

COMPARACIÓN DE DISTINTOS MÉTODOS DE SECADO (3) PARA LODOS, DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE SN JERÓNIMO, DEL MUNICIPIO DE PURÍSIMA DEL RINCÓN, GTO

Flandes Avilés Mosiah Benjamín (1); Soto Alcocer José Luis (2)

1 [Ingeniera Bioquímica, 9no Semestre. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [mosiah@hotmail.com]

2 [Ingeniera Bioquímica. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [josoto67@hotmail.com]

Resumen

En el proceso de depuración de aguas residuales se remueven desechos que componen los lodos residuales. Estos lodos generan una problemática en cuanto a su estabilidad, su contenido de microorganismos patógenos, su manejo y su disposición final.

Los lodos residuales constituyen un problema, en cuanto a su manejo y disposición final, debido a la gran cantidad de contenido de agua que poseen y al volumen generado en el proceso de depuración de aguas residuales. Dado que las actuales tecnologías utilizadas para el tratamiento de estos lodos requieren elevadas cantidades de energía, la presente investigación ha tomado en consideración el utilizar como fuente alternativa de energía la radiación solar y analizar su beneficio en la operación de secado del lodo, tanto en velocidad de secado como en el proceso de desinfección del lodo residual.

Abstract

In the process of purification of waste water removes wastes that compose the residual sludge. These sludge generate a problem in terms of its stability, its content of pathogenic microorganisms, its handling and final disposal.

Residual sludge is a problem, in terms of its handling and final disposal, due to the large amount of water content and the volume generated in the wastewater treatment process. Since the current technologies used for the treatment of these sludges require high amounts of energy, the present research has taken into account the use of solar energy as an alternative energy source and analyze its benefit in the sludge drying operation, both in speed of drying as in the process of disinfection of residual sludge.

Palabras Clave

Secador, Temperatura, Aire; Humedad; Velocidad

INTRODUCCIÓN

La contaminación en México es, actualmente, un grave problema; la producción de papel no es la principal causa de contaminación en nuestro país, pero está entre las industrias que más contaminan el aire, agua y suelo; siendo la del agua la más afectada, así como olvidada.

La contaminación hídrica se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y su composición química. Según la Organización Mundial de la Salud el agua está contaminada “cuando su composición se haya modificado de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso, al que se le hubiera destinado en su estado natural”. [2]

Existen tres fuentes principales de contaminación de los recursos hídricos: las aguas municipales los lixiviados de los basureros (líquidos que se producen por la descomposición de la basura y que se filtran al suelo contaminando los acuíferos); y las aguas resultantes de las actividades productivas, principalmente la industria, agricultura y actividad minera.

Una planta de tratamiento de aguas residuales municipales es una instalación donde a las aguas residuales municipales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reúso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).

En todas las instalaciones se forman lodos químicos, los precipitados químicos normalmente se mezclan con los sólidos del lodo primario o biológico. Estos lodos presentan actualmente, una problemática debido a que no se les da un uso posterior; por lo cual las plantas tratadoras solo los acumulan generando un contaminante indeseado.

Por lo cual es importante encontrarles una aplicación, es por ello que se desea estudiar y analizar cada una de sus características, por ejemplo, su humedad.

Objetivo General

- Determinar las curvas de secado del lodo de la planta de tratamiento de aguas de San Jerónimo a distintas condiciones de operación.

Objetivos específicos

- Obtener las gráficas de velocidad de secado del lodo a temperatura y humedad constantes.
- Investigar la influencia de la velocidad del aire en la velocidad de secado del lodo a temperatura y humedad fijas.
- Investigar la influencia de la temperatura del aire en la velocidad de secado del lodo con velocidad fija de aire.
- Determinación de la humedad crítica del lodo y de la humedad de equilibrio.

Justificación

Actualmente en México los lodos residuales forman parte de los desperdicios que todos deseamos, ocupando un 18% del total de los contaminantes hídricos y la mayoría de las plantas tratadoras de agua solo almacenan estos lodos ya que no se conoce un tratamiento o utilidad posterior.

