

ENSAYOS FLUIDODINÁMICOS EN REACTORES TUBULARES DE LECHO FIJO PARA LA REMOCIÓN DE Cr (VI) y Cu (II)

Maxwell Benites¹, Iván Jara¹, Andrea Saralegui¹, M. Natalia Píol^{1,2}, Néstor Caracciolo¹,
Susana Boeykens¹

¹ Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería, Laboratorio de Química de Sistemas Heterogéneos. Paseo Colón 850, 1067- CABA, Argentina. ² CONICET. e-mail: laquisihe@fi.uba.ar.

10) Química Ambiental

Introducción:

Las especies metálicas son los contaminantes inorgánicos más importantes, estos pueden incorporarse al medio en forma natural pero la actividad antropogénica es la causa que contribuye significativamente a su incremento. El rasgo distintivo de estos elementos es su efecto tóxico en los seres vivos y aunque muchos de ellos en contenidos bajos son necesarios para la vida se tornan nocivos en exceso, otros no tienen un rol biológico pero si una elevada toxicidad y la severidad del daño aumenta con la concentración (Vega, 1998).

Los procesos productivos industriales generan efluentes que contienen metales pesados como el Cr y el Cu que, en altas proporciones, son fuente de contaminación al ambiente y la salud humana.

Es importante diseñar alternativas eficaces para la remoción de iones metálicos en el agua. Existen varias técnicas para la remoción de metales pesados, como la osmosis inversa, ultrafiltración y el intercambio iónico. Sin embargo, estas técnicas son muy costosas para grandes escalas (Rahul, Jayakumar, & Hashim, 2011).

El diseño de reactores no es una tarea rutinaria, ya que para el mismo proceso es posible proponer varias soluciones. En la búsqueda del diseño óptimo no es sólo el costo del reactor lo que debe reducirse al mínimo. Es probable que en un diseño particular el costo del reactor resulte bajo, pero los materiales que salen de la unidad podrían hacerlo en un estado tal que su tratamiento resulte mucho más costoso que en otros diseños (Levenspiel, 2004).

Este trabajo estudia la fluidodinámica de 2 reactores tubulares de lecho fijo de volúmenes y rellenos distintos y presenta las curvas de ruptura encontradas utilizando ensayos estímulo respuesta ante un salto escalón en la concentración de entrada al reactor.

Trabajo experimental

Se realizó la preparación de las muestras de Cr (IV) y Cu (II) a partir de K_2CrO_4 y $CuSO_4$ de 0,5M respectivamente. En un espectrofotómetro Shimadzu 2401PC se determinaron los espectros de cada muestra, siendo las longitudes de onda adoptadas de 438nm para el Cr y 800 para el Cu. Posteriormente se realizaron las curvas de calibración utilizando un espectrofotómetro de simple haz, marca ZELTEC modelo ZL 5000, a la longitud de onda seleccionada, variando las concentraciones.

Para realizar el ensayo fluido-dinámico de los reactores tubulares, se rellenó éste con esferas de vidrio y se alimentó con agua destilada, a $t = 0$ se ingresó una corriente de concentración constante de 0,003M o 0,025M, como trazadores simulando una perturbación del tipo escalón, a partir de ese momento se tomaron alícuotas del efluente en intervalos de tiempo definidos. Las condiciones de experimentación se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: condiciones experimentales para ensayos fluido-dinámicos

Caudal (d^3/min)	0.667
Temperatura Promedio ($^{\circ}\text{C}$)	20°C

Resultados:

Se estudió el comportamiento del reactor R1 de longitud $L_1 = 10$ cm y diámetro $D_1 = 1,5$ cm y esferas de vidrio de 1 mm y 2,5 mm de diámetro. Con los datos obtenidos de la experimentación se obtuvieron las curvas de ruptura para los iones Cr y Cu que se presentan en las Figuras 1 y 2.

