

**DISEÑO DE BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO PARA EL TRATAMIENTO DE
AGUAS GRISES EN EL CORREGIMIENTO DE VILLA GERMANIA, VALLEDUPAR.**

RINCONES FERNANDEZ JORGE ARMANDO

RIOS RODELO CARLA PATRICIA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

INGENERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR CESAR

2019.

**DISEÑO DE BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO PARA EL TRATAMIENTO DE
AGUAS GRISES EN EL CORREGIMIENTO DE VILLA GERMANIA, VALLEDUPAR.**

RINCONES FERNANDEZ JORGE ARMANDO

RIOS RODELO CARLA PATRICIA

DIRECTOR:

PÉREZ ROYERO JOSE MAURICIO

Ing. Ambiental

ESP. Gestión Integral De Cuencas Hidrográfica

Maestrante: Ciencias Ambientales

FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

INGENERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR CESAR

2019.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
3.1. OBJETIVO GENERAL	11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. MARCO REFERENCIAL	12
4.1. ANTECEDENTES	12
4.2. MARCO TEÓRICO	15
4.2.1. AGUAS GRISES:	16
4.2.2. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS:	16
4.2.3. TRATAMIENTOS AGUAS GRISES:	17
4.2.4. CALIDAD DEL AGUA:	17
4.2.5. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL AGUA:	18
4.2.6. COMO SE DETERMINA LA CALIDAD DEL AGUA:	18
4.2.7. IMPUREZAS DEL AGUA:	18
4.2.8. TURBIDEZ:	19
4.2.9. TIPOS BIOFILTROS	19
4.3. MARCO CONTEXTUAL	21
4.4. MARCO CONCEPTUAL	22
4.5. MARCO LEGAL	24
5. HIPÓTESIS	27

6. METODOLOGÍA	28
6.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:.....	28
6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	28
6.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	28
6.4. POBLACIÓN Y MUESTRA:	28
6.5. DISEÑO METODOLÓGICO:.....	29
6.6. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:.....	29
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	35
7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS GRISES DEL CORREGIMIENTO DE VILLA GERMANIA, VALLEDUPAR.	35
7.2. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DEL BIOFILTRO PARA EL TRATAMIENTO DE LAS GRISES	83
BIBLIOGRAFÍA	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de Villa Germania.....	21
Figura 2. Habitantes Aledaños a los Manjoles	35
Figura 3. Rebosamiento de los Manjoles.	36
Figura 4. Ubicación de los Biofiltros Domiciliarios: Villa Germania, Cesar.	43
Figura 5. Catastro: Villa Germania, Cesar.....	44
Figura 6. Biofiltro Piloto.	45
Figura 7. Válvula de Regulación de Caudal	49
Figura 8. Diseño de los biofiltros	58

LISTA DE GRÁFICAS

Grafico 1. Parámetros Fisicoquímicos vs. Caudales Fibra de Coco	76
Grafico 2. Parámetros Fisicoquímicos vs. Caudales Carbón Vegetal	77
Grafico 3. Parámetros Fisicoquímicos vs. Caudales fibra de coco	77
Grafico 4. Parámetros Fisicoquímicos vs. Caudales Carbón Vegetal	78
Grafico 5. Comparación de los Caudales vs DBO ₅	78
Grafico 6. Comparación de los Caudales vs DQO	79
Grafico 7. Comparación de los Caudales vs SST	79
Grafico 8. Comparación de los Caudales vs T°	80
Grafico 9. Comparación de los Caudales vs Potencial de Hidrogeno	80
Grafico 10. Comparación de los Caudales vs Nitrógeno Total.....	81
Grafico 11. Comparación de los Caudales vs Fosforo Total	81
Grafico 12. Comparación de los Caudales vs Grasas y Aceites	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros Físicoquímicos con sus respectivos métodos de evaluación....	31
Tabla 2. Estructura Común de un Biofiltro	33
Tabla 3. Comparación Eficiencia y Costos entre Biofiltros	34
Tabla 4. Resultados Encuestados	39
Tabla 5. Materiales Usados para el Diseño de Biofiltros.	45
Tabla 6. Abertura de Válvula para hallar Caudal.	50
Tabla 7. Porosidades de Varios Agregados	51
Tabla 8. TRH Biofiltro de Fibra de Coco	53
Tabla 9. TRH Biofiltro de Carbón Vegetal.....	53
Tabla 10. Caracterización A.G Afluente.....	61
Tabla 11. Caracterización A.G Efluente fibra de coco.	62
Tabla 12. Caracterización A.G Efluente carbón vegetal.	64
Tabla 13. Registro de las muestras	67
Tabla 14. Resumen de los resultados sólidos totales en las muestras de agua gris .	69
Tabla 15. Medición de pH en las muestras afluente y efluente.	70
Tabla 16. Medición de pH en el sistema.....	70
Tabla 17. Medición de temperatura	71
Tabla 18. Afluente muestra de agua cruda.	72
Tabla 19. Resultados Caudal Mínimo.....	72
Tabla 20. Resultados Caudal Medio.....	73
Tabla 21. Resultados Caudal Máximo.	74
Tabla 22. Resultados Caudal Mínimo.....	74
Tabla 23. Resultados Caudal Medio.....	75
Tabla 24. Resultados Caudal Máximo	76
Tabla 25. Eficiencia Biofiltro Fibra de Coco por caudales.....	83
Tabla 26. Eficiencia Biofiltro Carbón Vegetal por caudales	84
Tabla 27. Comparación Biofiltros.....	90

INTRODUCCIÓN

Villa Germania es un corregimiento que pertenece a la jurisdicción del municipio de Valledupar, se encuentra ubicado en el pie de monte de la Sierra Nevada de Santa Marta junto al corregimiento de Mariangola, cuenta aproximadamente con una población de 655 habitantes en la zona. Su economía depende principalmente de la agricultura, de los cultivos de maíz, cacao, café, frijol, plátano y entre otros la palma *cocos nucifera*; su fruto es un material muy fibroso que para su procesamiento hay que cribarlo con el fin de separar las fibras largas que serán utilizados para biofiltros naturales. Para poder implementarlo se debe hidratarlo artificialmente, este proceso permite al material expandirse y aumentar la superficie de trabajo. Para utilizarlo como único agente filtrante es necesario remover el lecho periódicamente para evitar la compactación.

Se han desarrollado distintas alternativas de tratamiento de aguas grises con la implementación de los biofiltros naturales, con el fin de solucionar los problemas asociados a las descargas no tratadas, la falta de información acerca del uso que se le pueden dar a estas aguas grises, el fácil funcionamiento, operatividad y mantenimiento de dicho modelo. El biofiltro de fibra de coco puede tener una duración de 3 a 6 años dependiendo del trato que sufra el material filtrante, generando impactos positivos al medio ambiente y generando una mejor calidad de vida (Conacyt, 2009).

En esta investigación se evaluarán los distintos parámetros fisicoquímicos que son comunes de las Aguas Residuales Domésticas, para la evaluación del biofiltro como un Sistema de Tratamiento entre los cuales los más representativos son los siguientes: como la Demanda biológica de oxígeno (DBO₅), Demanda química de oxígeno (DQO), Sólidos suspendidos totales (SST), temperatura (T°), Potencial de hidrogeno (pH), nitrógeno total (NP), fosforo total (PT) y Grasas y Aceites (GYA). Son los parámetros importantes para determinar la carga contaminante que llevan consigo estas aguas residuales domesticas a los vertimientos puntales del Rio Diluvio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la escasez y manejo inadecuado de los recursos hídricos es considerado uno de los factores que limita el desarrollo sostenible a nivel mundial. La salud y el bienestar del ser humano, la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y la calidad de los ecosistemas dependen de manera directa de un adecuado manejo y gestión del recurso hídrico. (Contraloría municipal, 2013).

El inadecuado tratamiento de las Aguas grises representa un serio riesgo no solo a los habitantes de la zona por donde circulan estas aguas, sino a los corregimientos aledaños que se encuentran a su alrededor. Por otro lado conviene resaltar que esta población se encuentra en las cercanías del Río Diluvio, este es contaminado a su vez de forma directa por medio de escorrentías superficiales que los pobladores elaboran manualmente para evacuar esas aguas que son provenientes de los hogares de las actividades cotidianas realizadas como: lavado de sus cuerpos, limpieza del hogar, lavado de trastes o utensilios de cocina, lavado de pisos, preparación de alimentos y el lavado de ropa, situación que genera estancamientos de las aguas grises, esto trae como consecuencia la proliferación de plagas (mosquito del dengue, chinches, larvas, babosas etc.), que con llevan a la aparición de las enfermedades que atacan a la población vulnerable. Creando un problema mayor como lo es la contaminación de la calidad del agua, que por estas corrientes circula y que no pueden ser consumidas por ninguna de las poblaciones río abajo.

¿Puede el biofiltro de fibra de coco disminuir el impacto ambiental cumpliendo los parámetros de remoción y eficiencia establecidos por la resolución 0631 del 2015?

2. JUSTIFICACIÓN

Los biofiltros permiten dar una solución para el tratamiento de las aguas grises de una manera amigable al medio ambiente. Reduciendo los impactos negativos que ocasiona la mala disposición de aguas residuales domésticas, al mejorar su calidad antes de ser regresadas a la naturaleza, ayuda al nivel de vida de las personas al funcionar dando belleza natural y darles un mayor manejo a las aguas residuales domésticas. En relación a esta problemática el proceso de biofiltración es una alternativa técnica, económica y sustentable que puede ser aplicada para disminuir los efectos de las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores y una forma de hacer uso eficiente del agua que puede ser aprovechada en actividades productivas para aquellos sitios donde no se cuenta con sistemas de tratamiento y que son sitios que de por sí son insuficientes en cantidad y calidad de agua.

La utilización de este modelo de biofiltro de fibra de coco es de fácil accesibilidad en la población teniendo en cuenta que en la zona urbana la gran parte de los cultivos es de palma de coco y por lo general estas palmas generan la materia prima. Al momento de implementar este modelo natural y convencional se generan unos impactos positivos con el medio ambiente ayudando al sistema de alcantarillado de dicha población a evitar el rebosamiento de manjoles, los vertimientos en las calles que por escorrentía llegan el Rio Diluvio.

Al poner en marcha estos biofiltros se puede reutilizar las aguas residuales domestica para evitar contaminación en las calles, manteniendo espacios verdes, dar más vida a un patio o jardín y proteger la salud humana. Se contribuirá a la reducción de la contaminación de cuerpos receptores por vertimientos y recuperar el agua tratada para otros usos productivos. Es adecuado implementar este modelo por su fácil manejo, adquisición de materiales y bajos costos a la hora de ser diseñado y puesto en marcha, es un modelo innovador, 100% orgánico. (Benavides, 2013).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un biofiltro con fibra de coco para el tratamiento de aguas grises en el Corregimiento de Villa Germania, Valledupar.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar los parámetros fisicoquímicos (DBO_5 , DQO, SST, pH, T° , NT, PT Y GyA) de las aguas grises del corregimiento de Villa Germania, Valledupar.

Evaluar la eficiencia de remoción del biofiltro para el tratamiento de las aguas grises en el corregimiento de Villa Germania, Valledupar.

Comparar el biofiltro de fibra de coco con el modelo de biofiltro convencional, teniendo en cuenta la variación de caudales máximo, medio y mínimo en el corregimiento de Villa Germania, Valledupar.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. ANTECEDENTES

Un estudio realizado por (Visquez, 1999), la biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua gris en pequeñas comunidades e industrias Universidad Mexicano de Tecnología del Agua Que consideran La presencia de cantidades excesivas de materia orgánica, nutrientes, metales pesados y substancias químicas en el agua constituye uno de los más inquietantes problemas a los que están confrontados la mayoría de los países del mundo. Por esta razón, el desarrollo sustentable prioriza el control, la reducción y el tratamiento de las descargas urbanas, agrícolas, agroalimentarias e industriales a los cuerpos de agua. Desafortunadamente, la complejidad de operación y los altos costos de inversión y de mantenimiento asociados con los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales han limitado la aplicación de éstos en los pequeños municipios, en las zonas rurales, y en la pequeña y mediana industria. El proceso de biofiltración por percolación sobre material filtrante orgánico se ha desarrollado en los últimos años.

(Orozco, 2005), se deberán contemplar los aspectos relevantes desde la concepción del proyecto hasta la actualidad, enfatizando en los estudios e investigaciones, así como los transmites previos realizados ante las autoridades involucradas. Relación de otros estudios, proyectos y actividades de importancia regional (de infraestructura y demás sectores productivos, incluida la gestión social), realizados con anterioridad en el a rea de estudio y los impactos ambientales ocasionados. Relación de licencias y autorizaciones ambientales otorgadas con anterioridad para la actividad en el área de estudio.

(Fernandez, 2006), diseño de biofiltros con fibra de coco para el tratamiento de aguas residuales en la universidad politécnica de Guanajuato consideraron que la construcción de un filtro con estratos de arena, piedra porosa, fibra de coco y aserrín, y un cultivo de lombrices roja californiana (*eisenia foetida*) cuya finalidad fue la de

tratar el agua gris proveniente de los laboratorios del depto. De ing. agroindustrial de la upg campus Cortázar. Se construyó un prototipo por el cual se hicieron las corridas midiendo la DBO₅ (demanda bioquímica de oxígeno) antes de hacer pasar el efluente por el biofiltro y después se midió en el lugar de captación para observar la diferencia.

(Arana, 2010), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, ha elaborado un convenio para se ejecute el Proyecto de Investigación Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas grises Residuales. Este proyecto pretende documentar y analizar las experiencias en la Región del tratamiento de las aguas grises residuales y su uso sanitario en la agricultura, recomendar estrategias para el diseño e implementación de estos sistemas integrados, e identificar nuevas oportunidades para este tipo de sistemas. El trabajo se efectuará en diferentes etapas. A fin de tener una visión global del tema, este proyecto propiciará un inventario de los sistemas actualmente en operación. Luego revisará las experiencias de 20 lugares con el fin de ilustrar diferentes situaciones de tratamiento y/o uso de las aguas grises residuales domésticas.

(Rojas, 2012), realización de una planta piloto de tratamiento descentralizada. Documentación e investigación de una pequeña planta técnica biológica para aguas residuales de la producción del café, desde la planeación hasta la optimización, Tesis. Facultad de Técnicas Ambientales y de Biotécnica

(Garzon, 2012), eficiencia de consorcios microbianos para tratamiento de aguas residuales en un sistema de recirculación acuícola de la Universidad de Nariño ellos que consideran Los filtros biológicos viabilizan el reusó de aguas residuales (AR) en sistemas de recirculación acuícola (SRA), su desempeño depende entre otros factores, del tipo de filtro, medio soporte e inóculo utilizado. Se evaluaron las eficiencias de diferentes inóculos para el tratamiento de AR provenientes del cultivo de trucha arcoíris mediante biofiltros de flujo ascendente en un SRA. Se utilizó un tanque para cultivo con control de nivel, un filtro con bolsas de lienzo para retención

de sólidos y seis biofiltros de diámetro 3" con arena como medio soporte y tiempo de retención hidráulica.

(Ruiz, 2012), diseño de un biofiltro para reducir el índice de contaminación por cromo generado en las Industrias del curtido de cueros, En la Universidad de Pereira consideran que El sector industrial de las curtiembres genera descargas con volúmenes altos de concentrados de cromo. El cromo es usado en esta industria como agente de curtido. La dificultad que presenta el uso de sales de cromo en el curtido de pieles, se debe a la gran cantidad de curtiente que no se fija y finalmente se descarga al ambiente, en las aguas residuales causando efectos negativos en el ambiente y a la salud humana.

(Vigueras, 2012), evaluación de la planta piloto de tratamiento de aguas residuales provenientes del beneficio húmedo de café en la finca Argovia, Chiapas. Informe Técnico 2003 para la Subdirección General de Infraestructura Hidragrícola. Gerencia Regional Frontera Sur. Comisión Nacional Del Agua. Tapachula, Chiapas. México.

(Wsp, 2014), investigación piloto de dos etapas biofiltración para la eliminación de la materia orgánica natural en el tratamiento de agua potable en la Universidad instituto de Tecnología de Georgia, Atlanta consideran Un estudio piloto que emplea dos trenes paralelos de biofiltración de dos etapas, es decir, una arena / antracita biofiltro (SA) seguido de un carbón vegetal biológicamente activo granular (GAC) contacto, se llevó a cabo para probar la eficiencia, la viabilidad y la estabilidad de biofiltración para la eliminación de la materia orgánica natural (NOM) después de la coagulación en una planta de tratamiento de agua potable.

(Reyes, 2016), evaluación de 3 metodologías para reducir los niveles de Contaminantes en efluentes de tratamiento primario de las aguas residuales del procesamiento de café en costa rica. Trabajo de Graduación. Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica.

4.2. MARCO TEÓRICO

4.2.1. FIBRA DE COCO:

La fibra de coco es un sustrato orgánico, 100% natural y renovable. Se procesa de diferentes maneras en función del uso agronómico al que esté destinado. La fácil rehidratación del material permite su secado y prensado en origen lo que minimiza los gastos de transporte y facilita la manipulación por el usuario final. Presenta una excelente capacidad de retención de agua y aireación. Permite un óptimo uso del agua y de los fertilizantes. Tiene una gran resistencia al estrés hídrico, lo que proporciona tranquilidad al horticultor ante posibles imprevistos.

La fibra de coco es totalmente biodegradable. Tras su uso como sustrato, puede ser incorporada al suelo como compost. (Ispemar, 2016)

4.2.2. CARBON VEGETAL:

Producto sólido y poroso que contiene entre 85 y 98% de carbón; se produce por calentamiento a temperaturas de 500 a 600°C (930 a 1100°F), en ausencia de aire, de materiales carbonosos como celulosa, madera, turba y carbones bituminosos o de menor nivel.

Los carbones vegetales de celulosa o madera son suaves y desmenuzables. Se utilizan principalmente para decolorar soluciones de azúcar y otros alimentos, y para quitar sabores y olores desagradables del agua. Los carbones duros y densos se obtienen de la cascara de nuez y de la turba. Se utilizan en máscaras antigás, en la separación de mezclas en la industria química y, también, en el tratamiento terciario de aguas residuales, dado que adsorben en forma eficaz la materia orgánica y mejoran la calidad del agua. (Ecured, 2016)

4.2.3. AGUAS GRISES:

Según (Jimenez, 2013), las aguas grises son las aguas generadas por procesos domésticos como el lavado de ropa, loza y el baño de las personas. Las aguas grises son distintas a las aguas negras, contaminadas con desechos. Las aguas grises pueden ser reutilizadas mediante la instalación de un sistema de cañerías que recuperen y dirijan esas aguas hacia algún depósito donde son depuradas para su posterior utilización en el llenado de las cisternas de los inodoros o para riego y limpieza de exteriores. Otra forma de depurar esas aguas es teniendo una pequeña piscina con plantas acuáticas (Fito depuración) donde son éstas las encargadas de limpiar y purificar el agua; proceso necesario, ya que las aguas grises sin tratar no pueden ser utilizadas pues generan malos olores si se dejan más de un día. Al reutilizar las aguas grises conseguimos un ahorro de unos 50 litros por persona al día. Reciclar y reutilizar las aguas grises generadas en nuestros hogares abre toda una nueva forma de pensar esta agua, que pasa de ser un desecho residual a una nueva fuente de recursos hídricos.

4.2.4. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS:

La DQO o Demanda Química de Oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en un agua gris. Es por tanto una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que nos da una idea muy real del grado de toxicidad del vertido. Existen distintas formas de disminuir la DQO como los tratamientos físico-químicos, la electrocoagulación y el ozono. La DBO₅ o Demanda Biológica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable existente en un agua gris. Es por tanto una medida del componente orgánico que puede ser degradado mediante procesos biológicos. Se puede decir por tanto que la DBO₅ representa la cantidad de materia orgánica biodegradable y la DQO representa tanto la materia orgánica biodegradable como la no biodegradable. (Ali Sreekrishnaa, 2007).

4.2.5. TRATAMIENTOS AGUAS GRISES:

El tratamiento de aguas grises puede ser doméstico o industrial. Básicamente, el procedimiento es en ambos casos el mismo, y sólo varía el volumen del agua tratada. Para poder tratar las aguas grises es necesario que el edificio disponga de dos sistemas hidráulicos independientes: por un lado, el de las aguas grises, es decir, el de las aguas que proceden de los lavabos y las duchas y baños, y por otro lado el resto de los desagües de la casa. Por este motivo, lo mejor para optimizar la amortización del sistema es planificar la inclusión de un sistema de aguas grises ya cuando se está planificando la construcción de la casa. Estas aguas son recogidas y enviadas al sistema de tratamiento de aguas grises, donde pasa por una serie de filtros y procedimientos, como detallaremos a continuación. Posteriormente, el agua tratada puede ser aplicada a multitud de usos; a todos aquellos usos en los que no resulta imprescindible la utilización de agua potable, es decir, todos, excepto beber, cocinar y ducharnos o lavarnos. De este modo, tratar las aguas grises resulta en un beneficio para nosotros, para la sociedad y para el medio ambiente. (Conacyt, 2010).

4.2.6. CALIDAD DEL AGUA:

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra las cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable. La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo. (Velez, 2014).

4.2.7. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL AGUA:

La calidad del agua está determinada por la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos tales como pH y conductividad, cantidad de sales y de la presencia de fertilizantes. Los seres humanos tienen una gran influencia en todos estos factores, pues ellos depositan residuos en el agua y añaden todas clases de sustancias y de contaminantes que no están presentes de forma natural. (Cuartas, 2011).

4.2.8. COMO SE DETERMINA LA CALIDAD DEL AGUA:

Para determinar la calidad del agua agencias certificadas toman muestras; toman cantidades pequeñas de agua en un medio que a posteriori se puede analizar en un laboratorio. Los laboratorios analizan estas muestras según varios factores, y ven si está dentro de los estándares de la calidad para el agua. Uno de estos factores es el número de colonias de bacterias coliformes; éstas son un indicador para la calidad del agua para beber o nadar. Otro factor es la concentración de ciertos contaminantes y de otras sustancias, tales como agentes de la eutrofización. (Castro, 2004).

4.2.9. IMPUREZAS DEL AGUA:

El agua que cumple con las normas de salubridad de manera que se le considera potable puede no ser satisfactoria para utilización en la fábrica de alimentos por cualquiera de varios otros motivos. Sucede con no poca frecuencia que el agua de la llave tenga un sabor u olor perceptible a cloro. Pero más comúnmente se debe a la presencia de rastros de fenol en el agua, los cuales reaccionan con el cloro, produciendo un fuerte olor medicinal. Muchas veces se puede eliminar éste mediante la filtración del agua por un lecho de carbono o arcilla adsorbente. La cantidad de cloro requerida para producir un agua estéril o casi estéril es muy variable y depende de la presencia de otras sustancias. Se tratará este tema más detalladamente en breve. (Domingo, 2013).

4.2.10. TURBIDEZ:

Es la dificultad del agua, para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso, etc. Además, interfiere con la mayoría de procesos a que se pueda destinar el agua. La turbidez nos da una noción de la apariencia del agua y sirve para tener una idea acerca de la eficiencia de su tratamiento. (Quiroz, 2015).

4.2.11. TIPOS BIOFILTROS

- **BIOFILTRO DE LECHO FIJO:**

Los biofiltros de lecho fijo constan de un material filtrante, que puede ser sintético, que sirve como soporte para los microorganismos y en el caso de los orgánicos como fuente de nutrientes para el crecimiento microbiano. Ejemplos de materiales filtrantes utilizados en este tipo de filtros son rocas porosas, tierra de diatomeas, perlita, tierra, trozos de maderas, diferentes tipos de compost, residuos orgánicos tales como cáscaras de cacahuete, de arroz o cortezas de pino, entre otros. El principio de los biofiltros de lecho fijo consiste en hacer pasar la corriente gaseosa saturada de humedad que contiene al contaminante a través del lecho en donde los contaminantes son degradados por los microorganismos.

- **BIOFILTRO DE RECIRCULACIÓN DE LÍQUIDO:**

El biofiltro de recirculación de líquido consiste de una columna empacada con un soporte inerte (usualmente de material cerámico o plástico) donde se desarrolla la biopelícula. A través del lecho se alimenta una corriente gaseosa que contiene el contaminante y una corriente líquida que es comúnmente reciclada a través del lecho y que tiene la función de aportar nutrientes esenciales a la biopelícula, así como de remover los productos de degradación de los microorganismos. Estos sistemas se recomiendan para compuestos solubles en agua. Son los utilizados en tratamiento de aguas residuales.

