Porcina en Yucatán: un análisis de la generación de aguas residuales. *Problemas del Desarrollo* 34(135), 10-12.
- FAO. (2011). *Manual del biogas*. Santiago de Chile. Recuperado de www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf
- Ferro, A. (2012). *Evaluación de sostenibilidad del sistema de tratamiento de aguas residuales del corregimiento de Felidia zona rural del municipio de Santiago de Cali*. (Tesis de pregrado) Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7674/1/3750-0446267.pdf>
- Frías, C.; Ize, I.; Gavilán, A. 2003. La situación de los envases de plástico en México. *Gaceta ecológica*. 69(1): 67-82.
- Garzón, M. y Buelna, G. Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 30(1), 65-79. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/370/37029961006.pdf>.
- Guaman, V., y Molina M. (2015). *Evaluación de las plantas de depuración de agua residual de las comunidades de Macas y San Pedro, Cantón Cuenca, Azuay*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21662/1/TESIS.pdf>

- INSAGE . (2017). *Gestión del Riesgo y Evaluación Ambiental del Vertimiento* . Pasto .
- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. (2004). Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. Recuperado de: http://corponor.gov.co/corponor/sigescor2010/TRAMITESYSERVICIOS/Guia_monitoreo_IDEAM.pdf
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. (1998). *GTC 53-2. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos.* Recuperado de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones. (1995). *NTC-ISO 5667-2. Gestión ambiental. Calidad del agua. Guía general para la conservación y manejo de muestras.*
- INSUMOS AMBIENTALES SAS. (2015). Recuperado de <http://www.insumosambientales.com/index.php/servicios/filtros-sedimentales-y-disposicion-final>
- interapas.gob.mx.* (s.f.). Recuperado de http://www.interapas.gob.mx/Cultura/folletos/sistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf
- Jarauta, L. (2005). *Digestión anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos: estudio de las necesidades para la implantación en Perú.* Universidad Politécnica de Catalunya. Recuperado de <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2716/36244?sequence=2>
- Knobelsdorf Miranda, J. (2005). *Eliminación biológica de nutrientes en un ARU de baja carga orgánica mediante el proceso VIP.* Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya . Recuperado el 24 de Septiembre de 2017, de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93224/12Mjkm12de18.pdf>
- Laboratorio de análisis químico y aguas Universidad de Nariño. (2014). *Informe de caracterización de vertimientos líquidos Granja Botana-Universidad de Nariño.* Pasto .

- Lozano, E., & Dapena, J. (1995). *Tratamiento biológico de las aguas residuales*. Díaz de Santos. Recuperado el de http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Medida_contaminacion_organica.pdf
- Maita, J. (2012). *Dimensionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera parroquial de Licán* (Tesis de pregrado). Riobamba. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2010/1/236T0062.pdf>
- Martínez, M., Murcia, D., & Suárez, Y. (2017). *Evaluación de un sistema de biorremediación de aguas residuales porcícolas en la finca El Porvenir, vereda Suncunchoque, sector La Laja, Ubaté – Cundinamarca, y su reutilización con fines agroambientales*. (Tesis de pregrado). Recuperado de: http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/3339/TIAG_MartinezRomeroMacol_2015.pdf?sequence=1
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (17 de Marzo de 2015). *lasalle.edu.co*. Bogotá. Recuperado de <http://www.lasalle.edu.co/wps/wcm/connect/7bf35b9e-b9ac-45b3-a280-c7dec8b1499d/Resolucion+631-2015.pdf?MOD=AJPERES>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de Marzo de 2015). *www.acoplasticos.org*. Bogotá. Recuperado de http://www.acoplasticos.org/acceso_clientes/imagenes/Resolucion%20Vertimientos%20631%202015.pdf
- Ministerio de Desarrollo Económico. (Noviembre de 2000). *cra.gov.co*. Bogotá. Obtenido de http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7._Tratamiento_de_aguas_residuales.pdf
- Ministerio de vivienda. (8 de Junio de 2017). *minvivienda.gov.co*. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>
- Municipio de Pasto. (2007). *Plan de gestión integral de residuos sólidos 2007-2022*. Recuperado de: www.pasto.gov.co


