

CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS ARCILLOSAS PROVENIENTES DE LA MINA DE NÍQUEL DE CERRO MATOSO (CÓRDOBA - COLOMBIA)

Y. Hernández¹, R. Cogollo¹, O. Almanza²

¹*Departamento de Física, Universidad de Córdoba, Montería*

²*Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.*

(Recibido 16 de Sep.2005; Aceptado 09de Febr.2006; Publicado 28 de Abr. 2006)

RESUMEN

En el presente trabajo los sólidos estudiados son considerados como “materiales arcillosos” según algunas definiciones (ciencia del suelo, por su tamaño de grano y sentido geológico) basado en el tamaño de partícula de las muestras (< 0.2 mm). Estos materiales se caracterizaron por EPR, difracción y fluorescencia de Rayos X. Los resultados indican que los sólidos analizados son ricos en Fe₂O₃ y NiO entre otros óxidos. El patrón de difracción de rayos X del material llamado escoria, muestra picos correspondientes al mineral llamado enstatita (piroxeno). Además el análisis de EPR de este material mostró una línea ancha alrededor de $g = 2.1$ correspondiendo a los clusters de Fe³⁺ en una matriz vítrea compleja. Un análisis a diferentes temperaturas también fue realizado.

Palabras claves: materiales arcillosos, EPR.

ABSTRACT

In the present work the solids studied are considered “clayed materials” according to some definitions (soil science, grain size, and geological) based on particle size fraction of the samples (< 0.2 mm). These materials were characterized by EPR, X-ray diffraction and X-Ray fluorescence. The results indicate that soils analyzed are rich in Fe₂O₃ and NiO, among other oxides. The waste material shows diffraction signals corresponding to minerals called enstatite (pyroxene). Moreover, the waste EPR analysis revealed a broad line around $g = 2.1$, corresponding to Fe³⁺ clusters into a complex vitreous matrix. An analysis at different temperatures was also performed.

Keywords: clayed materials, EPR.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de arcillas para varios propósitos casi es tan viejo como el ser humano. Hoy en día las investigaciones científicas y las aplicaciones tecnológicas de estos sólidos conducen a explorar y caracterizar los nuevos materiales de la tierra ricos en arcilla. La tecnología en cerámicas, estrategias de retención-extracción de contaminantes, sensores electroquímicos e investigaciones en biosensores, formulación farmacéutica y aplicaciones medicinales [1], matriz precursora para la extracción de metales, entre otros, son aplicaciones interesantes de los minerales de arcilla y de las arcillas mismas.

En el año de 1982 se puso en operación el complejo minero CERRO MATOSO S.A. compañía encargada de la extracción del níquel presente en la mina que lleva el mismo nombre, localizada en el departamento de Córdoba – Colombia. El proceso de extracción del metal de níquel, que se realiza en cuatro etapas, deja finalmente un residuo denominado “escoria”. Este residuo, en la actualidad no tiene usos o aplicaciones sociales o industriales, por lo cual se ha

convertido en un problema de tipo ambiental, cuyo impacto es disminuido a través de un programa de reforestación, que consiste en la colocación de una capa vegetal sobre la montaña de escoria.

En la primera parte de esta investigación se han caracterizado estos materiales por espectroscopia de resonancia paramagnética electrónica (EPR), fluorescencia de rayos X y difracción de rayos X en cada una de las etapas del proceso y se obtuvo información acerca de su composición química y estructural. Posteriormente estudiaremos propiedades mecánicas y térmicas con el fin de encontrar aplicaciones relevantes.

2. MATERIALES

Este proceso se lleva a cabo en cuatro etapas. En la primera etapa, la “arcilla húmeda” proveniente de diferentes sitios de la montaña es convertida en una sola pila, de cerca de cien mil toneladas, la cual es combinada para tratar de obtener una mezcla lo más homogénea posible. Posteriormente (segunda etapa) esta mezcla, es llevada en unas vandas de conducción en donde es separada; se divide entonces en “rechazo” (material que contiene bajas concentraciones de níquel) y “clasificado” (que es el material seleccionado para la extracción). En la tercera etapa el clasificado es llevado a unos contenedores en los que se agrega carbón mineral, el cual tiene por objeto decantar posteriormente el mineral de níquel, proceso este que se consigue en un par de hornos eléctricos de calcinación, a una temperatura cercana a los 1400 °C. Una vez terminado el proceso de extracción (cuarta etapa), ya retirado el níquel. El residuo que se obtiene, denominado “escoria”, es trasladado a otros lugares del complejo.

3. PARTE EXPERIMENTAL

El análisis cuantitativo de elementos principales que constituyen las tres muestras se llevó a cabo por fluorescencia de rayos X en un Espectrómetro Philips RX 240 secuencial, ubicado en el Laboratorio de Gestión y Tecnología del complejo minero Cerro Matoso S. A. Los patrones de difracción de rayos X fueron obtenidos en un difractómetro Philips PW 1820 usando la línea $K\alpha$ del Cu, empleando la técnica de polvo forzada. Los espectros de EPR se obtuvieron en un espectrometro banda X BRUKER ESP 300 a diferentes temperaturas entre 100 y 300 K, con una modulación de campo 100 kHz. La potencia de microonda usada fue de 10 mW. En cada muestra se usaron los mismos parámetros.