- **BIOFILTRO DE LECHO ESCURRIDO:**

El biofiltro de lecho escurrido (BLE) consiste de una columna empacada con un soporte inerte (usualmente de material cerámico o plástico) donde se desarrolla la biopelícula. A través del lecho se alimenta una corriente gaseosa que contiene al sustrato por biodegradar y una corriente líquida que es comúnmente reciclada a través del lecho y que tiene la función de aportar nutrientes esenciales a la biopelícula, así como de remover los productos de degradación de los microorganismos. Estos sistemas se recomiendan para compuestos solubles en agua. Los BLE tienen similares ventajas que los biolavadores, ya que la recirculación del líquido facilita la eliminación de los productos de reacción, así como un mayor control sobre el proceso biológico a través del control del pH y la composición del medio líquido. La operación de absorción y biodegradación del contaminante en los BLE se lleva a cabo en un solo reactor, lo cual los pone en ventaja sobre los biolavadores respecto a la huella física y la operación del mismo.

- **BIOLAVADOR:**

A diferencia de los biofiltros, el compuesto a degradar primero es absorbido en la fase líquida localizada en una torre de absorción llena de líquido. La operación consiste en hacer fluir el gas a contracorriente a través del líquido, donde los contaminantes y el O₂ son absorbidos. Posteriormente el líquido es alimentado a un reactor empacado de un material inerte cubierto de la película biológica encargada de degradar al contaminante. Los BL son los sistemas más adecuados para el tratamiento de compuestos muy solubles en agua.

Su ventaja respecto a los biofiltros es que no acumulan productos que pudieran tener efectos nocivos para los microorganismos y la facilidad de control del proceso biológico a través de la composición del medio líquido. (Elias, 2013).

4.3. MARCO CONTEXTUAL

El área en la cual se llevará a cabo el proyecto se encuentra localizada en municipio de Villa Germanía la cual cuenta aproximadamente con una población de 755 habitantes está ubicado en la zona suroccidental con una altitud media se 700ms.n.m. Limita hacia el norte con el municipio de Pueblo Bello; hacia el occidente limita con el municipio de El Copey; Al oriente limita con el corregimiento de Mariangola y al suroccidente con el corregimiento de Caracolí. El corregimiento también hace parte de la cuenca del río Cesar. El territorio es bañado por Los principales los ríos Garupal, Las Lajas, El Diluvio y Santa Tirsa. La mayor parte del territorio es de tipo sabana con bosque tropical. Durante las épocas de sequía o verano la región es propensa a incendios forestales. El corregimiento actualmente para la prestación de servicios de tratamientos de aguas potable y saneamiento básico, no cuenta con el sistema de Lagunas en el sector, lo cual esas aguas residuales domesticas son vertidas directamente al Rio Diluvio, quien es el que recibe las aguas después del tratamiento respectivo. (Alcaldia, 2016).

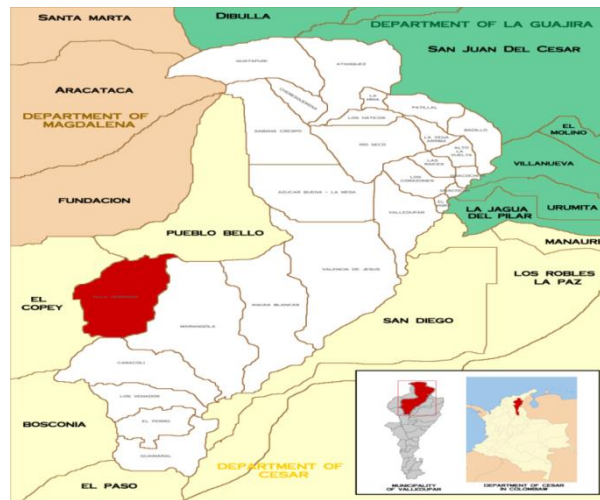


Figura 1. Ubicación Geográfica de Villa Germanía

FUENTE: CAMPO J, 2010 MAP BIBLIOTECA.

4.4. MARCO CONCEPTUAL

AFLUENTE: Agua superficial que entra aun sistema. (Estrada, Afluente, 2013)

AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (ARD): Son las provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza. (Rodriguez, 1999).

AGUAS RESIDUALES AGRÍCOLAS (ARA): Son las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas. Se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión. La descarga de esta agua es recibida directamente por los ríos o por los alcantarillados. (Rodriguez, 1999).

ANAERÓBICO: Proceso en sistemas de tratamientos de aguas residuales que tiene lugar en ausencia de oxígeno disuelto y recurre al oxígeno molecular disponible en la descomposición de compuestos. (Rangel, 2011).

BIO-PELÍCULA: Son organizaciones microbianas compuestas por microorganismos que se adhieren a las superficies gracias a la secreción de un exopolimero. (Guerreros, 2004).

BIOMASA: Es la cantidad total de material vivo, incluyendo las plantas y los animales, en una unidad de volumen. (Perez, 2008).

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO₅): Medida del nivel de los desechos orgánicos del agua que requieren de oxígeno para su descomposición por la acción bacteriana nos indica la materia orgánica presente en el agua, porque cuanto más hay, más activas estarán las bacterias aerobias, y más oxígeno se consumirá. (Estrada, 2010).

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO): Es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua”. (Douglas, 2007).

EFLUENTE: Agua superficial que sale de un sistema. (Estrada, 2013).

FILTRO: Dispositivo destinado a remover las impurezas del agua por distintos medios y para diferentes propósitos, como riego, consumo humano, acuarios o piscinas. (Moreno, 2006).

GRANULOMETRÍA: Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices. Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica. (Salvador, 2003).

MEDIO FILTRANTE: Los filtros plantados de flujo sub-superficial horizontal son lechos excavados en el suelo rellenos de un medio granular, a través de los cuales circula el agua y que no aflora a la superficie. (Baldwin Filters, 2015).

MEDIO GRANULAR: Sirve de sustento a las plantas y de sustrato para fijar la biopelícula, La profundidad de este varía entre 0,3 m y 0,6 m según el diseño. Al igual que su granulometría la cual podrá ser fina o gruesa. Se escogen según criterios del diseñador. (Carbotecnia, 2005).

MUESTRA PUNTUALES: Es la muestra tomada en un lugar representativo, en un determinado momento. El procedimiento para la toma de muestras puntuales se podrá desarrollar a través de la utilización de un muestreador (agua superficial y subterránea) o de un balde (aguas superficiales y vertimientos). (Ideam, 2007).

PH: Es una unidad de medida que sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia. Se determina a través del método potencio métrico, usando un pH-metro, calibrado con soluciones buffers de PH 4 y 7. (Velázquez, 2009).

SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES: Los sólidos suspendidos totales o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se

definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante. (Metcalf, 2003).

SOLIDOS SUSPENSIONES VOLATILES: La pérdida de peso por ignición son los sólidos volátiles. No es posible distinguir totalmente entre la materia orgánica y la inorgánica debido a que algunas sales minerales se descomponen o volatilizan. (Metcalf, 2003).

TRAMPAS DE GRASAS: Es un dispositivo especial que generalmente se utiliza para separar los residuos sólidos y las grasas que bajan por los artefactos de lavado y de preparación de alimentos en restaurantes, hoteles, negocios de comidas rápidas, plantas de producción y en diferentes aplicaciones y procesos industriales. (Cepis, 2003).

VERTIMIENTOS: Es la disposición controlada o no de un residuo líquido doméstico, industrial, urbano, agropecuario, minero. (Ministerio de Ambiente, 2010).

4.5. MARCO LEGAL

La problemática planteada en el desarrollo de esta investigación está enmarcada en las siguientes normas de la legislación colombiana referentes a la protección del medio ambiente y en particular al recurso agua en cuanto al manejo y disposición de los efluentes residuales, a saber:

Constitución política 1991. Art. 80 de la Constitución política colombiana de 1991: El cual contempla que: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”

Art. 79 de la constitución política colombiana de 1991: El cual consagra que: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se reorganiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones.

Artículo 31, numeral 10 de la ley 99 de 1993: Establece que le corresponde a la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) fijar en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que puedan afectar al medio ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental; aclarando que los límites, restricciones y regulaciones en ningún caso podrán ser menos estrictos que los definidos por el medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Ley 373 de 1997: Por medio de la cual se reglamenta el uso eficiente y racional del agua.

Decreto 1449 de 1947: Conservación de los recursos naturales renovables.

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

Decreto 1594 de 1984: Usos del agua y residuos líquidos.

Decreto 3100 de 2003: Por el medio del cual se reglamenta la tasa retributiva para la utilización directa de agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinantes

Decreto 3518 de 2006: Por el cual se crea y reglamenta el Sistema de Vigilancia en Salud Pública y se dictan otras disposiciones.

Decreto 3039 de 2007: Por el cual se adopta el Plan Nacional de Salud Pública 2007-2010, el Plan Nacional de Salud Pública 2007-2010 será de obligatorio cumplimiento, en el ámbito de sus competencias y obligaciones por parte de la Nación, las entidades departamentales, distritales y municipales de salud, las entidades promotoras de salud de los regímenes contributivo y subsidiado, las entidades obligadas a compensar, las entidades responsables de los regímenes especiales y de excepción y los prestadores de servicios de salud.

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

Resolución 1023 de 2005: Adopta las guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación del sector regulado y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las autoridades ambientales, como para la ejecución de los proyectos, obras o actividades.

Resolución 0631 de 2015: Por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. La resolución 0631 reglamenta el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010. Establece los parámetros y

límites máximos de vertimientos medidos en concentración, para Aguas Residuales Domésticas.

5. HIPÓTESIS

En el proyecto de investigación se busca demostrar la efectividad del modelo de biofiltro de fibra de coco en las aguas grises residuales domésticas, teniendo en cuenta que contiene un sistema de pre tratamiento que determinan los parámetros fisicoquímicos que se establecen en la toma de la muestra del agua en la entrada y salida del biofiltro.

6. METODOLOGÍA

6.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

El proyecto se enmarca en la línea de Sostenibilidad y gestión ambiental del programa de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad popular del cesar-UPC.

6.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

El tipo de estudio que se presenta en esta investigación es de tipo descriptivo-correlacional, porque inicialmente se trata de especificar propiedades importantes del comportamiento de los biofiltros a estudiar lo que permite someterlo a análisis, midiendo independientemente y con mayor precisión las variables en juego (Grajales, 2000), las cuales pueden ser correlacionadas para medir el grado de relación existente entre dos o más parámetros fisicoquímicos explorados: DBO₅, DQO, TEMPERATURA, SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, PH, NITROGENO TOTAL, FOSFORO TOTAL Y GRASAS Y ACEITES. De tal manera que se puedan reutilizar esas aguas grises y darle otra manera de uso.

6.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

El diseño de la investigación es No experimental Transeccional o Transversal, puesto que se recolectan datos en la variación de caudales estipulados en un momento único, para describir las variables y analizar los parámetros fisicoquímicos y la relación que existen entre los resultados obtenidos ante cada variación de caudal, teniendo su relación descriptivo-correlacional.

6.4. POBLACIÓN Y MUESTRA:

Durante la investigación de campo, que se realizó la Muestra piloto, para aplicarla a la población en el corregimiento de Villa Germania, zona suroccidental de Valledupar. Se tomó como muestra la del centro poblado, donde captamos las aguas grises generadas por estos residentes para su tratamiento, dispuestas a ser llevadas al laboratorio, en el que establecimos como evidencia la capacidad del biofiltro con fibra

de coco y el modelo convencional para clarificar y transformar estas aguas grises, luego ser reutilizadas en diversas actividades del hogar.

Se realizaron tres muestreos puntuales en el cual a cada sección se evaluó una entrada y salida del biofiltro de fibra de coco, el almacenamiento de las muestras fue a través de recipientes plásticos previamente sellados y rotuladas posteriormente llevadas al laboratorio conservadas a una temperatura $< 4^{\circ}\text{C}$ sin congelar.

6.5. DISEÑO METODOLÓGICO:

De acuerdo a los parámetros fisicoquímicos que se tuvo en cuenta para el estudio de los biofiltros, los veremos categorizados de la siguiente manera:

- Variable Dependiente: Eficiencia de los Biofiltros.
- Variable Independiente: DBO_5 , DQO, SST, T° , pH, NT, PT y GYA.

6.6. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

ETAPA 1:

Actividad 1: Recolección de la Información.

Descripción: Como técnica de recolección de información primaria tenemos: la observación, entrevista, cuestionarios, test, la encuesta, los diagramas psicométricos.

En cuanto a las técnicas de recolección secundaria tenemos que decir, que los datos de información secundaria suelen encontrarse diseminadas, ya que el material escrito se dispersa en múltiples archivos y fuentes de información. La técnica de la fuente de información secundaria se denomina documental y sus fuentes principales son: Internet, las bibliotecas, organismos estatales y de empresas, librerías.

Actividad 2: Recolección de la Muestra.

Descripción: Se tomó una muestra del agua gris que genera la población de villa Germania. Esta muestra es puntual, tomada in situ, de tal manera que para evaluar

los parámetros físicos químicos se establecieron los caudales máximos, medio y mínimo para determinar la eficiencia, remoción de los biofiltros. El muestreo se realizó de forma manual esto quiere decir que es realizado cuando se tienen sitios de fácil acceso o aquellos que por medio de ciertas adaptaciones puedan facilitar la toma de muestras. La ventaja de este tipo de muestreo es permitir al momento de tomar la muestra, observar los cambios en las características del agua en cuanto a sustancias flotantes, color, olor, aumento o disminución de caudales, etc. Posteriormente se inició el montaje con la toma de dos muestras representativas para la caracterización y poder definir los parámetros fisicoquímicos deseados a realizar en este estudio. Teniendo en cuenta las horas en el cual se utiliza la mayor cantidad de agua gris, la medición de ese caudal doméstico será en in-situ estos son determinantes de poblaciones pequeñas. La muestra fue almacenada en recipientes plásticos con una capacidad de un litro para su posterior estudio.

Técnicas de recolección de la muestra:

Para la recolección de las muestras se tuvo en cuenta prácticas adecuadas de recolección para garantizar que la muestra representara al modelo de biofiltro de fibra de coco. La mayor parte de estas se resumen en las recomendaciones generales dadas por Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente MDSMA (1997):

- El recipiente lo enjuagamos dos veces con la muestra
- Rotulamos cada uno de los recipientes
- Tomamos la muestra por debajo de la superficie del agua y sin tocar los sedimentos para la muestra cruda que se encontraba en el tanque de alimentación.
- En el efluente de los biofiltros se recolectaron las muestras para los previos estudios de los parámetros físico-químicos.
- Almacenamos en un recipiente con hielo para conservar la temperatura óptima de cada una de las muestras.

Actividad 3: Caracterización del Agua en la Entrada y Salida del Biofiltro.

Descripción: Para la determinación de la caracterización fisicoquímica del efluente del agua gris que se produce al momento de la descarga, se tuvo en cuenta los siguientes parámetros: demanda biológica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), grasas y aceites (GyA), temperatura (T°), pH, Nitrógeno Total y Fosforo Total los cuales se determinaran mediante las pruebas de laboratorio.

Tabla 1. Parámetros Fisicoquímicos con sus respectivos métodos de evaluación.

PARAMETROS	METODOS
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (DBO ₅)	Winkler
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)	Espectrofotometría
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	Gravimétrico
PH	Potenciómetro
TEMPERATURA	Potenciómetro
NITROGENO TOTAL	Volumétrico
FOSFORO TOTAL	fotométrico
GRASAS Y ACEITES	Extracción Soxhlet

Fuente: Autores, 2018.

Actividad 4: Diseño Piloto del Biofiltro de Fibra de Coco

Descripción:

Alternativas del biofiltro de fibra de coco

Los biofiltros de fibra de coco son unas de las tecnologías más sencilla y de bajo costo de implantación y operación; económicamente rentable. Prácticamente libres

de mantenimiento, el proceso de biofiltración resulta en una descomposición completa de los contaminantes, creando productos secundarios no peligrosos. El material constituyente del biofiltro es orgánico, no tóxico y biodegradable mediante el proceso de compostaje ya una vez finalizada su vida útil.

Tratamiento primario o pretratamiento

En esta etapa se separa la mayor cantidad de sólidos, tanto flotantes como los más pesados, que pueden ser decantados situándose en la parte inferior del primer tanque. Se producirá una separación de las grasas y detergentes, que quedarán en la parte superior del depósito, mediante la diferencia de pesos específicos. En esta etapa se coloca también un segundo tanque con las mismas características, permitiendo la separación de los sólidos pesados y grasas que puedan escaparse del primer tanque. Para los sistemas de biofiltración actualmente promovidos, se utilizan dos tanques separadores de grasas en serie, con el fin de garantizar una mayor remoción de sólidos pesados y grasas. (Conacyt, 2009).

Tratamiento Biológico.

El agua gris contiene nutrientes como nitrógeno y fósforo (que vienen principalmente de los detergentes y jabones). Se puede reutilizar hasta un 80% del agua que ingresa al biofiltro el agua sale mucho más limpia que cuando ingresó al biofiltro y puede ser utilizada para riego de árboles, jardines, plantas y actividades domésticas.

El material filtrante (*Cocos nucifera*) también realiza una segunda tarea en el tratamiento, capturando el material grasoso o jabonoso que puede estar contenido en el agua luego del tratamiento primario.

Estructura del Biofiltro

Tabla 2. Estructura Común de un Biofiltro

DISTRIBUCCION	DESCRIPCION
AFLUENTE O AGUAS GRISES	Aguas provenientes del lavado o para la higiene del cuerpo.
TANQUES SEPARADORES DE GRASAS Y ACEITES	Tratamiento primario.
TRATAMIENTO BIOLÓGICO	Biofiltro.
EFLUENTE O DISPOSICIÓN FINAL	Reúso, lavado y riego.

Fuente: Autores, 2018.

ETAPA 2:

Actividad 1: Tabulación y Comparación de los Resultados Obtenidos.

Descripción: Elaboración de gráficos para la correlación de parámetros a un 80% de eficiencia.

Actividad 2: Determinación de la Eficiencia Global del Biofiltro de Fibra de Coco Respecto a los Parámetros Físicoquímicos.

Descripción: La idea principal de este proyecto es proponer una alternativa ecológica de tratamiento de aguas grises en un proceso de un Biofiltro de fibra de coco. Este proceso tiene una alta eficiencia en la remoción de materia orgánica y organismos patógenos, que al determinar los parámetros físicoquímicos se puede decir que la eficiencia del biofiltro de fibra de coco está dentro de la norma de Calidad ambiental y de descarga de efluentes del recurso Agua.

ETAPA 3.

Actividad 1: Apoyo Bibliográfico de la Información Existente de los Biofiltros.

Descripción: Se revisó e investigo documentos que están relacionados con los biofiltros de fibra de coco. Se identificaron las diferencias con los biofiltros convencionales.

Actividad 2: Comparación entre Variables (Eficiencia y Costo del Biofiltro)

Descripción:

Tabla 3. Comparación Eficiencia y Costos entre Biofiltros

BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO	BIOFILTRO CONVENCIONAL
La eficiencia del tratamiento de estos elementos se encuentra por encima del 80-90%.	La eficiencia para el tratamiento se encuentra en un 75– 85%.
La fibra de coco absorbe muy rápidamente el agua cuando está seca y estimula la retención de nutrientes.	Produce Lodos Estables que pueden ser utilizados como abono natural
El pH es neutro, por lo que es perfecto para sembrar cualquier tipo de plantas. Suele estar entre 5.5 y 6.5.	Eliminación de agentes patógenos
Acelera el crecimiento de la planta en un 25%.	No requiere suministro de oxígeno, el diseño contempla la aireación natural.
Es realmente económico.	No soporta variaciones grandes de carga ni caudal.

Fuente: Autores, 2018.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS GRISES DEL CORREGIMIENTO DE VILLA GERMANIA, VALLEDUPAR.

Recolección de la Información:

En el corregimiento de Villa Germania las redes de alcantarillado, se encuentra en pésimas condiciones, por lo tanto, este sistema esta echo de un material de Tipo Gres que no es el acto para la construcción de dichos sistemas, anteriormente eran los más utilizados como lo muestran cada una de las imágenes:



Figura 2. Habitantes Aledaños a los Manjoles

Fuente: Autores, 2018.

Teniendo en cuenta que la población de Villa Germania es de 110 viviendas, garantizan un gasto promedio de aguas grises de 0.06 m³/día que equivale a 3 pimpinas de agua gris, lo que indica un gasto total diario de 6.6 m³/día, lo cual con la ayuda de los sistemas de biofiltros se puede mitigar el impacto que genera el rebosamiento de los manjoles y escorrentías superficiales hacia el Rio Diluvio donde posteriormente se le realiza un pre-tratamiento teniendo la caracterización de esas aguas se le da un uso ya sea para riego de plantas y actividades domésticas en las viviendas.



Figura 3. Rebosamiento de los Manjoles.

Fuente: Autores, 2018.

Estos modelos de biofiltro sirven como prevención a la salud de cada uno de los habitantes del corregimiento, evitando la propagación de plagas y enfermedades ocasionadas por la proliferación de malos olores emitidos por los rebosamientos de las redes de alcantarillado, ocupan poco espacio, tiene gran facilidad de operación y mantenimiento y puede aplicarse a cualquier núcleo de población, independientemente del tamaño evidenciando esto en las imágenes anteriores.

Estos sistemas son más económicos que los sistemas tradicionales. El reciclaje de las aguas incide directamente en la parte financiera: al reducir volúmenes de agua que no entran al sistema de alcantarillado, se reducen proporcionalmente los costos por dar un tratamiento a esas aguas. Los biofiltros, además de brindar un tratamiento desde el hogar a las aguas grises, permiten tener la posibilidad de un reusó. El agua resultante del efluente del sistema puede ser utilizada para otras actividades dentro del mismo hogar (según la calidad que está presente al final del tratamiento), reduciendo el consumo del agua potable hasta en un 20%. Con esto se evitan los altos costos de realizar esta estructura en concreto y se hace más sencilla su construcción.

Los biofiltros no incurren en gastos por mantenimiento. El mantenimiento rutinario es compromiso por las mismas familias que adquieren el sistema, el cual es simple y

utiliza utensilios que usualmente se encuentran en los hogares (grava gruesa, grava fina, tanques recolectores de agua etc.). Los pobladores del corregimiento se sustentan día a día de la agricultura y primordialmente de los cultivos de palma de coco, dicho material es auto sostenible para la elaboración del biofiltro de fibra de coco, este material está apto al alcance de cada uno de ellos por lo cual utilizar este material es una gran ventaja económicamente ya sea para el montaje como el mantenimiento de los biofiltros, el sistema funciona enteramente por gravedad, por lo que no necesita de energía eléctrica.

Por ser un sistema de simple aplicación, la construcción de los biofiltros no necesita de mano de obra calificada. La modalidad de construcción se da bajo el concepto de autoconstrucción por esfuerzo propio con asistencia técnica, lo que permite el involucramiento en la elaboración del biofiltro de las mismas familias que optan por esta alternativa, con un acompañamiento técnico. El acompañamiento consiste en charlas de sensibilización para exponer las ayudas que el sistema de biofiltrado ofrece y explicar cómo contribuye a disminuir los impactos ambientales del mal manejo de las aguas grises. La asistencia técnica se da en dos fases, la primera por medio de una reunión de capacitación y la segunda durante la construcción y finalización del sistema. Se evalúa la posible descarga de agua que los hogares realizan de manera cotidiana y con estos datos se procede a diseñar las dimensiones de los biofiltros.

En base a las experiencias realizadas con este tipo de tecnología, se siguen los pasos siguientes:

Campaña de sensibilización: La campaña tiene como objetivo principal el mostrar a los habitantes la necesidad de un saneamiento adecuado para elevar sus niveles de vida, y mostrar el sistema de biofiltros como tecnología alternativa para el tratamiento y recuperación de las aguas grises, mostrando las bondades del producto, tanto ambientales como económicas.

El Corregimiento de Villa Germania, es caracterizado por la falta del servicio de alcantarillado sanitario que conlleva a condiciones ambientales negativas, con charcos en sus calles, producto de la mala disposición de las aguas grises en los diferentes hogares. Ubicación y sitio Se realiza un conteo de los hogares que desean la adquisición de la tecnología y luego se considera la disponibilidad de área en los terrenos para su ubicación. Para definir el sitio o superficie donde se instala el biofiltro es importante: Analizar los lugares de afluente y efluente de aguas grises (baño, lavaderos, cocinas sitio de disposición final etc.).