- Mora, A., Chávez, C., Fonseca, G., Cabra, J., & Carmona, Y. (2005). Desarrollo de un inóculo microbiano empleando lodos activados para la remoción de ácido sulfhídrico (H₂S) mediante biofiltración. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 7(2), 26-34.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (20 de Noviembre de 2006). www.fao.org. Recuperado de <http://www.fao.org/Newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (Abril de 2014). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Lima: OEFA. Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Orjuela, M., Lizarazo, J. (2013). *Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/11112/1/marthaisabelorjuela2013.pdf>
- Pacheco, J., & Magaña, A. (2003). Arranque de un reactor anaerobio. *Ingeniería*, 7(1), 21-25. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/unam7/arranque.pdf>
- Pérez, T; Pérez, J; Ravelo, D. (2005). Qué podemos hacer los productores del sector pecuario a favor del medio ambiente. *Revista Gestión y Ambiente*, vol. 8(1), p. 147-150.
- Parra, L. (2006). *Operación de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) hasta alcanzar el estado estable* (Tesis de pregrado). Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1178/1/linamarcelaparrarodriguez.2006.pdf>
- Pinos, J., García, J., Peña, L., Rendón, J., González, C., y Tristán, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia* 46 (4) , 359-370.
- Rodríguez, J. (2002). *Arranque y operación de reactores anaerobios*. Cali. Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/arranque.pdf>
- Rodríguez, D.; Valldeoriola, J. 2009. Metodología de la investigación. Universitat Oberta de Catalunya. Cataluña, España. 80 p.
- Romero, J. (2004). *Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

- Salazar, R. (1999). Fundamentos de los tratamientos anaerobios. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño – Facultad de Ingeniería. 54-55.
- Salgado, D. (2010). Diseño de experimentos. Ibagué, Colombia. Recuperado de: http://www.estadisticacondago.com/images/estadistica_inferencial/apuntes%20de%20dise%C3%B1o%20de%20experimentos.PDF
- Sánchez, M. A., Peón, I. E., Cardona, T., Ortega, L., & Urriolagoitia, G. (2016). Evaluación inicial de parámetros de campo en un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1), 173-184. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77645907018>
- Serrano, H. (2005). *Evaluación ambiental y sanitaria de dos sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante la construcción de prototipos a escala natural* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/929/1/26180.pdf>
- Suarez, L. (2011). *Tratamiento de aguas residuales municipales en el Valle del Cauca*. (Tesis de maestría) Santiago de Cali. Universidad del Valle. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/10174/1/7720-0445526.pdf>
- Téllez, A. (2012). La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: Una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- TL INGEAMBIENTE. (2016). Recuperado de <http://www.tlingeambiente.com/servicios/roseton-para-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- Torres, P., Pérez, A., Cajigas, A., Jurado, C. y Ortiz, N. (2007). Selección de inóculos para el tratamiento anaerobio de aguas residuales del proceso de extracción de almidón de yuca. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 6(1), 105-111. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2311/231120826010.pdf>
- Universidad de Nariño. (2016). *udenar.edu.co*. Pasto. Recuperado de <http://www2.udenar.edu.co/project/granja-experimental-botana/>
- Vásquez, G. d. (2013). *Panorama del tratamiento de aguas residuales con tecnología anaerobia en la Costa Atlantica Colombiana*. (Tesis de maestría) Bogotá.

- Recuperado de
<http://www.bdigital.unal.edu.co/49437/1/panorama%20del%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20con%20tecnologia%20anaerobia%20en%20la%20costa%20atlantica%20colombiana.pdf>
- Villegas, M., & Vidal, E. (2009). *Gestión de los procesos de descontaminación de aguas*. Medellín. Recuperado de
<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/55/1/GestionProcesosDescontaminacion.pdf>
- Villamil, C., Duque, C., & Caicedo, L. (2000). *Sistemas de tratamiento para los residuos de la industria porcícola*. Bogotá: Asociación Colombiana de Porcicultores.
- Zapata, N., Hernández, M. L., & Oliveros, E. F. (s.f). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Manizales. Recuperado de
http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/coleccion_digital/Agua_Servicio_Publico/Tratamiento_Aguas_Residuales-Zapata_N.pdf

15 Anexos

Anexo 1. Resultados de la caracterización del fluente de la PTAR Botana (Noviembre del 2014).