Debido a la sobreproducción de lodos, las plantas tratadoras de aguas residuales municipales se ven en la necesidad de depositar de manera inadecuada su exceso de lodo, y estos al ser el desecho post-tratamiento representan un contaminante secundario para el medio ambiente.

Hipótesis

Los lodos obtenidos posteriores al tratamiento de aguas residuales municipales poseen cierta humedad relativa, la cual le confiere ciertas cualidades para ser determinada mediante la operación unitaria de “secado”, para partir de ella conocer sus cualidades mediante curvas a diferentes condiciones de operación.

Marco teórico

Contaminación

La contaminación es la presencia o incorporación al ambiente de sustancias o elementos tóxicos que son perjudiciales para el hombre o los ecosistemas (seres vivos). Existen diferentes tipos de contaminación, Los tipos de contaminación más importantes son los que afectan a los recursos naturales básicos: el aire, los suelos y el agua. [1]

Contaminación hídrica

Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales. [4]

Tratamiento del agua residual

Toda agua servida o residual debe ser tratada, tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente. Antes de tratar cualquier agua servida se debe conocer su composición. Esto es lo que se llama caracterización del agua. Permite conocer qué elementos químicos y biológicos están presentes y da la información necesaria para que los ingenieros expertos en tratamiento de aguas puedan diseñar una planta apropiada al agua servida que se está produciendo. [2]

Lodo terciario

Lodo terciario se produce a través de procesos de tratamiento posteriores, con adición de agentes floculantes. [7]

Lodo activado

La eliminación de la materia orgánica disuelta y los nutrientes de las aguas residuales tiene lugar durante el tratamiento biológico del agua, por un complejo proceso donde interactúan distintos tipos de bacterias y microorganismos, que requieren oxígeno para vivir, crecer y multiplicarse y consumen materia orgánica. El lodo resultante se llama lodo activo. [3]

Secado

El secado de sólidos se puede definir de distintas maneras, según el enfoque que se desee adoptar. En los estudios más teóricos se pone el énfasis en los mecanismos de transferencia de energía y de materia. Así, el secado se puede definir como un proceso en que hay intercambio simultáneo de calor y masa, entre el aire del ambiente de secado y el sólido. [4]

Secador de bandejas marca Armfield

El aparato consiste de un ducto de aire montado sobre un armazon de herreria, que proporciona una altura de trabajo adecuada para el trabajador. El aire se suministra dentro del ducto, pasando a traves de un protector de malla, mediante un motor impulsor con ventilador de flujo axial, cuya velocidad puede controlarse para producir un rango de velocidades por arriba de 1.5 m/s dentro del ducto. [6]

MATERIALES Y MÉTODOS

Secado en termo balanza:

Realizar una homogeneización de la muestra mediante la técnica de cuarteo de acuerdo a la (NOM-004-SEMARNAT-2002).

Pesar 25 g de lodo y depositar en un vidrio de reloj.

Colocar cada uno de los componentes de la termobalanza en su lugar correspondiente.

Seleccionar el programa de secado deseado a 110°C.

Colocar los 25 g de lodo en la charola de la termobalanza e iniciar el programa de secado correspondiente.

Registrar el peso de la muestra de lodo durante lapsos de 10 minutos hasta llegar a peso constante.

Graficar los resultados obtenidos (Peso contra tiempo).

Secado en horno/secador:

Realizar una homogeneización de la muestra mediante la técnica de cuarteo de acuerdo a la (NOM-004-SEMARNAT-2002).

Pesar 25 g de lodo y depositar en un vidrio de reloj.

Colocar el lodo pesado en una capsula de porcelana la cual fue llevada a peso constante.

Pasar cada capsula de porcelana al horno, el cual previamente estará precalentado a 120 °C, con ayuda de unas pinzas para crisol, protegido por unos guantes de asbesto, durante 20 minutos, esto será el primer ciclo.

