

Artículo Científico

Oportunidades para el uso de geotextiles para el tratamiento de aguas grises

Opportunities for the use of geotextiles for grey water treatment.

Melisa Noemi León Urrutia

**Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de
Guatemala, Guatemala**

**Dirección para recibir correspondencia: melisanoemilu@gmail.com
Recibido 15.05.2020 Aceptado 28.09.2020**

Resumen

El uso de agua en los hogares genera aguas residuales de dos tipos de efluentes; el primero asociado a materia fecal y el segundo a las aguas grises producto de materia orgánica, sedimentos y detergentes. Este estudio tiene como objetivo presentar tres prototipos de filtros para el tratamiento de aguas grises domésticas, cada filtro con una composición diferente de geotextiles de tipo no tejidos. Los cuales trabajan con una filtración directa en un sistema por gravedad. Específicamente se evaluó la eficiencia en la remoción de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales. Además, se midieron el potencial de hidrógeno (PH) y coliformes totales y fecales, con el fin de analizar su comportamiento. Los Resultados de sólidos suspendidos totales reflejaron un promedio de remoción de 40% en el filtro A, 34% en el filtro B y 28% en el filtro C. En cuanto a los porcentajes de remoción de DQO fueron 16% en el filtro A, 13% en el filtro B y 10% en el filtro C. Los porcentajes de remoción obtenidos en DBO_5 fueron de 17% en el filtro A, 15% en el filtro B y 17% en el filtro C. Mientras que en los parámetros de coliformes totales y fecales cuyo resultado demostró niveles altos de contaminación, los filtros no presentaron un resultado favorable ya que no lograron remover ningún porcentaje de estos parámetros. Respecto al potencial de hidrógeno se mantuvo menor a 7.80.

Palabras clave. Geotextiles de tipo no tejido, filtración, sistema por gravedad, eficiencia de remoción, y carga contaminante.

Abstract

The use of water in homes generates wastewater from two types of effluents; the first associated with fecal matter and the second with gray water product of organic matter, sediments and detergents. This study aims to present three filter prototypes for the treatment of domestic gray water, each filter with a different composition of non-woven geotextiles. Which work with a direct filtration through a gravity system. Specifically, the efficiency in the removal of biochemical oxygen demand (BOD_5), chemical oxygen demand (COD) and total suspended solids was evaluated. In addition, the hydrogen potential (PH) and total and fecal coliforms were measured, in order to analyze their behavior.

The results of total suspended solids reflected an average removal of 40% filter A, 34% in filter B and 28% in filter C. As for the COD removal percentages, they were 16% in filter A, 13 % on filter B and 10% on filter C. The removal percentages obtained in BOD_5 were 17% in filter A, 15% in filter B and 17% in filter C. While in the parameters of total and fecal coliforms whose result showed high levels of contamination, the filters did not present a favorable result since they failed to remove any percentage of these parameters. And the hydrogen potential remained between 7.20 and 7.80.

Key words. Non-woven geotextiles, filtration, gravity system, removal efficiency and polluting load.

Introducción

El estudio de nuevas alternativas para el tratamiento de aguas grises cobra importancia actualmente, debido a la contaminación ocasionada en el ambiente y recursos hídricos por estos afluentes.

Guatemala es un país rico en recursos hídricos, pero el 90 % de las fuentes superficiales están contaminada.

También solamente el 69 % de hogares tiene acceso a agua domiciliar y el 36 % tiene conexión a red de drenajes". La poca cobertura en agua y saneamiento se une a la falta de tratamiento de aguas residuales, que provoca una gran contaminación, especialmente a los cuerpos de agua. (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2012)

Antecedentes

Del agua potable que ingresa a una vivienda "solamente el 10 % es para consumo humano. Un 60 % es para otros usos domésticos como limpieza corporal o de vivienda (aguas grises), y el 30 % restante, lo que se denomina aguas negras, es para el uso en inodoros y arrastres de otros residuos". (Almar Water Solutions, 2017)

Por lo anterior en la actualidad se buscan nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas grises, no solo para tener alternativas más eficientes, sino también, que faciliten su construcción, transporte, mantenimiento y accesibilidad económica.

En la biblioteca de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos se registran algunos estudios utilizados como referencia para esta investigación. Los cuales se nombran a continuación.