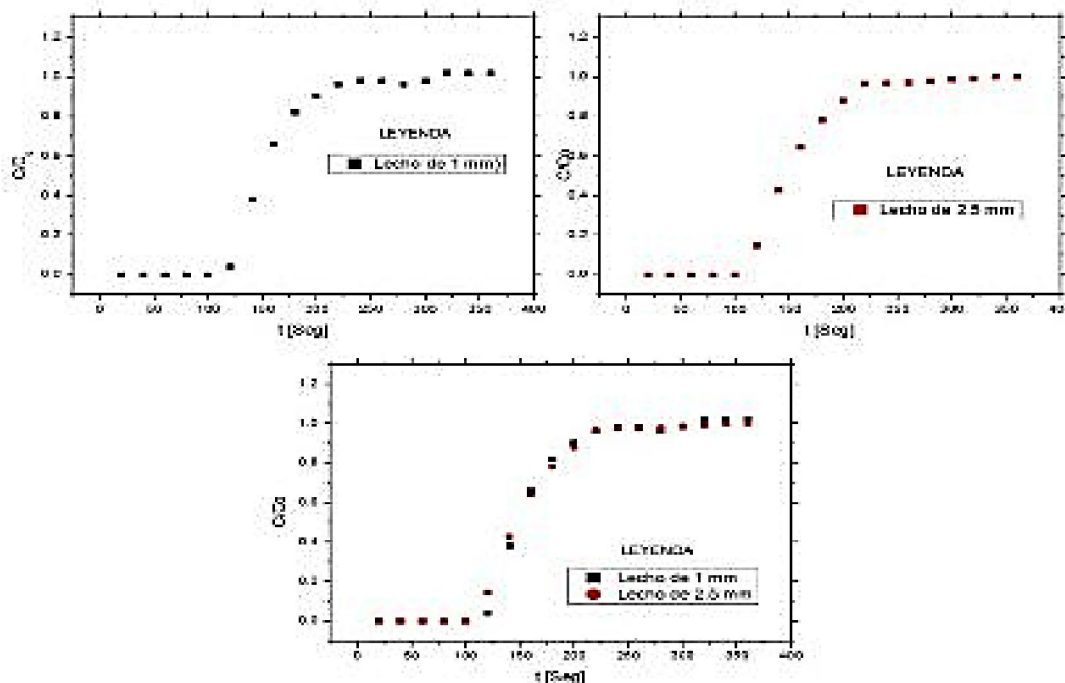


Figura 1: Curvas de ruptura para el reactor R_1 con relleno de esferas de vidrio de distinto diámetro para el ion Cr

Se estudió el comportamiento ambos reactores R_1 de longitud $L_1 = 10$ cm y diámetro $D_1 = 1,5$ cm y R_2 de longitud $L_2 = 9,3$ cm y diámetro $D_2 = 2,2$ cm con esferas de igual tamaño. Con los datos obtenidos de la experimentación se obtuvieron las curvas de ruptura que se presentan en la Figura 3.

Conclusiones

La determinación de la distribución del tiempo de residencia en un reactor tubular, mediante la medición del cambio absorbancia debido a la inyección escalonada de Cr y Cu, proporciona información sobre el régimen de flujo que se desarrolla al interior del sistema (Farina, 1986).

De acuerdo a los resultados, determinamos que tanto para las esferas de vidrio con dimensiones de 1 mm y 2,5 mm, las curvas de ruptura prácticamente coinciden entre sí, así mismo los tiempos de residencia de los reactores de $D_1 = 1,5$ cm y $D_2 = 2,2$ cm fueron de 240 y 360 segundos respectivamente.