Después del horno, pasarla la capsula de porcelana al desecador por 5 minutos para que alcance la temperatura ambiente, de igual manera hacer uso de las pinzas y los guantes de asbesto.

Finalmente pasar del desecador a la balanza analítica de precisión, para registrar el peso.

Repetir los pasos 4 al 6 las veces necesarias hasta alcanzar el peso constante.

Registrar tiempo y peso, para realizar las gráficas de los resultados obtenidos (Peso contra tiempo).

Secado en secador de túnel:

Realizar una homogeneización de la muestra mediante la técnica de cuarteo de acuerdo a la (NOM-004-SEMARNAT-2002).

Pesar 250 g de lodo por charola de secador.

Colocar la charola con el lodo en las rejillas de la balanza.

Girar las perillas del secador de túnel para lograr la temperatura y velocidad del aire deseada (max 40°C – min 30°C; max 2.4 m/s - min 1.5 m/s)

Realizar 3 repeticiones modificando temperatura y velocidad del aire.

Registrar tiempo (min), peso (g), temperatura (°C), flujo volumétrico (m³/s y L/s).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados: Debido a la naturaleza de los resultados se ubican todo en los anexos de tablas.

Discusión:

Durante el proyecto se hicieron 3 diferentes tipos de secado de lodos para determinar cuál era el más eficaz y porque para así posteriormente implementarse de manera industrial en la planta de San Jerónimo, el primero fue usando una termo balanza, en donde la pérdida de peso fue constante pero no así el contenido de humedad y velocidad de secado debido al encierro de la muestra que no permitía el escape correcto de vapor; el segundo método fue el de horno/desecador en donde X y R fueron más constantes debido a que la muestra tenía contacto con el exterior, debido a esto hubo ciertas fluctuaciones en la pérdida del peso; y finalmente el secado en secador de túnel, en donde se agregó la variable del aire, en este método se hicieron varias tipos de configuraciones pero solo se colocó la más prometedor, en donde se ve que X y la pérdida de peso son constantes, sin embargo R no, esto se atribuye al uso del ventilador del mismo secador.

CONCLUSIONES

Durante los diferentes secados se llegó a la conclusión de que, pese a que todas las variables consideradas en este proceso son importantes para el secado de lodos, aire, peso, X, R, contacto con el exterior; la más importante a considerar es la temperatura (T) ya que aunque todas las demás sean máximas, si la T es mínima el tiempo se alargara demasiado, pero si T es máxima el tiempo se reduce, es decir T y el tiempo son inversamente proporcionales entre sí.

REFERENCIAS

[1] NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

[2] Alonso Aguilar Ibarra. (10 de Agosto del 2009). Contaminación: riesgos y consecuencias. Revista UNAM, 10, 8. (Ibarra, 2009).

[3] Christie Jonh Geankoplis. (2010). Análisis y estudio de secado. En Procesos de transporte y principios de procesos de separación (52-63). Mexico D.F.: Continental. (Geankoplis, 2010).

[4] Giovanna Antonella Dinoa, Paolo Clementea, Manuela Lasagnaa y Domenico Antonio De Lucaa. (Octubre 2013). Residual sludge from dimension stones: characterisation for their exploitation in civil and environmental applications. *ELSEVIER*, 40, 507-514. (Dinoa et. Al, 2013).

[5] J. Moran-Ramírez, R. Ledesma-Ruiz, J. Mahlknecht y J.A. Ramos-Leal. (31 March 2016). Rockwater interactions and pollution processes in the volcanic aquifer system of Guadalajara, Mexico, using inverse geochemical modeling. *ELSEVIER*, 68, 79-64. (Moran et. Al, 2016).

[6] Jie Li, Erwan Plougonven, Laurent Fraikin, Thierry Salmon, Dominique Toye, Emmanuel Nistajakis y Angélique Leonard. (27 June 2015). Multiscale structure characterization of sawdust-waste water sludge extrudates dried in a pilot-scale fixed bed. *ELSEVIER*, 81, 98-107. (Li et. Al, 2015).