Diseño por vivienda de los biofiltros: Se analiza el número de personas por hogar, las costumbres de uso del agua, el horario de abastecimiento de agua potable, de manera de estimar la dotación y la posible descarga de agua que los hogares realizan de manera cotidiana. Con estos datos se procede a diseñar las dimensiones de los biofiltros.

Recolección de la Muestra:

Se realizó una encuesta en la población de Villa Germania, para conocer el uso del agua y la cantidad producida por viviendas de cada uno de los pobladores.

Arrojando como resultado un consumo promedio de 2 a 4 pimpinas de agua potable, es decir de 0,4 a 0,8 m³/día. Comprobando estos consumos determinamos que, para la construcción de los biofiltros, la recolección del agua gris en cada vivienda da un abastecimiento al tanque de 50 galones estipulado como receptor de estas aguas. Mostrándose en la tabla 4.

Mediante la siguiente ecuación se estableció una muestra promedio que determino el uso y consumo del agua gris en el corregimiento de Villa Germania, dándonos a conocer datos precisos de como los habitantes distribuyen de una forma equitativa el agua potable, para su posterior vertimiento al alcantarillado y a los canales abiertos que por escorrentías afectan a Rio Diluvio.

De tal manera que esas aguas grises con exceso de carga contaminante en detergentes y grasas afectan el crecimiento del ecosistema acuático que en el Río habita por su alto contenido de alcalinidad.

- Número de muestra

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_\alpha^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z_\alpha^2}$$

- n = Tamaño de la muestra.
- N = Tamaño población (110 viviendas)
- σ = Desviación estándar de la población, que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.
- Z = 1.96 al 95%.
- e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

$$n = \frac{110 \times 0.5^2 \times 1.96^2}{0.05^2 \times (110 - 1) + 0.5^2 \times 1.96^2} = 85,68 \approx 86$$

Ya seleccionada la muestra representativa de la población en viviendas de Villa Germania, se procedió a realizar una encuesta para evaluar y determinar los diversos usos que el poblador de este corregimiento le da al agua, así como la cantidad que utilizan a diario. El formato de encuesta utilizado lo encontramos en el Anexo 2. Los resultados obtenidos fueron:

Tabla 4. Resultados Encuestados

N°	NOMBRE	CONSUMO DIARIO EN PIMPINA	M ³ / DIA	GAL
1	YORGEN HUMBERTO VILLALVA JAIMES	1	0,02	5
2	ERNESTO REMOLINA	1	0,02	5
3	NILVIA SOFIA ARZUAGA VALLE	2	0,04	10
4	JUAN ARZUAGA VALLE	3	0,06	15

(Continuación tabla 4)

5	SAMUEL MEDINA	2	0,04	10
6	CESAR JOAQUÍN OSPINO ARZUAGA	1	0,02	5
7	JAISENEL RUIDIAZ GUTIÉRREZ	1	0,02	5
8	ISRAEL ANTONIO CORREA JARAMILLO	2	0,04	10
9	ALFONSO CONTRERAS	4	0,08	20
10	CARMEN OLIVA RIOBOT ARENGA	1	0,02	5
11	ORLANDO LUIS ALVAREZ PRADO	2	0,04	10
12	RAMÓN ELI CUADROS JAIMES	1	0,02	5
13	LUZ ELENA BELEÑO PERTUZ	1	0,02	5
14	EDUVIN BOTELLO CLAVIJO	3	0,06	15
15	LUIS DAVID BECERRA HERNÁNDEZ	2	0,04	10
16	NURIS MARÍA VELAZCO	1	0,02	5
17	GRACILIANO MARTINEZ GARCIA	2	0,04	10
18	ANGEL NOLBERTO MARTINEZ RUIZ	1	0,02	5
19	NICOLAS SERREANO	1	0,02	5
20	MARIA ONEIDA GARCIA ZAPATA	3	0,06	15
21	RUBYS ELENA MERCADO VALDEZ	2	0,04	10
22	LUIS MERCADO POLO	1	0,02	5
23	GENRY DAZA ALVAREZ	2	0,04	10
24	ARACELLY NUÑEZ	4	0,08	20
25	DONALDO JOSE MONTAÑO ARMENTA	1	0,02	5
26	LUIS ARCADIO GARCIA LOPEZ	2	0,04	10
27	ANA LEONAR QUINTANA CATALÁN	2	0,04	10
28	GUILLERMO SALAZAR MOSQUERA	1	0,02	5
29	YANETH AMPARO SALAMANCA GARCIA	1	0,02	5
30	GUSTAVO DE JESUS ROMERO	1	0,02	5
31	CARLOS ARTURO PAEZ BASTOS	1	0,02	5
32	SANTIAGO DE JESUS PEÑA SANCHEZ	2	0,04	10
33	EDINSON LUIS DAZA MARTINEZ	1	0,02	5
34	EMIRO GALVIS	2	0,04	10
35	FLOR MARIA CASTELLANOS MORENO	2	0,04	10
36	JORGE ENRIQUE CASTELLANO MORENO	2	0,04	10
37	ANTONINO RUIDIAZ CAMARGO	2	0,04	10
38	LACIDES SILVESTRE BALETA BAQUERO	3	0,06	15
39	BRIGIDO SEGUNDO SALA ZAPATA	2	0,04	10
40	DIONEL ANGARITA ANGARITA	1	0,02	5
41	LUZ SILVIA VILLAZON MAESTRES	1	0,02	5
42	DUBER FRANCISCO ARIAS VILLAZON	1	0,02	5
43	ARSENIO LOBO BAYONA	3	0,06	15

(Continuación tabla 4)

44	ELVIRA VELAZCO HERNANDEZ	1	0,02	5
45	LUZ MARIA CASTELLANOS	1	0,02	5
46	FLOR MARIA CASTELLANOS MORENO	2	0,04	10
47	EDUARDO ALCIDES DAZA JIMENMEZ	1	0,02	5
48	GLADYS YANETH OSORIO SANTIAGO	1	0,02	5
49	PEDRO PABLO CEVERICHE MONTES	2	0,04	10
50	CORINA MORENO	2	0,04	10
51	EFRAIN SALCEDO PABON	1	0,02	5
52	FLOR DEL CARMEN PEDRAZA	1	0,02	5
53	VICENTE SALCEDO PEDRAZA	2	0,04	10
54	OFELIA SALCEDO PEDRAZA	2	0,04	10
55	ELDA ROSA DUARTE CONTRERAS	2	0,04	10
56	HENRY RODRIGUEZ FLORES	3	0,06	15
57	LEONARDO ENRIQUE MONTES	4	0,08	20
58	LUZ MERY TALLES NAVARRO	1	0,02	5
59	ANGEL CUSTODIO VILLAZON RODRIGUEZ	2	0,04	10
60	OLGER VILLAZON MAESTRE	1	0,02	5
61	JORGE LEONARDO HERNANDEZ ORTIZ	1	0,02	5
62	DAVID BECERRA HERNANDEZ	1	0,02	5
63	EDWIN FERMIN YARA JIMENEZ	1	0,02	5
64	BETY MARIA APONTE PEDROZO	2	0,04	10
65	UBALDO JOSÉ RODRIGUEZ MERCADO	3	0,06	15
66	ADOLFO DAVID MONTES OLIVEROS	2	0,04	10
67	TERESA DE JESUS BOCANEGRA SANTANA	1	0,02	5
68	PEDRO JESUS SANCHEZ	1	0,02	5
69	YAMILE BECERRA MERCADO	1	0,02	5
70	ALBA ROSA JIMENEZ GALVIS	1	0,02	5
71	NAVIS RUIDIAZ GUTIERREZ	3	0,06	15
72	LUZ CELINA PERTUZ JIMENEZ	1	0,02	5
73	MARIA DEL CARMEN BRAVO VANEGAS	1	0,02	5
74	YEINER ENRIQUE MERCADO JIMENEZ	2	0,04	10
75	CRISTIAN JOSÉ OSORIO SANTIAGO	1	0,02	5
76	LUIS OSORIO RUIZ	2	0,04	10
77	LUZ SENIDA MENDEZ OLIVARES	1	0,02	5
78	JESICA MARIA BECERRA JIMENEZ	3	0,06	15
79	CARMEN DANIEL ACOSTA	1	0,02	5
80	LUZ FANY SANABRIA	1	0,02	5
81	MARIA DEL AMPARO HERRERA	2	0,04	10
82	YOMAIRA ESTHER BERRRAZA MORALES	2	0,04	10
83	PALMIRA DOLORES MONTERO MAESTRE	3	0,06	15
84	YANETH NIETO ARIETA	4	0,08	20
85	VANESSA QUINTERO CORDOBA	2	0,04	10

(Continuación tabla 4)

86	LILIANA ESTHER GARCIA PEREZ	1	0,02	5
	PROMEDIO	1,72	0,03	8,60

Fuente: Autores, 2018.

La cantidad de agua gris que fue necesaria para alimentar el biofiltro y que el flujo fuera constante fue de 50 galones aproximadamente por día, con este dato se puede estimar:

- Que 1 biofiltro puede ser abastecido por 6 viviendas:

Como se requiere 8,60 galones en promedio por vivienda en el corregimiento, de los 50 galones se procede a realizar el cálculo:

$$\frac{50 \text{ gal}}{8,60 \text{ gal/vivienda}} = 5,81 \cong 6 \text{ viviendas/biofiltro}$$

- Como 1 biofiltro puede ser abastecido por 6 viviendas, entonces para las 110 viviendas es necesario la construcción:

$$\frac{110 \text{ viviendas}}{6 \text{ viviendas/biofiltro}} = 18 \text{ biofiltros/corregimiento}$$

Obteniendo 18 biofiltros para el pre tratamiento de las aguas grises producida por los habitantes de la comunidad de Villa Germania.

La recolección de los 50 galones abastece el biofiltro piloto en fibra de coco y carbón vegetal. Para determinar la eficiencia del biofiltro se recolectaron 7 muestras puntuales, una en el afluente y 6 muestras del efluente del biofiltro todas realizadas al mismo tiempo, donde fueron llevadas al laboratorio BIOINDALAMB para los parámetros fisicoquímicos Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y NANCY FLOREZ para el parámetro fisicoquímico nitrógeno total (NT), fosforo total (PT), Grasas y Aceites (GyA). Los parámetros como Temperatura, Sólidos Suspendidos Total y pH, fueron realizados en el laboratorio de ingeniería ambiental y sanitaria de la Universidad Popular del Cesar, sede Sabanas.

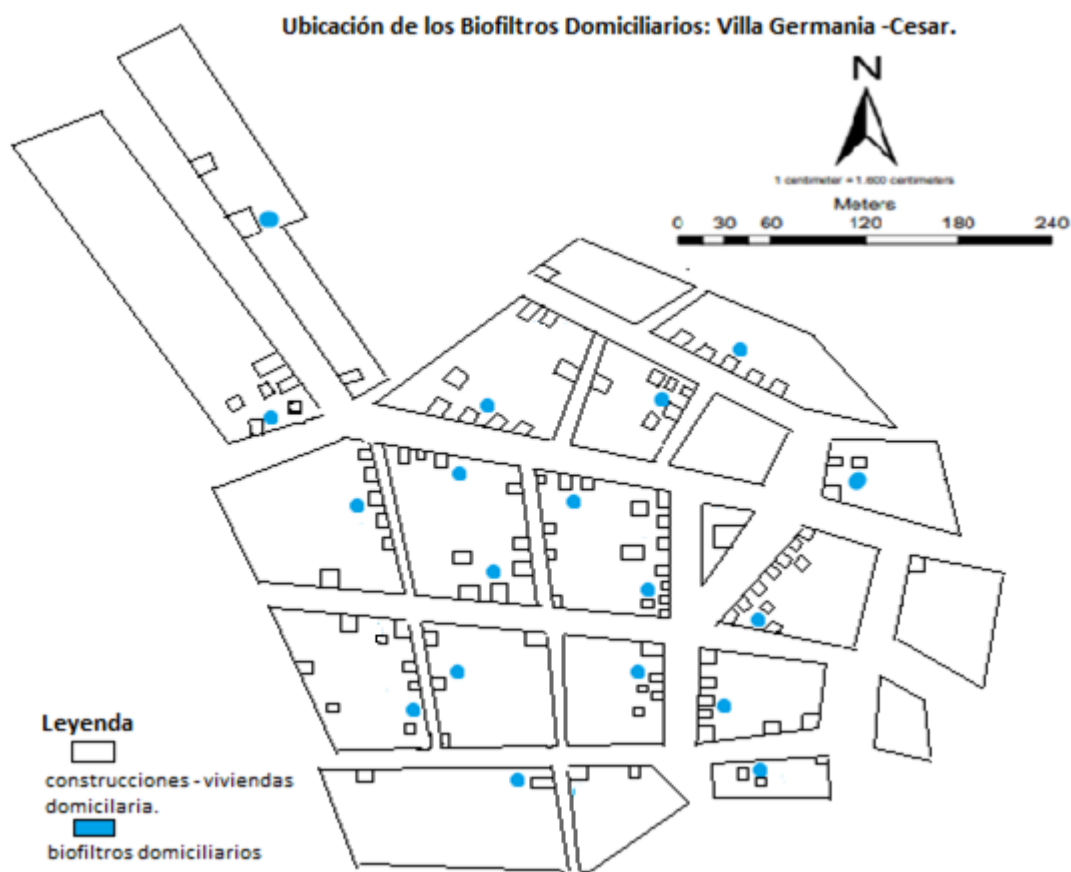


Figura 4. Ubicación de los Biofiltros Domiciliarios: Villa Germania, Cesar.

Fuente: Autores, 2018.

En la figura 4. Se instauraron los 18 biofiltros domiciliarios en las 110 viviendas censadas del corregimiento, este será el esquema representativo para la distribución de un biofiltro para cada 6 viviendas las cuales abastecen a la metodología planteada anteriormente.

Catastro del Corregimiento: Villa Germania - Cesar

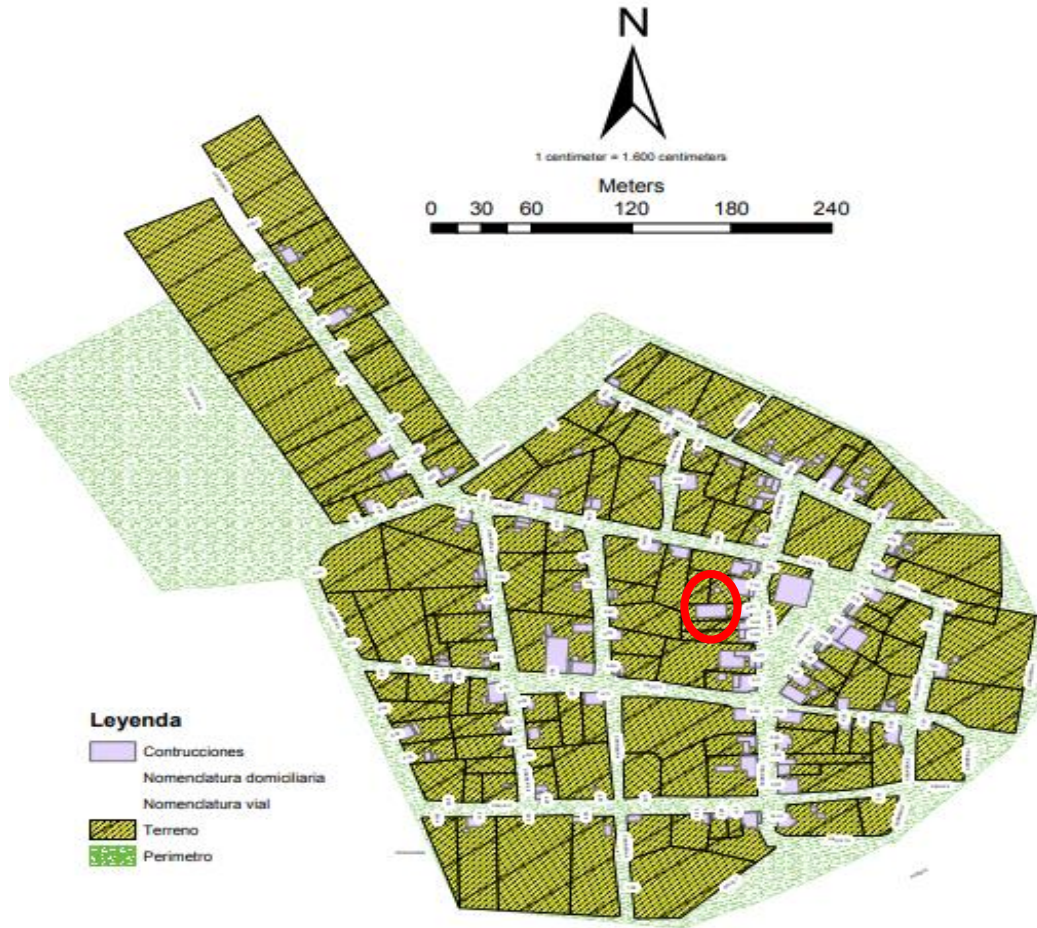


Figura 5. Catastro: Villa Germania, Cesar.

Fuente: Beleño, 2018.

En la figura 5 se muestra el punto de ubicación del sistema de biofiltración, lo que indica que en ese sitio se va a proceder a realizar el posterior estudio a las aguas grises caracterizadas en ese lugar. Con la ayuda del inspector del corregimiento de Villa Germania Navis Ruidiaz nos facilitó el espacio para ubicar el montaje y así dar el tratamiento de los parámetros físico- químicos de cada una de las muestras tomadas.



DISEÑO PILOTO DEL BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO Y MODELO CONVENCIONAL:



Figura 6. Biofiltro Piloto.

En la figura 6 podemos observar el montaje de los biofiltros, a la derecha Biofiltro de Carbón Vegetal, izquierda Biofiltro de Fibra de Coco. Posterior a ellos el tanque de almacenamiento seguido de la trampa de grasas






Tabla 5. Materiales Usados para el Diseño de Biofiltros.

MATERIALES	CANTIDAD	DESCRIPCION
	5	VALVULA DE PASO $\frac{3}{4}$: mecanismo regulador consiste en una esfera con un orificio central que al girar regula el flujo de agua.
	4	TAPONES SOLDADO $\frac{3}{4}$: diseñado para el transporte de fluidos a presión.

(Continuación tabla 5)

	<p>4</p>	<p>UNIONES $\frac{3}{4}$: son accesorios que se usan para unir dos tuberías con rosca o presión existen de diferentes medidas.</p>
	<p>1</p>	<p>REDUCCION $\frac{3}{4}$: es un accesorio que permite pasar de un diámetro mayor a un diámetro menor en la tubería.</p>
	<p>1</p>	<p>CODO DE 90° $\frac{3}{4}$: son considerados como un accesorio que se instala entre las dos longitudes de un tubo para permitir un cambio de dirección.</p>
	<p>4</p>	<p>TEE $\frac{3}{4}$: son accesorios que determinan direcciones en la tubería a 180°</p>
	<p>1</p>	<p>TUBO PVC $\frac{3}{4}$: son tubos ranurados de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), son los que disponen de perforaciones u orificios uniformemente distribuidos en su superficie, usados en el drenaje de suelos.</p>
	<p>1</p>	<p>BALDE DE 20 LT: es un accesorio que en nuestro sistema tiene un funcionamiento de trampa de grasa casera.</p>
	<p>1</p>	<p>TANQUE DE 50 GALONES: su funcionamiento es almacenar las aguas grises necesaria para estar alimentando al sistema.</p>

(Continuación tabla 5)

	<p>1</p>	<p>TANQUE BALA 30 LT: es la parte fundamental donde van los filtros, que contienen un % de material de grava gruesa, grava fina, fibra de coco y carbón activado.</p>
	<p>2</p>	<p>LATA DE GRAVA FINA: sirven para filtrar desde mayor, hasta menor permitividad de paso, contra los sólidos en suspensión, "residuos flotantes" presentes en el filtro.</p>
	<p>2</p>	<p>LATA DE GRAVA GRUESA: sirven para filtrar desde mayor, hasta menor permitividad de paso, contra los sólidos en suspensión, "residuos flotantes" presentes en el filtro.</p>
	<p>½</p>	<p>SACO DE CARBON ACTIVADO: Se utiliza actualmente para eliminar un amplio rango de contaminantes del agua por medio del proceso de adsorción. Se la puede utilizar para purificar, desodorizar y declorar el agua.</p>
	<p>1</p>	<p>SACO DE FIBRA DE COCO: Es un material absorbente que garantiza la eliminación de microorganismos patógenos en el agua a tratar.</p>

Fuente: Autores, 2018.

- **FUNCIONAMIENTO DE LOS BIOFILTROS SEGÚN SUS ETAPAS.**

Etapa de Almacenamiento:

TANQUE DE 50 GALONES: El objetivo del tanque de almacenamiento es mantener un depósito de agua gris permanente para su posterior uso tratamiento.

Etapa de Pretratamiento:

TRAMPA DE GRASA (20 LT): Esta permite la separación y recolección de grasas y aceites del agua usada y evita que estos materiales ingresen a los biofiltros.

Biofiltros:

GRAVA GRUESA, FINA: La filtración es una operación unitaria de gran importancia dentro de un sistema de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Generalmente la filtración se efectúa después de la separación de la mayoría de los sólidos suspendidos por sedimentación, aunque dependiendo de las características del agua.

FIBRA DE COCO: Este producto tiene gran capacidad de retención de agua, sus fibras se comportan como esponjas, tiene buen equilibrio entre retención de agua y capacidad de aireación, Se trata de un producto ecológico y sostenible. Su extracción y posterior eliminación no conlleva impacto medioambiental.

CARBON VEGETAL: Por su parte, el carbón activo es uno de los principales adsorbentes para el tratamiento de aguas contaminadas y su uso es válido en diferentes entornos, tanto para filtros de uso doméstico como para el tratamiento de vertidos en entornos naturales con altos niveles de contaminación por agentes químicos tóxicos.

DETERMINACIÓN DE CAUDALES: Se definió que es adecuado laborar con tres caudales distintos, puesto que la válvula de $\frac{3}{4}$ " permite máximo ese número de variabilidad. Para la determinación de los caudales se tuvo en cuenta que la válvula solamente tiene una máxima abertura de 90 grados, por lo tanto, la variación de

caudal aumentaría cada 30 grados, posterior a ella se realiza una reducción de diámetro en la tubería afluyente.

En la siguiente imagen podemos observar cómo se estableció el control de la válvula:

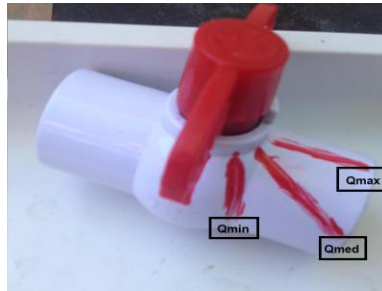


Figura 7. Válvula de Regulación de Caudal

Fuente: Autores, 2018.

Teniendo en cuenta el peso vacío y lleno de un recipiente, y cronometrando el tiempo de llenado en una prueba piloto inicial se pudo determinar la variación del caudal a las diferentes aberturas que se observan en la figura 7. Los resultados fueron los siguientes:

Se tomó un recipiente con un peso vacío de 75 gramos, se abrió la válvula a 30° e instantáneamente se cronometró, al finalizar se pesó nuevamente el recipiente lleno, el resultado en la báscula fue de 435 gramos. Con estos datos determinamos el volumen de agua que ocupó en determinado tiempo (1296 segundos, puesto que este ejercicio se hizo para el caudal mínimo) el recipiente, para hallarlo tenemos:

$$\text{Peso Agua} = \text{Peso recipiente lleno} - \text{Peso recipiente vacío}$$

$$\text{Peso Agua} = 435 - 75 = 360 \text{ gramos}$$

Conociendo que la densidad del agua es 1 gramo por centímetro cúbico, tenemos:

$$\rho = \frac{P}{V}$$

Despejando:

$$V = \frac{P}{\rho} = \frac{360 \text{ gr}}{1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}} = 360 \text{ cm}^3$$

Lo que representa 0.00036 metros cúbicos de agua que ocuparon el recipiente (columna 4 de la tabla 6).

Tabla 6. Abertura de Válvula para hallar Caudal.