		SECCION DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE-PRS-FR-28 Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19		
FECHA EMISION RESULTADOS:		2015-02-05		REPORTE No:		LAQ-R-226B-14	
AREA:		LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS			
Solicitante:		GRANJA BOTANA-UNIVERSIDAD DE NARIÑO		Tpo de Muestra:		AGUA RESIDUAL	
Dirección:		CORREGIMIENTO DE BOTANILLA-MUNICIPIO DE PASTO		Tpo de Muestra:		COMPUESTO	
Teléfono:		-		Sitio de Toma:		GRANJA BOTANA-CORREGIMIENTO DE BOTANILLA INTERNO: LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO Y AGUAS	
nit:		-		Responsable del Muestreo:		-	
e-mail:		-		Fecha de Muestreo:		2014-11-11	
				Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:		2014-11-11	
TIPO DE ANALIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-793-14			Descripción SALIDA-PLANTA DE TRATAMIENTO				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA		
					LAQ-793-14		
PH	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 4500 - H	ELECTROMETRICA	pH	2014-11-12	7,76		
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2014-11-14	82,0		
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2014-11-13	139		
DEMANDA QUIMICA DE OXIGEN	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADC	mg O2/ L	2014-11-12	442		
GRASAS Y ACEITES	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5520 - A	GRAVIMETRICA	mg/L	2014-12-09	42,0		
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parametros, pH, GRASAS Y ACEITES, SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO" Resolución No 42 de 25 de enero de 2011- Vigente hasta el 2014-11-03 Resolución de Reacreditación No 3566 del 11 de Diciembre de 2014"							
OBSERVACIONES							
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS			


LOS RESULTADO SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboró: PEDRO TOBAR 2014-12-15
 Revisó: MVE 2015-02-04

MARY LUZ VALENCIA ENRIQUEZ
 Química PQ -1748 CPQ
 Universidad de Nariño

Anexo 2. Resultados de la caracterización del efluente de la PTAR Botana

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-15		REPORTE No:		LAQ-R-56A-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-04-18	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-04-18	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-138-17		BOTANA 0				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-138-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-24	36,89	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINESCENCIA	mg O ₂ /L	2017-04-20	203,58	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ /L	2017-04-20	415,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/04/18 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/15 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Anexo 3. Resultados de los efluentes de los FAFAs que presentan diferentes configuraciones en el medio de empaque.

Primera semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-15		REPORTE No:		LAQ-R-56B-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBICOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIMALBA	
e-mail:	danielagrimalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-04-18	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-04-18	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO PARCIAL			
Código Muestra LAQ-139-17			Descripción BOTANA B1			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-139-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-24	38	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM D888-05	LUMINESCENCIA	mg O ₂ /L	2017-04-20	231,72	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220 - D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ /L	2017-04-20	480,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/04/18 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/15 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Primera semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-15		REPORTE No:		LAQ-R-56D-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-04-18	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-04-18	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-141-17		Descripción				
		BOTANA C1				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-141-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-24	20,0	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210 - B ASTM D888-05	LUMINESCENCIA	mg O ₂ /L	2017-04-20	143,93	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ /L	2017-04-20	256,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA


PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/04/18 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/15 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Primera semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE-PRS- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
	"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"				
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-15	REPORTE No:	LAQ-R-56G-17	
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRAS			
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO	Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL		
Dirección:	PASTO	Tipo de Muestreo:	SIMPLE		
Teléfono:	3154364853	Sitio de Toma:	PASTO		
nit:	800118954-1	Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA		
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com	Fecha de Muestreo:	2017-04-18		
Solicitud No:	LAQ-C-61-17	Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-04-18		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL			
Código Muestra LAQ-144-17		Descripción BOTANA D1			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-144-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-24	30,0
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B 837M 0888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2017-04-20	197,93
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ / L	2017-04-20	360,0
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/04/18 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/15 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
 Ciudad Universitaria- Torcajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Primera semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de Escombros)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE-PRS Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-15		REPORTE No:	
				LAQ-R-56F-17	
ÁREA:		LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS			
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO PASTO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIDALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-04-18	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-04-18	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL			
Código Muestra		Descripción			
LAQ-143-17		BOTANA E1			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-143-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-24	54,0
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ /L	2017-04-20	210,00
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ /L	2017-04-20	390,0
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró: 2017/04/18 CAROLINA ZAMBRANO.
 Revisó: 2017/05/15 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
 Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Segunda semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

 Universidad de Nariño		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"				 IDEAM <small>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES Y METEOROLÓGICAS</small> <small>Laboratorio Acreditado por el IDEAM Resolución No 3566-14</small>	
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-17		REPORTE No:	
				LAQ-R-65D-17	
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrjalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17			Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: MARCELA GUERRERO Fecha de Muestreo: 2017-04-25 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-04-25		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS: FISICOQUÍMICO PARCIAL					
Código Muestra		Descripción			
LAQ-167-17		BOTANA B2			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-167-17
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-26	38
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ /L	2017-04-27	55,03
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ /L	2017-04-27	325,7
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/04/27 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/17 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
 Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Segunda semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

 Universidad de Nariño		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					 IDEAM <small>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS</small> <small>Laboratorio Acreditado por el IDEAM Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014</small>	
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-17		REPORTE No:		LAQ-R-65F-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACIÓN DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: MARCELA GUERRERO Fecha de Muestreo: 2017-04-25 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-04-25		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-169-17		Descripción BOTANA C2				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-169-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-26	24	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/L	2017-04-27	53,26	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/L	2017-04-27	309,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/04/27 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/17 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Segunda semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-17		REPORTE No:		LAQ-R-65G-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: MARCELA GUERRERO	
e-mail	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-04-25	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-04-25	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-170-17		BOTANA D2				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-170-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-26	28	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D688-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-04-27	56,10	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-04-27	312,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		



LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/04/27 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/17 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Segunda semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de Escombros)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-17		REPORTE No:		LAQ-R-65C-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACIÓN DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO Dirección: ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: MARCELA GUERRERO Fecha de Muestreo: 2017-04-25 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-04-25		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-166-17		BOTANA E2				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-166-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-04-26	40	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/L	2017-04-27	65,32	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/L	2017-04-27	309,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró: 2017/04/27 CAROLINA ZAMBRANO.
 Revisó: 2217/05/17 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
 Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Tercera semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

 Universidad de Nariño		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"				 <small>INSTITUTO COLOMBIANO DE ENVIRONMENTAL Y METEOROLÓGICA</small> <small>Laboratorio Acreditado por el IDEAM Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014</small>	
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-17		REPORTE No:	
				LAQ-R-72D-17	
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO PASTO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-05-03	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-03	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción			
LAQ-203-17		BOTANA E3			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-203-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-04	30
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2017-05-05	90,05
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ / L	2017-05-05	279,0
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/04 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/17 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
 Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Tercera semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-17		REPORTE No:	
				LAQ-R-72F-17	
ÁREA:		LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS			
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-05-03	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-03	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL			
Código Muestra		Descripción			
LAQ-205-17		BOTANA C3			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-205-17
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-04	58
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-05	135,49
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-05	475,7
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/04 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/17 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Tercera semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-17		REPORTE No:		LAQ-R-726-17
ÁREA:						
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-05-03	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-03	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-206-17		BOTANA D3				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-206-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-04	34	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-05	101,92	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-05	649,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO


Elaboró:	2017/05/04 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/17 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Tercera semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

	SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS				Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19
	"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"				
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-17		REPORTE No:	LAQ-R-72E-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO PASTO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIDALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-05-03	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-03	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-204-17		Descripción BOTANA E3			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-204-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-04	42
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-05	131,64
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLOREM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-05	639,0
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/04 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/17 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Cuarta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-24		REPORTE No:	
				LAQ-R-80E-17	
ÁREA:					
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACIÓN DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: LEIDY HIDALGO	
e-mail:	danielagrjalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-05-09	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-09	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción			
LAQ-219-17		BOTANA B4			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-219-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-10	54
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-10	44,41
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-10	205,7
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/10 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/24 JR.

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
 Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Cuarta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-24		REPORTE No:		LAQ-R-80G-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: LEIDY HIDALGO	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-05-09	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-09	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-221-17		Descripción				
		BOTANA C4				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-221-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-10	26	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-10	33,48	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-10	265,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		



LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/10 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/24 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Cuarta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-24		REPORTE No:	
				LAQ-R-80F-17	
ÁREA:		LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS			
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: LEIDY HIDALGO	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-05-09	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-09	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL			
Código Muestra		Descripción			
LAQ-220-17		BOTANA D4			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-220-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-10	64
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-10	42,72
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-10	219,0
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		



LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/10 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/24 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Cuarta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-05-24		REPORTE No:		LAQ-R-80A-17
ÁREA:						
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACIÓN DE FILTROS ANERÓBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: LEIDY HIDALGO	
e-mail	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-05-09	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-09	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-215-17		BOTANA E4				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-215-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-10	18	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-10	46,19	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-10	260,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/10 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/05/24 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Quinta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-07		REPORTE No:	
				LAQ-R-90E-17	
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIDALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-05-16	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-16	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción			
LAQ-238-17		BOTANA B5			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-238-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-16	18
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2017-05-17	29,91
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ / L	2017-05-17	195,7
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		



LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/17 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/07 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Quinta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-07		REPORTE No:		LAQ-R-90G-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:		EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:		AGUA RESIDUAL
Dirección:		PASTO		Tipo de Muestreo:		SIMPLE
Teléfono:		3154364853		Sitio de Toma:		PASTO
nit:		800118954-1		Responsable del Muestreo:		EXTERNO: DANIELA GRIJALBA
e-mail		danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:		2017-05-16
Solicitud No:		LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:		2017-05-16
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUÍMICO PARCIAL			
Código Muestra		Descripción				
LAQ-240-17		BOTANA C5				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-240-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-16	24	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-17	31,66	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-17	169,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/17 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/07 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Quinta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-07		REPORTE No:		LAQ-R-90D-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIMALBA	
e-mail:	danielagrimalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-05-16	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-16	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-237-17		Descripción BOTANA D5				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-237-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-16	10	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-17	43,53	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLOREM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-17	392,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró: 2017/05/17 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó: 2017/06/07 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Quinta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-07		REPORTE No:		LAQ-R-90B-17
ÁREA:		LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS				
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS			
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL		
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE		
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO		
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA		
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-05-16		
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-16		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-235-17		Descripción				
		BOTANA ES				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-235-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-16	30	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-17	34,82	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-17	359,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/17 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/07 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Sexta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-08		REPORTE No:		LAQ-R-100E-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:		EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:		AGUA RESIDUAL
Dirección:		PASTO		Tipo de Muestreo:		SIMPLE
Teléfono:		3154364853		Sitio de Toma:		PASTO
nit:		800118954-1		Responsable del Muestreo:		EXTERNO: DIANA MARCELA G
e-mail:		danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:		2017-05-18
Solicitud No:		LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:		2017-05-18
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-257-17		BOTANA B6				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-257-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-19	<10	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-19	20,75	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-19	195,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		



LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/18 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/08 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Sexta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2016-07-08		REPORTE No:		LAQ-R-100B-17
ÁREA:						
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DIANA MARCELA G	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-05-18	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-18	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL				
Código Muestra		Descripción				
LAQ-254-17		BOTANA C6				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-254-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-19	18	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM 0888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-19	26,48	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-19	255,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		



LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/18 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/08 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Sexta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-08		REPORTE No:	LAQ-R-100D-17	
ÁREA:		LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS				
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DIANA MARCELA G	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-05-18	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-18	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-256-17		Descripción BOTANA D6				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-256-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-19	10	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-19	18,28	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-19	189,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/18 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/08 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Sexta semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

 Universidad de Nariño		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-08		REPORTE No:		LAQ-R-100G-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: DIANA MARCELA G Fecha de Muestreo: 2017-05-18 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-05-18		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-259-17		BOTANA E6				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-259-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-19	23	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-19	20,49	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-19	195,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/18 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/08 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Séptima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

	SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS	Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de 2014-05-19			
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:	2017-06-08	REPORTE No: LAQ-R-104A-17			
ÁREA:	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRAS			
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO	Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL			
Dirección:	PASTO	Tipo de Muestreo: SIMPLE			
Teléfono:	3154364853	Sitio de Toma: PASTO			
nit:	800118954-1	Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIJALBA			
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com	Fecha de Muestreo: 2017-05-23			
Solicitud No:	LAQ-C-61-17	Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-05-23			
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS	FISICOQUIMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-271-17	Descripción BOTANA B7				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-24	19
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-25	31,78
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-24	215,7
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/23 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/08 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Séptima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-08		REPORTE No:		LAQ-R-104C-17
ÁREA:						
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACIÓN DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIJALBA Fecha de Muestreo: 2017-05-23 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-05-23		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-273-17		BOTANA C7				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-273-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-24	21	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2017-05-25	30,56	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ / L	2017-05-24	229,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/23 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/08 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Séptima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS	Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19			
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"		 IDEAM INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES REPUBLICA COLOMBIANA Laboratorio Acreditado por el IDEAM Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014			
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:	2017-06-08	REPORTE No: LAQ-R-104B-17			
ÁREA:	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRAS			
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO	Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL			
Dirección:	PASTO	Tipo de Muestreo: SIMPLE			
Teléfono:	3154364853	Sitio de Toma: PASTO			
nit:	800118954-1	Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIMALBA			
e-mail:	danielagrimalba1@gmail.com	Fecha de Muestreo: 2017-05-23			
Solicitud No:	LAQ-C-61-17	Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-05-23			
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS	FISICOQUÍMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-272-17	Descripción				
	BOTANA D7				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-272-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-24	14
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-25	38,10
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-24	215,7
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/23 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/08 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ-2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Séptima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-08		REPORTE No:		LAQ-R-104D-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIJALBA Fecha de Muestreo: 2017-05-23 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-05-23		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-274-17		BOTANA E7				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-274-17	
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-05-24	16	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-05-25	31,26	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-05-24	155,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/23 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/08 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Octava semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-27		REPORTE No:		LAQ-R-113D-17
ÁREA:						
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIJALBA Fecha de Muestreo: 2017-05-31 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-05-31		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-291-17		BOTANA BB				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-291-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-01	12	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-01	24,77	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-01	185,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/31 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/27 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ-2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobejo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Octava semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-27		REPORTE No:		LAQ-R-113F-17
ÁREA:		LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS				
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS			
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-05-31	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-31	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-293-17		Descripción				
		BOTANA CB				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-293-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-01	18	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2017-06-01	28,69	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ / L	2017-06-01	192,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/31 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/27 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
 Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Octava semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS		Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-27		REPORTE No:	
				LAQ-R-113B-17	
ÁREA:		LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS			
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-05-31	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-05-31	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUÍMICO PARCIAL			
Código Muestra LAQ-289-17		Descripción			
		BOTANA D8			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-289-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-01	<10
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2017-06-01	28,60
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ / L	2017-06-01	165,7
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/05/31 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/27 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Octava semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS	Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19			
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:	2017-06-27	REPORTE No: LAQ-R-113E-17			
ÁREA:	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRAS			
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO	Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL			
Dirección:	PASTO	Tipo de Muestreo: SIMPLE			
Teléfono:	3154364853	Sitio de Toma: PASTO			
nit:	800118954-1	Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIDALBA			
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com	Fecha de Muestreo: 2017-05-31			
Solicitud No:	LAQ-C-61-17	Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-05-31			
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS	FISICOQUÍMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-292-17	Descripción BOTANA E8				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-292-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-01	12
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-01	29,55
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-01	192,3
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/05/31 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/27 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Novena semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-1198-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: MARCELA GUERRERO	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-06-06	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-06-06	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL				
Código Muestra LAQ-304-17		Descripción BOTANA B9				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-304-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-08	77	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-07	116,16	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLOREM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-07	332,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		



LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/06/06 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Novena semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-119F-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: MARCELA GUERRERO Fecha de Muestreo: 2017-06-06 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-06-06		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-308-17		Descripción BOTANA C9				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-308-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-08	11	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-07	42,81	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-07	522,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		
LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO						
Elaboró: 2017/06/06 CAROLINA ZAMBRANO.		original firmado				
Revisó: 2017/06/28 JR		RUTH JOHANA RODRIGUEZ L. Química PQ -2828 CPQ Universidad de Nariño				
<i>Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia</i> Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176						

Novena semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

 Universidad de Nariño		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"					 <small>LABORATORIO Acreditado por el IDEAM Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014</small>	
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-119A-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: MARCELA GUERRERO Fecha de Muestreo: 2017-06-06 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-06-06		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-303-17		Descripción BOTANA D9				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-303-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-08	96	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-07	139,37	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORID. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-07	454,0	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/06/06 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/2/ JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Novena semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-119E-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:		EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:		AGUA RESIDUAL
Dirección:		PASTO		Tipo de Muestreo:		SIMPLE
Teléfono:		3154364853		Sitio de Toma:		PASTO
nit:		800118954-1		Responsable del Muestreo:		EXTERNO: MARCELA GUERRERO
e-mail:		danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:		2017-06-06
Solicitud No:		LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:		2017-06-06
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUÍMICO PARCIAL			
Código Muestra		Descripción				
LAQ-307-17		BOTANA E9				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-307-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-08	32	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-07	101,01	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-07	305,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/06/06 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
Química PQ -2828 CPQ
Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia
Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Décima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-125A-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:		EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:		AGUA RESIDUAL
Dirección:		PASTO		Tipo de Muestreo:		SIMPLE
Teléfono:		3154364853		Sitio de Toma:		PASTO
nit:		800118954-1		Responsable del Muestreo:		EXTERNO: DANIELA GRIJALBA
e-mail:		danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:		2017-06-13
Solicitud No:		LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:		2017-06-13
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUÍMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-319-17		BOTANA B10				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-319-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-14	23	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O ₂ / L	2017-06-14	45,69	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O ₂ / L	2017-06-14	292,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/06/13 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ-2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Décima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-125G-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIDALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-06-13	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-06-13	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO PARCIAL			
Código Muestra		Descripción				
LAQ-325-17		BOTANA C10				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-325-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-14	33,5	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-14	39,3	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-14	222,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		


LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró: 2017/06/13 CAROLINA ZAMBRANO.
 Revisó: 2017/06/28 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Décima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS				Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19
	"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"				
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:	LAQ-R-125C-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO		Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO		Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853		Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1		Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com		Fecha de Muestreo:	2017-06-13	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-06-13	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS		FISICOQUIMICO PARCIAL			
Código Muestra LAQ-321-17		Descripción			
		BOTANA D10			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA
					LAQ-321-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-14	23
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-14	50,29
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-14	285,7
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/06/13 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Décima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-125E-17
ÁREA:		LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS				
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS			
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17			Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIJALBA Fecha de Muestreo: 2017-06-13 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-06-13			
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO PARCIAL			
Código Muestra		Descripción				
LAQ-323-17		BOTANA E10				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-323-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-14	31	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-14	52,72	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-14	305,7	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS			

