

## ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS, DEL AGUA RESIDUAL, PRODUCIDA EN LOS SANITARIOS PORTÁTILES, OPERADOS EN LA MINA MARLÍN

Jorge Roberto Mejía Tuche

Ingeniero Civil, M.Sc. Ingeniería Sanitaria, ERIS-USAC, Guatemala  
Montana Exploradora, Departamento de Ambiente

Dirección para recibir correspondencia: mejiatuche@yahoo.es

Recibido 17 de septiembre de 2013 Aceptado 29 de abril de 2014

### RESUMEN:

Se realizó la caracterización del agua residual producida en los sanitarios portátiles operados en las instalaciones de la mina Marlín, los valores obtenidos son producto del promedio del análisis de 3 muestras de agua, los parámetros analizados son 14, seleccionados por su importancia para realizar un proceso de caracterización, los resultados de estos análisis están por arriba de los valores típicos del agua residual doméstica, dentro de los resultados destacan los valores promedio de DQO de 34,840 mg/l, DBO<sub>5</sub> de 10,920 mg/l, el valor de sólidos totales obtenido es de 54,320 mg/l, sólidos suspendidos de 51,200 mg/l sólidos disueltos de 3,120 mg/l. La relación entre la DBO<sub>5</sub> y la DQO conocida como índice de biodegradabilidad es de 0.31.

**PALABRAS CLAVE:** Aguas residuales, sanitario portátil, características del agua, análisis de agua, análisis fisicoquímico.

### ABSTRACT:

A characterization was done of the wastewater produced in the portable toilets used at the Marlin mine facilities. The obtained values are a product of the average from the analyses of 3 water samples. 14 parameters are analyzed, selected because of their importance when conducting a characterization process. The results of these analyses are above the typical domestic wastewater levels. Among the results, the following stand out: the average levels for COD at 34,840 mg/l, BOD<sub>5</sub> at 10,920 mg/l, total solids at 54,320 mg/l, suspended solids at 51,200 mg/l, dissolved solids at 3,120 mg/l. The DBO<sub>5</sub>/DQO ratio, known as biodegradability index, is 0.31.

**KEY WORD:** Wastewater, portable toilets, water characteristics, water analysis, physical and chemical analysis.

### INTRODUCCIÓN

Los sanitarios portátiles son utilizados en diversos tipos de industrias, en grandes construcciones, o bien en actividades recreativas. Este tipo de sanitarios genera poco volumen de agua residual, pero con altas cargas contaminantes. Los resultados obtenidos en la caracterización del agua residual producida en los sanitarios portátiles, son valores altos comparados con los valores típicos del agua residual doméstica.

### METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación se analizaron 3 muestras de agua. En cada muestra de agua se

analizaron 14 parámetros, seleccionados por su importancia en el proceso de caracterización, porque estos parámetros reflejan la calidad del agua residual, porque pueden ser comparados con la bibliografía existente y porque puede existir una correlación entre ellos.

Realizar la caracterización del agua residual producida en sanitarios portátiles, es importante para diseñar unidades de tratamiento, seleccionar tecnología de tratamiento, realizar modelos de contaminación y hacer evaluaciones de factibilidad de proyectos.

La investigación se realizó en las instalaciones de la mina Marlín. En este lugar se encuentran 52 sanitarios

portátiles, ubicados en distintas partes de las instalaciones. Diariamente un vehículo recolector, realiza la limpieza exterior de los sanitarios portátiles y recolecta el agua residual de cada uno de ellos. Cada baño portátil posee un tanque de desecho con capacidad 30 galones y es utilizado de 50 a 75 veces al día. La figura 1 muestra el vehículo recolector que realiza la limpieza en la mina Marlín.

Figura 1. Sanitario portátil y proceso de recolección del agua residual



El vehículo recolector cuenta con tanque cilíndrico de acero inoxidable, de 1.12 m de diámetro y 1.64 m de largo, donde se almacena el agua residual durante el proceso de limpieza de los sanitarios portátiles. En dicho tanque se genera una mezcla homogénea, mientras el vehículo recorre las instalaciones de la mina Marlín.

Al finalizar el proceso de recolección y limpieza de los sanitarios portátiles, el agua residual es dispuesta en una planta de tratamiento de agua residual doméstica.