VARIACIÓN DE ABERTURA DE LA VÁLVULA	CAUDAL	TIEMPO DE LLENADO (SEGUNDOS)	RECIPIENTE TOMADO PARA EL VOLUMEN (M ³)	CAUDAL (VOLUMEN / TIEMPO) (M ³ /S)	CAUDAL (M ³ /DÍA)
30°	Mínimo	1296	0.00036	2,77 x 10 ⁻⁷	0,024
60°	Medio	864	0.00036	4,17 x 10 ⁻⁷	0,036
90°	Máxima	648	0.00036	5,56 x 10 ⁻⁷	0,048

Fuente: Autores, 2018.

Con la regulación del caudal establecido, se inicia el funcionamiento del biofiltro piloto desde un caudal mínimo, variándolo a un caudal máximo.

El rango de funcionamiento por cada caudal fue establecido de la siguiente manera: teniendo en cuenta que cada unidad de biofiltro contenía tres lechos filtrantes distintos (Grava gruesa, fibra de coco y grava fina para la unidad 1, grava gruesa, carbón vegetal y grava fina para la unidad 2) se determinó el Tiempo de Retención Hidráulico (TRH) individualmente por cada lecho filtrante teniendo en cuenta su porosidad teniendo en cuenta la tabla 7 y posterior una sumatoria para determinar el TRH total.

Tabla 7. Porosidades de Varios Agregados

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO EFECTIVO D10 (MM)	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA, KS (M³/M²/D)	POROSIDAD, N%
ARENA GRUESA	2	100 – 1.000	28 – 32
ARENA GRAVOSA	8	500 – 5.000	30 – 35
GRAVA FINA	16	1.000 – 10.000	35 – 38
GRAVA MEDIA	32	10.000 – 50.000	36 – 40
ROCA GRUESA	128	50.000 – 250.000	38 – 45

Fuente: Delgadillo O., 2010

Las unidades de biofiltro tienen las siguientes dimensiones:

Para Grava Gruesa

Largo (L) = 20 centímetros

Ancho (A) = 35 centímetros

Profundidad (H) = 18 centímetros

Porosidad grava gruesa (P) = 40%

Porosidad grava fina (P) = 38%

Para Fibra de Coco y Carbón Vegetal

Largo (L) = 21 centímetros

Ancho (A) = 35 centímetros

Profundidad (H) = 18 centímetros

Porosidad Fibra de Coco (P) = 11%, (Amézquita, 2014)

Porosidad Carbón Vegetal (P) = 6 %, (Disaso S.A., 2010)

Teniendo en cuenta los datos anteriores podemos determinar el TRH con la siguiente formulación:

$$\text{TRH} = \frac{V}{Q} = \frac{L * A * H * P}{Q}$$

El TRH para grava gruesa será:

$$\text{TRH}_{\text{GG}} = \frac{0,20 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 0,18 \text{ m} * 0,4}{0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 0,210 \text{ días}$$

El TRH para fibra de coco será:

$$\text{TRH}_{\text{FC}} = \frac{0,24 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 0,18 \text{ m} * 0,11}{0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 0,069 \text{ días}$$

El TRH para carbón vegetal será:

$$\text{TRH}_{\text{CV}} = \frac{0,24 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 0,18 \text{ m} * 0,06}{0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 0,038 \text{ días}$$

El TRH para grava fina será:

$$\text{TRH}_{\text{GF}} = \frac{0,21 \text{ m} * 0,35 \text{ m} * 0,18 \text{ m} * 0,38}{0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 0,209 \text{ días}$$

Por lo tanto, el TRH total con el caudal mínimo, para el biofiltro de fibra de coco será:

$$\sum \text{TRH} = \text{TRH}_{\text{GG}} + \text{TRH}_{\text{FC}} + \text{TRH}_{\text{GF}}$$

$$\sum \text{TRH} = 0,210 + 0,069 + 0,209$$

$$\sum \text{TRH} = 0,49 \text{ días}$$

Lo que representa 11,73 horas. El TRH total con el caudal mínimo, para el biofiltro de carbón vegetal será:

$$\sum \text{TRH} = \text{TRH}_{\text{GG}} + \text{TRH}_{\text{CV}} + \text{TRH}_{\text{GF}}$$

$$\sum \text{TRH} = 0,210 + 0,038 + 0,209$$

$$\sum \text{TRH} = 0,46 \text{ días}$$

Lo que representa 10,96 horas de funcionamiento. Con respecto al caudal medio y máximo se realizan los procedimientos de cálculos, en resumen, los resultados son los siguientes:

Tabla 8. TRH Biofiltro de Fibra de Coco

Tiempo Retención Hidráulico: Fibra de Coco			
Caudales	Mínimo	Medio	Máximo
m ³ /día	0,024	0,036	0,048
TRH G.G.	0,210	0,140	0,105
TRH F.C.	0,069	0,046	0,035
TRH G.F.	0,209	0,140	0,105
TRH (hr)	11,73	7,82	5,87

Fuente: Autores, 2018.

Tabla 9. TRH Biofiltro de Carbón Vegetal

Tiempo Retención Hidráulico: Carbón Vegetal			
Caudales	Mínimo	Medio	Máximo
m ³ /día	0,024	0,036	0,048
TRH G.G.	0,210	0,140	0,105
TRH C.V.	0,038	0,025	0,019
TRH G.F.	0,209	0,140	0,105
TRH (hr)	10,97	7,32	5,49

Fuente: Autores, 2018.

Se tuvo en cuenta la constante alimentación del agua gris, permaneciendo a una cota máxima de 55 centímetros de altura con respecto a la base y una cota mínima de 20 centímetros de altura con respecto a la base en el tanque de alimentación, régimen en el cual la variación de caudal afluente es mínima.

- **PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE BIOFILTROS:**

Al momento de desarrollar el diseño del biofiltro de fibra de coco y el modelo convencional se procedió a trabajar de una manera horizontal de flujo ascendente con una pendiente mínima del 1% lo que garantiza el sentido del flujo para su óptimo funcionamiento. Para este montaje se adquirió un tanque de 50 galones, que sirve para el almacenamiento de las aguas grises para ser tratadas en el proceso del pretratamiento (Trampa de grasa) y el filtrado (Biofiltros).

En la parte inferior del tanque de 50 galones se hizo una perforación para colocar una reducción de $\frac{3}{4}$ " lo que garantiza que todo el sistema funcione con una tubería de PVC de $\frac{3}{4}$ ". seguidamente se diseñó un sistema de trampa de grasa convencional con un tanque de 20 litros cuyo funcionamiento es el pretratamiento de las aguas grises antes de llegar al sistema de filtrado, lo que garantiza detención de las grasas y aceites provenientes de las aguas residuales domésticas, Se implementó en el diseño 5 válvulas de bola de paso, cuya finalidad es controlar la salida del flujo para poder calcular los diferentes caudales máximo horario, medio y mínimo, con estos caudales podemos determinar la eficiencia de remoción y las características hidráulicas que se ven sometidas en el diseño de biofiltros.

Se construyeron dos sistemas de biofiltro, utilizando un tanque tipo bala de 30 galones el cual se cortó por la mitad para diseñar cada uno de los biofiltros, el primero tiene un largo de 65 centímetros y un ancho de 17.5 centímetros teniendo en cuenta que el espesor de la grava gruesa de 21 centímetros de ancho y su granulometría 2" y 3" pulgada siguiéndole la fibra de coco compactada con un espesor de 25 centímetros de ancho y por último la grava fina con 20 centímetros de ancho y su granulometría de $\frac{1}{2}$ " y 1" pulgada, adicional se le diseñaron un sistema de riego utilizando dos tapones soldado de $\frac{3}{4}$ " de pulgada y 15 centímetros de tubo PVC de $\frac{3}{4}$ " de pulgada al cual se adaptaron unas perforaciones para que el flujo

fuera uniformemente y una válvula de salida para la toma de las muestras en el efluente de cada diseño de biofiltro.

El segundo sistema de biofiltro el tanque tubo una medición de 65 centímetros de largo y un ancho de 17.5 centímetros, con un espesor de la grava gruesa de 20 centímetros de ancho y su granulometría 2" y 3" pulgada siguiéndole el espesor del carbón vegetal con 23.5 centímetros ancho y finalmente la grava fina con 22 centímetros de ancho y su granulometría de ½" y 1" pulgada adicionándose el sistema de riego uniforme y la válvula de salida antes mencionada. Mostrándose en la figura 6.

DISEÑO DEL PRETRATAMIENTO (TRAMPA DE GRASA CONVENCIONAL):

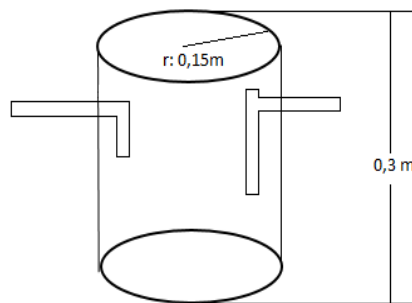


Figura 9. Trampa de grasa convencional.

Fuente: Autores, 2018.

Las trampas de grasa son pre tratamientos de las aguas grises, esta ayuda a la prevención de taponamientos de las tuberías debido a la acumulación de grasas, teniendo en cuenta que su período de retención entre 2,5 a 3,0 minutos.

UNIDADES DE LA TRAMPA DE GRASA CONVENCIONAL		
H	0,3	m
R	0,15	m

Áreas de la trampa de grasa convencional:

Area lateral: $2\pi(r) \cdot (H)$

Área lateral: $2\pi (0,15) \cdot (0,3) = 0,28\text{m}^2$

Área de la base: $\pi(r)^2$

Área de la base: $\pi(0,15)^2 = 0,070\text{m}^2$

Área total = $2Ab+Al$

Área total = $2 (0,070) + (0,28) \text{ m}^2 = 0,42\text{m}^2$

Volumen de la TG: $Ab (H)$

Volumen de la TG: $0,070\text{m}^2 (0,3\text{m}) = 0,021\text{m}^3$

AREA LATERAL	0,282744	m^2
AREA DE LA BASE	0,070686	m^2
AREA TOTAL	0,424116	m^2
VOLUMEN	0,0212058	m^3

Para determinar los TRH y la eficiencia de la trampa de grasa, procedemos a garantizar lo siguiente:

Caudales	Mínimo	Medio	Máximo
$\text{m}^3/\text{día}$	0,024	0,036	0,048

Teniendo en cuenta los datos anteriores podemos determinar el TRH con la siguiente formulación:

$$\text{TRH} = \frac{V}{Q}$$

El TRH para el caudal mínimo:

$$\text{TRH}_{\text{TG}} = \frac{0,021 \text{ m}^3}{0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 0,88 \text{ días}$$

El TRH para el caudal medio:

$$\text{TRH}_{\text{TG}} = \frac{0,021 \text{ m}^3}{0,036 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 0,58 \text{ días}$$

El TRH para el caudal máximo:

$$\text{TRH}_{\text{TG}} = \frac{0,021 \text{ m}^3}{0,048 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 0,44 \text{ días}$$

Teniendo en cuenta los datos anteriores podemos determinar la eficiencia con la siguiente formulación:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

E = Eficiencia

S₀ = Carga contaminante de entrada en mg / L.

S = Carga contaminante de Salida en mg / L.

Caudal M ³ /día	Mínimo	Medio	Máximo
TRH	0,883	0,589	0,441
EFICIENCIA	71%	65%	57%

Obteniendo estos resultados podemos inferir que la mayor remoción y eficiencia esta cuando manejamos el caudal mínimo ya que su proceso va hacer más efectivo garantizando el principio de que a menor caudal mayor será la eficiencia y remoción en la trampa de grasas.

DISEÑO PILOTO DEL BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO Y DE CARBON VEGETAL.

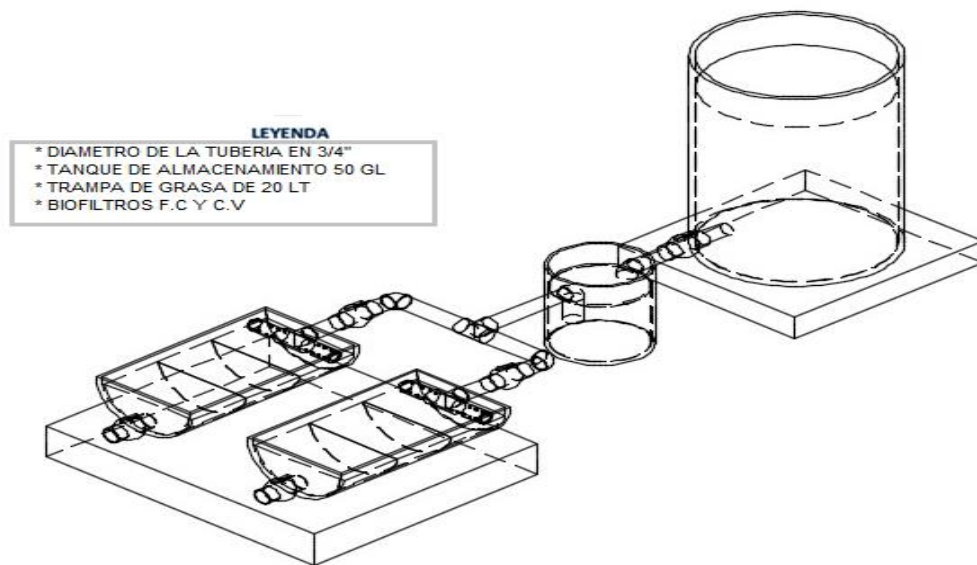


Figura 8. Diseño de los biofiltros

Fuente: Autores, 2018

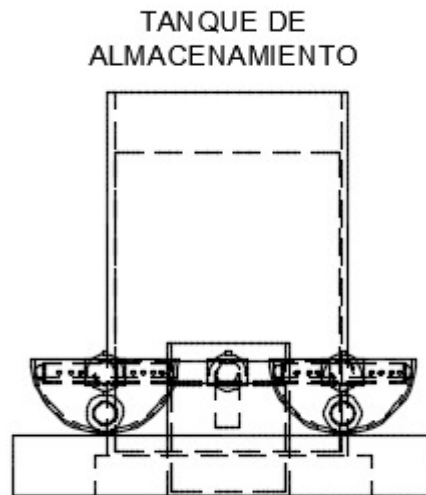


Figura 9. Vista frontal del diseño de los biofiltros

Fuente: Autores, 2018

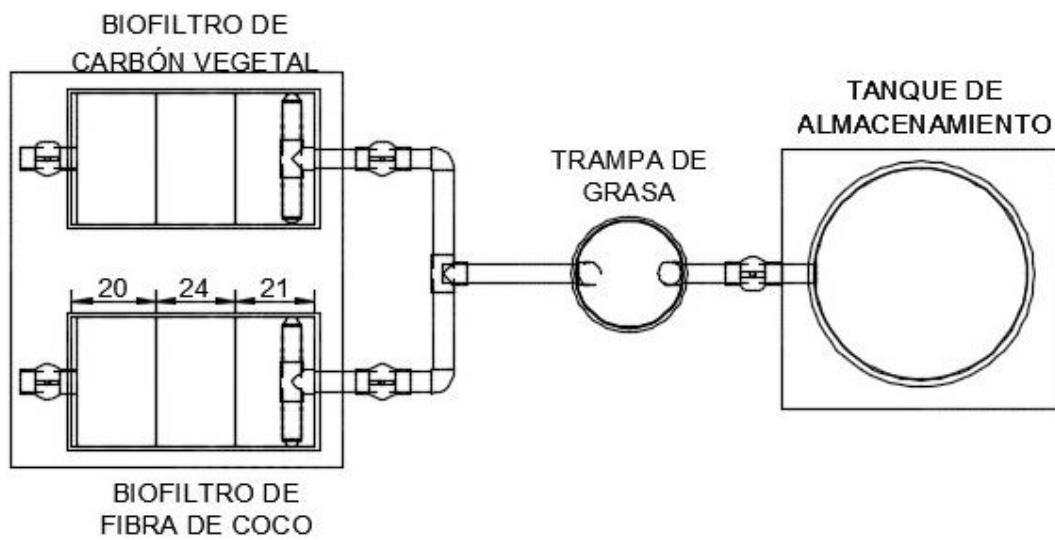


Figura 10. Vista superior del diseño de los biofiltros

Fuente: Autores, 2018

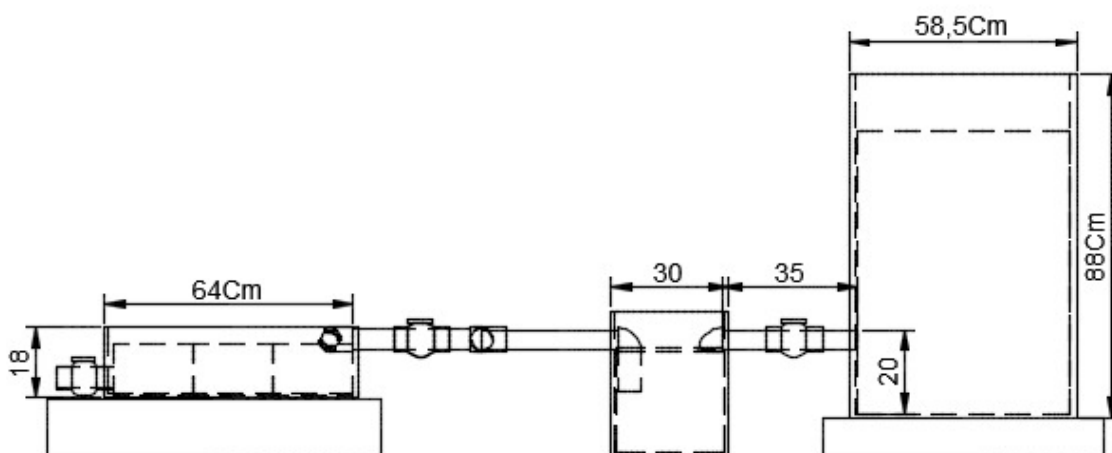


Figura 11. Vista lateral del diseño de los biofiltros

Fuente: Autores, 2018

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN AFLUENTE Y EFLUENTE:

Luego de haber recolectado la cantidad de Agua Gris en los distintos puntos descritos en la figura 5, se procede a realizar la caracterización básica, teniendo en cuenta los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Temperatura, Potencial de Hidrogeniones o pH, nitrógeno total, fosforo totales, Grasas y Aceite; tanto en el afluente como en el efluente del biofiltro de fibra de coco y en el del carbón vegetal.

Para el afluente se tomó una muestra puntual representativa en el tanque de almacenamiento, los resultados arrojaron:

Tabla 10. Caracterización A.G Afluyente.

Agua Gris (Afluyente)		Unidades
DBO5	187	Mg / L
DQO	549	Mg / L
DQO / DBO5	2,94	-
SST	439	Mg / L
T(°C)	23,8	°C
pH	9,47	-
NT	0,84	Mg / L
PT	1,52	Mg / L
GyA	38	Mg / L

Fuente: Autores, 2018.

En comparación con la Resolución 0631 del 2015 que establece los límites máximos permisibles (LMP) de concentración de contaminantes en las aguas grises, en el artículo 8 habla de los límites de los parámetros fisicoquímicos, se observa que la DBO₅ de la muestra afluyente está un 50% por encima del LMP, que son 90 mg/L de acuerdo a las aguas residuales de los prestadores de servicio público de aseo y alcantarillado. Para la DQO de la muestra afluyente está un 63% por encima del LMP, los SST están un 77% por encima del LMP, el pH está un 5% por encima del rango, y grasas y aceites están por encima un 47% de los LMP superior establecido en la columna de soluciones individuales de saneamientos de viviendas unifamiliares o bifamiliares. La relación de DQO y DBO₅, expresada en 2.94, lo que indica que es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos, por lo tanto, para medir de forma específica la biodegradabilidad de los aceites y grasas.

Como se tuvo en cuenta dos tipos de diseño de biofiltros, de fibra de coco y carbón vegetal, a ambos se le caracterizó, obteniendo unos resultados significativos en la remoción de los contaminantes presentes en el agua gris y teniendo en cuenta la variación de los caudales; estos parámetros mostrados a continuación se tendrán en cuenta para posteriores análisis.

Tabla 11. Caracterización A.G Efluente fibra de coco.

Biofiltro de Fibra de Coco (Efluente)			
Caudales	Mínimo	Medio	Máximo
m ³ /día	0,024	0,036	0,048
DBO5*	86	114	131
DQO*	329	394	399
DQO / DBO5	3,83	3,46	3,05
SST*	82	39	47
T (°C)	26,7	25,5	27,5
PH	6,6	6,7	6,9
NT	0,29	0,35	0,49
PT	0,741	0,963	0,972
GyA	15	21	23

Fuente: Autores, 2018.

*las unidades representativas de los parámetros fisicoquímicos están dado por el mg/L.

Para el caudal mínimo en comparación con la Resolución 0631 del 2015 que establece los límites máximos permisibles (LMP) de concentración de contaminantes en las aguas residuales domésticas (grises), en el artículo 8 habla de los límites de los parámetros fisicoquímicos, se observa que la DBO₅ de la muestra efluente está por debajo de lo establecido en la norma para aguas residuales doméstica, cumple con los LMP, que son 90 mg/L de acuerdo a las aguas residuales de los prestadores de servicio público de aseo y alcantarillado. Para la DQO de la muestra efluente está un 50% por encima del LMP, los SST el pH están por debajo de los 100mg/l que establece la norma para aguas residuales doméstica, cumplen con los LMP y las grasas y aceites están por debajo de los 20mg/l de los LMP establecido en la columna de soluciones individuales de saneamientos de viviendas unifamiliares o bifamiliares. La relación de DQO y DBO₅, expresada en 3,83 lo que indica que es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos, por lo tanto, para medir de forma específica la biodegradabilidad de los aceites y grasas.

Para el caudal medio en comparación con la Resolución 0631 del 2015 que establece los límites máximos permisibles (LMP) de concentración de contaminantes

en las aguas residuales domésticas (grises), en el artículo 8 habla de los límites de los parámetros fisicoquímicos, se observa que la DBO_5 de la muestra efluente está un 20% por encima del LMP, que son 90 mg/L de acuerdo a las aguas residuales de los prestadores de servicio público de aseo y alcantarillado. Para la DQO de la muestra efluente está un 49% por encima del LMP, los SST, pH están por debajo de los 100mg/l que establece la norma para aguas residuales doméstica, cumple con los LMP establecido y las grasas y aceites están por encima un 4% de los LMP en la columna de soluciones individuales de saneamientos de viviendas unifamiliares o bifamiliares. La relación de DQO y DBO_5 , expresada en 3,46 lo que indica que es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos, por lo tanto, para medir de forma específica la biodegradabilidad de los aceites y grasas.

Para el caudal máximo en comparación con la Resolución 0631 del 2015 que establece los límites máximos permisibles (LMP) de concentración de contaminantes en las aguas residuales domésticas (grises), en el artículo 8 habla de los límites de los parámetros fisicoquímicos, se observa que la DBO_5 de la muestra efluente está un 31% por encima del LMP, que son 90 mg/L de acuerdo a las aguas residuales de los prestadores de servicio público de aseo y alcantarillado. Para la DQO de la muestra efluente está un 50% por encima del LMP, los SST, pH están por debajo de los 100mg/l que establece la norma para aguas residuales doméstica, cumple con los LMP establecido y las y grasas y aceites están por encima un 13% de los LMP en la columna de soluciones individuales de saneamientos de viviendas unifamiliares o bifamiliares. La relación de DQO y DBO_5 , expresada en 3,05 lo que indica que es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos, por lo tanto, para medir de forma específica la biodegradabilidad de los aceites y grasas.

Tabla 12. Caracterización A.G Efluente carbón vegetal.

Biofiltro de Carbón Vegetal (Efluente)			
Caudales	Mínimo	Medio	Máximo
m3/día	0,024	0,036	0,048
DBO5*	88	106	117
DQO*	392	406	398
DQO / DBO5	4,45	3,83	3,40
SST*	94	59	149
T (°C)	24,2	25,2	26,3
pH	6,11	6,5	6,85
NT	0,34	0,38	0,47
PT	0,906	0,977	0,982
GyA	17	24	26

Fuente: Autores, 2018.

