

Una mirada al uranio como combustible para la energía nuclear

Qué es el uranio y dónde se lo encuentra

El uranio (U) es un elemento químico de número atómico 92 y masa atómica 238,05. Tiene tres isótopos naturales, de los cuales el U-238 es el más abundante con el 99,27% de ocurrencia, seguido por el U-235 con el 0,72% y cantidades muy subordinadas de U-234. De estos isótopos sólo el U-235 es fisiónable, es decir el que “quema” y es la base del combustible utilizado en los reactores nucleares.

El U posee radioactividad, que es de carácter natural y se produce por su inestabilidad y decaimiento a elementos más estables, hasta llegar a convertirse en plomo inerte, que es el punto final de su cadena de desintegración. En sus orígenes, hace miles de millones de años, la Tierra era una masa homogénea que tenía un contenido de U de aproximadamente 0,007 gramos por tonelada (0,007 ppm o partes por millón). Cuando esa masa terrestre comenzó a dividirse en capas (núcleo, manto y corteza) para tomar su configuración actual, el U fue concentrándose en la corteza superior, que hoy en día tiene un contenido de unas 3 ppm, es decir 400 veces más que la composición promedio inicial del planeta.



Minería del uranio por lixiviación in situ (Beverley - Australia).

Este metal está presente en todos los materiales naturales: aire, suelos, aguas, rocas, plantas, animales y seres humanos. Como dato curioso, cerca del 5% de todos los minerales conocidos contienen U como un constituyente estructural esencial.

Depósitos de uranio

Como los contenidos promedio de U en



autor:

Luis López

Geólogo con Máster en Ciencias

Especialista en Recursos Uraníferos

Ex Gerente de Exploración de Materias Primas (CNEA)

Experto OIEA y CYTED

Miembro del Grupo de Expertos UNECE para la Clasificación de Recursos

los materiales son generalmente muy bajos, para extraer este elemento de manera económica es necesario identificar un sitio donde la naturaleza se haya encargado de concentrarlo constituyendo un depósito mineral. Más allá de la omnipresencia de este metal, la generación de un depósito de interés requiere de condiciones especiales y de la concurrencia de factores favorables en términos de roca fuente, procesos de disolución y movilización, una trampa que permita la deposición en tonelajes y tenores de importancia económica, y finalmente, buenas condiciones de preservación de la mineralización, la que, la mayoría de las veces se formó millones de años atrás. En el mundo existen unos 1.500 depósitos de U, siendo los tamaños más frecuentes entre 1.000 y 10.000 t U, con concentraciones entre 0,1 y 1% del material bruto. Existen casos excepcionales con altísimos recursos como el yacimiento Olympic Dam (Australia) que contiene unos 2.200.000 t U, y otros extremadamente ricos como McArthur River (Canadá), donde el mineral en bruto tiene hasta un 25% de U (¡250 kg / tonelada!).

Ciclo minero

El ciclo minero del U, comienza por la exploración, cuyo objetivo consiste en identificar y evaluar recursos que sean factibles de ser explotados, continúa con los estudios de factibilidad, la minería propiamente dicha, el desarrollo de instalaciones de producción y procesamiento, el desmantelamiento y la restitución ambiental. El manejo de todo lo concerniente al ambiente, asuntos regulatorios, comunicación social e involucramiento de todos los actores (*stakeholders*), es una parte integral de todas estas actividades, no pudiendo considerarse sostenible un proyecto si no se cuenta con la “licencia social” que permita llevarlo a cabo.

