

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
Escuela de Graduados



**Remoción de Cromo y Materia Orgánica Disuelta en  
Efluentes Industriales por Adsorción e Intercambio Iónico  
en Zeolita y Carbón Activado**

**Tesis para Optar al  
Grado de Doctor en  
Ciencias con Mención  
en Química**

**CRISTIAN MAURICIO COVARRUBIAS GALLARDO**

**2005**

## Resumen

Se estudió la remoción de cromo y materia orgánica desde solución acuosa utilizando métodos de separación basados en el uso de zeolitas y carbón activado. Para este propósito se evaluó la operación de remoción de cromo en columnas empacadas de zeolita y carbón activado, en reactores monolíticos de zeolita y en membranas de zeolita. Se evaluaron zeolitas comerciales y sintetizadas a partir de caolín y mordenita natural; las membranas de zeolita se prepararon usando técnicas de sembrado y posterior crecimiento hidrotérmico. Los materiales y productos de síntesis se caracterizaron mediante Difracción de rayos X (DRX), Microscopía electrónica de barrido (SEM), Espectroscopia de infrarrojo (FTIR), Análisis termogravimétrico (TG/DTG), Isotermas de adsorción de gases ( $N_2/CO_2$ ) y medidas electroforéticas (ZPC).

Las zeolitas sintetizadas presentaron alta capacidad de intercambio de Cr(III) (CICr). La zeolita FAU (NaX) fue aquella de mayor CICr, su gran diámetro de poro y la baja razón Si/Al de su estructura, facilita la difusión y la retención de iones hidratados de Cr(III) en los sitios de intercambio. Las condiciones óptimas de operación en un lecho empacado de zeolita FAU se obtuvieron decreciendo el tamaño de partícula, operando a flujos altos de alimentación y a un pH 3.5. Bajo estas condiciones las resistencias a la transferencia de masa del proceso de intercambio son minimizadas. Se encontró que la remoción de cromo desde un efluente industrial mediante un proceso de intercambio, es eficiente solo reduciendo la concentración de iones de competencia. Esto último se logró mediante una *dilución* previa del efluente o utilizando un método mixto *redox-intercambio iónico*, en donde los iones de competencia son removidos selectivamente en una columna de zeolita HX; este tratamiento permitió la remoción de Cr(III) desde un efluente industrial de alta concentración. Por otro lado, las membranas de zeolita FAU sintetizadas, resultaron ser eficientes en la remoción de Cr(III) en presencia de altas concentraciones de sodio ( $20.000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). La permeoselectividad al agua exhibida por la membrana parece ser consecuencia del mecanismo de separación con el cual opera, basado principalmente en la exclusión por tamaño de los iones de Cr(III) en los poros zeolíticos. De esta manera la remoción de cromo desde residuos industriales a través de un proceso de ósmosis inversa en membranas de zeolita, emerge como una alternativa promisoriosa en el tratamiento avanzado de efluentes.