Hernández, (2010), en su estudio denominado "*Alternativas para el tratamiento de aguas grises de origen doméstico*", indica el resultado de la investigación del diseño, construcción y muestreo de filtros biológicos. En una alternativa se utilizó como medio filtrante piedra ígnea volcánica y en el otro se utilizó carbón con el fin el mejorar las aguas grises. En este estudio los parámetros principales referenciales para medir la eficiencia de los filtros fueron DBO₅ y DQO. Según los resultados de los análisis de los muestreos realizados a los filtros, se determinó una remoción promedio de 18.50% de

DBO₅ y en el caso de DQO se obtuvo una remoción con valores promedio de 31.50%.

Estrada (2016) realizó un estudio denominado *Aplicación de geotextiles en filtración lenta como parte del tratamiento terciario en la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas "Ing. Arturo Pazos", colonia Aurora II, zona 13 de la Ciudad de Guatemala*. Este consistió en evaluar la aplicación de geotextil con la finalidad de comparar el desempeño del medio convencional de arena con el del medio auxiliado por una capa superior de geotextil, Se concluye que los valores de remoción son menores al 30% en todos los parámetros analizados.

Con esta información se planteó el estudio de la tecnología de filtración de aguas grises con geotextiles de tipo no tejido, y comprobar su eficiencia de remoción de algunos parámetros en análisis.

Metodología

Enfoque Metodológico

Para este estudio se realizó un enfoque cuantitativo ya que fue a través de medidas de tendencia central que se obtuvo la eficiencia de remoción de las variables en análisis.

Muestra o muestreo

Se realizaron diez muestreos en forma aleatoria (en cuanto a número e intervalos de tiempo), estas muestras fueron recolectadas en el recipiente testigo y a la salida de cada unidad filtrante, para determinar la eficiencia de remoción de los parámetros a estudiar.

Instrumentos de obtención de información

Se realizaron análisis de laboratorio para la determinación de los parámetros evaluados en las muestras de aguas grises recolectadas y se observó el comportamiento de los datos obtenidos.

Trabajo de campo

Se realizó un sistema compuesto por un tanque de captación, un recipiente testigo y tres propuestas de filtros con diferente composición de geotextiles para la filtración de aguas grises. A continuación, se describen la composición de cada uno de los componentes del sistema.

Tanque de captación

Consiste en un recipiente de plástico con una capacidad de almacenamiento de 68 litros, conectado directamente al desfogue del lavadero, el cual tiene conectado a la salida del tanque una llave de bola para abrir y cerrar el sistema.

Recipiente testigo

Este es un recipiente de plástico vacío, el cual recolectará una muestra de agua gris cruda. Dicho recipiente se colocó al mismo nivel de los filtros con el fin de distribuir las aguas grises de manera uniforme entre el recipiente testigo y los filtros.

Filtro tipo A

Se utilizaron 8 capas de geotextiles, distribuidas de forma descendente de la siguiente forma: dos capas de NT 1800 permeabilidad 42×10^{-2} cm/s, dos capas de NT 2500 permeabilidad 38×10^{-2} cm/s, dos capas de NT 3000 permeabilidad de 35×10^{-2} cm/s y dos de tipo NT 4000 permeabilidad 28×10^{-2} cm/s. Las capas fueron colocadas sobre un fondo falso en un recipiente de polietileno con un volumen de 19 litros. (Ver figura No. 1).

Este filtro está conectado al tanque de captación, y regulado por una válvula de compuerta de bronce.

Filtro tipo B

Se utilizaron 4 capas de geotextiles, distribuidas de forma descendente de la siguiente forma: una capa de NT 1800 una capa de NT 2500, una capa de NT 3000 y una capa de tipo NT 4000. Las capas fueron colocadas sobre un fondo falso en un recipiente de polietileno con un volumen de 19 litros. (Ver figura No. 1)

Este filtro está conectado al tanque de captación, y regulado por una válvula de Compuerta de bronce.

Filtro tipo C

Se utilizaron 4 capas de geotextiles, distribuidas de forma descendente de la siguiente forma: una capa de NT 1800, una capa de NT y una capa de tipo NT 4000. Las capas fueron colocadas sobre un fondo falso en un recipiente de polietileno con un volumen de 19 litros. (Ver figura No. 1)

Este filtro está conectado al tanque de captación, y regulado por una válvula de compuerta de bronce.

