



MEMORIAS

Sección Química Nuclear

44° Congreso Mexicano de Química
28° Congreso Nacional de Educación Química
26 al 30 de septiembre de 2009, Puebla, México

ESTUDIO ESPECTROSCOPICO DE DOS CEMENTOS MEXICANOS

Verónica E. Badillo Almaraz¹, Noel Nava Etzana²

¹Dirección de Investigación Científica, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Carr. México-Toluca s/n (km. 36.5), La Marquesa Ocoyoacac, México, C.P. 52750

²Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas 152, Col. San Bartolo Atepehuacan, México D.F. 07730

Resumen

En el concepto de almacenamiento de desechos nucleares, la cementación ha sido y sigue siendo uno de las técnicas más ampliamente utilizadas para la inmovilización y protección de los desechos radioactivos con el fin de evitar y retardar la liberación de los radionúclidos en el medio ambiente. En este trabajo de investigación se realizaron estudios de Infrarrojo y Mössbauer de muestras secas e hidratadas de Cementos Portland mexicanos. Las bandas de IR se han asignado de acuerdo a la literatura cuyas intensidades varían en función del contacto con el agua. Los resultados de Mössbauer muestran que el hierro se encuentra como Fe^{3+} y ocupa dos sitios octaédricos y tetraédricos.

1. INTRODUCCION

En el marco relativo al almacenamiento de desechos radioactivos, lo esencial de la seguridad a largo plazo reposa en el medio geológico. Con el fin de no alterar el medio geológico, los conceptos de almacenamiento en estudio introducen las barreras artificiales cuya función es limitar las perturbaciones térmicas y radiológicas a corto y mediano plazo en la evolución del almacén. Estas barreras artificiales tienen igualmente la función de proteger química e hidráulicamente los desechos. Entre los materiales que han sido considerados para su uso en la construcción de éstas barreras llamadas de ingeniería que separan la barrera geológica y los desechos nucleares, están los cementos Portland los cuales han mostrado buenas propiedades para retardar la migración de radionúclidos [1] además de las propiedades mecánicas, actuando como barreras físicas y químicas [2]. Por lo anterior, sería particularmente útil caracterizar los cementos Portland con al menos un 97% de clinker, ya que son los más recomendados para este tipo de aplicaciones [3] y estudiar la evolución de su composición química y mineralógica al estar en contacto con soluciones acuosas. En este contexto de almacenamiento subterráneo, el principal enemigo es el agua; los cementos una vez que se han endurecido, ya sea en forma de matriz o como pared adicional o lechada, se convierten en un material poroso que a su vez se saturará de agua, lo cual es el peor escenario que puede imaginarse, ya que los silicatos hidratados corren el

MEMORIAS

Sección Química Nuclear

44° Congreso Mexicano de Química
28° Congreso Nacional de Educación Química
26 al 30 de septiembre de 2009, Puebla, México

riesgo de disolverse, o bien formar fases minerales secundarias responsables de la formación de fracturas en los cementos endurecidos [4]. En este trabajo de investigación se estudia la evolución de los cementos en contacto con una solución acuosa neutra por técnicas espectroscópicas. El objetivo de este trabajo de investigación es identificar las fases hidratadas del cemento Portland formadas en contacto con soluciones acuosas en un posible almacén de desechos radioactivos, ya que las fases minerales que se formen presentaran propiedades de retención de radionúclidos muy diferentes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron con dos marcas comerciales: Portland gris de CEMEX y uno Holcim APASCO, las muestras se presentan en polvo fino y se analizaron por IR y espectroscopia Mössbauer antes de ponerse en contacto con las soluciones acuosas y después, con el fin de observar la presencia y evolución de las fases minerales que componen cada uno de los cementos comerciales.

Para la hidratación de los cementos, se pesó una cantidad de 300 mg de cada uno de los cementos, por duplicado, en un tubo de polisulfona marca Nalgene de 50 mL de capacidad, se les agregó un volumen de 15 mL de agua destilada. Las suspensiones se agitaron durante 24 horas. Al final del periodo de agitación, se centrifugaron durante 40 minutos y se procedió al secado de cada a la temperatura de 40°C. Los sólidos una vez secos, se trituraron en un mortero para obtener un polvo más fino y se procedió a analizarlos por Infrarrojo y espectroscopia Mössbauer.

Los espectros Mössbauer se obtuvieron a temperatura ambiente en un espectrómetro marca Austin Scientific Associates modelo S-600, con una fuente de 57-Co de 0.925 GBq (25 mCi) en una matriz de rodio. El corrimiento isomérico es reportado con respecto al α -Fe; los espectros fueron ajustados usando el programa NORMOS [5].

3. RESULTADOS

Estudios cualitativos por espectroscopia Mössbauer se presentan en la figura 1 e indican la presencia de Fe^{+3} en una coordinación de spin alto, en todas las muestras.