Las 3 muestras analizadas, fueron tomadas directamente del vehículo recolector, después de mezclada de forma homogénea el agua residual y antes de ser dispuesta en una planta de tratamiento.

Los parámetros analizados fueron: demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, nitrógeno total, nitrito, nitratos, amonio, sulfato, fósforo total, potencial de hidrógeno, turbiedad y color aparente. En la figura 2 se puede observar a un trabajador haciendo la limpieza y de un baño portátil.

Figura 2. Limpieza interior de sanitario portátil, realizada por el personal de mina Marlín.



**RESULTADOS EXPERIMENTALES**

La siguiente tabla I contiene los valores de los 14 parámetros analizados, de cada una de las 3 muestras de agua.

Tabla I. Valores de los 14 parámetros analizados, de las 3 muestras de agua

Parámetros	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
DQO	mg/l	32,366	35,340	36,814
DBO <sub>5</sub>	mg/l	12,432	9,875	10,453
Sólidos suspendidos	mg/l	62,313	48,765	42,522
Sólidos totales	mg/l	57,328	42,914	62,718
Sólidos disueltos	mg/l	2,982	2532	3,846
Nitrógeno total	mg/l	2,231	1,789	1,788
Nitritos (NO <sub>2</sub> -)	mg/l	4.2	3.2	2.5
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/l	1339	984	1346
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	1562	1073	1337
Sulfatos	mg/l	1,223	1,987	2,550
Fósforo total	mg/l	513	376	437
Potencial de hidrógeno	pH escala	7.12	7.15	7.21
Turbiedad	UNT	1000 >	1000 >	1000 >

Parámetros	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Color aparente	UC	500 >	500 >	500 >

Fuente: elaboración propia

La tabla II muestra los valores promedio de las 3 muestras analizadas, los valores típicos de agua residual doméstica y la relación entre ambos datos. La columna que muestra los valores promedio de la caracterización, resalta con fondo color gris. Los valores típicos se obtuvieron de libro Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización.

Tabla II. Valores promedio de los 14 parámetros analizados, y su relación con un valor típico de agua residual domestica.

Parámetros	Unidad	Valor promedio	Valor típico*	Relación
DQO	mg/l	34,840	500	70
DBO <sub>5</sub>	mg/l	10,920	220	50
Sólidos suspendidos	mg/l	51,200	220	233
Sólidos totales	mg/l	54,320	720	75
Sólidos disueltos	mg/l	3,120	500	6
Nitrógeno total	mg/l	1,936	40	48
Nitritos (NO <sub>2</sub> -)	mg/l	3.3	5	0.66
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/l	1,223	5	245
Amonio (NH <sub>4</sub> +)	mg/l	1,324	25	53
Sulfatos	mg/l	1,920	-	-
Fósforo total	mg/l	442	8	55
Potencial de hidrógeno	pH escala	7.16	7.5	0.95
Turbiedad	UNT	1000 >	-	-
Color aparente	UC	500 >	-	-

Fuente: elaboración propia

\*METCALF & EDDY, INC. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Tomo I. México D.F : McGraw-Hill/Interamericana Editores, 1996. 752 p. ISBN: 970-10-1005-1.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

La gran cantidad de heces fecales depositadas en poca cantidad de agua, dan como resultado altos valores de sólidos totales.

Los parámetros promedio de DQO y DBO<sub>5</sub>, son respectivamente 70 y 50 veces más altos de los típicos de agua residual doméstica, grandes cantidades de materia orgánica disuelta en poca cantidad de agua provocan estos resultados. La figura 3 muestra el vehículo que recolecta el agua residual dentro de los baños portátiles.

Figura 3. Vehículo de recolección de aguas residuales, y limpieza de sanitarios portátiles



El alto valor de nitrógeno total es producto de grandes cantidades de urea presentes en el agua residual de sanitarios portátiles, el valor de nitrógeno total es de 1,936 mg/l. La relación entre el fosforo total y el nitrógeno total es aproximadamente de 1/5.