Cruz distribuidora

Se le colocó cruz de PVC con agujeros de 1/8 de pulgada y una separación de 0.03 m en la entrada de cada filtro con el fin de distribuir el caudal en todo el filtro.

Figura. 1 Descripción del sistema.



Resultados

Los datos presentados en la tabla 1 son los resultados obtenidos en laboratorio para el análisis del parámetro de sólidos suspendidos totales, de los cuales se obtuvo el porcentaje de remoción para cada uno de los prototipos propuestos.

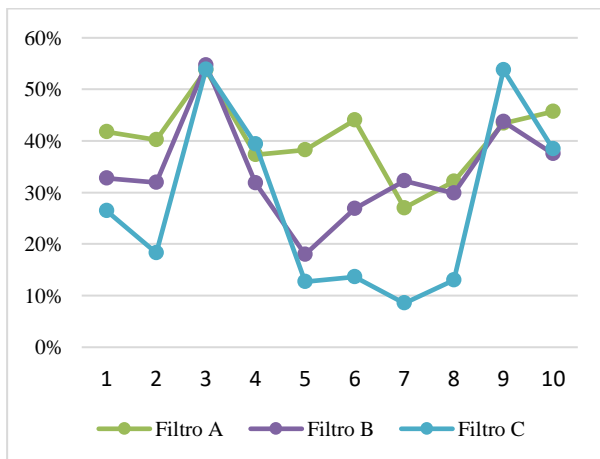
Los porcentajes de remoción de solidos suspendidos se representan gráficamente en la figura 2 para analizar su comportamiento e identificar el prototipo con mejores resultados.

Tabla 1. Resultados de sólidos suspendidos totales

Sólidos suspendidos totales (mg/L)		Porcentaje de remoción					
No.	Agua sin tratar	Filtros			Filtros		
		A	B	C	A	B	C
1	133	77	89	98	42	33	26
2	133	79	90	108	40	32	18
3	133	61	60	61	54	55	54
4	110	69	75	66	37	32	39

Sólidos suspendidos totales (mg/L)					Porcentaje de remoción		
No.	Agua sin tratar	Filtros			Filtros		
		A	B	C	A	B	C
5	69	42	56	60	38	18	13
6	71	40	52	61	44	27	14
7	142	103	96	130	27	32	9
8	136	92	96	119	32	30	13
9	222	125	125	102	43	44	54
10	184	100	115	113	46	38	38
promedio					40	34	28

Figura 2. Comparación de Porcentajes de Eficiencia de S.S.T.

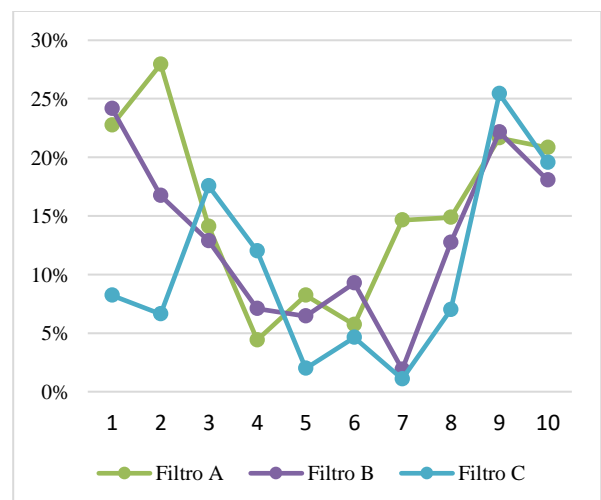


Los resultados del parámetro de DQO se presentan en la tabla 2 de la cual se graficaron los porcentajes de remoción en la figura 3 en donde se puede observar la variación de los datos obtenidos.