Para el caudal mínimo en comparación con la Resolución 0631 del 2015 que establece los límites máximos permisibles (LMP) de concentración de contaminantes en las aguas residuales domésticas (grises), en el artículo 8 habla de los límites de los parámetros fisicoquímicos, se observa que la DBO₅ de la muestra efluente está un están por debajo de lo establecido en la norma para aguas residuales doméstica, cumple con los LMP, que son 90 mg/L de acuerdo a las aguas residuales de los prestadores de servicio público de aseo y alcantarillado. Para la DQO de la muestra efluente está un 48% por encima del LMP, los SST, pH están por debajo de los 100mg/l que establécela norma para aguas residuales doméstica, y las grasas y aceites están por debajo de los 20mg/l de los LMP cumple con los establecido en la columna de soluciones individuales de saneamientos de viviendas unifamiliares o bifamiliares. La relación de DQO y DBO₅, expresada en 4,45 lo que indica que es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos, por lo tanto, para medir de forma específica la biodegradabilidad de los aceites y grasas.

Para el caudal medio en comparación con la Resolución 0631 del 2015 que establece los límites máximos permisibles (LMP) de concentración de contaminantes en las aguas residuales domésticas (grises), en el artículo 8 habla de los límites de los parámetros fisicoquímicos, se observa que la DBO₅ de la muestra efluente está

un 15% por encima del LMP, que son 90 mg/L de acuerdo a las aguas residuales de los prestadores de servicio público de aseo y alcantarillado. Para la DQO de la muestra efluente está un 50% por encima del LMP, los SST, pH están por debajo de los 100mg/l que establece la norma para aguas residuales doméstica, y las grasas y aceites están por encima un 16% de los LMP establecido en la columna de soluciones individuales de saneamientos de viviendas unifamiliares o bifamiliares. La relación de DQO y DBO₅, expresada en 3,83 lo que indica que es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos, por lo tanto, para medir de forma específica la biodegradabilidad de los aceites y grasas

Para el caudal máximo en comparación con la Resolución 0631 del 2015 que establece los límites máximos permisibles (LMP) de concentración de contaminantes en las aguas residuales domésticas (grises), en el artículo 8 habla de los límites de los parámetros fisicoquímicos, se observa que la DBO₅ de la muestra efluente está un 23% por encima del LMP, que son 90 mg/L de acuerdo a las aguas residuales de los prestadores de servicio público de aseo y alcantarillado. Para la DQO de la muestra efluente está un 50% por encima del LMP, los SST, pH están un 32% por encima del LMP y las grasas y aceites están por encima un 23% establecido en la columna de soluciones individuales de saneamientos de viviendas unifamiliares o bifamiliares. La relación de DQO y DBO₅, expresada en 3,40 lo que indica que es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos, por lo tanto, para medir de forma específica la biodegradabilidad de los aceites y grasas.

Las pruebas de SST, T° y pH realizadas en el laboratorio de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad popular del cesar, se utilizó el método con la bomba de vacío que fue el recipiente para la prueba de SST, agregando 100ml de las muestras obtenidas en un beaker, cada muestra representativa de cada uno de los Caudales (Q), agregamos los 100ml de las muestras a la bomba de vacío para la separación de los sólidos, luego de haber cumplido su función tomamos las muestras con mucho cuidado con unas pinzas para no romper el papel de filtrado, para luego pasar al horno desecador a una temperatura de 103°C la muestra se retira y se dispone en la

campana de secado para luego proceder al pesaje de cada uno de los filtros en la balanza analítica.

ELABORACION DE LA PRUEBA DE LOS SOLIDOS TOTALES (SST)

- Se pesó el papel filtro en la balanza analítica el cual arrojó un resultado de 0.0861gr
- Se utilizó una bomba de vacío que es la indicada para realizar la prueba de sólidos suspendidos totales

PRIMER PASO

Agregamos 100ml de la muestra obtenidas en un beaker. Cada muestra representativa de cada uno de los caudales mencionados anteriormente

SEGUNDO PASO

Agregamos los 100ml de cada una de las muestras a la bomba de vacío para la separación de los sólidos totales cada muestra demora 12 min con 33 sg en separar el agua y dejar los sólidos restantes en el papel filtro

TERCER PASO

Luego que la bomba de vacío terminó su proceso tomamos cada una de las muestras con mucho cuidado con unas pinzas para luego ser llevadas al horno a una temperatura de 103°C, la muestra se retira muy cuidadosamente para no romper el papel filtro.

Tabla 13. Registro de las muestras

MUESTRAS DE AGUAS	HORA ENTRADA AL HORNO	HORA SALIDA DEL HORNO	TIEMPO EN EL DISECADOR
Agua Cruda	9:42 am	10:42 am	10 min
Qmin Fibra de Coco	10:30 am	11:30 am	10 min
Qmed Fibra se Coco	10:40 am	11:40 am	10 min
Qmax Fibra de Coco	10:49 am	11:49 am	10 min
Qmin Carbón Activado	10:00 am	11:00 am	10 min
Qmed Carbón Activado	10:15 am	11:15 am	10 min
Qmax Carbón Activado	10:23 am	11:23 am	10 min

Fuente: autores, 2018.

ECUACIÓN GENERAL PARA CALCULAR SST (MG/L)

$$SST: \frac{(\text{Peso promedio despues de filtrar en gr}) - (\text{Peso promedio antes de filtrar en gr})}{\text{Volumen de la muestra de agua en lt}} \times \left(\frac{1000\text{mg}}{\text{g}}\right)$$

Peso Agua Cruda= 0.13gr Después de filtrar

$$SST = \frac{0.13\text{gr} - 0.0861\text{gr}}{0.1\text{lt}} \times 1000\text{mg/g}$$

$$SST = 439\text{mg/l}$$

Peso Qmin Fibra de Coco= 0.10gr Después de filtrar

$$SST = \frac{0.0943\text{gr} - 0.0861\text{gr}}{0.1\text{lt}} \times 1000\text{mg/g}$$

$$SST = 82\text{mg/l}$$

Peso Qmed Fibra de Coco= 0.09gr Después de filtrar

$$SST = \frac{0.09gr - 0.0861gr}{0.1lt} \times 1000mg/g$$

$$**SST = 39mg/l**$$

Peso Qmax Fibra de Coco= 0.09gr Después de filtrar

$$SST = \frac{0.0908gr - 0.0861gr}{0.1lt} \times 1000mg/g$$

$$**SST = 47mg/l**$$

Peso Qmin Carbón Activado= 0.10gr Después de filtrar

$$SST = \frac{0.0955gr - 0.0861gr}{0.1lt} \times 1000mg/g$$

$$**SST = 94mg/l**$$

Peso Qmed Carbón Activado= 0.09gr Después de filtrar

$$SST = \frac{0.0920gr - 0.0861gr}{0.1lt} \times 1000mg/g$$

$$**SST = 59mg/l**$$

Peso Qmax Carbón Activado= 0.11gr Después de filtrar

$$SST = \frac{0.101gr - 0.0861gr}{0.1lt} \times 1000mg/g$$

$$**SST = 149mg/l**$$

Tabla 14. Resumen de los resultados sólidos totales en las muestras de agua gris

MUESTRAS DE AGUAS GRISES	SST
Agua Cruda	439 Mg/l
Qmin Fibra de Coco	82 Mg/l
Qmed Fibra se Coco	39 Mg/l
Qmax Fibra de Coco	47 Mg/l
Qmin Carbón Activado	94 Mg/l
Qmed Carbón Activado	59 Mg/l
Qmax Carbón Activado	149 Mg/l

Fuente: autores, 2018.

Los parámetros de T° y pH se realizó con el pH (potencial de hidrógeno) es la medida de acidez o de alcalinidad de sustancias, es decir que es la concentración de iones de hidrógeno y ácidos débiles los cuales van a formar una valoración numérica. Por ejemplo, los números a partir del 0 a 7 indican las soluciones ácidas y del 7 a 14 son las soluciones alcalinas. Por lo tanto, obtuvimos una concentración de un pH 6 a 9 neutro y su Temperatura de 23°C a 27°C.

A cada muestra tomada procedimos a la medición de pH y temperatura con el pH-metro los medidores de pH van desde dispositivos simples y económicos de tipo pluma, con varias entradas para mediciones de indicadores y temperaturas que se deben introducir para ajustar la variación de pH. La salida puede ser digital o analógica, y los dispositivos pueden ser alimentados por baterías o depender de la alimentación de línea.

Fue necesario un periodo de tiempo de 1 semana para alcanzar la estabilización del sistema que consistió en la adaptación de la fibra de coco como material filtrante para garantizar una efectiva remoción en el sistema y un óptimo estado para que se diera lugar a la adecuada evaluación de los biofiltros.

Tabla 15. Medición de pH en las muestras afluente y efluente.

MUESTRAS DE AGUA GRISES	MEDICION
Agua Cruda (afluente)	9,47
Qmin Carbón Activado (efluente)	6,6
Qmed Carbón Activado (efluente)	6,7
Qmax Carbón Activado (efluente)	6,9
Qmin Fibra de Coco (efluente)	6,11
Qmed Fibra de Coco (efluente)	6,5
Qmax Fibra de Coco (efluente)	6,85

Fuente: Autores, 2018.

Como se puede observar en la tabla anterior la muestra de aguas grises que trato nuestro diseño de fibra de coco y carbón vegetal se identificó claramente que el agua cruda a tratar es totalmente alcalina al momento de que el agua gris pase por los filtros en los diferentes caudales muestra un pH casi neutro, lo que garantiza que el porcentaje de agua que se valla destinar para riego no va afectar directamente a las plantas.

Tabla 16. Medición de pH en el sistema

PH MUESTRA AFLUENTE	PH DE LA GRAVA GRUESA	PH DE LA FIBRA DE COCO	PH EN EL CARBÓN VEGETAL	PH EN LA GRAVA FINA
9,47	6,76	6,24	6,3	6,33

Fuente: Autores, 2018.

El pH es un indicador fundamental en el diseño de los biofiltros, cada uno de los materiales fue sometido a su respectivo estudio lo que se pudo determinar fue, que la concentración de iones de hidrógeno en una disolución están por debajo de 7 lo que indica que el diseño está trabajando en óptimas condiciones.

Tabla 17. Medición de temperatura

MUESTRAS DE AGUA GRIS	MEDICION
AGUA CRUDA	23.8°C
QMIN CARBÓN ACTIVADO	24.2°C
QMED CARBÓN ACTIVADO	25.2°C
QMAX CARBÓN ACTIVADO	26.3°C
QMIN FIBRA DE COCO	26.7°C
QMED FIBRA DE COCO	25.5°C
QMAX FIBRA DE COCO	27.5°C

Fuente: Autores, 2018.

La temperatura del agua gris suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos.

Con ayuda del pH-metro conocimos la temperatura optima de las aguas residuales domesticas que se encuentran en un rango de 20° C – 30° C, afirmándose en la tabla anterior, determinando las temperaturas apropiada de cada una de las muestras tomadas.

La prueba de grasas y aceites (GyA): son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos de petróleo, la valoración numérica mediante la tabla de la resolución 0631 de 2015 establece el límite máximo permisible de grasas y aceites presentes en las aguas residuales domesticas (grises) de 20mg/l, por lo tanto, obtuvimos unos resultados variados en cada uno de los diferentes caudales establecidos para la toma de cada una de las diferentes muestras.

- **Afluente Muestra de Agua Cruda**

Tabla 18. Afluente muestra de agua cruda.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (RESOL.631 DE 2015)	EVALUACIÓN CON RELACIÓN A LA RESOL. 0 631 DE 2015
DBO5	Mg/L	187	90	No Cumple
DQO	Mg/L	549	200	No Cumple
SST	Mg/L	439	100	No cumple
pH	-	9.47	6 – 9	Cumple
T°	°C	23,8	20-35	Cumple
NT	Mg/L	0,84	-	-
PT	Mg/L	1,52	-	-
GyA	Mg/L	38	20	No cumple

Fuente: Autores, 2018.

Según la resolución 0631 de 2015 establece los límites máximos permisibles en las aguas residuales domésticas (grises) por tal razón el afluente los parámetros físico químicos tales como la DBO₅, DQO, SST y las GyA no cumplen los límites máximos estipulados. Por tal forma se debe reorganizar estructuralmente el diseño para que cumplan las relaciones hidráulicas y puedan estar por debajo de los límites expuestos por la ley.

- **Efluente Biofiltro Fibra de Coco por caudales**

Tabla 19. Resultados Caudal Mínimo

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	CAUDAL MÍNIMO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (RESOL 0631) DE 2015	EVALUACIÓN CON RELACIÓN A LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015
DBO5	Mg/L	86	90	cumple
DQO	Mg/L	329	200	No cumple
SST	Mg/L	82	100	cumple
PH	-	6,6	6 – 9	Cumple
T°	°C	26,7	20-35	Cumple
NT	Mg/L	0,29	-	-
PT	Mg/L	0,741	-	-
GyA	Mg/L	15	20	Cumple

Fuente: Autores, 2018.

Según la resolución 0631 de 2015 establece los límites máximos permisibles en las aguas residuales domésticas (grises), por tal razón el efluente los parámetros físico químicos tales como la DBO₅, SST, T°, pH y las GyA cumplen completamente con los valores estimados en la resolución. Los parámetros como DQO no cumplen los límites máximos estipulados, Por tal forma se deben reorganizar estructuralmente el diseño para que cumplan las relaciones hidráulicas y puedan estar por debajo de los límites expuestos por la ley.

Tabla 20. Resultados Caudal Medio

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	CAUDAL MEDIO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (RESOL 0631) DE 2015	EVALUACIÓN CON RELACIÓN A LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015
DBO5	Mg/L	114	90	No cumple
DQO	Mg/L	394	200	No cumple
SST	Mg/L	39	100	Cumple
PH	-	6,7	6 - 9	Cumple
T°	°C	25.5	20-35	Cumple
NT	Mg/L	0,35	-	-
PT	Mg/L	0,963	-	-
GyA	Mg/L	21	20	No cumple

Fuente: Autores, 2018.

Según la resolución 0631 de 2015 establece los límites máximos permisibles en las aguas residuales domésticas (grises), por tal razón el afluente los parámetros físico químicos tales como SST, pH y T° cumplen con lo estipulado en la resolución. Mientras los parámetros como la DBO₅, DQO y las GyA no cumplen los límites máximos estipulados. Por tal forma se debe reorganizar estructuralmente el diseño para que cumplan las relaciones hidráulicas y puedan estar por debajo de los límites expuestos por la ley.

Tabla 21. Resultados Caudal Máximo.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	CAUDAL MÁXIMO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (RESOL 0631) DE 2015	EVALUACIÓN CON RELACIÓN A LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015
DBO5	Mg/L	131	90	No cumple
DQO	Mg/L	399	200	No cumple
SST	Mg/L	47	100	Cumple
PH	-	6,9	6 - 9	Cumple
T°	°C	27.5	20- 35	Cumple
NT	Mg/L	0,49	-	-
PT	Mg/L	0,972	-	-
GyA	Mg/L	23	20	No cumple

Fuentes: Autores, 2018.

Según la resolución 0631 de 2015 establece los límites máximos permisibles en las aguas residuales domésticas (grises), por tal razón el efluente los parámetros físico químicos tales como SST, pH y T° cumplen con lo estipulado en la resolución. Mientras los parámetros como DBO₅, DQO y las GyA no cumplen los límites máximos estipulados, Por tal forma se debe reorganizar estructuralmente el diseño para que cumplan las relaciones hidráulicas y puedan estar por debajo de los límites expuestos por la ley.

- **Efluente Biofiltro Carbón Vegetal por caudales**

Tabla 22. Resultados Caudal Mínimo

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	CAUDAL MÍNIMO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (RESOL 0631) DE 2015	EVALUACIÓN CON RELACIÓN A LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015
DBO5	Mg/L	88	90	Cumple
DQO	Mg/L	392	200	No cumple
SST	Mg/L	94	100	Cumple
PH	-	6,1	6 - 9	Cumple
T°	°C	24.2	20-35	Cumple
NT	Mg/L	0,34	-	-
PT	Mg/L	0,906	-	-
GyA	Mg/L	17	20	Cumple

Fuente: Autores, 2018.

Según la resolución 0631 de 2015 establece los límites máximos permisibles en las aguas residuales domésticas (grises), por tal razón el afluente los parámetros físico químicos tales como DBO₅, pH, SST, T° y las GyA cumplen con lo estipulado en la resolución. Mientras el parámetro como DQO no cumple los límites máximos estipulados. Por tal forma se debe reorganizar estructuralmente el diseño para que cumplan las relaciones hidráulicas y puedan estar por debajo de los límites expuestos por la ley.

Tabla 23. Resultados Caudal Medio.

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	CAUDAL MEDIO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (RESOL 0631) DE 2015	EVALUACIÓN CON RELACIÓN A LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015
DBO5	Mg/L	106	90	No cumple
DQO	Mg/L	406	200	No cumple
SST	Mg/L	59	100	Cumple
PH	-	6,5	6 - 9	Cumple
T°	°C	25.2	20-35	Cumple
NT	Mg/L	0,38	-	-
PT	Mg/L	0,977	-	-
GyA	Mg/L	24	20	No cumple

Fuente: Autores, 2018.

Según la resolución 0631 de 2015 establece los límites máximos permisibles en las aguas residuales domésticas (grises), por tal razón el afluente los parámetros físico químicos tales como DBO₅, pH, T° cumplen con lo estipulado en la resolución. Mientras los parámetros como SST, DQO la DBO₅ y las GyA no cumple los límites máximos estipulados. Por tal forma se debe reorganizar estructuralmente el diseño para que cumplan las relaciones hidráulicas y puedan estar por debajo de los límites expuestos por la ley.

Tabla 24. Resultados Caudal Máximo

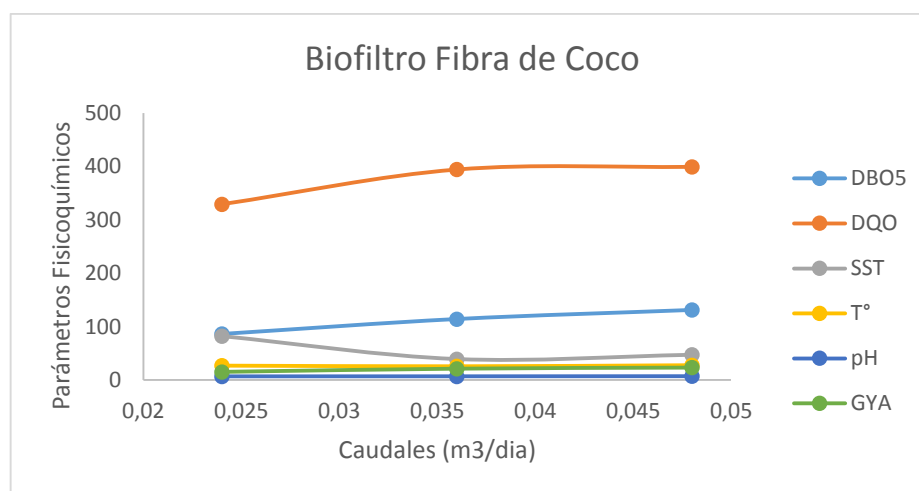
PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	CAUDAL MÍNIMO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (RESOL 0631) DE 2015	EVALUACIÓN CON RELACIÓN A LA RESOLUCIÓN 0631 DE 2015
DBO5	Mg/L	117	90	No cumple
DQO	Mg/L	398	200	No cumple
SST	Mg/L	149	100	No cumple
PH	-	6.85	6 - 9	Cumple
T°	°C	26.3	20-35	Cumple
NT	Mg/L	0,47	-	-
PT	Mg/L	0,982	-	-
GyA	Mg/L	24	20	No cumple

Fuentes: Autores, 2018.

Según la resolución 0631 de 2015 establece los límites máximos permisibles en las aguas residuales domésticas (grises), por tal razón el afluyente los parámetros físico químicos tales como la DBO₅, DQO, SST y las GyA no cumplen los límites máximos estipulados. Por tal forma se debe reorganizar estructuralmente el diseño para que cumplan las relaciones hidráulicas y puedan estar por debajo de los límites expuestos por la ley.

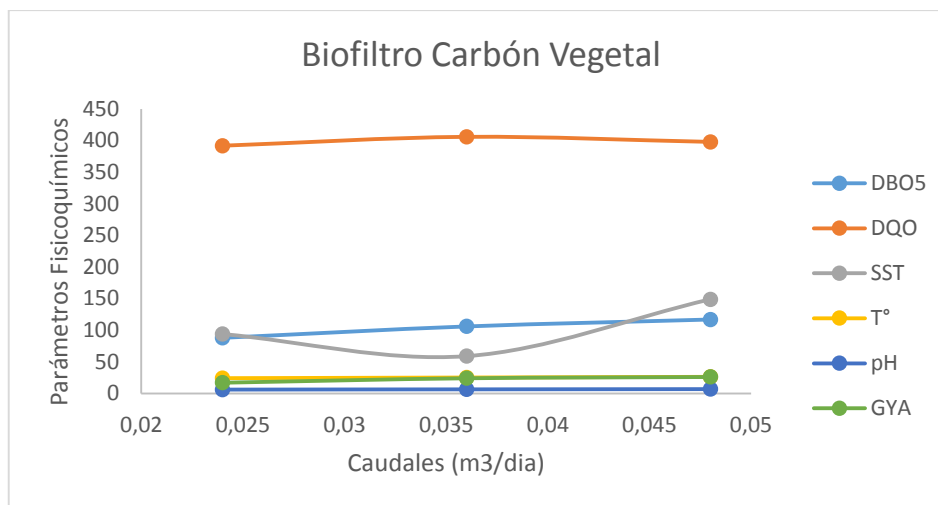
Comparación de los Resultados Obtenidos:

Grafico 1. Parámetros Físicoquímicos vs. Caudales Fibra de Coco



Fuentes: Autores, 2018.

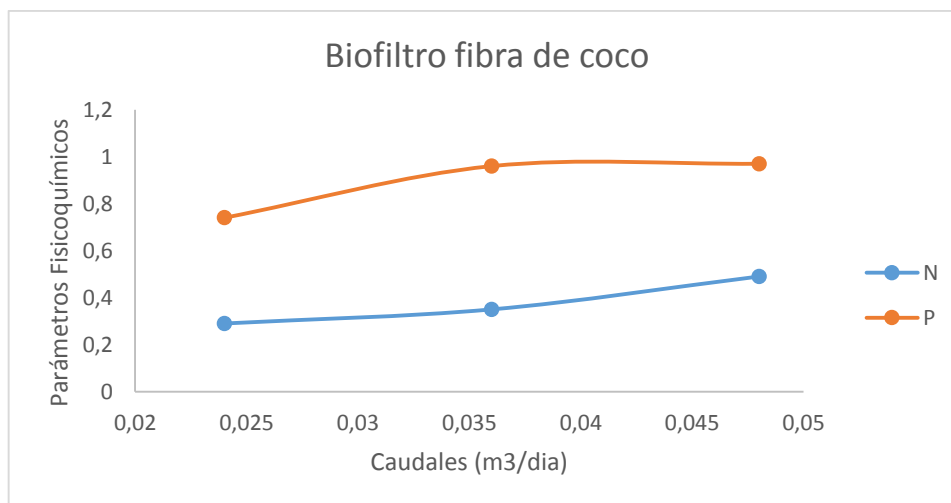
Grafico 2. Parámetros Fisicoquímicos vs. Caudales Carbón Vegetal



Fuentes: Autores, 2018.

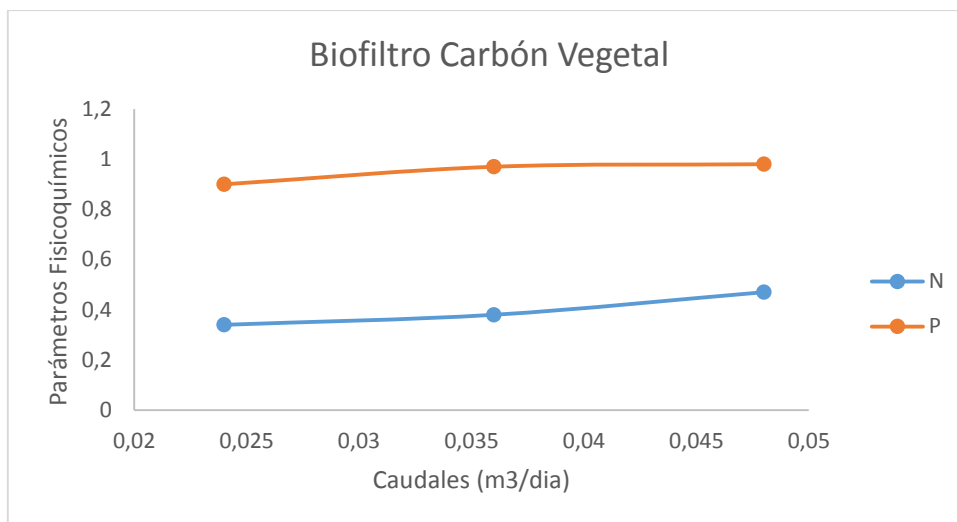
En comparación de los resultados del gráfico 1 y 2, se observa que el único parámetro que no posee un patrón similar en cuanto a la variación del caudal es los SST y las GyA, puesto que con el biofiltro de carbón vegetal hay un aumento en cuanto mayor es el caudal, comportamiento no deseado para la eliminación de las sustancias contaminantes del agua.

