

Una mirada al pasado ayuda a seleccionar materiales para repositorios de residuos radiactivos

Introducción

El estudio de los materiales elaborados en la antigüedad ha sido utilizado como un punto de partida, una primera aproximación, para comenzar a comprender el comportamiento y la durabilidad de las barreras ingenieriles destinadas a contener los residuos radiactivos de vida larga y alta radioactividad en el transcurso de mucho tiempo hacia adelante. La información proveniente de la corrosión y deterioro de, tanto los materiales naturales como aquéllos elaborados a lo largo de la evolución del hombre, es útil en los estudios sobre los repositorios nucleares. Para comprender la durabilidad de materiales como los metales, vidrios, cerámicos, cementos, alquitranes u otros materiales orgánicos e inorgánicos, es necesario realizar estudios¹ sobre los mecanismos de degradación tales como oxidación, corrosión, lixiviación, fragilización y otros, tales como aquéllos basados en sistemas similares. Se trata en este caso de los llamados sistemas análogos y en las ciencias arqueológicas se encuentran ejemplos de analogías antropogénicas (del griego antropos: hombre y génesis: generado), mientras que la geología proporciona ejemplos de los naturales. Estas analogías antropogénicas incluyen toda clase de artefactos arqueológicos e históricos. En cambio, en las analogías naturales, son ejemplos los meteoritos y los metales nativos que se encuentran a nuestro alcance, en la corteza terrestre.



Procedencia:
Fragata 25 de Mayo



Procedencia: Tilcara / Jujuy.

Metodologías

Los estudios de materiales relacionados con la retención de residuos radiactivos combinan cuatro metodologías que se complementan. a) Los estudios de laboratorio permiten identificar los mecanismos elementales (particularmente aquellos donde los cambios son suficientemente rápidos) y el sistema está lo suficientemente definido y controlado como para permitir la evaluación cuantitativa de la influencia de ciertos parámetros. b) Las experiencias "in situ" llevan al estudio de fenómenos globales a una escala de espacio intermedia, entre la escala de

laboratorio y aquella del sistema natural, en tiempos cortos y conducen a la identificación de parámetros mayores. c) La modelización utilizada en las aproximaciones precedentes permiten asegurar que el funcionamiento del sistema estudiado ha sido comprendido. A priori, ello autoriza el dimensionamiento de las experiencias y la identificación de los fenómenos más importantes. A pesar de una simplificación del sistema, necesaria para el tratamiento matemático, la modelización permite hacer las previsiones a partir del conocimiento de los mecanismos en juego, de sus límites y de los datos obtenidos en tiempos cortos para extrapolarlos a tiempos mucho más largos. d) Las analogías naturales y antropogénicas permiten identificar los procesos realmente activos, sobre todo a tiempos largos y validar los modelos desarrollados sobre la base de experiencias de laboratorio o de estudios "in situ".



Autor:

Tulio A. Palacios

Ingeniero Electromecánico

Especialista en Metalurgia

Agente de CNEA
(desde 1965 a 2008)

Analogías antropogénicas

Las analogías antropogénicas se remontan a los primeros objetos elaborados por los humanos, obtenidos por un cambio de estructura deliberado, a través de una aplicación de energía, no mecánica, como es el caso de vidrios, cerámicos, cementos o meta-

Muestra	Artefactos de cobre o bronce	Sitio Hallado	Espesor de la pátina (µm)	Antigüedad (años)	Velocidad de corrosión (µm/año)
1	Cinzel	Tilcara / Jujuy	904	800	1,13
2	Cinzel	Tilcara / Jujuy)	64	800	0,08
3	Cinzel	Tilcara / Jujuy	144	800	0,18
4	Cinzel	Tilcara / Jujuy	119	800	0,15
5	Placa	La Paya / Salta	445	550	0,81
6	Cuchillo	La Paya / Salta	896	550	1,63
7	Brazalete	Elordi / Salta	137	1030	0,13
8	Campanilla	Elordi / Salta	180	1030	0,17
9	Plancha del barco	Río de la Plata*	61	176	0,34
10	Clavo del casco	Río de la Plata*	113	176	0,64

Artefactos arqueológicos del N.O. argentino e históricos
 (*) Pertenciente a la Fragata 25 de mayo de la flota del Almirante Guillermo Brown, hundida en 1827.

les y no a los objetos naturales, retocados en su forma, como piedras, maderas o huesos. Los intervalos de tiempo de los antropogénicos se extienden en el orden de 10.000 años o menos, mientras que los ejemplos geológicos se extienden por millones de años. La percepción del público, en general, está más cercana a los materiales antropogénicos porque son conocidos a través de los museos, mientras que los ejemplos geológicos son más difíciles de comprender. Un millón de años es una cantidad demasiado grande para imaginársela. Como los metales juegan un rol importante en los sistemas de barreras ingenieriles en el diseño de repositorios para residuos radiactivos de larga vida, grupos de estudio de varios países han estudiado la durabilidad de los metales afectados por la corrosión a plazos largos, que explican los procesos de degradación, haciendo hincapié en las velocidades de la corrosión generalizada, el picado, la corrosión bajo tensión y la evolución de los productos de corrosión con el tiempo. La velocidad de corrosión es útil para definir el espesor de las paredes del contenedor de los residuos. La velocidad de corrosión de los 10 artefactos citados en la tabla varía entre 0,08 y 1,63 micrones/año, similar a lo obtenido por otros autores² sobre un conjunto más numeroso, proveniente de museos. La dura-

bilidad de objetos de hierro y sus aleaciones ha sido tenida en cuenta estudiando el meteorito metálico de Campo del Cielo, caído hace 3950 ± 90 años, cerca de la localidad de Gancedo (Chaco). A pesar de las severas condiciones mecánicas y térmicas de su entrada en la atmósfera terrestre, y su larga permanencia en un entorno natural agresivo, han llegado a nuestros días numerosas partes, algunas de decenas de toneladas de masa. Estudios realizados² sobre aceros e hierros históricos han encontrado velocidades de corrosión entre 0,1 y 10 micrones/año.

Conclusiones

Las aleaciones de cobre y las de hierro, incluyendo los aceros, pueden ser útiles como barreras para contener los residuos radiactivos de larga vida. Las analogías naturales y antropogénicas proporcionan velocidades de corrosión orientativas para los estudios en laboratorio, las experiencias "in situ" y las modelizaciones.

REFERENCIAS

1. Antropogenic analogues for geological disposal of high level and long lived waste. IAEA-TECDOC-1481 (2005).
2. Johnson, A.B., Francis, B. Durability of Metals from Archaeological Objects, Metal Meteorites and Native Metals, Battelle Pacific Northwest Laboratories Report No. PNL-3198 (1980).



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable

Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/leds

Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2018 ISBN: 978-987-1323-12-8

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.
 Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.
 Responsable Científico: Dr. Gustavo Durfo.
 Versión digital en www.cab.cnea.gov.ar/leds
 Los contenidos de este fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.