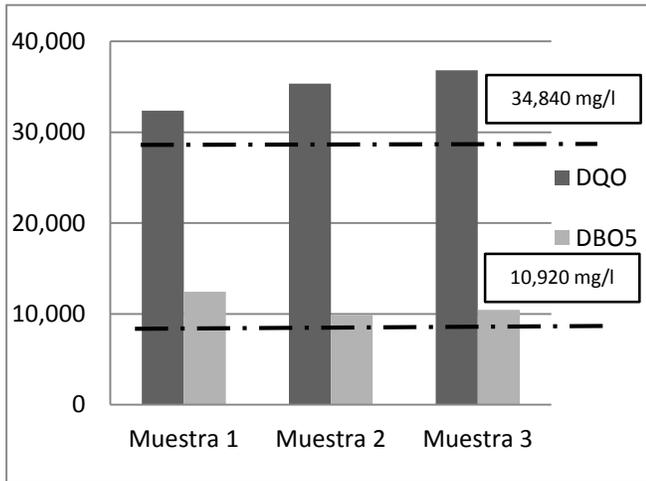
En base a los resultados obtenidos de nitritos y nitratos, se produce nitrificación en el agua residual de los sanitarios portátiles, pues el contenido de nitratos es mayor que el de nitritos, pero a la vez se está dando descomposición de la materia orgánica debido al alto valor de amonio.

El valor promedio de sulfatos está por arriba de 1,200 mg/l, las unidades de tratamiento, almacenamiento o transporte de este tipo de agua residual, no deben ser contener partes metálicas, pues pueden corroerse rápidamente.

El resultado obtenido de potencial de hidrógeno es de 7.16, no presentando mayor variación al típico esperado.

El alto valor de turbiedad que es de >1000 UNT y color aparente de > 500 UC, obedecen a la gran cantidad de sólidos disueltos presentes en el agua.

Grafica 1. Grafica de valores DQO y DBO5 obtenidos y su valor promedio



Fuente: elaboración propia

### CONCLUSIONES

Los datos obtenidos de DQO y DBO5 son de 34,840 mg/l y 10,920 mg/l respectivamente. La relación entre la DBO5 y la DQO conocida como índice de biodegradabilidad es de 0.31.

Los sólidos totales tienen un valor de 54,320 mg/l, los sólidos suspendidos un valor de 51,200 mg/l y los sólidos disueltos 3,120 mg/l.

El valor promedio de nitrógeno total es 1,936 mg/l, y el valor promedio de fósforo total es 442 mg/l, con una relación entre ellos de 4.28.

### RECOMENDACIONES

Se han de tomar en cuenta los altos valores de DQO y DBO5 del agua residual producida en sanitarios portátiles, para seleccionar la tecnología de tratamiento para este tipo de agua.

Por la gran cantidad de sólidos orgánicos presentes en el agua, la limpieza de este tipo de sanitarios, se deberá hacer con una frecuencia de mayor a un día, de lo contrario el agua residual iniciará un proceso de digestión anaerobia dentro del sanitario.

La mejor tecnología para el tratamiento de agua residual producida en sanitarios portátiles, son los procesos anaerobios y procesos anóxicos-aerobios, con la finalidad de degradar el nitrógeno y fósforo total presente en el agua residual.

### BIBLIOGRAFÍA

GALINDO VALERIANO, Carlos René. "Estudio, caracterización y tratamiento de lodos

provenientes de fosas sépticas". Estudio especial de maestría en ciencias de ingeniería sanitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos. Guatemala, 2010.

METCALF & EDDY, INC. *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. México, D.F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores, 1996. 752 p. ISBN: 9701010051.

ROMERO ROJAS, JAIRO ALBERTO. *Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño*. 3ra edición. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2004. 1248 p. ISBN: 9588060133.

RUSSELL, David. *Tratamiento de agua residual un enfoque práctico*. Estados Unidos de Norte América: Reverte S.A., 2012. 284 p. ISBN: 9788429179767

### INFORMACIÓN DEL AUTOR:

Ingeniero Civil, Jorge Roberto Mejía Tuche, graduado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) de Guatemala, en el año 2010 con experiencia en el área de mantenimiento de edificios y proyectos de agua por cinco (5) años.

M.Sc. en Ingeniería Sanitaria de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, ERIS de la Universidad de San Carlos de Guatemala.