

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN FILTRO INTERMITENTE DE ARENA PÓMEZ

José Ramón López López¹
Guatemala

RESUMEN: El presente artículo recoge la caracterización y eficiencia de un filtro intermitente, empleando como medio filtrante arena pómez. El modelo es un tratamiento secundario el cual se diseñó, construyó y evaluó, el sistema está ubicado en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Ing. Arturo Pazos Sosa". La unidad de tratamiento es una alternativa para comunidades de escasos recursos económicos, alcanzando una remoción promedio de materia orgánica, DBO₅ de 19,92 mg/l, demanda química de oxígeno, DQO de 39,17 mg/l, fósforo total de 8,38 mg/l, nitrógeno total de 29,40 mg/l y sólidos suspendidos de 34,92 mg/l, cumpliendo con los parámetros establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 en su etapa dos.

PALABRAS CLAVE: Afluente, Agua residual, Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, Efluente, Fósforo total, Medio filtrante, Nitrógeno total, Sólidos suspendidos.

ABSTRACT: This article reproduces the characterisation and efficiency of an intermittent filter, using as pumice sand filter media. The model is a secondary treatment which was designed, built and evaluated, the system is located in the Wastewater Treatment Plant "Ing. Arturo Pazos Sosa". The treatment unit is an alternative for communities with limited economic resources, reaching an average removal of organic matter, BOD₅ of 19.92 mg/l, chemical oxygen demand, COD of 39.17 mg/l, total phosphorus of 8.38 mg/l, total nitrogen of 29.40 mg/l suspended solids and of 34.92 mg/l, complying with the parameters set forth in the Agreement No. 236-2006 in its stage two.

KEY WORDS: Biochemical oxygen demand, Chemical oxygen demand, Effluent, Filter media, Suspended solids, Total nitrogen, Total phosphorus, Tributary water, Wastewater.

INTRODUCCIÓN

La investigación se basó en la construcción y evaluación de un tratamiento secundario, previo a la salida de un biodigestor, generado por las aguas residuales de los vecinos de la Colonia Aurora II. El sistema propuesto es por medio de procesos biológicos del tipo aerobio y cuya tecnología es un filtro intermitente, empleando como medio filtrante arena pómez.

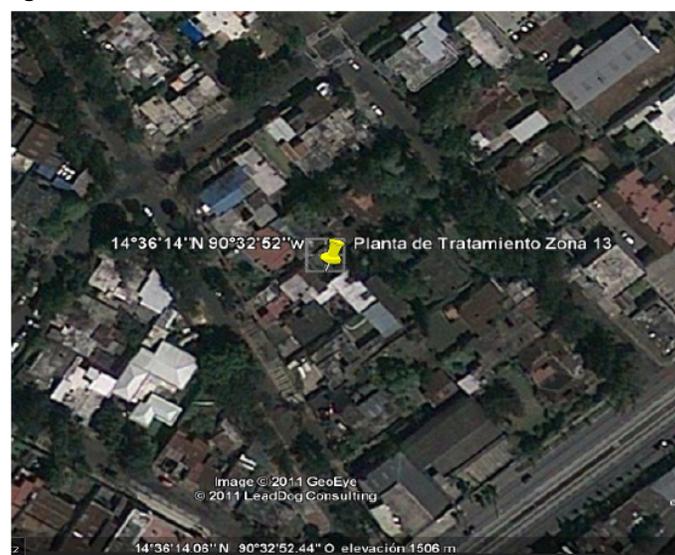
El modelo está colocado en serie, recibe el caudal residual a la salida de un biodigestor, obteniéndose una remoción en más del ochenta por ciento de materia orgánica y un sesenta por ciento en remoción de nutrientes. La superficie del lecho se dosifica de forma intermitente, con el efluente el cual se percola en un paso simple hasta el fondo. Por lo que se busca una sostenibilidad de los procesos y una reutilización del efluente, para aquellas comunidades con limitaciones económicas empleando sistemas por gravedad, con su relativo control de operación y mantenimiento.