Tabla 2. Resultados de Demanda Química de Oxígeno

Demanda Química de Oxígeno (mg/L)					Porcentaje de Remoción		
No.	Agua sin tratar	Filtros			Filtros		
		A	B	C	A	B	C
1	695	537	527	638	23	24	8
2	694	500	578	648	28	17	7
3	638	548	556	526	14	13	18
4	566	541	526	498	4	7	12
5	558	512	522	547	8	6	2
6	560	528	508	534	6	9	5
7	738	630	724	730	15	2	1
8	700	596	611	651	15	13	7
9	1011	792	787	754	22	22	25
10	946	749	775	761	21	18	20
promedio					16	13	10

Figura 3. Comparación de porcentaje de eficiencia de remoción de DQO



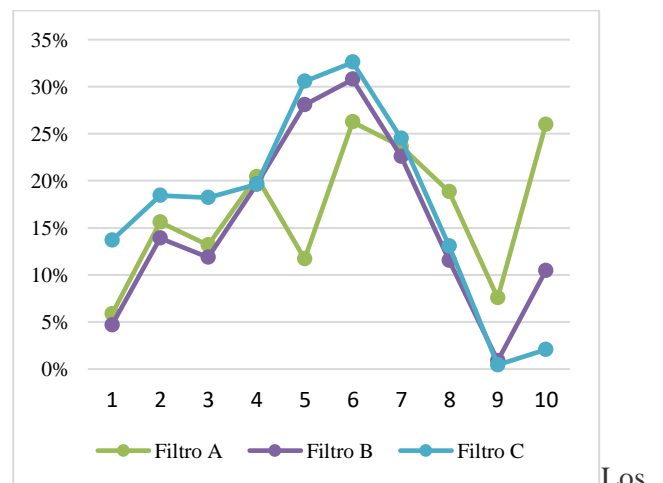
Al igual que en los parámetros anteriores, se obtuvieron los datos de la tabla 3 de DBO₅ los cuales se utilizaron para obtener el porcentaje de remoción de este parámetro.

Tabla 3. Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno

Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)					Porcentaje de Remoción		
No	Agua sin tratar	Filtros			Filtros		
		A	B	C	A	B	C
1	343	323	327	296	6	5	14
2	353	298	304	288	16	14	18
3	379	329	334	310	13	12	18
4	362	288	291	291	20	20	20
5	445	393	320	309	12	28	31
6	442	326	306	298	26	31	33
7	584	446	452	441	24	23	24
8	537	436	475	467	19	12	13
9	451	417	447	449	8	1	0
10	489	362	438	479	26	10	2
promedio					17	15	17

Así mismo, se presenta en la figura 4 la gráfica de los porcentajes de remoción de DBO₅ de los tres filtros con la finalidad de comparar el comportamiento de la gráfica de cada uno.

Figura 4. Comparación de porcentaje de eficiencia de remoción de DBO₅



Los resultados descritos en la tabla 4 son los valores del potencial de hidrógeno, en donde se observa que no existió un comportamiento de remoción en las muestras recolectadas.

Tabla 4. Resultados del Potencial de Hidrógeno obtenido en las muestras

Potencial de Hidrógeno (u)				
No.	Agua sin tratar	Filtros		
		A	B	C
1	7,80	7,60	7,50	7,40
2	7,30	7,40	7,30	7,20
3	7,50	7,60	7,60	7,50
4	7,30	7,50	7,50	7,50
5	7,50	7,50	7,60	7,50
6	7,50	7,50	7,50	7,50
7	7,30	7,30	7,40	7,30
8	7,30	7,50	7,30	7,30
9	7,44	7,50	7,40	7,40
10	7,50	7,50	7,50	7,50

Análisis de resultados

Sólidos suspendidos totales

Como se observa en la figura 2 el porcentaje de remoción en los tres filtros propuestos tuvo una gran variación entre muestreos. Ninguno de los filtros presentó una tendencia constante o definida sobre el porcentaje de remoción.

El filtro A presenta un valor mínimo de remoción de 27%, un valor promedio de remoción de 40%, y un valor máximo de remoción de 54%.

El filtro B indica un valor mínimo de remoción de 18%, un valor promedio de remoción de 34% y un valor máximo de remoción de 55%.

El filtro C muestra un valor mínimo de remoción de 9%, un valor promedio de 28% y un valor máximo de 54%.

Se realizó una comparación entre los valores promedio como representativos de la eficiencia de remoción de sólidos suspendidos totales entre los tres filtros, se obtiene que el filtro A tiene un mayor valor promedio de remoción con un 40%, que es un 6% más que el filtro B y un 12% más que el filtro C.

