

EL FUTURO: TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA EL PROCESAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS RADIATIVOS

Unos ciclos seguros, resistentes a la proliferación y económicamente eficientes del combustible nuclear, que reduzcan al mínimo la generación de desechos y los efectos en el medio ambiente, son esenciales para conseguir la sostenibilidad de la energía nuclear. La tecnología y los enfoques innovadores podría reducir considerablemente la radiotoxicidad o el peligro que suponen las sustancias radiactivas para los seres humanos, así como los desechos producidos. Reducir el volumen de estos, la carga térmica y el periodo durante el cual los desechos han de permanecer aislados de la biosfera simplificarán en gran medida los conceptos de su disposición final.

El reciclaje y la reutilización reducen al mínimo el volumen de los desechos. Este concepto, junto con un uso óptimo de los recursos naturales, constituye la base del “ciclo cerrado del combustible”, en el que las partes reutilizables del combustible gastado se reciclan y no se consideran como desecho.

El combustible nuclear gastado puede procesarse para separarlo y/o convertir los elementos radiactivos de periodo largo en formas de periodo más corto y menos peligrosas. Este proceso, que se conoce como “separación y transmutación”, da lugar a un volumen menor de desechos, con mucha menos radiotoxicidad.

El reciclaje y la reutilización reducen al mínimo el volumen de los desechos. Este concepto, junto con un uso óptimo de los recursos naturales, constituye la base del “ciclo cerrado del combustible”, en el que se reciclan las partes reutilizables del combustible gastado y no se consideran como desecho.

Separación y transmutación

El combustible nuclear gastado descargado de un reactor nuclear es sumamente radiotóxico debido a tres grupos de elementos que contiene: actínidos principales, que son el uranio y el plutonio; actínidos menores, a saber el neptunio, el americio y el curio; y productos de fisión. A causa de los actínidos de periodo largo y los productos de fisión, que generan calor, el combustible gastado se considera desecho de actividad alta y ha de ser contenido y aislado de la biosfera

en un repositorio geológico profundo durante cientos de miles de años.

Los actínidos de periodo largo son los que más contribuyen a la radiotoxicidad a largo plazo. Los productos de fisión, aunque generan calor, son de periodo corto y únicamente contribuyen a la radiotoxicidad durante los primeros 100 años.

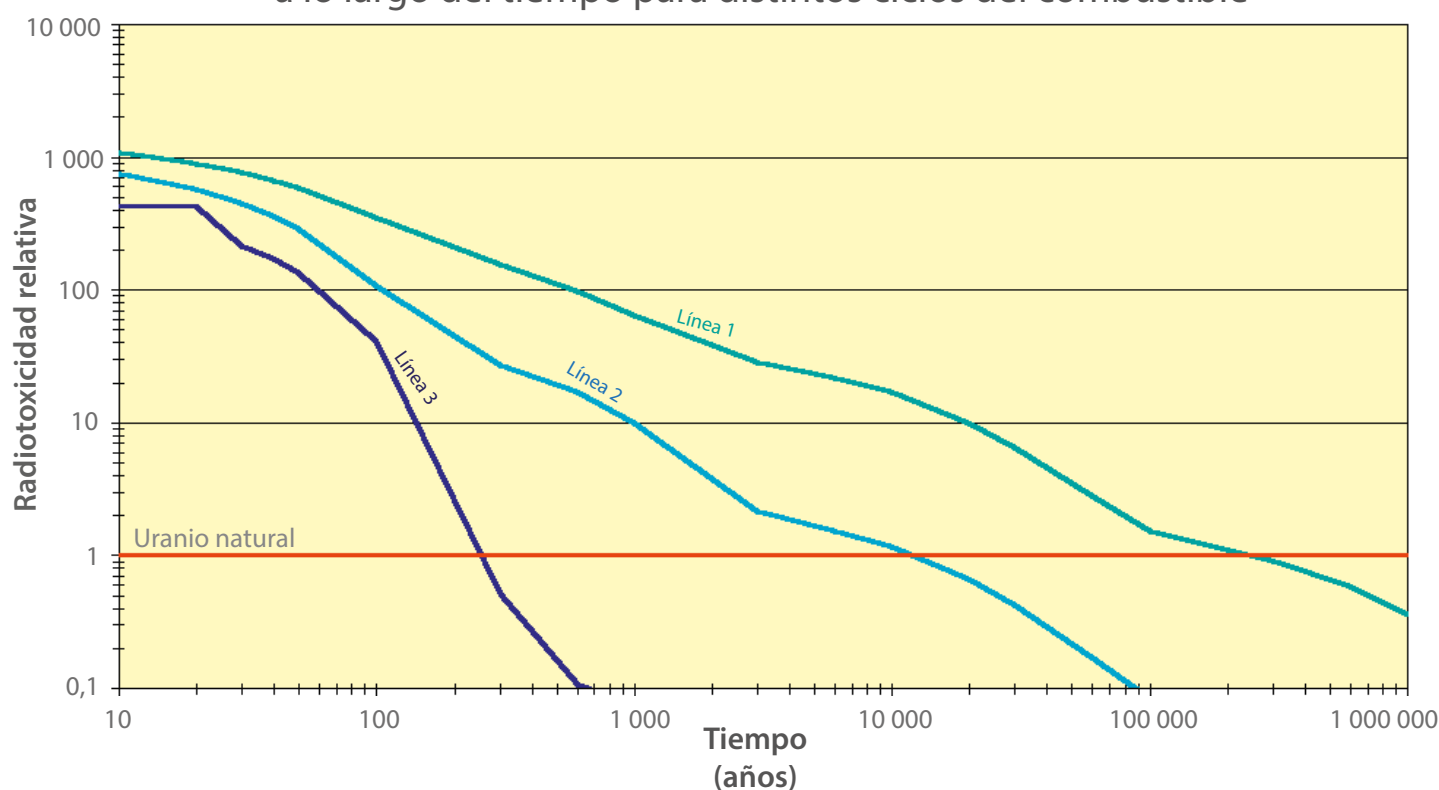
En el proceso de separación y transmutación, el plutonio y los actínidos menores se extraen del combustible gastado mediante separación química. A la extracción sigue la transmutación, en la que los elementos transuránicos (neptunio, plutonio, americio y curio) se destruyen por fisión en un reactor nuclear especialmente diseñado. Gracias al método de separación y transmutación es posible mejorar la eficiencia de la gestión de los desechos radiactivos, ya que la disminución de su volumen permite modelos de gestión más rentables.