[7] Rojas-Morales Jorge Luis, Gutiérrez-González Edixon Cristóbal y Colina-Andrade Gilberto de Jesús. (junio de 2016). Obtaining and Characterization of Activated Carbon Obtained Sludge Treatment Plant Wastewater from a Poultry Industry. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 17, 453-462. (Rojas et. Al, 2016).

[8] S.M. Zakir Hossaina, Nouredine Mansoura y Nahid Sultanab. (12 de octubre del 2013). Design of a laboratory experiment for the performance analysis of a retrofitted tray dryer unit. *ELSEVIER*, 32, 832-842. (Zakir et. Al, 2013).

[9] Sandoval-Torres Sadoth, Hernández-Bautista Emilio y Rodríguez-Ramírez Juan. (agosto de 2012). Simulación multi-física del secado de madera en COMSOL Multiphysics 3.4. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 14, 389-398. (Sandoval et. Al, 2012).

[10] T. Ahmad, K. Ahmad y M. Alam. (Julio 2017). Characterization of Water Treatment Plant's Sludge and its Safe Disposal Options. *ELSEVIER*, 35, 950-955. (Ahmad et. Al, 2017).

Anexos

Tabla 1: Tabla que muestra las medias del secado en la termo

Medias			
Tiempo (media)	Peso de lodo (media)	X de media	R de media
0	25.0347	3.2581	0.0042
10	23.1110	2.9309	0.0040
20	21.3490	2.6312	0.0041
30	19.4957	2.3160	0.0050
40	17.1167	1.9113	0.0044
50	15.1057	1.5693	0.0042
60	13.2030	1.2457	0.0037
70	11.6040	0.9737	0.0032
80	10.2930	0.7507	0.0029
90	9.1690	0.5595	0.0026
100	8.2093	0.3963	0.0025
110	6.7070	0.1408	0.0005
120	6.4133	0.0908	0.0006
130	6.0840	0.0348	0.0005
137.6	5.8793	0.0000	0.0000

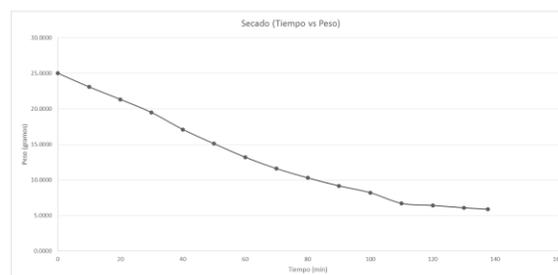
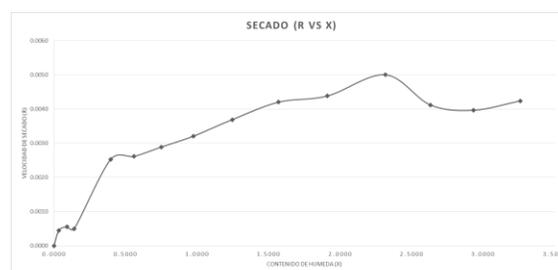


IMAGEN 1: Par de gráficos que muestran el contenido de humedad contra la velocidad de secado, y la pérdida de peso respecto al tiempo, respectivamente, ambos del método con termo balanza.