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/06/13 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Undécima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PEBD)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-132D-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIJALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-06-15	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-06-15	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-335-17		Descripción				
		BOTANA B 11				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-335-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-20	21	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-15	38,94	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-15	342,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO


Elaboró:	2017/06/15 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Undécima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de canto rodado)

	SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS				Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19
	"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"				
FECHA EMISIÓN RESULTADOS: 2017-06-28		REPORTE No: LAQ-R-132B-17			
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS					
DATOS USUARIO			DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17	Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIDALBA Fecha de Muestreo: 2017-06-15 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-06-15				
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS			FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-333-17		Descripción BOTANA C 11			
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-333-17
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-20	27,5
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-15	41,91
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-15	252,3
OBSERVACIONES					
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME			FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/06/15 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Undécima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de PET)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de: 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-132A-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante: EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO Dirección: PASTO Teléfono: 3154364853 nit: 800118954-1 e-mail: danielagrijalba1@gmail.com Solicitud No: LAQ-C-61-17				Tipo de Muestra: AGUA RESIDUAL Tipo de Muestreo: SIMPLE Sitio de Toma: PASTO Responsable del Muestreo: EXTERNO: DANIELA GRIJALBA Fecha de Muestreo: 2017-06-15 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: 2017-06-15		
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra		Descripción				
LAQ-332-17		BOTANA D 11				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA	
					LAQ-332-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-20	34	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-15	44,89	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-15	292,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO



Elaboró:	2017/06/15 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ-2828 CPQ
 Universidad de Nariño

Nuestro Compromiso Universitario es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobejo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176

Undécima semana de muestreo (Filtro con medio de soporte de escombros)

		SECCIÓN DE LABORATORIOS INFORME DE RESULTADOS			Código: LBE- Página: 1 Versión: 03 Vigente a partir de : 2014-05-19	
"Laboratorio Acreditado por el IDEAM para los parámetros, pH, GRASAS Y ACEITES, SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS SUSPENDIDOS, DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO, según Resolución No 3566 del 11 de diciembre de 2014"						
FECHA EMISIÓN RESULTADOS:		2017-06-28		REPORTE No:		LAQ-R-132E-17
ÁREA: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS						
DATOS USUARIO				DATOS MUESTRAS		
Solicitante:	EVALUACION DE FILTROS ANEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE CON MATERIALES RECICLABLES COMO			Tipo de Muestra:	AGUA RESIDUAL	
Dirección:	PASTO			Tipo de Muestreo:	SIMPLE	
Teléfono:	3154364853			Sitio de Toma:	PASTO	
nit:	800118954-1			Responsable del Muestreo:	EXTERNO: DANIELA GRIDALBA	
e-mail:	danielagrijalba1@gmail.com			Fecha de Muestreo:	2017-06-15	
Solicitud No:	LAQ-C-61-17			Fecha Recepción Muestra en Laboratorio:	2017-06-15	
TIPO DE ANÁLISIS SOLICITADOS				FISICOQUIMICO PARCIAL		
Código Muestra LAQ-336-17		Descripción BOTANA E 11				
PARAMETRO	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	FECHA DE ANALISIS	CODIGO MUESTRA LAQ-336-17	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 2540 - D	GRAVIMETRICA	mg/L	2017-06-20	38	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5210- B ASTM D888-05	LUMINISCENCIA	mg O2/ L	2017-06-15	48,49	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	ESTANDAR METODOS EDICION No 22 5220- D	COLORIM. REF. CERRADO	mg O2/ L	2017-06-15	292,3	
OBSERVACIONES						
DESVIACIONES / EXCLUSIONES / ACLARACIONES AL INFORME				FIN INFORME DE RESULTADOS		

LOS RESULTADOS SON VALIDOS UNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO

Elaboró:	2017/06/15 CAROLINA ZAMBRANO.
Revisó:	2017/06/28 JR

original firmado
 RUTH JOHANA RODRIGUEZ L.
 Química PQ -2828 CPQ
 Universidad de Nariño