UBICACIÓN

El filtro intermitente de arena pómez, para la evaluación y análisis; se encuentra en la Planta Piloto Ing. Arturo Pazos Sosa –ERIS–, el cual recibe y da tratamiento a las aguas residuales de origen doméstico de la Colonia Militar Aurora II, se encuentra ubicado al sur de la ciudad de Guatemala

en la zona 13. Teniendo colindancias al norte con el Observatorio Nacional, al este con el Aeropuerto Internacional "La Aurora", al sur y al oeste con un barranco.

Figura 1: Ubicación del modelo.



Fuente: *google earth*, 2012.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

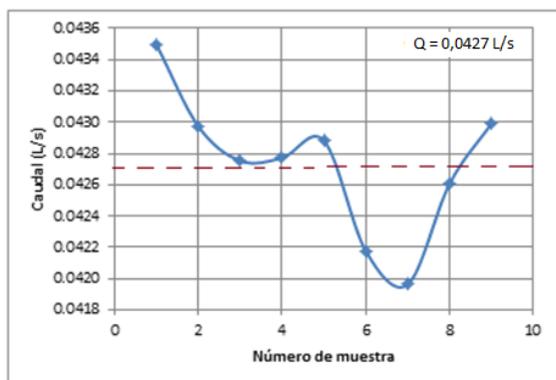
Cuando se emplean sistemas de tratamiento que requieren el uso de energía eléctrica, estos son abandonados por los costos de operación y mantenimiento. Es por ello que se emplean los sistemas de filtración por gravedad cuyas configuraciones varían de acuerdo al diseño y a los materiales que se dispongan para el tratamiento de los afluentes. Debido a esto, es necesario analizar la eficiencia en la remoción de nutrientes a la salida de un tratamiento primario.

METODOLOGÍA

El experimento abarcó seis aspectos importantes: 1) la formulación del problema, 2) la fase exploratoria, 3) diseño, construcción y evaluación del modelo, 4) trabajo de campo, 5) trabajo de gabinete y 6) presentación de resultados.

Para conocer el área que ocupara el filtro intermitente, es necesario determinar el efluente que se descarga del biodigestor, se procede a analizarlo mediante el empleo del aforo volumétrico, se recolectaron las muestras para la obtención de la curva de caudales y con ello determinar el caudal de diseño.

Figura 2: Curva de caudales.



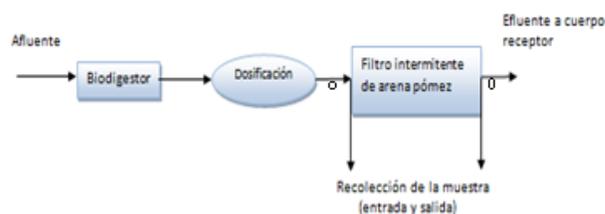
Se realizó la construcción del filtro intermitente, empleando como medio filtrante arena pómez. El sistema propuesto, es un tratamiento secundario y con ello se busca reducir la cantidad de materia orgánica y nutrientes, mejorando la calidad del efluente para reuso.

Figura 3: Filtro intermitente de arena pómez.



Se procedió a recolectar las muestras de agua residual de origen doméstico, a la entrada y salida del filtro intermitente, recolectando 3 litros en la unidad experimental. Finalmente, se realizó el análisis en laboratorio de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total y sólidos suspendidos.

Figura 4: Diagrama de flujo del sistema de tratamiento.



RESULTADOS

Al analizar el efluente del biodigestor, se observan las concentraciones de carga orgánica son altas.