Tabla 2: Tabla que muestra las medias del secado con el método horno/secador

Peso de lodo: 15 g												
Hora de inicio: 07:00 horas												
Tiempo (min)	Peso de lodo 1 (g)	Peso de lodo 2 (g)	Peso de lodo 3 (g)	(X)1	(X)2	(X)3	R 1	R 2	R 3	(-Ls/A)*R 1	(-Ls/A)*R 2	(-Ls/A)*R 3
0	38.3194	36.1068	36.7452	0.371	0.457	0.425	-0.00538	-0.00614	-0.00663	0.00077	0.00097	0.00092
10	36.815	34.5852	35.035	0.317	0.395	0.358	-0.00707	-0.00838	-0.00778	0.00112	0.00133	0.00108
20	34.8385	32.5075	33.028	0.246	0.311	0.281	-0.01011	-0.00881	-0.00773	0.00160	0.00140	0.00107
30	32.0123	30.3245	31.0341	0.145	0.223	0.203	-0.00350	-0.00172	-0.00526	0.00055	0.00027	0.00073
40	31.0345	29.8976	29.6773	0.110	0.206	0.151	-0.00760	-0.00985	-0.00346	0.00121	0.00156	0.00048
50	28.9086	27.4561	28.7842	0.034	0.108	0.116	-0.00320	-0.00981	-0.01072	0.00051	0.00156	0.00148
60	28.0134	25.0236	26.0183	0.002	0.010	0.009	-0.00021	-0.00055	-0.00088	0.00003	0.00009	0.00012
70	27.9549	24.8865	25.7916	0.000	0.004	0.000	0.00000	-0.00040	0.00000	0.00000	0.00006	0.00000
80	27.9543	24.7868	25.7912	0	0	0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Peso de capsula 1 (g):	Peso de capsula 2 (g):		Peso de capsula 3 (g):									
23.3194	21.1068		21.7452									
Peso constante												

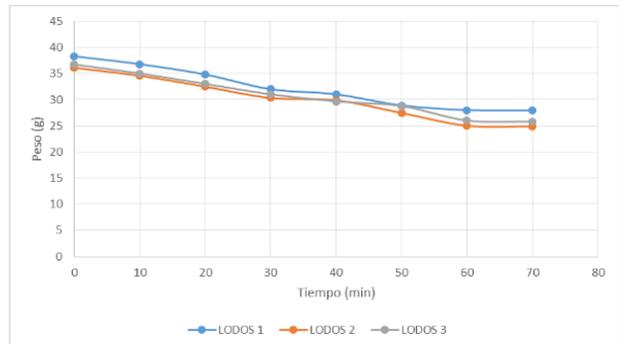
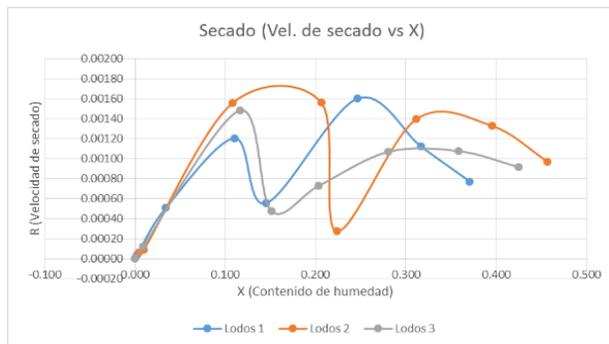


IMAGEN 2: Par de gráficos que muestran la velocidad contra el tiempo, y la pérdida de peso respecto al tiempo, respectivamente, ambos del método horno/secador.

Tabla 3: Tabla que muestra las medias del secado ideal con el secador de túnel.

Temperatura nominal:		10		ITESI				
Flujo de aire nominal:		10						
Peso del equipo:		1427.33						
# mediciones	Tiempo (min)	Peso (g)	Temperatura (°C)	Velocidad (m/s)	Flujo volumetrico (m3/s)	Flujo volumetrico (L/s)	X	R
1	0	1000.00	31.50	2.24	0.16	164.00	2.43	0.022198
2	30	844.33	34.70	2.34	0.16	166.67	1.90	0.014688
3	60	741.33	35.40	2.35	0.16	168.33	1.54	0.012787
4	90	651.67	35.83	2.42	0.17	169.33	1.24	0.013072
5	120	560.00	36.83	2.30	0.16	166.33	0.92	0.009697
6	150	492.00	37.40	2.12	0.16	152.33	0.69	0.010458
7	180	418.67	37.50	2.24	0.16	163.67	0.44	0.008984
8	210	355.67	36.53	2.36	0.16	169.33	0.22	0.005134
9	240	319.67	36.70	2.27	0.16	165.00	0.10	0.004040
10	270	291.33	36.63	2.26	0.16	165.33	0.00	0.000000