Grafico 3. Parámetros Fisicoquímicos vs. Caudales fibra de coco



Fuentes: Autores, 2018.

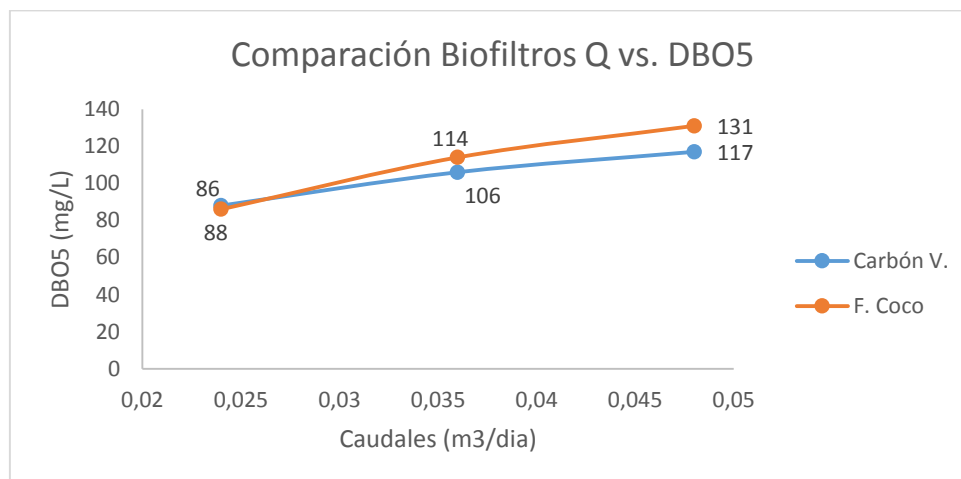
Gráfico 4. Parámetros Fisicoquímicos vs. Caudales Carbón Vegetal



Fuentes: Autores, 2018.

Si nos damos cuenta el comportamiento del grafico 3 y 4, se observa que los patrones son similares ya que en las aguas grises contiene poca concentración de nitrógeno y fosforo lo que indica que estas aguas grises no tienen una característica específica de mal olor inmediatamente después de ser descargadas.

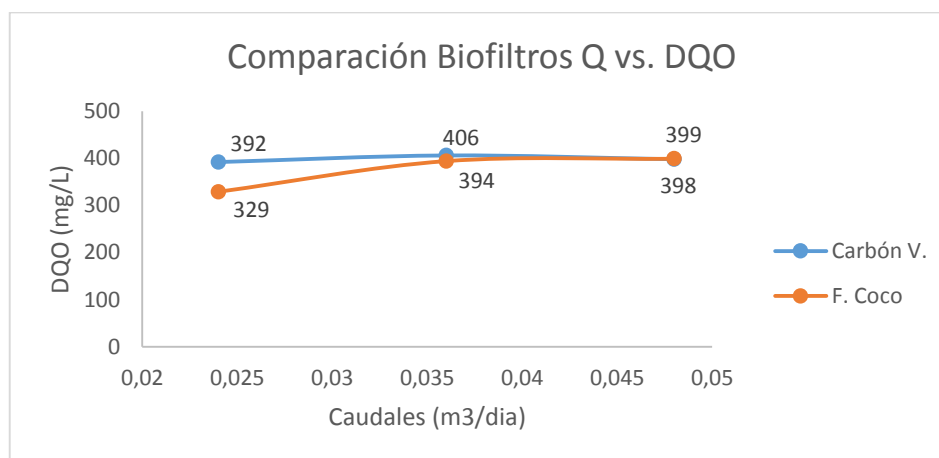
Gráfico 5. Comparación de los Caudales vs DBO₅



Fuente: Autores, 2018

Variación de la DBO₅ de los biofiltros, nos muestra que a mayor caudal mayor será la DBO₅. Nos muestra que el biofiltro de fibra de coco la DBO₅ tuvo un decrecimiento y luego un crecimiento a medida que el caudal aumentaba. El biofiltro convencional de carbón vegetal disminuyó y luego aumentó.

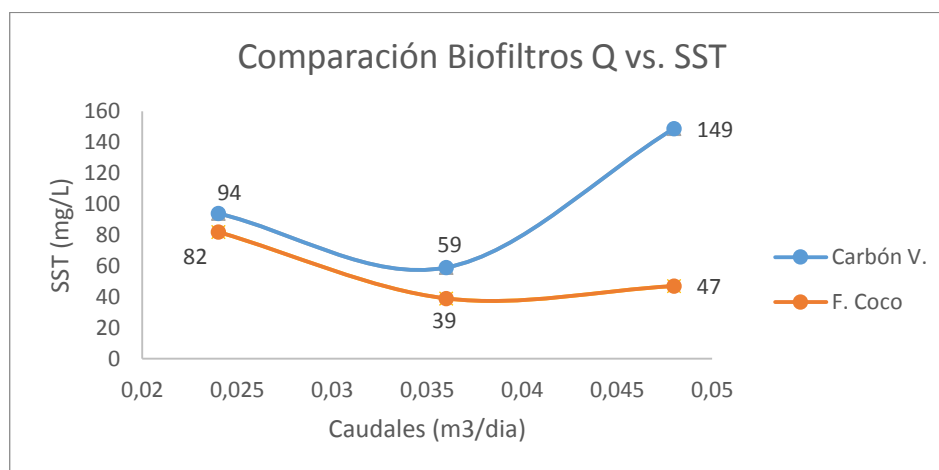
Grafico 6. Comparación de los Caudales vs DQO



Fuente: Autores, 2018

Variación de la DQO de los biofiltros, nos muestra que el biofiltro de fibra de coco la DQO tuvo un decrecimiento y luego un crecimiento a medida que el caudal aumentaba. El biofiltro convencional de carbón vegetal disminuyó y luego aumentó.

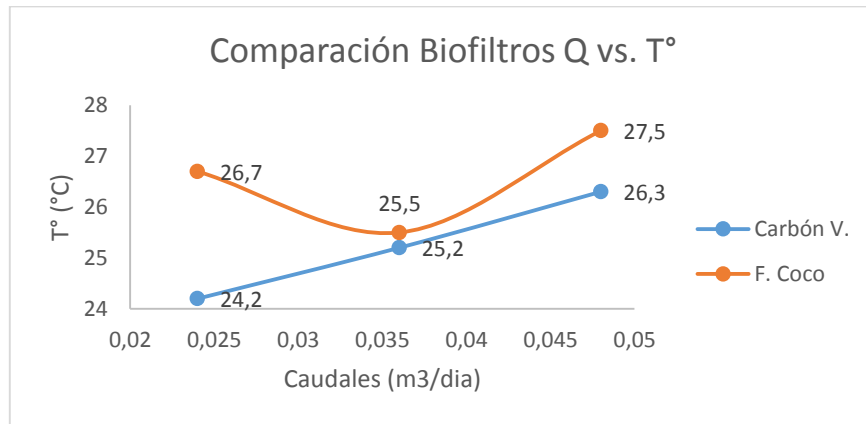
Grafico 7. Comparación de los Caudales vs SST



Fuente: Autores, 2018

Variación de la SST de los biofiltros, nos muestra que el biofiltro de fibra de coco la SST tuvo un decrecimiento y luego un crecimiento a medida que el caudal aumentaba. El biofiltro convencional de carbón vegetal disminuyó y luego aumento de forma acelerada.

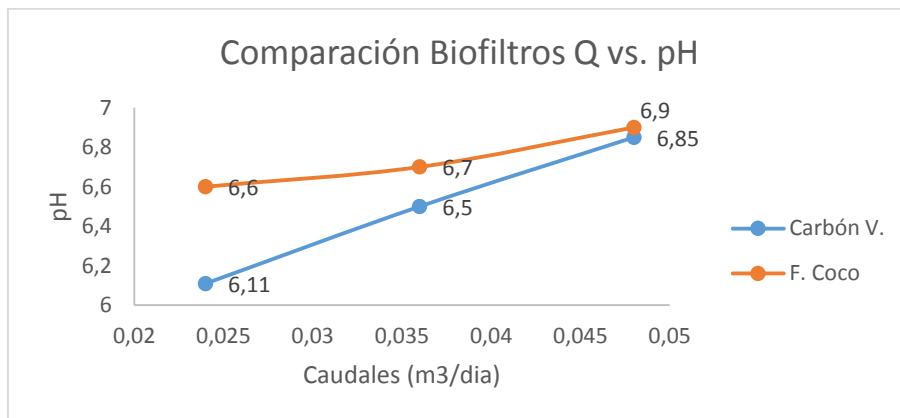
Grafico 8. Comparación de los Caudales vs T°



Fuente: Autores, 2018

Variación de la Temperatura de los biofiltros, nos muestra que el biofiltro de fibra de coco la Temperatura tuvo un decrecimiento y luego un crecimiento a medida que el caudal aumentaba. El biofiltro convencional de carbón vegetal disminuyó y luego aumento

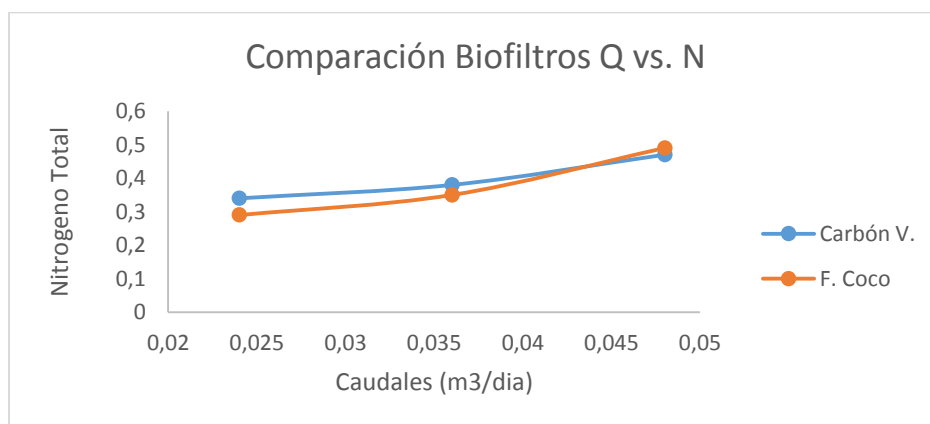
Grafico 9. Comparación de los Caudales vs Potencial de Hidrogeno



Fuente: Autores, 2018

Variación del Potencial de Hidrogeno (pH) de los biofiltros, nos muestra que el biofiltro de fibra de coco el Potencial de Hidrogeno tuvo un crecimiento y luego un decrecimiento a medida que el caudal aumentaba. El biofiltro convencional de carbón vegetal disminuyó y luego aumentó.

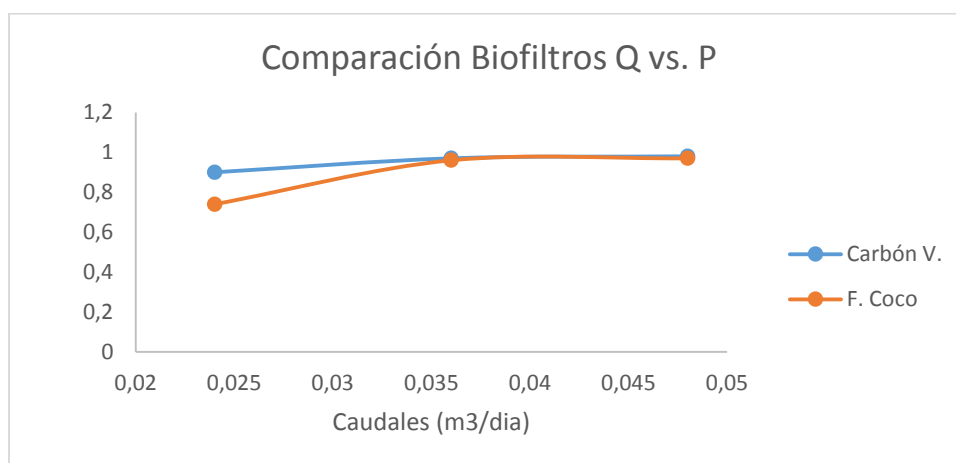
Grafico 10. Comparación de los Caudales vs Nitrógeno Total



Fuente: Autores, 2018

Si nos damos cuenta en la gráfica anterior podemos decir que a menor caudal menor va hacer la concentración de nitrógeno total, lo que indica que el nitrógeno es usado por las plantas para producir las hojas y mantener un buen color verde.

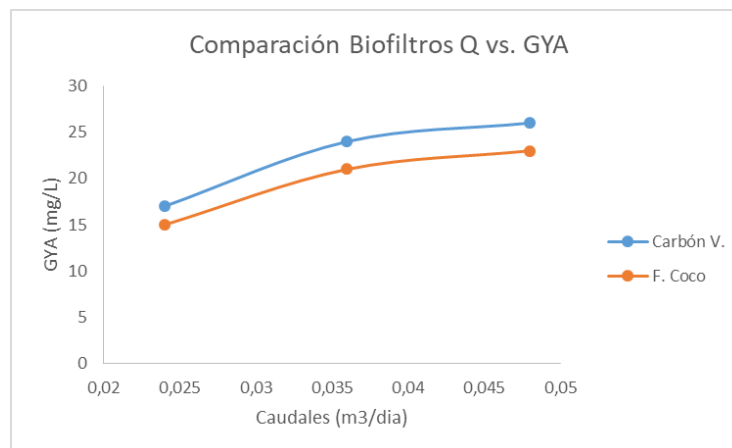
Grafico 11. Comparación de los Caudales vs Fosforo Total



Fuente: Autores, 2018

Teniendo en cuenta la variación de caudales observamos que a menor caudal, la concentración de Fosforo Total será menor, debido a que este es usado por las plantas para ayudar a formar nuevas raíces, producir semillas, frutos y flores. También es usado por las plantas para combatir enfermedades.

Grafico 12. Comparación de los Caudales vs Grasas y Aceites



La variación de las grasas y aceites (GyA) de los biofiltros, nos muestra que el biofiltro de fibra de coco y el biofiltro convencional de carbón vegetal, a menor caudal existió una mayor remoción de un 70% de los aceites y grasas siendo aceptable para este caudal y medida que los caudales iban en aumento (caudal medio y máximo) pasa una gran cantidad de GyA debido a que la trampa de grasas subió su nivel al momento de la remoción de estos.

7.2. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DEL BIOFILTRO PARA EL TRATAMIENTO DE LAS GRISES

Determinación de la Eficiencia Global del Biofiltro de Fibra de Coco Respecto a los Parámetros Fisicoquímicos:

Para el cálculo de la eficiencia presente en los diseños y funcionamiento de los biofiltros para el uso y reutilización de las aguas grises se tomaron en cuenta los parámetros como la DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos Totales y las Grasas y Aceites.

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

E = eficiencia

S₀ = Carga contaminante de entrada en mg / L.

S = Carga contaminante de Salida en mg / L.

Tabla 25. Eficiencia Biofiltro Fibra de Coco por caudales

Biofiltro Fibra de Coco			
Caudal	Mínimo	Medio	Máximo
Parámetros	% Remoción		
DBO5	54%	39%	30%
DQO	40%	28%	27%
SST	81%	91%	89%
GyA	60%	45%	39%

Fuente: Autores, 2018.

Observando la tabla 25, hay una gran remoción de los DBO₅, DQO, SST y GyA, teniendo en cuenta la variación de los caudales se detalla que a pesar de que el caudal es máximo se alcanza un gran porcentaje en la eliminación de los sólidos totales.

Tabla 26. Eficiencia Biofiltro Carbón Vegetal por caudales

Biofiltro de Carbón Vegetal			
Caudal	Mínimo	Medio	Máximo
Parámetros	% Remoción		
DBO5	53%	43%	37%
DQO	29%	26%	28%
SST	79%	87%	66%
GyA	55%	36%	31%

Fuente: Autores, 2018.

Se observa que a menor caudal hay mayor remoción de los parámetros fisicoquímicos evaluados. La tabla 26 expresa claramente que el biofiltro de carbón vegetal tiene mayor porcentaje en remoción, sin embargo, los SST están por debajo en comparación con los resultados obtenidos del biofiltro de fibra de coco. Teniendo en cuenta la función de los biofiltros en la retención de sólidos este es un resultado a apreciar.

7.3. COMPARAR EL BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO CON EL MODELO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL TENIENDO EN CUENTA LA VARIACIÓN DE CAUDALES MÁXIMO, MEDIO Y MÍNIMO.

Apoyo bibliográfico de la información existente de biofiltros: BIOFILTROS DOMICILIARIOS CONVENCIONALES (CARBÓN)

En este contexto, los biofiltros domiciliarios vienen a dar una alternativa de saneamiento, siendo una solución para el tratamiento de las aguas grises, amigable al medio ambiente. Reduciendo los impactos negativos que ocasiona la mala disposición de dichas aguas, al mejorar su calidad antes de ser regresadas a la naturaleza, mejora el nivel de vida de las personas y la belleza natural del ambiente. La depuración de las aguas grises por medio de biofiltros domiciliarios permite dar un segundo uso al agua (reciclaje) lo que incide desde el punto de vista financiero. El agua resultante del efluente del biofiltro, según la calidad que presente al final del tratamiento, puede ser utilizada para otras actividades dentro del mismo hogar, reduciendo el consumo del agua potable hasta en un 20%. Considerando que el 80%

de las aguas de un hogar son tratadas por esta tecnología, este alto volumen no entrará a los sistemas de tratamiento municipal, disminuyendo los costos por el tratamiento de estas aguas.

Como resultado en enero del 2010, HABITAR comenzó en Nicaragua en 8 barrios populares en alta vulnerabilidad ambiental la construcción de alternativas para el manejo adecuado de las aguas grises, con el apoyo de la Iniciativa Integrada para el Ambiente Urbano Sostenible 2 (ISSUE-2) financiada por el Ministerio Holandés de Asuntos Exteriores DGIS, a través del organismo holandés WASTE. Contando con las experiencias desarrolladas por el proyecto de Biomasa de la Universidad Nacional de Ingeniería, cuyas evaluaciones y monitoreo de parámetros técnicos por más de 5 años sirvieron de base para adaptar la tecnología de biofiltros a las condiciones ambientales del país. La implementación de los sistemas de biofiltración a escala domiciliar permitió alcanzar los siguientes resultados de impacto: Cultural. Las personas involucradas apreciaron la posibilidad de proteger el ambiente en que viven, observando la diferencia entre hacer una mala y una buena disposición del agua. Este tipo de tecnología de eco-saneamiento está tomando mayor importancia en países de Latinoamérica. Las experiencias en el país y en otros países de la región muestran una aceptación de la población que accede a dichas tecnologías. (Delgado, 2010)

BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO

La fibra utilizada para el relleno de biofiltros proviene del mesocarpio del coco. Es un material muy fibroso, que hay que cribar-el fin de separar las fibras largas, que serán utilizados para biofiltros. Para poder utilizarlo, hay que hidratarlo artificialmente. Este proceso permite al material expandirse de y aumentar la superficie de trabajo.

CARACTERÍSTICAS: La fibra de coco es un material extremadamente ligero (111kg / m³) y con una porosidad del 96%. Por sus propiedades puede ser utilizado en sistemas donde la fibra de coco es el único agente filtrante. Se pueden mejorar sus

propiedades, combinándolo con otros materiales como el brezo, que aumentan la esponjosidad. Es un material, con un elevado índice de adsorción de olores.

El biofiltro de fibra de coco puede tener un periodo de duración más o menos de 2 a 4 años dependiendo del trato que sufra la materia prima, Este material fibroso se puede clasificar por su porosidad, textura, color y compactación, de tal manera se designan los siguientes:

- Molido Colado en Bloque: producto comprimido con gran capacidad de absorción de humedad y retención de nutrientes. Especial como sustrato para plantas ornamentales que requieran un plan de fertilización granular continuo. Fácil de transportar e ideal para la producción a gran escala.
- Molido Colado en Bolsa: producto de partículas finas con alta capacidad de absorción de agua y retención de nutrientes. Especial como sustrato de plantas ornamentales que requieran un plan de fertilización granular continuo.
- Molido No Colado: fibra de coco con partículas de diferentes tamaños que ayuda a mejorar la porosidad y el drenaje. Especial como sustrato para plantas que no toleran altos niveles de humedad y que no vivan bajo un plan de fertilización granular permanente.
- Mecha Larga: fibra de aproximadamente 15 cm, cuidadosamente seleccionada para obtener un producto especial para la cobertura de canastas metálicas y muchas otras estructuras. Se puede utilizar además como cobertura muerta en cultivos anuales y perennes, lo que reducirá la germinación de malezas y evitará la deshidratación acelerada del suelo, reduciendo así el consumo de agua en el sistema de riego.
- Mecha Corta: fibra de aproximadamente 4 -7 cm con gran capacidad de infiltración de agua; esto ayuda a mejorar el movimiento del agua dentro del sustrato y a la vez crea un microclima fresco para que las raíces no sufran de estrés térmico.
- Nuez de Coco: pequeñas partes del endocarpio del fruto del coco que aumenta la porosidad del medio de cultivo, y colabora con la buena aireación

de las raíces. Además de los beneficios nombrados y gracias a su estética, presenta una buena alternativa para colocarlo sobre las superficies lodosas o resbaladizas como alternativa en los senderos y callejones de su finca, vivero o jardín.

- Chip Ordinario: cubos naturales de fibra de coco ideales para la producción de orquídeas. Dichos cubos poseen una vida útil mayor que muchos sustratos comunes, por lo que la planta necesitará menos trasplantes en su vida. En caso de que las orquídeas sean epífitas y el tiempo para su mantenimiento sea escaso, el chip ordinario le ayudará a mantener la humedad de las raíces por más tiempo.
- Fibra Cruda: fibra de coco 'tosca' especial para orquídeas madres; su larga vida útil, efecto de su mayor longitud y grosor en relación con la fibra convencional, la hacen especial para esta aplicación.
- Macetas de Fibra de Coco: Este producto está hecho de fibra de coco y se le da la forma con ayuda de un adhesivo natural; es un producto 100% amigable con el ambiente. La composición de la maceta permite una mejor aireación del medio de crecimiento lo cual ayuda a que las raíces crezcan rápido y vigorosamente. (Disaso S.A., 2010)

Como resultado este producto puede utilizarse como material único para constituir el lecho o como componente individual en sistemas de biofiltración multicapa. La biofiltración es una técnica muy versátil, capaz de tratar olores (sulfhídrico, amoníaco), compuestos tóxicos y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's). La eficiencia del tratamiento de estos elementos se encuentra por encima del 90-95% para bajas concentraciones de contaminantes, típicamente < 1.000 ppm. (Bures profesional S.A, 2012).

EN LOS BIOFILTROS ORGÁNICOS TENEMOS:

BIOFILTRO DE CASCARILLA DE ARROZ

Se evaluó un biofiltro a escala laboratorio para el tratamiento del efluente de la PTAR del Inpec de Yopal, Casanare, cuya finalidad era lograr un efluente de calidad óptima para reúso del agua en riego agrícola. Se contemplaron tres fases, la primera caracterización y análisis de los parámetros microbiológicos como fisicoquímicos del efluente. La segunda fase diseño y construcción del sistema a escala laboratorio del humedal artificial, se construyó en vidrio, usando cascarilla de arroz, intercalada con grava, se sembró pasto vetiver (*C. Zizanioides*) y se inundó el sistema para que funcionará con flujo subsuperficial, el tiempo de retención hidráulico TRH fue de 3.4 días. La desinfección con cloro se diseñó a partir de una prueba de demanda de cloro. La tercera fase consistió en la operación del sistema a flujo continuo, el seguimiento se realizó a través de 4 muestreos con frecuencia semanal, en dos de estos muestreos se incluyó medición de DBO_5 , coliformes totales y fecales y conductividad. Los resultados mostraron que la cascarilla de arroz como sustrato funciona bien, las plantas crecieron permanentemente, ayudando a disminuir la carga orgánica. Como conclusión la cascarilla puede ser un sustituto total o parcial de otros sustratos de biofiltros o humedales de flujo subsuperficial, al ser menos costosa y estar disponible especialmente en la región de la Orinoquía. Sin embargo, su uso debe complementarse con un proceso de reoxigenación del agua, ya que su condición anaerobia es un aspecto negativo para los cuerpos de agua receptores de vertimientos.