Los sistemas de neutrones rápidos son en la actualidad la tecnología de transmutación más estudiada para destruir los elementos de actínidos de periodo largo. Es posible efectuar la transmutación en otros reactores, como los reactores de agua a presión, pero en ellos la fisión es menos eficiente.

Otra ventaja es que cuando se usan reactores rápidos en combinación con nuevas tecnologías del ciclo del combustible es posible reciclar los actínidos principales y menores sin necesidad de proceder a una purificación extrema, como se hace en las centrales de reprocesamiento que existen en la Federación de Rusia, Francia, la India y el Japón. Este sistema es muy resistente a la proliferación, ya que no es necesario separar el plutonio de los demás actínidos. En la actualidad se está desarrollando y demostrando en la Federación de Rusia, la India y la Unión Europea la combinación de reactores rápidos (o la utilización del espectro de neutrones rápidos) con el piroprocesamiento avanzado del combustible gastado.

El reciclaje de los actínidos en reactores rápidos permite una reducción considerable del volumen de los desechos, la carga térmica y el tiempo necesario para que descendan los niveles de radiotoxicidad al del mineral de uranio natural que se emplea para el combustible de los reactores de agua ligera. La investigación y desarrollo (I+D) actuales demuestran que es técnicamente posible generar desechos radiactivos que, tras su disposición final, decaerán a esos niveles naturales en un plazo de 300 a 400 años, en lugar de los 250 000 años que han de transcurrir si se procede directamente a la disposición

Radiotoxicidad de los desechos nucleares a lo largo del tiempo para distintos ciclos del combustible



Línea 1: Los desechos de combustible gastado en disposición final directa contienen Pu + MA + FP

Línea 2: Los desechos del reciclaje de plutonio contienen AM + PF

Línea 3: Los desechos del reciclaje de Pu + AM contienen PF

PF = productos de fisión AM = actínidos menores Pu = plutonio

La tecnología de neutrones rápidos puede reducir la radiotoxicidad de los desechos al nivel del uranio natural en unos 400 años en vez de cientos de miles de años.

final del combustible gastado. O, simplemente, el desarrollo de una central nuclear moderna reduciría drásticamente la carga de desechos para las generaciones futuras.

Se trata, no obstante, de una tarea compleja, y es necesario perfeccionar las tecnologías de reprocesamiento y reciclaje: mejorar la eficiencia de la separación de los actínidos, reducir el volumen de los desechos secundarios y evitar los problemas de proliferación. Los estudios del OIEA en la esfera del desarrollo de reactores rápidos y ciclos del combustible innovadores demuestran que estos problemas se pueden resolver y que la industria nuclear podría llegar a un ciclo nuevo, más sostenible, del combustible.

Hay también esfuerzos importantes por parte de la I+D centrados en el uso de torio en lugar de uranio y en una mayor utilización de familias de reactores con un mayor quemado de combustible, como los reactores de alta temperatura refrigerados con gas y los reactores de sales fundidas. El objetivo que persiguen esos esfuerzos es reducir

las cantidades de elementos transuránicos, produciendo a la vez la misma cantidad de electricidad.

Alexander V. Bychkov, Director General Adjunto, Jefe del Departamento de Energía Nuclear del OIEA