Demanda Química de Oxígeno

En la figura 3 de comparación de porcentaje de remoción de la demanda química de oxígeno, se observa que el comportamiento de estas graficas no marca ninguna tendencia y ningún tipo de modelo de comportamiento entre los tres filtros.

En el filtro A, el valor mínimo de remoción fue 4%, el valor promedio de remoción fue de 16% y el valor máximo de remoción fue de 28%.

Para el filtro B se obtuvo en el valor mínimo de remoción 2%, el valor promedio de remoción 13% y el valor máximo de remoción de 24%.

Para el filtro C se observa que el valor mínimo de remoción fue de 1%, el valor promedio de remoción fue de 10% y el valor máximo de remoción fue de 25%.

Se realizó una comparación entre los valores promedios de remoción obtenidos por los tres filtros, se observa que el filtro A tiene un valor promedio de

remoción mayor a los otros dos, siendo un 3% más que el filtro B y 6% más que el filtro C.

Demanda Bioquímica de Oxígeno

En la figura 4 no se observa alguna tendencia en el comportamiento de la remoción

En el filtro A, el valor mínimo de remoción fue 6%, el valor promedio de remoción fue de 17% y el valor máximo de remoción fue de 26%.

Para el filtro B se obtuvo como valor mínimo de remoción 1%, como valor promedio de remoción se obtuvo 15% y para el valor máximo de remoción se obtuvo 31%.

En el filtro C, el valor mínimo de remoción fue de 0%, el valor promedio de remoción fue de 17% y el valor máximo de remoción fue de 33%.

Potencial de Hidrógeno

En cuanto a la variación de potencial de hidrógeno en el muestreo realizado se observa que no aumentó ni disminuyó.

Coliformes fecales y totales

Según las pruebas realizadas, se observa una cantidad alta de coliformes totales y coliformes fecales y que debido al tipo de filtración, no se remueve ni reduce estos parámetros.

Costo y mantenimiento

En este estudio también se colmató el medio filtrante, esto con el fin de evaluar el tiempo de saturación del geotextil como medio filtrante, para plantear un tiempo de mantenimiento del sistema.

El cual se saturó después de filtrar aproximadamente 250 litros.

Luego de obtener dichos resultados se estimó el costo a invertir en un sistema unifamiliar de filtración de aguas grises con geotextil como medio filtrante, con el diseño del filtro A, ya que este fue el que presentó mejores resultados de remoción.

El costo aproximado con los precios de materiales en el mercado al momento que se realizó el estudio en Guatemala fue menor de seis cientos quetzales.

Conclusiones

El tiempo de operación y mantenimiento es proporcional a la cantidad de aguas grises filtradas, se estimó que la limpieza del geotextil del filtro tendría que limpiarse a los 250 litros aproximadamente, o en caso de que al hacer la filtración directa el agua lleve restos solidos muy grandes, puede provocar una saturación en menor tiempo. Para esto se considera colocar una unidad como trampa de grasas para evitar que se sature muy rápido el manto de filtración.

Referencias

- Almar Water Solutions. Reutilización, *la gran asignatura pendiente a nivel mundial*. 2017. [en línea]. <<https://www.iagua.es/blogs/carlos-cosin/reutilizacion-gran-asignatura-pendiente-nivel-mundial>>. [Consulta: septiembre de 2019].
- Estrada Asturias, J. M. (2016). *Aplicación de geotextiles en filtración lenta como parte del tratamiento terciario en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas "ing. Arturo pazos", colonia aurora ii, zona 13 de la ciudad de Guatemala* (Trabajo de tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Hernández Juárez, J. R. (2010). *Alternativas para el tratamiento de las aguas grises de origen doméstico*. (Trabajo de tesis de maestría). Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos de Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Diagnóstico Nacional de Salud. [En línea]. <[https://www.mspas.gob.gt/images/files/cuentasnacionales/publicaciones/11MSPAS\(2012\)Diagnostico-Salud-marzo.pdf](https://www.mspas.gob.gt/images/files/cuentasnacionales/publicaciones/11MSPAS(2012)Diagnostico-Salud-marzo.pdf)>. [Consulta: diciembre de 2019].

Información del autor

Ingeniera civil, graduada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 2016.

MSc en ingeniería sanitaria de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, ERIS de la Universidad de San Carlos de Guatemala.