Tabla. 1: Concentraciones iniciales de la calidad del afluente

No. De muestras	Fecha de recolección	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	Sólidos suspendidos SS (mg/l)	Nitrógeno Total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)	pH	Temperatura °C
1	08/08/2012	147.33	234.00	50.00	41.00	30.00	8.56	21.36
2	15/08/2012	162.00	301.00	46.67	31.00	30.00	8.30	21.20
3	22/08/2012	60.00	294.00	58.00	46.00	30.00	7.43	22.05
4	29/08/2012	158.67	252.00	36.00	40.00	5.00	7.45	22.02
5	05/09/2012	148.67	254.00	40.67	47.00	4.10	7.36	22.54
6	12/09/2012	140.00	277.00	40.00	49.00	5.20	8.00	22.28
7	19/09/2012	234.33	252.00	84.00	34.00	4.60	7.90	22.15
8	26/09/2012	57.00	286.00	42.66	46.00	5.40	8.50	23.14
9	03/10/2012	121.33	189.00	115.00	40.00	4.60	7.98	21.67
10	10/10/2012	104.67	193.00	28.00	28.00	4.80	8.70	22.84
Mínimo		57.00	189.00	28.00	28.00	4.10	7.36	21.20
Máximo		234.33	301.00	115.00	49.00	30.00	8.70	23.14
Promedio		133.40	253.20	54.10	40.20	12.37	8.02	22.13
Desviación estándar		51.97	39.03	26.27	7.18	12.17	0.49	0.61

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos en el experimento, obteniendo una alta remoción de DBO₅ y DQO.

Tabla 2: Concentraciones finales de la calidad del efluente.

No. De muestras	Fecha de recolección	DBO5 (mg/l)	DQO (mg/l)	Sólidos suspendidos SS (mg/l)	Nitrógeno Total (mg/l)	Fósforo total (mg/l)	pH	Temperatura °C
1	08/08/2012	7.53	38.00	25.50	31.00	25.00	7.61	20.06
2	15/08/2012	8.47	24.00	19.34	26.00	28.00	7.12	20.50
3	22/08/2012	13.87	20.00	39.00	32.00	10.00	7.15	21.95
4	29/08/2012	18.93	71.00	24.67	33.00	2.60	7.50	21.50
5	05/09/2012	14.33	16.00	29.20	23.00	2.90	6.93	21.75
6	12/09/2012	17.20	60.00	37.33	32.00	2.70	7.87	21.50
7	19/09/2012	47.40	80.00	54.00	30.00	2.90	8.14	21.97
8	26/09/2012	26.73	31.00	22.00	25.00	3.10	7.98	22.43
9	03/10/2012	26.00	28.67	61.34	34.00	3.30	7.87	20.46
10	10/10/2012	18.73	23.00	36.80	28.00	3.30	8.38	21.80
Mínimo		7.53	16.00	19.34	23.00	2.60	6.93	20.06
Máximo		47.40	80.00	61.34	34.00	28.00	8.38	22.43
Promedio		19.92	39.17	34.92	29.40	8.38	7.66	21.39
Desviación estándar		11.55	22.82	13.84	3.72	9.83	0.48	0.78

En la tabla 3 se observa la eficiencia empleando como medio filtrante arena pomez.

Tabla 3: Porcentaje de remoción del filtro intermitente empleando como medio filtrante arena pomez

No. De muestras	DBO5 (%)	DQO (%)	Sólidos suspendidos SS (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo total (%)
1	94.89	83.76	49.00	24.39	16.67
2	94.77	92.03	58.56	16.13	6.67
3	76.88	93.20	32.76	30.43	66.67
4	88.07	71.83	31.47	17.50	48.00
5	90.36	93.70	28.20	51.06	29.27
6	87.71	78.34	6.68	34.69	48.08
7	79.77	68.25	35.71	11.76	36.96
8	53.11	89.16	48.43	45.65	42.59
9	78.57	84.83	46.66	15.00	28.26
10	82.11	88.08	31.43	0.00	31.25
Mínimo	53.11	68.25	6.68	0.00	6.67
Máximo	94.89	93.70	58.56	51.06	66.67
Promedio	82.62	84.32	36.89	24.66	35.44
Desviación estándar	12.21	8.91	14.57	15.86	17.11

Las figuras siguientes muestran la eficiencia del modelo de tratamiento.

Analizando los resultados obtenidos en la figura 5 y 6 respectivamente, se tiene una eficiencia del ochenta por ciento en remoción de la DBO₅ y DQO.

Figura 5: Eficiencia en la remoción de la DBO₅.