4. Resultados

Análisis Químico elemental. El material denominado “arcilla húmeda” contiene cantidades muy importantes de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , NiO y MgO además de pequeñas cantidades de otros óxidos (Tabla 1). La proporción de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ igual a 2.12 puede relacionarse con la que normalmente se reporta para los minerales de tipo filosilicatos dioctahedrales (alumina) [2,3], pero la sílice y la alúmina como componentes individuales son muy bajas, sugiriendo que tales especies minerales pueden existir en menores cantidades.

Análisis de difracción de Rayos X. La Figura 1 muestra los difractogramas para las muestras de “arcilla húmeda” y “escoria”. El primer material presenta señales características pertenecientes a una mezcla de minerales de kaolinita, cuarzo, calcita, ferrihidrita (oxihidroxido de hierro) y posiblemente mineral del tipo esmectita lo cual fue identificado por comparación con la literatura.

tura [2,4]. Los posibles picos correspondientes a esmectita ($d=15.2$, $d=7,3$) están relacionados con los resultados del análisis químico (la proporción de Si/Al). El Cuarzo está presente como una forma individual de SiO_2 en la mezcla.

Tabla No.1. Composición química (Wt %) de las muestras

Muestra	NiO	Fe ₂ O ₃	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃	MnO	Co ₃ O ₄	P ₂ O ₃
Arcilla Húmeda	1.32	44.1	1.84	13.78	6.5	0.07	2.62	1.32	0.148	0.019
Clasifica- do	2.05	17.5	14.73	44.54	2.1	0.24	1.01	0.44	0.079	0.009
Escoria	0.19	13.3	19.47	57.47	2.6	0.4	1.18	0.44	0.017	0.005

La muestra de “escoria” no presenta picos de RX que correspondan a minerales del tipo filosilicato y los picos de difracción son diferentes de los que presenta la “arcilla húmeda”. Este resultado era esperado debido a que el tratamiento termico utilizado para la extracción del mineral de níquel, del cual se genera la “escoria”, puede producir cambios de la fase en el sólido inicial. Los principales picos observados ($d=6.33$, el $d=4,56$, $d=4.44$, $d=3.18$, $d=2.88$) podrian corresponder al mineral del tipo enstatita, un material tipo piroxeno (inosilicate) [5].

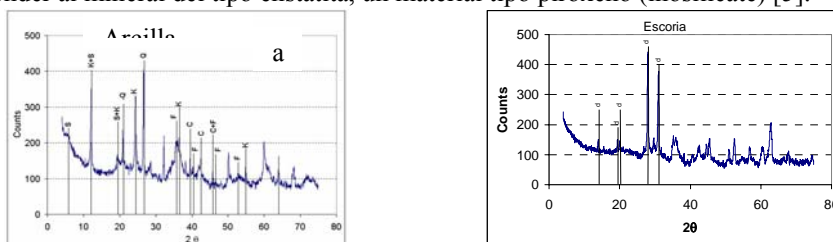


Figura No.1. Difracción de rayos X de a) arcilla húmeda, b) escoria.

Resonancia Paramagnética Electrónica (EPR). Se sabe que los iones Fe^{3+} dan lugar a diferentes señales, dependiendo de las diferentes formas en qué este ion está inmerso [6-8]. La figura 2 (a) muestra el espectro de EPR de la muestra llamada “arcilla húmeda” a 120 K. Se observa un hombro sobre $g \approx 8.3$ que es característico de Fe^{3+} en una simetría de C_{2v} [6,7]. El espectro es complejo y puede ser debido a las diferentes contribuciones como, hierro en diferentes estados y localizaciones y a la presencia de cationes de Mg^{2+} , de Ni^{2+} en coordinación octahedral, entre otros.

La Figura 2 (b) presenta el espectro de EPR del subproducto residual denominado “escoria”. Se observa una sola línea a $g \approx 2.1$. De nuevo esta línea es debida al Fe^{3+} del Fe_2O_3 en el material recocido.



Figura No.2. Espectros de EPR para la (a) arcilla húmeda y (b) escoria.

REFERENCIAS

- [1] Carretero, M. I., Clay minerals and their beneficial effects upon human health. A review. *Applied Clay Science*, 21, (2002), 155-163
- [2] Moore, D. M.; Reynolds, R. C. (1997). *X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals*. Oxford University Press, New York
- [3] Newman, A. C. D.; Brown, G. (1987). The Chemical constitutions of clays. In: *Chemistry of Clays and Clay Minerals*. Mineralogical Society, U.S.A
- [4] Thorez, J. (2003). Practical XRD analysis of clay minerals. *Mineralogical Workshop (volumen 1)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
- [5] Besoain, E. (1985). *Mineralogía de Arcillas de Suelos*. Instituto Interamericano de Co-operación para la Agricultura, San José de Costa Rica
- [6] M. Duttine; G. Villeneuve; G. Poupeau; A. M. Ross; and r.B. Scorzelli; *Journal of Non-Crystalline Solids* 323, (2003), 193-199
- [7] C. L. Barbosa; E. Di Mauro; V. Antunes; A. S. Mangrich; *Marine Chemistry*, 84, (2003) 105 – 112
- [8] Mario Chiesa; m. C. Paganini; Elio Giamello; C. Di Valentin; G. Pacchioni; *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 204-205, (2003), 779-786x

AGRADECIMIENTOS.

A la empresa Cerro Matoso S.A. por facilitarnos las muestras que permitieron el desarrollo de este trabajo y en especial al Laboratorio de Gestión y Tecnología, donde se desarrollaron las medidas de Fluorescencia de Rayos X.