Como resultados obtenidos y analizando la eficiencia del humedal a escala piloto, este sistema de tratamiento logró 99% de eficiencia en la remoción de coliformes fecales y *Escherichia Coli*, por lo cual estos organismos patógenos cumplen con los criterios de calidad que establece la norma para reúso de aguas residuales, por el contrario, durante el proceso se perdió el oxígeno disuelto esto se debió a la degradación de la materia orgánica, por ende esto desarrolla un medio anaerobio con microorganismos anaerobios y facultativos. Otros parámetros como la DBO_5 y la

alcalinidad aumentaron durante una fase del tratamiento, una de las posibles causas pudo ser por la cascarilla de arroz como sustrato orgánico ya que este aporta materia orgánica, el comportamiento del pH se mantuvo constante tanto a la entrada como a la salida del humedal, la conductividad presento una disminución de casi el 28% a la salida del humedal. La remoción de DBO_5 teniendo en cuenta la cinética de velocidad de reacción "K" fue de 0.091d^{-1} lo que indica que, aunque el humedal funcionó muy bien removiendo algunos contaminantes, la constante de remoción de DBO_5 es baja en comparación a otros sistemas similares donde esta constante oscila entre 1.1 y 1.35d lo cual pudo deberse a una baja carga orgánica en el sistema, también al corto tiempo de operación del sistema y a la variación en la calidad del agua que se trató. (Infante, 2017).

Comparación entre variables (eficiencia, costo y economía de los diferentes diseños de biofiltro):

Tabla 27. Comparación Biofiltros.

DISEÑOS	DESCRIPCION	EFICIENCIA	COSTOS	MATERIALES
<p>BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO</p>	<p>La fibra utilizada para el relleno de biofiltros proviene del mesocarpio del coco. Es un material muy fibroso, que hay que cribar-el fin de separar las fibras largas, que serán utilizados para biofiltros. Para poder utilizarlo, hay que hidratarlo artificialmente. Este proceso permite al material expandirse de y aumentar la superficie de trabajo.</p>	<p>80 - 90%</p>	<p>Los materiales a la hora de su construcción son fáciles de adquirir ya que la fibra es un material proveniente de la palma de coco y se encuentra en gran cantidad en la zona. La elaboración de este diseño está estipulada en un rango de \$231.000.</p>	<p>1 tanque de 50 galones 1 tanque tipo bala de 30Lt 1 balde de 20Lt 3 latas de grava fina 3 latas de grava gruesa 1 ½ Saco de fibra de coco para compactar 5 válvulas de ¾” 4 tapones 4 uniones de ¾” 1 reducción de ¾” 1 codo de 90° de ¾” 4 te de ¾” 1 macho y 1 hembra de 1” 1 tubo PVC de ¾”</p>

<p>BIOFILTRO CONVENCIONAL</p>	<p>Un filtro de carbón vegetal trabaja como tamiz extrayendo los materiales pesados que se encuentran, por ejemplo, en el agua actuando, así como un purificador. El carbón vegetal es un material extremadamente poroso y son muy eficientes en los fenómenos de adsorción. Éste es un proceso que se basa en la atracción de moléculas pesadas a una superficie sólida, como por ejemplo el carbón, dejando pasar solamente las moléculas más puras de un líquido.</p>	<p>75 – 85%.</p>	<p>Los materiales a la hora de su construcción son fáciles de adquirir ya que el carbón vegetal es un material que se obtiene de la quema de materiales como la quema de maderas y demás. La elaboración de este diseño está estipulada en un rango de \$246.000.</p>	<p>1 tanque de 50 galones 1 tanque tipo bala de 30Lt 1 balde de 20Lt 3 latas de grava fina 3 latas de grava gruesa 1 ½ saco de carbón vegetal 5 válvulas de ¾” 4 tapones 4 uniones de ¾” 1 reducción de ¾” 1 codo de 90° de ¾” 4 te de ¾” 1 macho y 1 hembra de 1” 1 tubo PVC de ¾”</p>
<p>BIOFILTRO TIPO JARDINERA</p>	<p>Consiste en aprovechar que en el suelo existen microorganismos que degradan la materia orgánica y que las plantas necesitan nutrientes y agua para su desarrollo.</p>	<p>60- 75%</p>	<p>Altos costos a la hora de su construcción ya que este sistema de biofiltrado requiere materiales como cemento, microorganismos. La elaboración de este diseño está estipulada en un rango de \$487.000.</p>	<p>3 bolsas de cemento 6 latas de grava fina 6 latas de grava gruesa 6 latas de arena fina Plantas purificadoras 6 sacos de cascarilla de arroz 1 poli sombra de 10 metros 2 válvulas de ½” 2 tapones 1 codo de 90° de ½” 1 tubo de PVC de ½”</p>

<p>BIOFILTRO DE LECHO FIJO</p>	<p>Consiste en hacer pasar la corriente gaseosa saturada de humedad que contiene al contaminante a través del lecho en donde los contaminantes son degradados por los microorganismos.</p>	<p>65 -70%</p>	<p>Altos costos a la hora de su construcción La elaboración de este diseño está estipulada en un rango de \$754.000.</p>	<p>1 tanque de 50 galones 1 tanque de 30 Lt 5 latas de grava fina 5 latas de grava gruesa 5 latas de arena Tierra de diatomeas Trozos de madera Residuos orgánicos Compostaje Microorganismos Bacterias Hongos Actinomycetes Pseudomonas Fibra de caña de azúcar Material filtrante ya sea orgánico o sintético 1 poli sombra de 10 metros 2 válvulas de ½” 2 tapones 1 codo de 90° de ½” 2 tubo de PVC de ½”</p>
---------------------------------------	--	----------------	--	---

<p>BIOFILTRO CON RECIRCULACION DE LÍQUIDO</p>	<p>Consiste de una columna empacada con un soporte inerte (usualmente de material cerámico o plástico) donde se desarrolla la biopelícula. A través del lecho se alimenta una corriente gaseosa que contiene el contaminante y una corriente líquida que es comúnmente reciclada a través del lecho y que tiene la función de aportar nutrientes esenciales a la biopelícula, así como de remover los productos de degradación de los microorganismos</p>	<p>75- 80 %</p>	<p>Altos costos a la hora de su construcción La elaboración de este diseño está estipulada en un rango de \$634.000.</p>	<p>1 tanque de 50 galones 1 tanque de 30 Litros 5 latas de grava fina 5 latas de grava gruesa 5 latas de arena Tierra de diatomeas Trozos de madera Residuos orgánicos Compostaje Microorganismos Bacterias Hongos Actinomycetes Material filtrante ya sea orgánico o sintético 1 poli sombra de 10 metros 2 válvulas de ½” 2 tapones 1 codo de 90° de ½” 2 tubo de PVC de ½”</p>
--	---	-----------------	--	---

<p align="center">BIOFILTRO DE CASCARILLA DE ARROZ</p>	<p>Se evaluó un biofiltro a escala laboratorio para el tratamiento del efluente de la PTAR del Inpec de Yopal, Casanare, cuya finalidad era lograr un efluente de calidad óptima para reuso del agua en riego agrícola. Se contemplaron tres fases, la primera caracterización y análisis de los parámetros microbiológicos como fisicoquímicos del efluente. La segunda fase diseño y construcción del sistema a escala laboratorio del humedal artificial, se construyó en vidrio, usando cascarilla de arroz, intercalada con grava, se sembró pasto vetiver (C. Zizanioides) y se inundó el sistema para que funcionará con flujo subsuperficial</p>	<p align="center">75 -80%</p>	<p>Altos costos a la hora de su construcción La elaboración de este diseño está estipulada en un rango de \$834.000.</p>	<p>1 recipiente de vidrio con capacidad para 50 lts 2 tanques tipo bala de 30 lts 6 latas de grava fina Plantas purificadoras 6 sacos de cascarilla de arroz 2 válvulas de ½” 2 tapones 1 codo de 90° de ½” 1 tubo de PVC de ½”</p>
---	--	-------------------------------	--	---

CONCLUSIONES

Mediante las pruebas realizadas en este estudio fue posible proponer un diseño piloto de biofiltro que mostró una eficiencia de remoción superior al biofiltro de carbón vegetal. Fue posible constatar que cada uno de los materiales pétreos presentaba un comportamiento distinto, siendo la fibra de coco, el material que mejor removió los contaminantes de los detergentes, suavizantes y residuos orgánicos provenientes del lavado de los platos en el agua gris.

Adicionalmente, se observó que tanto la grava fina como la grava gruesa pueden emplearse en menor cantidad, ya que no contribuyen significativamente a disminuir los niveles de DQO lo que se demostró que los sustratos establecidos originalmente en los biofiltros de Villa Germania, son adecuados para disminuir los niveles de contaminantes en las aguas grises, sin embargo, el mal uso de éstos asociado con la falta de un inadecuado mantenimiento de limpieza continua, contribuyen a obtener aguas grises que no cumplen con los criterios establecidos para su reusó.

Los biofiltros son un sistema de eliminación muy eficiente, que podrán aportar mayores beneficios a los habitantes del corregimiento y tendrán una contribución importante al medio ambiente. la materia prima del biofiltro (fibra de coco) sirve de componente primario para elaboración de abonos orgánicos ya que esta fibra es 100% natural que permite que los cultivos se desarrollen correctamente y funcione como un aislante entre el suelo y la planta para disminuir enfermedades, plagas, entre otros.

Una de las características importantes de la fibra de coco es que su pH se encuentra establecido entre 5.5 y 6.2, es fácil de rehidratar, posee una gran capacidad de retención de nutrientes y la ventaja es que los libera progresivamente. El diseño del biofiltro se le implementó una etapa de pretratamiento como es el diseño de una trampa de grasa que remueve más del 80% de las grasas y aceites provenientes de las aguas grises dispuestas en el tanque de almacenamiento, fue necesario instalar la trampa de grasa porque ayuda de manera muy factible a que el sistema no se

colmate y pueda garantizar una mejor eficiencia al momento que las aguas que van hacia el efluente salgan con una carga menor.

El sistema de biofiltros diseñados para funcionar como un tratamiento de remoción para las aguas grises del corregimiento, mejora el comportamiento de remoción de cargas contaminantes con un porcentaje del 40% de DQO y 54% de DBO₅, en los SST 81% y en las GyA un 60% siendo estos resultados los más eficientes en el caudal mínimo del diseño de biofiltro de fibra de coco en comparación con el modelo de biofiltro convencional la DBO₅ fue de 53%, DQO 29%, SST 79% y las GyA un 55% de tal manera que se reflejaron mejores resultados de remoción en el diseño de biofiltro de fibra de coco. En los caudales máximo horario y promedio, las condiciones fisicoquímicas como la DBO₅ y la DQO no se ajustaron a los requerimientos exigidos por la Resolución 0631 de 2015, cumpliendo eficientemente los parámetros tales como la T°, PH, SST y GyA.

El comportamiento de eficiencia de remoción dentro de la curva Parámetros Fisicoquímicos vs. Caudales se observa que el único parámetro que no posee un patrón similar en cuanto a la variación del caudal es los SST, puesto que con el biofiltro de carbón vegetal hay un aumento en cuanto mayor es el caudal, comportamiento no deseado para la eliminación de las sustancias contaminantes del agua.

Los nutrientes como nitrógeno total y fósforo totales que provienen principalmente de los detergentes y jabones, son absorbidos por las plantas y estas se alimentan de estos sustentos tomándolos del agua y aprovechándolos para su crecimiento. Incorporando el sistema de biofiltros para filtrar el agua gris y luego ser reutilizada, debido a que el agua sale mucho más limpia que cuando ingresó al biofiltro y puede ser utilizada para riego de árboles, jardines y labores domésticas.

RECOMENDACIONES

- El mantenimiento del biofiltro de fibra de coco, promedia de 2 a 4 años ya que su durabilidad depende del trabajo y esfuerzos sometidos al momento de su funcionamiento, su periodo de vida va hacer menor por ser materia orgánica y esta puede reutilizarse como abonos orgánicos.
- Los biofiltros sometidos a caudales máximo horario y promedio remueven una gran cantidad de solidos suspendidos, dicho caudal no es el apropiado para remover a aquellos parámetros físicos químicos como la DBO₅ y DQO
- A mayor área de diseño las dimensiones establecidas en los biofiltros, para que las materias primas de estos (fibra de coco y carbón vegetal) su dimensionamiento tiene que ser dos veces mayor que los materiales pétreos como la (grava fina y la grava gruesa).
- Para caudales máximos y medio debemos dimensionar el diámetro de las tuberías usadas en el diseño de los biofiltros, ya que se utilizaron tubos y accesorios de $\frac{3}{4}$ " y estas no abastecieron satisfactoriamente las condiciones necesarias para la eficiencia de los parámetros físico-químicos.
- El material utilizado en el sistema de biofiltro fue la fibra de coco cruda, pero al momento de su compactación es difícil de manejar y su porosidad es menor por tal razón es recomendable utilizar la fibra de coco procesada como molido colado en bloque ya que este producto comprimido tiene una gran capacidad de absorción de humedad y retención de nutrientes. Fácil de transportar e ideal para la producción a gran escala.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía. (2016). *Ubicación corregimiento Villa Germania*. Valledupar: Ministerio hacienda.
- Ali Sreekrishnaa. (2007). *Tratamiento de aguas residuales y disminución de DQO*. Toronto: EDAR.
- Amézquita, E. (2014). *Variación en la Porosidad del Carbón Vegetal*. Atlantic City.
- Arana, M. (2010). *DIFERENTES USOS DE LAS AGUAS GRISES DOMESTICAS*. CANADA: PNUD.
- Arias, S., Betancur, F., Gómez, G., Salazar, J., & Hernández, M. (2010). Fitorremediación con humedales para el tratamiento de aguas residuales porcinas. 11.
- Baldwin Filters. (2015). *Medio filtrante*. nebraska: Baldwin.
- Benavides. (2013). *Conoce los tipos de sustratos para un modelo de biofiltro*. Cali: Ecosiglos.
- Bures profesional S.A. (2012). *Biofiltros de fibra de coco*. Nicaragua: Bures.
- Carbotecnia. (2005). *Mediogranular*. Nebraska: Carbotecnia.
- Castro, M. (2004). *Parametros de calidad de las aguas*. Bogota: Bonsai Monarca.
- Cepis. (2003). *Trampas de grasa*. Lima: CEPIS.
- Conacyt. (2009). *BIOFILTROS DOMICILIARES: Filtros biológicos para la remoción de nutrientes de aguas grises*. Managua: PNUD.
- Conacyt. (2010). *Tratamiento de aguas residuales*. Bogota: Edar.
- Contraloría municipal. (2013). *Adecuado manejo y gestión del recurso hídrico*. Valledupar: Contraloría Municipal.

- Cuartas, A. (2011). *Determinacion de los parametros fisicos quimicos*. Bogota: Ecosiglos.
- Delgado, H. (2010). *Biofiltros domiciliarios*. Nicaragua: Ideas.
- Disaso S.A. (18 de 02 de 2010). *Disaso*. Obtenido de <http://disaso.com/esp/fibra.html>
- Domingo, N. (2013). *Impurezas en el agua*. Cali: Conocimiento web.
- Douglas, C. (2007). *Demanda quimica de oxigeno*. Cali: Ecoverde.
- Elias, X. (2013). *Biolavadores*. Apartado: Ecoverde.
- Estrada, I. (2010). *Demanda bioquimica de oxigeno*. Bogota: Bonsai maonarca.
- Estrada, I. (2013). *Afluente*. Apartado: Ecoverde.
- Fernandez, E. (2006). *Evaluacion de un lecho filtrante,utilizando mesocarpo de coco para el tratamiento de aguas residuales*. Cali: Acodal.
- Garzon, M. A. (2012). *Tecnologias y ciencias del agua*. cali: acodal.
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*.
- Guerreros, C. (2004). *Biopelícula*. Apartado: Ecoverde.
- Ideam. (2007). *Muestras puntuales*. Bogota: Ideam.
- Infante, S. (2017). Biofiltro con cascarilla de arroz y pasto vetiver para el tratamiento de del efluente de la PTAR del INPEC . Yopal: Resvista de investigacion agraria y ambiental.
- Jimenez, M. (2013). *Reutilizacion de aguas negras*. Cali: Hydro enviroment.
- Metcalf. (2003). *Solidos suspendidos totales*. Apartado: Bonsai monarca.
- Ministerio de Ambiente. (2010). *Vertimientos*. Bogota: Ministerio de ambiente.
- Moreno, V. (2006). *filtro*. Toronto: mecalf.
- Orozco, A. (2005). *Bioingenierias de aguas residuales*. cali: acodal.

- Perez, M. (2008). *Biomasa*. Bogota: Quimica la guia 200.
- Quiroz, A. (2015). *La turbidez del agua*. Cauca: Quimica la guia 200.
- Rangel, R. (2011). *Anaerobico*. Apartado: Ecosiglos.
- Reyes, J. (2016). *Determinacion de la eficiencia del aserrin y la fibra de coco utilizados como empaques para la remocion de contaminantes en biofiltros*. Guacimo: Bures profesional.
- Rodriguez, M. (1999). *Aguas residuales domesticas*. Cali: Ecosiglos.
- Rojas, J. A. (2012). *Tratameinto de agua gris teoria y principios de diseño*. cali: acodal.
- Ruiz, A. (2012). *La bifiltracion una alternativa para la potabilizacion del agua*. cali: acodal.
- Salvador, I. (2003). *Granulometria*. El salvador: American Society for Testing and Materials.
- Velázquez, M. (2009). *Ph*. Toronto: mecalf.
- Velez, E. (2014). *Calidad del agua*. Bogota: Ecosiglos.
- Vigueras, J. (2012). *Innovacion tecnologica para tratamiento de aguas residuales domesticas con filtros organicos*. Chiapas: Doctoral dissertation.
- Visquez, E. (1999). *Evaluacion preliminar de dos tipos de biofltro utilizado como tratamiento preliminar de aguas residuales domesticas*. Cali: Revista aquatic.
- Wsp. (2014). *Biofiltro una opcion sostenible para el tratamiento de aguas residuales domesticas*. Toronto: Cinvelav.

Anexos.

Anexo 1.

REGISTRO FOTOGRAFICO

DIVISIÓN DEL TANQUE DE BALA PARA LOS MODELOS DE BIOFILTROS



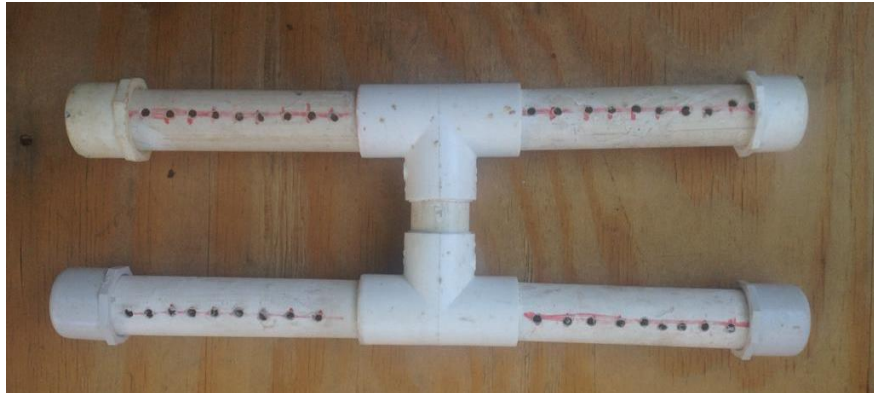
Fuente: Autores, 2018.

MODELO DE TRAMPA DE GRASAS UTILIZADO



Fuente: Autores, 2018.

SISTEMA DE RIEGO UNIFORME



Fuente: Autores, 2018.

MATERIA PRIMA (FIBRA DE COCO)



Fuente: Autores, 2018.

BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO Y BIOFILTRO CONVENCIONAL



Fuente: Autores, 2018.

MEDICIÓN DE CAUDALES



Fuente: Autores, 2018.

MONTAJE DEL DISEÑO DE BIOFILTROS



Fuente: Autores, 2018.

MUESTRAS DE AGUA DE LOS DIFERENTES CAUDALES



Fuente: Autores, 2018.

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN



Fuente: Autores, 2018.

CENSO A LA POBLACIÓN DE EL CORREGIMIENTO DE VILLA GERMANIA.



Fuente: Autores, 2018.

Anexo 2.

FORMATO DE LA ENCUESTA



FORMATO PARA LA SENSIBILIZACIÓN Y AHORRO DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE VILLA GERMANIA.

I. DATOS PERSONALES:

NOMBRES: _____

APELLIDOS: _____

SEXO: M F

PROPIEDAD DE LA VIVIENDA: padre Madre Otros

FAMILIARES POR VIVIENDA: _____

II. DATOS DE LA VIVIENDA ENCUESTADAS :

¿CUANTOS PIMPINAS DE AGUA SE GASTAN PARA LAS ACTIVIDADES DOMESTICAS EN LA VIVIENDA?

1 2 3 4

¿TIENE UD ALGUN CONOCIMIENTO PARA REURILIZAR LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS?

SI NO

¿CUAL ES LA PROCEDENCIA DEL AGUA DE CONSUMO?

POZOS CAMIONES DE ABASTECIMIENTO OTROS

Anexo 3.

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

En complemento a la Tabla 4. Presentamos los siguientes resultados

GENERO	PROPIEDAD DE LA VIVIENDA	N° FAMILIARES	PROCEDENCIA
M	PADRE	3	POZOS
M	PADRE	4	CAMIONES ABS
M	PADRE	2	POZOS
M	PADRE	4	OTROS
M	PADRE	5	CAMIONES ABS
M	PADRE	2	OTROS
M	PADRE	6	OTROS
M	PADRE	4	OTROS
M	PADRE	4	CAMIONES ABS
F	MADRE	3	OTROS
M	OTRO	6	CAMIONES ABS
M	OTRO	4	CAMIONES ABS
F	MADRE	3	CAMIONES ABS
M	OTRO	4	OTROS
M	PADRE	5	OTROS
F	MADRE	5	CAMIONES ABS
M	PADRE	5	CAMIONES ABS
M	PADRE	3	OTROS
M	PADRE	4	CAMIONES ABS
F	MADRE	2	CAMIONES ABS
F	MADRE	5	CAMIONES ABS
M	PADRE	5	OTROS
M	PADRE	3	CAMIONES ABS
M	PADRE	2	OTROS
M	PADRE	5	CAMIONES ABS
M	PADRE	6	OTROS
F	MADRE	7	CAMIONES ABS
M	PADRE	5	CAMIONES ABS
F	MADRE	3	CAMIONES ABS
M	PADRE	4	POZOS
M	PADRE	5	OTROS
M	PADRE	6	POZOS
M	OTRO	4	POZOS
M	OTRO	4	POZOS
F	OTRO	5	CAMIONES ABS

M	PADRE	6	POZOS
M	PADRE	7	OTROS
M	PADRE	5	OTROS
M	PADRE	6	OTROS
M	PADRE	3	OTROS
F	MADRE	5	OTROS
M	PADRE	3	OTROS
M	PADRE	5	OTROS
F	MADRE	2	POZOS
F	MADRE	3	POZOS
F	MADRE	4	POZOS
M	PADRE	5	POZOS
F	MADRE	3	POZOS
M	PADRE	5	POZOS
F	MADRE	6	POZOS
M	PADRE	7	POZOS
F	MADRE	4	CAMIONES ABS
M	PADRE	3	CAMIONES ABS
F	MADRE	6	CAMIONES ABS
F	MADRE	7	CAMIONES ABS
M	PADRE	5	CAMIONES ABS
M	PADRE	3	CAMIONES ABS
F	MADRE	6	OTROS
M	PADRE	4	OTROS
M	PADRE	3	OTROS
M	PADRE	6	OTROS
M	PADRE	7	CAMIONES ABS
M	PADRE	8	OTROS
F	OTRO	5	CAMIONES ABS
M	PADRE	4	CAMIONES ABS
M	PADRE	3	OTROS
F	MADRE	6	OTROS
M	PADRE	7	OTROS
F	OTRO	5	OTROS
F	OTRO	2	CAMIONES ABS
M	PADRE	4	OTROS
F	MADRE	6	OTROS
F	MADRE	7	OTROS
M	PADRE	4	OTROS
M	PADRE	3	OTROS
M	PADRE	6	OTROS

F	MADRE	7	OTROS
F	OTRO	8	POZOS
F	MADRE	6	POZOS
F	MADRE	4	POZOS
F	MADRE	3	POZOS
F	MADRE	5	OTROS
F	MADRE	7	POZOS
F	MADRE	5	POZOS
F	OTRO	4	OTROS
F	OTRO	3	OTROS

Anexo 4.