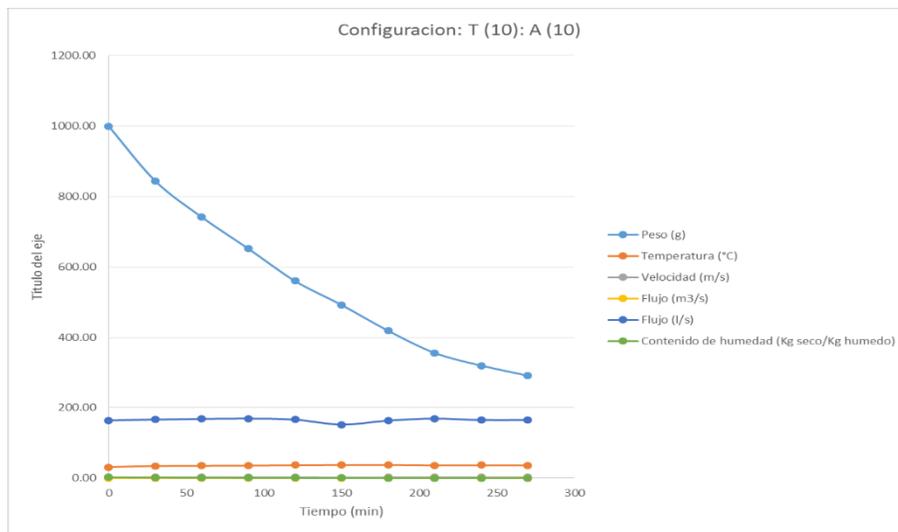


IMAGEN 3: Gráfico que muestra: peso, temperatura, velocidad, flujos y contenido de humedad, contra el tiempo, del método del secador de túnel.

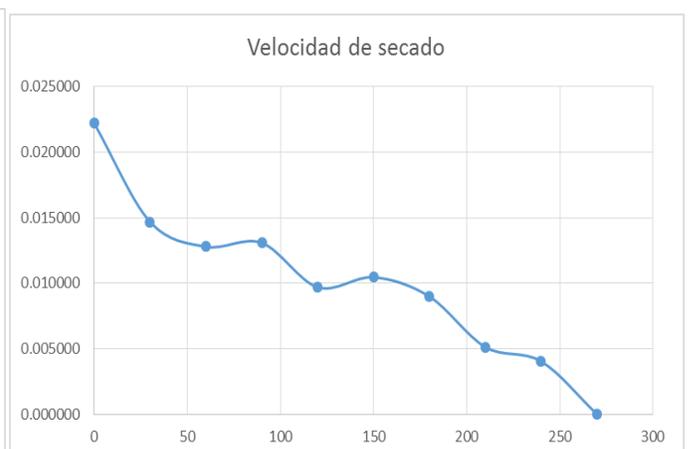
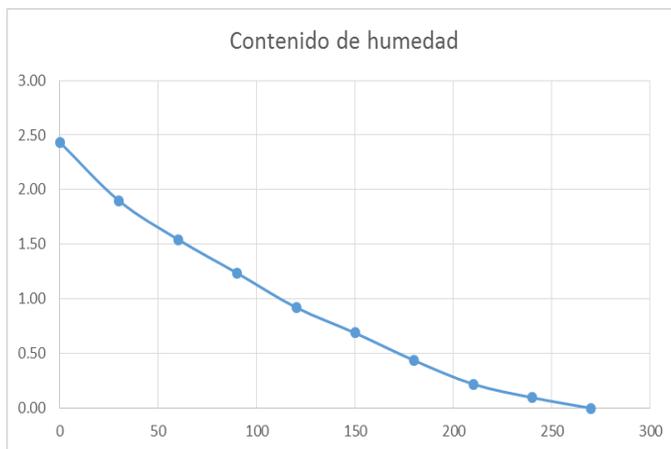


IMAGEN 3: Gráficos que muestran velocidad de secado contra el tiempo y contenido de humedad contra el tiempo, de manera más amplia, respectivamente, del método del secador de túnel.