MEMORIAS

Sección Química Nuclear

44° Congreso Mexicano de Química
28° Congreso Nacional de Educación Química
26 al 30 de septiembre de 2009, Puebla, México

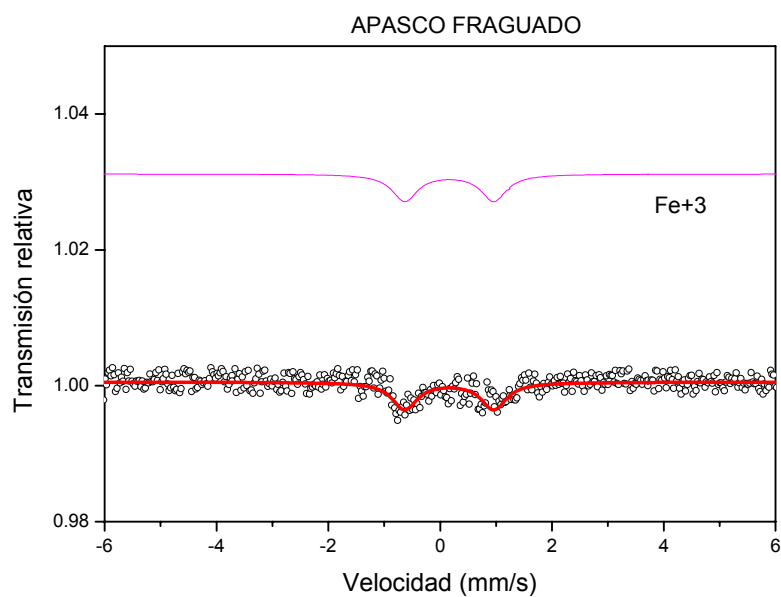


Figura 1. Espectro Mössbauer del cemento hidratado en una proporción 0.7% m/v después de 360 horas

| MUESTRA | IS | QS | EDO OXIDACION |
|--------------------|-------|-------|------------------|
| APASCO FRAGUADO | 0.201 | 1.590 | Fe+3 |
| APHIDRD1 API | 0.198 | 1.435 | Fe+3 |

MEMORIAS

Sección Química Nuclear

44° Congreso Mexicano de Química
28° Congreso Nacional de Educación Química
26 al 30 de septiembre de 2009, Puebla, México

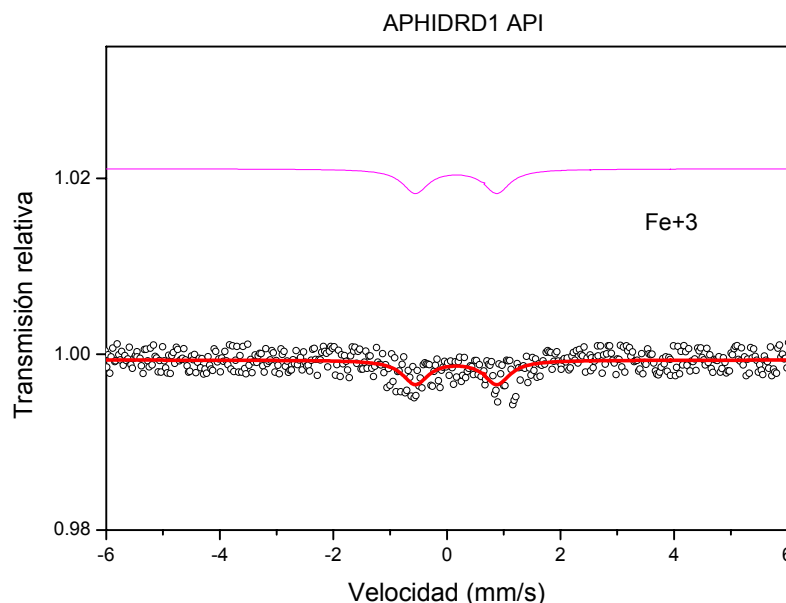


Figura 2. Espectro Mössbauer del cemento hidratado con agua en una proporción 0.7% m/v después de 360 horas

La pasta hidratada con agua en una proporción de 0.7% m/V muestra un cambio de fases del ferro aluminio tetracálcico de composición promedio $4\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$, presenta dos estructuras de Fe^{+3} , por sus parámetros Mössbauer, en donde el Fe^{+3} ésta en posiciones tetraédricas y octaédricas. El contenido de hierro es bajo.

BIBLIOGRAFÍA

S. Bagosi, L.J. Csetényi. (1998) – Caesium Immobilisation in Hydrated Calcium-Silicate-Aluminate Systems. *Cement and Concrete Research*, **28**, 1753-1759.

P. Faucon, F. Adenot, J.F. Jacquinet, J.C. Petit, R. Cabrillac, M. Jorda. – (1998) Long-Term behaviour of cement pastes used for nuclear waste disposal: review of physico-chemical mechanisms of water degradation. *Cement and Concrete Research*, **28**, 847-857.

H. W. Taylor. “*La química de los Cementos*”, Edit. URMO, (1979).

Colleparidi, M. (2003) – A state-of-the-art review an delayed ettringite attack on concrete. *Cement & Concrete Composite*, **25**, 401-407.