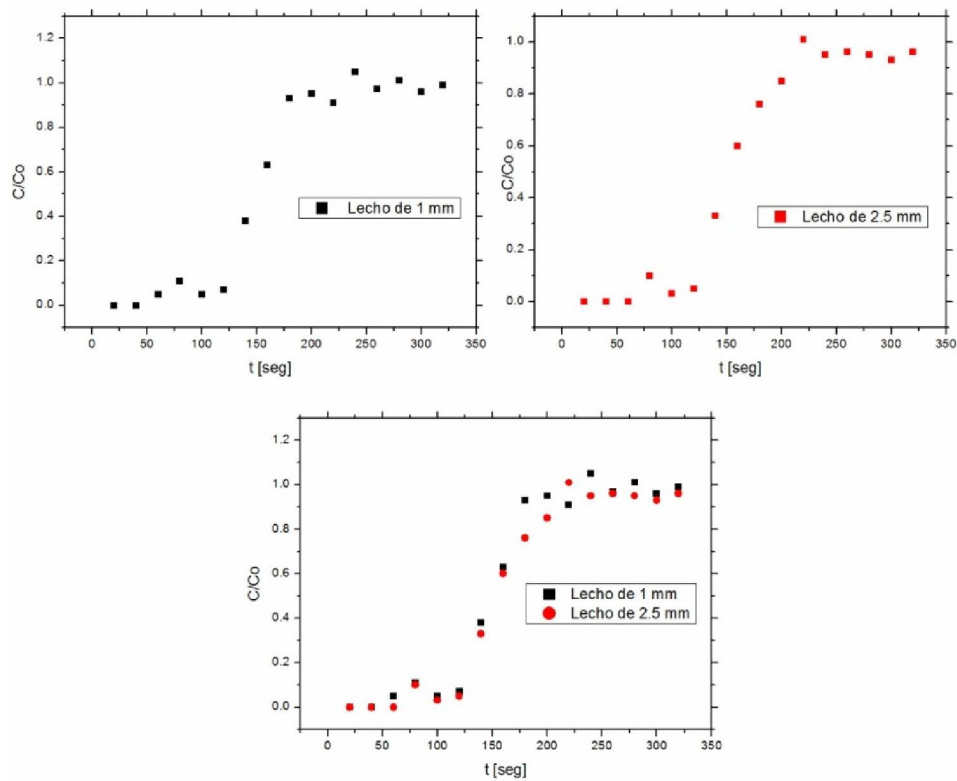


Figura 2: Curvas de ruptura para el reactor R_1 con relleno de esferas de vidrio de distinto diámetro para el ion Cu

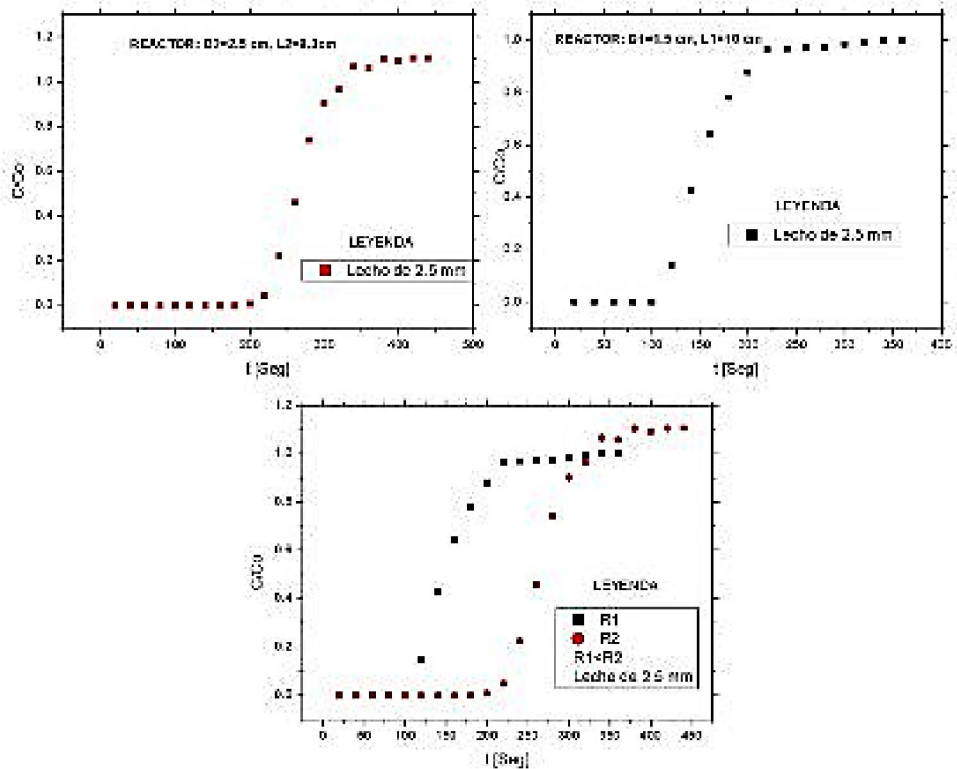


Figura 3: Curva de ruptura para el Ion Cr para ambos reactores con lecho de 2,5 mm de diámetro.

De la experimentación del Cr y Cu determinamos el módulo de dispersión (D/u·L) para ambos reactores, que es de 0.009 para el Cr y para el Cu de 0.01, lo que indica el comportamiento del flujo pistón. Para estos valores, el error cometido es menor al 5% (Levenspiel 2004).

Los reactores se encuentran aptos para ser empleados en estudios de sorción y ciclos de regeneración de contaminantes presentes en los efluentes industriales.

Referencias:

Levenspiel, O. (2004). Ingeniería de las Reacciones Químicas. Mexico: Limusa Wiley.

Rahul, K., Jayakumar, N., & Hashim, M. (2011). Chromium removal by emulsion liquid membrane using [BMIM][NTf₂]⁻ as stabilizer and TOMAC as extractant. Desalination, 278, 50-56.

Vega, S. (1998). Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales – Generalidades y toxicología. OPS-OMS

Caracciolo, N (2014). Empleo de Dispersiones Poliméricas en Reactores Para Tratamiento y Recuperación de Efluentes Industriales. RITeO

Farina, I.H.; Ferretti, O.A.; Barreto, G.F. (1986). Introducción al diseño de reactores químicos. EUDEBA.