*CERTIFICADO EXPEDIDO POR LA
INSPECCION DE VILLA GERMANIA.*



REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL CESAR
MUNICIPIO DE VALLEDUPAR
CORREGIMIENTO DE VILLA GERMANIA
INSPECCION DE POLICIA RURAL



EL SUSCRITO INSPECTOR DE POLICÍA RURAL

CERTIFICA:

Que **JORGE ARMANDO RINCONES FERNANDEZ**, identificado con cédula de ciudadanía n° 1'065.815.832 y **CARLA PATRICIA RÍOS RODELO**, identificada con cédula de ciudadanía n° 1'065.644.013, en su condición de estudiantes matriculados en el Programa de Ingeniería Ambiental & Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar con sede en Valledupar, realizan su proyecto de grado denominado "DISEÑO DE BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN VILLA GERMANIA, VALLEDUPAR" el cual comenzaron a desarrollar en el mes de noviembre del año 2017; y aún, desarrollan las labores pertinentes al tema con tal de finiquitar sus actividades programadas.

Expido y firmo en Villa Germania Cesar, a solicitud de los interesados a los 20 días del mes de marzo año 2018.




NAVIS RUIDÍAZ GUTIERREZ
Inspector de Policía Rural
Villa Germania

Anexo 5.

RESULTADOS DE LABORATORIO.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA AFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO.

	FORMATO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 17	
		VERSION: 2	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO
 No 1394-1

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN:	TRAN 5C N 45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023051581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Laboratorio	
				FECHA DE MUESTREO	HORA:	2018-03-03	09:30 AM
0318-1394-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA CRUDA	VILLA GERMANIA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2018-03-03	HORA:	11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2018-02-03		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2018-03-08		
				FECHA DE REPORTE	2018-03-08		

N.A. No aplica

N.E. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-1
DBO ₅	SM 5210 B y SM 4500-O G/Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana	mg/L	No aplica	0,20	2,00	187

Nota:

Los laboratorios de Microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MINIMO).**

	FORMATO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 17	
		VERSION: 2	PAG:2

REPORTE DE ENSAYO
No 1394-2

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-2

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN:	TRAN 5C N 45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023051581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Laboratorio		
				FECHA DE MUESTREO	HORA	2018-03-03	09:30 AM	
0318-1394-2	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MÍNIMO FIBRA DE COCO	VILLA GERMANIA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2018-03-03	HORA:	11:00 AM	
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2018-02-03			
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2018-03-08			
				FECHA DE REPORTE	2018-03-08			

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS


MICROBIOLÓGICOS

ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	RESULTADOS
DBO ₅	SM 5210 B y SM 4500-O G/Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana	mg/L	No aplica	0,20	2,00	0318-1394-2 86

Nota:

Los laboratorios de Microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MEDIO).

	FORMATO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 17	
		VERSION: 2	PAG:3

REPORTE DE ENSAYO
 No 1394-3

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-3

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN:	TRAN 5C N 45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023051581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR	
				Fecha de Muestreo	Laboratorio
0318-1394-3	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MEDIO FIBRA DE COCO	VILLA GERMANIA	FECHA DE MUESTREO	2018-03-03 HORA: 09:30 AM
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2018-03-03 HORA: 11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2018-02-03
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2018-03-06
				FECHA DE REPORTE	2018-03-06

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-3
DBO ₅	SM 5210 B y SM 4500-O G/Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana	mg/L	No aplica	0,20	2,00	114

Nota:

Los laboratorios de Microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MAXIMO).

	FORMATO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 17	
		VERSION: 2	PAG:4

REPORTE DE ENSAYO
 No 1394-4

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-4

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN:	TRAN 5C N 45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023051581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Laboratorio	
				FECHA DE MUESTREO	HORA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	HORA
0318-1394-4	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MÁXIMO FIBRA DE COCO	VILLA GERMANIA	2018-03-03	09:30 AM	2018-03-03	11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS		2018-02-03	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO		2018-03-08	
				FECHA DE REPORTE		2018-03-08	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-4
DBO ₅	SM 5210 B y SM 4500-O G/Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana	mg/L	No aplica	0,20	2,00	131

Nota:

Los laboratorios de Microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MINIMO).

	FORMATO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 17	
		VERSION: 2	PAG:5

REPORTE DE ENSAYO
 No 1394-5

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-5

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/C.C.	1065815632
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN:	TRAN 5C N 45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023051581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Laboratorio	
				FECHA DE MUESTREO	HORA	2018-03-03	09:30 AM
0318-1394-5	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MINIMO CARBÓN ACTIVADO	VILLA GERMANIA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2018-03-03	HORA:	11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2018-02-03		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2018-03-08		
				FECHA DE REPORTE	2018-03-08		

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-5
DBO ₅	SM 5210 B y SM 4500-O G/Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana	mg/L	No aplica	0,20	2,00	88

Nota:

Los laboratorios de Microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MEDIO).

	FORMATO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 17	
		VERSION: 2	PAG:6

REPORTE DE ENSAYO
No 1394-6

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-6

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN:	TRAN SC N 45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023051581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Laboratorio	
				FECHA DE MUESTREO	HORA:	FECHA DE INGRESO MUESTRA	HORA:
0318-1394-6	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MEDIO CARBÓN ACTIVADO	VILLA GERMANIA	2018-03-03	09:30 AM	2018-03-03	11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS		2018-02-03	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO		2018-03-08	
				FECHA DE REPORTE		2018-03-08	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-6
DBO ₅	SM 5210 B y SM 4500-O G/Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana	mg/L	No aplica	0,20	2,00	106

Nota:

Los laboratorios de Microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MAXIMO).

	FORMATO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	VIGENCIA	
		14 - 01 - 17	
		VERSION: 2	PAG:7

REPORTE DE ENSAYO
No 1394-7

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-7

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RÍOS	NIT/C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN:	TRAN 5C N 45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023051581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Laboratorio	
				FECHA DE MUESTREO	HORA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	HORA
0318-1394-7	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MÁXIMO CARBÓN ACTIVADO	VILLA GERMANIA	2018-03-03	09:30 AM	2018-03-03	11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS		2018-02-03	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO		2018-03-08	
				FECHA DE REPORTE		2018-03-08	

N.A. No aplica

N.I. Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUÍMICOS


MICROBIOLÓGICOS

ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	RESULTADOS
DBO ₅	SM 5210 B y SM 4500-O G/Incubación a 5 días y Electrodo de Membrana	mg/L	No aplica	0,20	2,00	0318-1394-7 117

Nota:

Los laboratorios de Microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA AFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO.

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	VIGENCIA	
		14-01-17	
		VERSION: 2	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO
No 1394-1

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/ C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN	TRAN 5C N45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023057581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR					
				Fecha de Muestreo	HORA:				
0318-1394-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA CRUDA	VILLAGERMANIA	2018 -03-03	9:30 AM				
				2018 -03-03	11:00 AM				
				FECHA INICIO DE ENSAYOS			2018-02-03		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO			2018-02-03		
				FECHA DE REPORTE			2018-02-03		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUIMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	
DQO	Reflujo abierto	Mg/L	No aplica	-	-	0318-1394-1
						549

Nota:

Los laboratorios de microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MINIMO).

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	VIGENCIA	
		14-01-17	
		VERSION: 2	PAG: 2

**REPORTE DE ENSAYO
No 1394-1**

OOS No.	1394
Códigos:	0318-1394-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/ C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN	TRAN 5C N45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023057581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR			
				FECHA DE MUESTREO	Laboratorio		HORA:
0318-1394-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MINIMO FIBRA DE COCO	VILLAGERMANIA	2018 -03-03	2018-02-03		9:30 AM
				2018 -03-03	2018-02-03		11:00 AM
					2018-02-03		
					2018-02-03		
					2018-02-03		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUIMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-1
DQO	Reflujo abierto	Mg/L	No aplica	-	-	329

Nota:

Los laboratorios de microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MEDIO).

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	VIGENCIA	
		14-01-17	
		VERSION: 2	PAG: 3

**REPORTE DE ENSAYO
No 1394-1**

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-1

LI INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/ C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN	TRAN 5C N45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023057581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR					
				FECHA DE MUESTREO	Laboratorio	HORA:			
0318-1394-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MEDIO FIBRA DE COCO	VILLAGERMANIA	2018-03-03		9:30 AM			
				2018-03-03		11:00 AM			
				FECHA INICIO DE ENSAYOS				2018-02-03	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO				2018-02-03	
				FECHA DE REPORTE				2018-02-03	

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUIMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-1
DQO	Reflujo abierto	Mg/L	No aplica	-	-	394

Nota:

Los laboratorios de microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MAXIMO).**

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	VIGENCIA	
		14-01-17	
		VERSION: 2	PAG: 4

**REPORTE DE ENSAYO
No 1394-1**

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/ C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN	TRAN 5C N45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023057581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR				
				FECHA DE MUESTREO	Laboratorio		HORA:	
0318-1394-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MÁXIMO FIBRA DE COCO	VELLAGERMANIA	2018 -03-03	Laboratorio		9:30 AM	
				FECHA DE INGRESO MUESTRA	2018 -03-03	HORA:		11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2018-02-03			
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2018-02-03			
				FECHA DE REPORTE	2018-02-03			

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUIMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-1
DQO	Reflujo abierto	Mg/L	No aplica	-	-	399

Nota:

Los laboratorios de microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MINIMO).

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	VIGENCIA	
		14-01-17	
		VERSION: 2	PAG: 5

REPORTE DE ENSAYO
No 1394-1

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/ C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCION	TRAN 5C N45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELEFONO:	3023057581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Laboratorio			
				FECHA DE MUESTREO	HORA:	FECHA DE INGRESO MUESTRA	HORA:		
0318-1394-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MÍNIMO CARBON ACTIVADO	VILLAGERMANIA	2018 -03-03	9:30 AM	2018 -03-03	11:00 AM		
				FECHA INICIO DE ENSAYOS				2018-02-03	
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO				2018-02-03	
				FECHA DE REPORTE				2018-02-03	

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUIMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-1
DQO	Reflujo abierto	Mg/L	No aplica	-	-	392

Nota:

Los laboratorios de microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MEDIO).

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	VIGENCIA	
		14-01-17	
		VERSION: 2	PAG: 6

**REPORTE DE ENSAYO
No 1394-1**

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/ C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN	TRAN 5C N45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023057581

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR Laboratorio			
				FECHA DE MUESTREO	2018 -03-03	HORA:	9:30 AM
0318-1394-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MEDIO CARBON ACTIVADO	VILLAGERMANIA	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2018 -03-03	HORA:	11:00 AM
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2018-02-03		
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2018-02-03		
				FECHA DE REPORTE	2018-02-03		

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUIMICOS


MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-1
DQO	Reflujo abierto	Mg/L	No aplica	-	-	406

Nota:

Los laboratorios de microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MAXIMO).

	FORMATO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS	VIGENCIA	
		14-01-17	
		VERSION: 2	PAG: 7

REPORTE DE ENSAYO
No 1394-1

ODS No.	1394
Códigos:	0318-1394-1

LI INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	JORGE RINCONES – CARLA RIOS	NIT/ C.C.	1065815832
CONTACTO/CARGO:	JORGE RINCONES	DIRECCIÓN	TRAN 5C N45-19
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar
		TELÉFONO:	3023057581

II INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CODIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR	
				FECHA DE MUESTREO	Laboratorio
0318-1394-1	AGUA RESIDUAL DOMESTICA	CAUDAL MÁXIMO CARBON ACTIVADO	VILLAGERMANIA	2018 -03-03	HORA: 9:30 AM
				2018 -03-03	HORA: 11:00 AM
				2018-02-03	
				2018-02-03	
				2018-02-03	

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISICO-QUIMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0318-1394-1
DQO	Reflujo abierto	Mg/L	No aplica	-	-	398

Nota:

Los laboratorios de microbiología informan que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA AFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO.



COD: RO-104 Ver: 06 del 18 de Junio de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3097**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRANS 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : AFLUENTE (AGUA CRUDA)
CODIGO : 160723160
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 10:25 A.m.
MUESTREO : 10/06/2018
RECEPCION : 10/06/2018
INICIO ENSAYOS : 10/06/2018
FINAL ENSAYOS : 11/06/2018
INFORME : 18/06/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Nitrógeno total mg N/L (A)	SM 4500-NORG B/SM 4500-NH3 B,C- Volumétrico	0.84
Fosforo total mg P/L (A)	SM 4500-PB,E – fotométrico	1.52

NOTA:

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MINIMO).**



COD: RO-104 Ver: 06 del 18 de Junio de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3097**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRANS 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMIN (B.F.C)
CODIGO : 160723160
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 10:25 A.m.
MUESTREO : 10/06/2018
RECEPCION : 10/06/2018
INICIO ENSAYOS : 10/06/2018
FINAL ENSAYOS : 11/06/2018
INFORME : 18/06/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Nitrógeno total mg N/L (A)	SM 4500-NORG B/SM 4500-NH3 B,C- Volumetrico	0.29
Fosforo total mg P/L (A)	SM 4500-PB,E – fotométrico	0.741

NOTA:

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
 Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
 Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MEDIO).**



COD: RO-104 Ver: 06 del 18 de Junio de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
Nº 3097**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRANS 5C.#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMED (B.F.C)
CODIGO : 160723160
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 10:25 A.m.
MUESTREO : 10/06/2018
RECEPCION : 10/06/2018
INICIO ENSAYOS : 10/06/2018
FINAL ENSAYOS : 11/06/2018
INFORME : 18/06/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Nitrógeno total mg N/L (A)	SM 4500-NORG B/SM 4500-NH3 B,C- Volumétrico	0.35
Fosforo total mg P/L (A)	SM 4500-PB,E – fotométrico	0.963

NOTA:

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado
(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
 Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZÁLEZ
 Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MAXIMO).**



COD: RO-104 Ver: 06 del 18 de Junio de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3097**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES - CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRANS 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMAX (B.F.C)
CODIGO : 160723160
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 10:25 A.m.
MUESTREO : 10/06/2018
RECEPCION : 10/06/2018
INICIO ENSAYOS : 10/06/2018
FINAL ENSAYOS : 11/06/2018
INFORME : 18/06/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Nitrógeno total mg N/L (A)	SM 4500-NORG B/SM 4500-NH3 B,C- Volumetrico	0.49
Fosforo total mg P/L (A)	SM 4500-PB,E - fotométrico	0.972

NOTA:

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

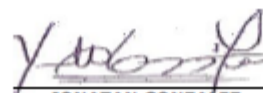
El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ


YECITH SANGUINO
 Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ


JONATAN GONZALEZ
 Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MINIMO).**



COD: RO-104 Ver: 06 del 18 de Junio de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3097**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES - CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRANS 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMIN (B.C.V)
CODIGO : 160723160
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 10:25 A.m.
MUESTREO : 10/06/2018
RECEPCION : 10/06/2018
INICIO ENSAYOS : 10/06/2018
FINAL ENSAYOS : 11/06/2018
INFORME : 18/06/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Nitrógeno total mg N/L (A)	SM 4500-NORG B/SM 4500-NH3 B,C- Volumétrico	0.34
Fosforo total mg P/L (A)	SM 4500-PB,E - fotométrico	0.906

NOTA:

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
 Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
 Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MEDIO).**



COD: RO-104 Ver: 06 del 18 de Junio de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3097**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES - CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRANS 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMED (B.C.V)
CODIGO : 160723160
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 10:25 A.m.
MUESTREO : 10/06/2018
RECEPCION : 10/06/2018
INICIO ENSAYOS : 10/06/2018
FINAL ENSAYOS : 11/06/2018
INFORME : 18/06/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Nitrógeno total mg N/L (A)	SM 4500-NORG B/SM 4500-NH3 B,C- Volumetrico	0.38
Fosforo total mg P/L (A)	SM 4500-PB,E - fotométrico	0.977

NOTA:

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
Jefe de Analisis Físicoquímica

Fin de Informe

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MAXIMO).



COD: RO-104 Ver: 06 del 18 de Junio de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3097**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES - CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRANS 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMAX (B.C.V)
CODIGO : 160723160
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 10:25 A.m.
MUESTREO : 10/06/2018
RECEPCION : 10/06/2018
INICIO ENSAYOS : 10/06/2018
FINAL ENSAYOS : 11/06/2018
INFORME : 18/06/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Nitrógeno total mg N/L (A)	SM 4500-NORG B/SM 4500-NH3 B,C- Volumetrico	0.47
Fosforo total mg P/L (A)	SM 4500-PB,E - fotométrico	0.982

NOTA:

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado
(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

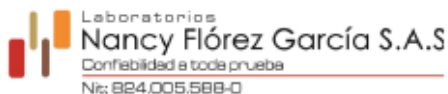
YECITH SANGUINO
Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA AFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO.



COD: RO-104 Ver: 04 del 18 de Abril de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3088**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRAN 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : AFLUENTE (AGUA CRUDA)
CODIGO : 160723162
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 7:25 a.m.
MUESTREO : 13/04/2018
RECEPCION : 13/04/2018
INICIO ENSAYOS : 13/04/2018
FINAL ENSAYOS : 18/04/2018
INFORME : 18/04/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Grasas y aceite mg/L (A)	SM 5520 D - Extracción Soxhlet	38

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marcaque verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MINIMO).**



COD: RO-104 Ver: 04 del 18 de Abril de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
Nº 3088**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES - CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRAN 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMIN (B.F.C)
CODIGO : 160723162
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 7:25 a.m.
MUESTREO : 13/04/2018
RECEPCION : 13/04/2018
INICIO ENSAYOS : 13/04/2018
FINAL ENSAYOS : 18/04/2018
INFORME : 18/04/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Grasas y aceite mg/L (A)	SM 5520 D - Extracción Soxhlet	15

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marcaque verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MEDIO).



COD: RO-104 Ver: 04 del 18 de Abril de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3088**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRAN 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMED (B.F.C)
CODIGO : 160723162
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 7:25 a.m.
MUESTREO : 13/04/2018
RECEPCION : 13/04/2018
INICIO ENSAYOS : 13/04/2018
FINAL ENSAYOS : 18/04/2018
INFORME : 18/04/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Grasas y aceite mg/L (A)	SM 5520 D - Extracción Soxhlet	21

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
 Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
 Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO DE FIBRA DE COCO (CAUDAL MAXIMO).**



COD: RO-104 Ver: 04 del 18 de Abril de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3088**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRAN 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMAX (B.F.C)
CODIGO : 160723162
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 7:25 a.m.
MUESTREO : 13/04/2018
RECEPCION : 13/04/2018
INICIO ENSAYOS : 13/04/2018
FINAL ENSAYOS : 18/04/2018
INFORME : 18/04/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Grasas y aceite mg/L (A)	SM 5520 D - Extracción Soxhlet	23

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marcaque verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
 Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
 Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MINIMO).**



COD: RO-104 Ver: 04 del 18 de Abril de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3088**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRAN 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMIN (B.C.V)
CODIGO : 160723162
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 7:25 a.m.
MUESTREO : 13/04/2018
RECEPCION : 13/04/2018
INICIO ENSAYOS : 13/04/2018
FINAL ENSAYOS : 18/04/2018
INFORME : 18/04/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Grasas y aceite mg/L (A)	SM 5520 D - Extracción Soxhlet	17

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marcaque verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE
BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MEDIO).**



COD: RO-104 Ver: 04 del 18 de Abril de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3088**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRAN 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMED (B.C.V)
CODIGO : 160723162
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 7:25 a.m.
MUESTREO : 13/04/2018
RECEPCION : 13/04/2018
INICIO ENSAYOS : 13/04/2018
FINAL ENSAYOS : 18/04/2018
INFORME : 18/04/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Grasas y aceite mg/L (A)	SM 5520 D - Extracción Soxhlet	24

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marca que verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
 Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
 Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

PARAMETRO FISICOQUIMICO MUESTRA EFLUENTE DEL AGUA GRIS DEL DISEÑO DE BIOFILTRO CONVENCIONAL (CAUDAL MAXIMO).



COD: RO-104 Ver: 04 del 18 de Abril de 2018

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICOQUIMICO
N° 3088**

INFORMACION DEL CLIENTE

EMPRESA : JORGE RINCONES – CARLA RIOS
DIRECCION : BRR SAN F/DO TRAN 5C#45-19
CONTACTO : JORGE RINCONES
CARGO : PARTICULAR

NIT : 1065815832-1065644913
CIUDAD : VALLEDUPAR
TELEFONO : 3023057581

INFORMACION DE LA MUESTRA

NOMBRE : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
LUGAR DE MUESTREO : VILLA GERMANIA
PUNTO DE MUESTREO : QMAX (B.C.V)
CODIGO : 160723162
LOTE : N.A
REGISTRO INVIMA : N.A

TIPO DE MUESTRA : SIMPLE
PLAN DE MUESTREO : N.S
PROC. DE MUESTREO : N.S

HORA MUESTRA : 7:25 a.m.
MUESTREO : 13/04/2018
RECEPCION : 13/04/2018
INICIO ENSAYOS : 13/04/2018
FINAL ENSAYOS : 18/04/2018
INFORME : 18/04/2018

ANALISIS	METODO - TECNICA	RESULTADO
Grasas y aceite mg/L (A)	SM 5520 D - Extracción Soxhlet	26

NOTA :

Muestra tomada y traída al laboratorio por el cliente.

N.A: No Aplica N.S: No Suministrado

(A): Acreditado (S): Subcontratado

Todo resultado del laboratorio está respaldado por una marcaque verifica su autenticidad.

Resultado no controlado una vez entregado al cliente.

El resultado aplica unicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

REVISÓ

YECITH SANGUINO
Coordinador de Físicoquímica

APROBÓ

JONATAN GONZALEZ
Jefe de Análisis Físicoquímica

Fin de Informe

**EQUIPOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LOS PARAMETROS DE
SOLIDOS TOTALES (SST) , pH Y TEMPERATURA.**

PESAJE DEL PAPEL FILTRO



Fuente: Autores, 2018.

FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE VACÍO



Fuente: Autores, 2018.

ETAPA DONDE SE VE CLARAMENTE LOS SOLIDOS



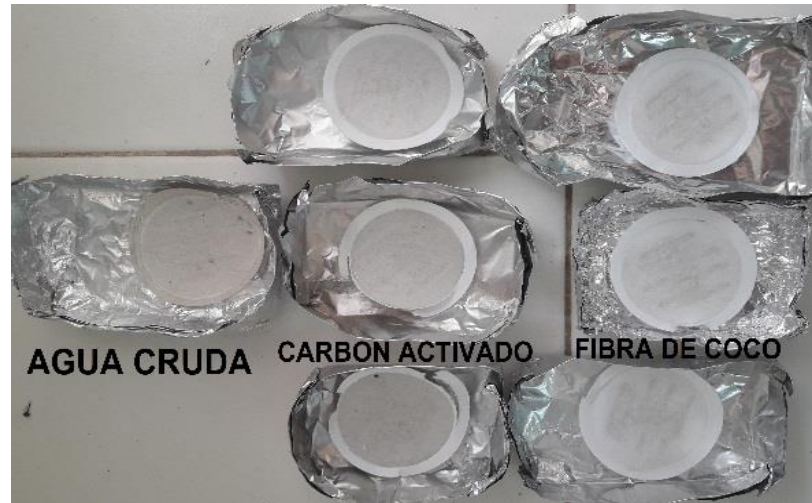
Fuente: Autores, 2018.

HORNO A 103°C Y DISECADOR



Fuente: Autores, 2018.

RESULTADOS ESPERADOS DE LAS MUESTRAS DEL ARD



Fuente: Autores, 2018.

MEDICIÓN DE PH Y TEMPERATURA



Fuente: Autores 2018.