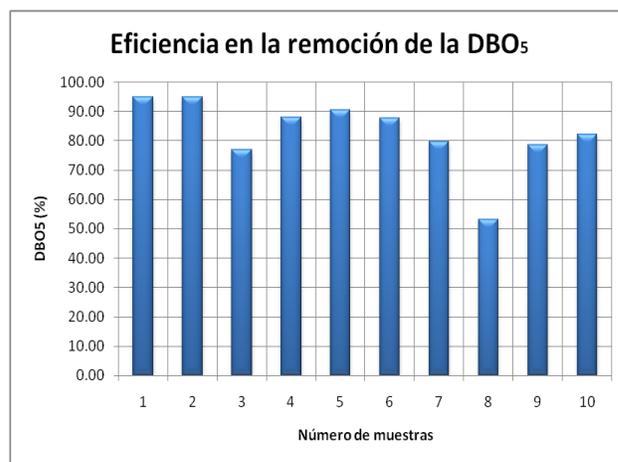
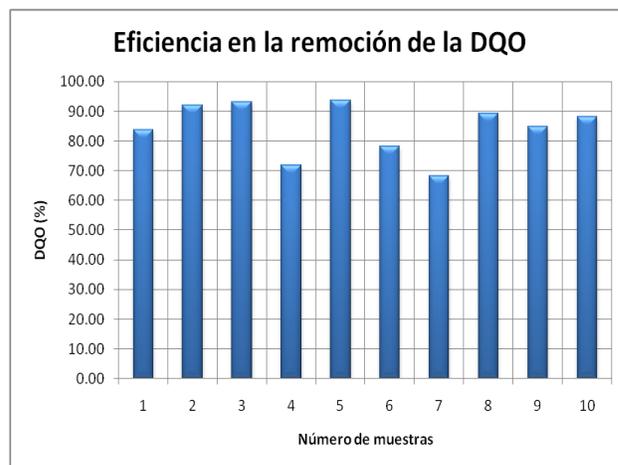


Figura 6: Eficiencia en la remoción de la DQO.



Se tiene una baja remoción de sólidos suspendidos, por lo que al sistema primario hay que realizarle su respectiva operación y mantenimiento.

Figura 7: Eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos.



Se tiene una eficiencia baja en remoción de nutrientes, alcanzando valores máximos de fósforo total de 66,67% y nitrógeno total de 51,06%.

Figura 8: Eficiencia en la remoción de fósforo total.



Figura 9: Eficiencia en la remoción de nitrógeno total.



CONCLUSIONES

1. Para comunidades con limitados recursos económicos, la arena pómez es eficiente en un 80 % en la remoción de materia orgánica.
2. El agua residual generada por la Colonia Aurora II, posee a la salida del filtro intermitente un índice de biodegradabilidad promedio de 0,52 permitiendo tratamientos biológicos, empleando como medio filtrante arena pómez.
3. Los filtros intermitentes utilizando como medio filtrante arena pómez, alcanzan una remoción promedio de materia orgánica, DBO₅ de 19,92 mg/l, demanda química de oxígeno, DQO de 39,17 mg/l, fósforo total de 8,38 mg/l, nitrógeno total de 29,40 mg/l y sólidos suspendidos de 34,92 mg/l con un afluente de origen doméstico.
4. Los parámetros analizados para el efluente del filtro intermitente, cumplen con los valores máximos permisibles en el artículo 24, según el Acuerdo Gubernativo 236-2006, vigente hasta el dos de mayo de dos mil veinte, en la etapa dos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO CUADRA, Ricardo Ramón. Evaluación de filtro vertical de piedra pómez como post-tratamiento del efluente de una planta de filtros. Guatemala: estudio especial 1986. 37 p.
- ANDERSON, Damann L.; SIEGRIST, Robert L.; OTIS, Richard J. Technology assessment of intermittent sand filters. Washington, DC: EPA 1992. 30 p.
- AROSEMENA GONZALEZ, Alcides. Ensayo de arena pómez como medio filtrante. Guatemala: estudio especial 1985. 20 p.
- CRITES, Ron; TCHOBANOGLUS, G. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Colombia: Mcgraw-Hill 2000. 739 p.
- Metcalf & Eddy. Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1 y 2. 3^a ed. México: MacGraw-Hill 1996, 1485 p.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Manual wastewater Treatment/disposal for small communities. Washington, DC: EPA 1992. 110 p.