Recursos de uranio

Los recursos uraníferos convencionales son aquellos a partir de los cuales el uranio es recuperado como producto principal o bien como subproducto de importancia, y ascienden a 7.100.000 t U. Estos se encuentran distribuidos en todo el mundo, pero concentrados en pocos países, entre los cuales se destacan Australia, Kazajstán, Rusia, Canadá y Sudáfrica. Por otra parte, también existen recursos no convencionales, a partir de los cuales el U puede ser recuperado como sub-producto minoritario, ocurre en muy bajos tenores o bien requiere de tecnologías innovativas para su extracción y procesamiento. El campo de los recursos no convencionales de U está dominado por los fosfatos, donde si bien el U está presente en bajos contenidos, puede ser obtenido como subproducto de la fabricación de fertilizantes. Los recursos no convencionales exceden las 14.600.000 t U y, del mismo modo que sucede con los recursos de petróleo del mismo tipo, irán ganando importancia en el futuro a medida que los recursos de mayor productividad se vayan agotando.

El caso extremo de recursos uraníferos no convencionales está dado por el agua de mar, la cual contiene en promedio 0,003 ppm, pero debido a su gran volumen significaría una fuente prácticamente inagotable de uranio de más de 4,5 billones de t. En los últimos años, algunos países desarrollados, entre ellos Japón y Estados Unidos, se han mantenido bastante activos a nivel de investigación y desarrollo en el tema y han diseñado distintos sistemas para recuperar el uranio disuelto en los mares.

Producción y demanda

El uranio extraído de las minas en producción es utilizado para fabricar combustible para los reactores nucleares, donde la fisión controlada libera energía que es aprovechada para calentar agua y generar vapor, cuya presión acciona las turbinas productoras de electricidad. La gran mayoría de estos reactores utilizan uranio enriquecido, en cuyo combustible el porcentaje natural de U-235 es llevado por procesos industriales del 0,7 al 4%. En la actualidad, la producción anual de U es del orden de 59.600 t y proviene casi en su totalidad de recursos convencionales, utilizándose como técnicas extractivas la lixiviación *in situ* (46%) - método por el cual el uranio es solubilizado en profundidad y bombeado a la superficie, sin remoción de material -, seguida por la explotación subterránea (29%) y la minería a cielo abierto (18%), mientras que el resto (7%) proviene de depó-

sitos donde el uranio es obtenido como sub-producto. Esta producción cubre aproximadamente el 90% de la demanda de los 435 reactores en operación que hay en el mundo y que aportan el 13% de la energía eléctrica global. La demanda remanente del 10% es satisfecha con stocks preexistentes, tanto civiles como militares, y con otras fuentes de recuperación secundaria, como el combustible gastado y las colas del enriquecimiento, los que pueden ser reutilizados.

Los principales países productores de uranio son Kazajstán, Canadá, Australia, Níger, Namibia, Uzbekistán y Rusia, en tanto que los mayores consumidores y por ende, grandes usuarios de energía nuclear, son Estados Unidos, Francia, China, Rusia, Japón y Corea del Sur.

En lo que hace a las perspectivas de consumo, en el escenario más optimista de crecimiento de la energía nuclear, con la mitad de los recursos convencionales existentes se cubriría la demanda de U hasta 2035, hecho que hace a este tipo de energía altamente sostenible desde el punto de vista de la fuente de combustible, aún sin considerar los recursos no convencionales.



Extracción de uranio por minería subterránea (Mc Arthur River - Canadá). Vehículo operado a control remoto.

A tener en cuenta

Finalmente, cabe remarcar la gran importancia de la minería del uranio por constituir la primera etapa del ciclo del combustible nuclear, y consecuentemente, de la generación nucleoelectrónica.

ABREVIATURAS

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica.
 OIEA: Organismo Internacional de Energía Atómica.
 CYTED: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
 UNECE: Sigla en inglés de Comisión de Economía de las Naciones Unidas para Europa.

TEMAS RELACIONADOS

Una mirada a una Central Nuclear (Pág. 31 y 32).
 Una mirada a un Combustible Nuclear (Pág. 33 y 34).



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable

Comisión Nacional de Energía Atómica

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

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

Año de edición: 2016 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 Duffó.
 Versión digital en www.cab.cnea.gov.ar/ieds.
 Los contenidos de éste fascículo son de responsabilidad exclusiva del autor.