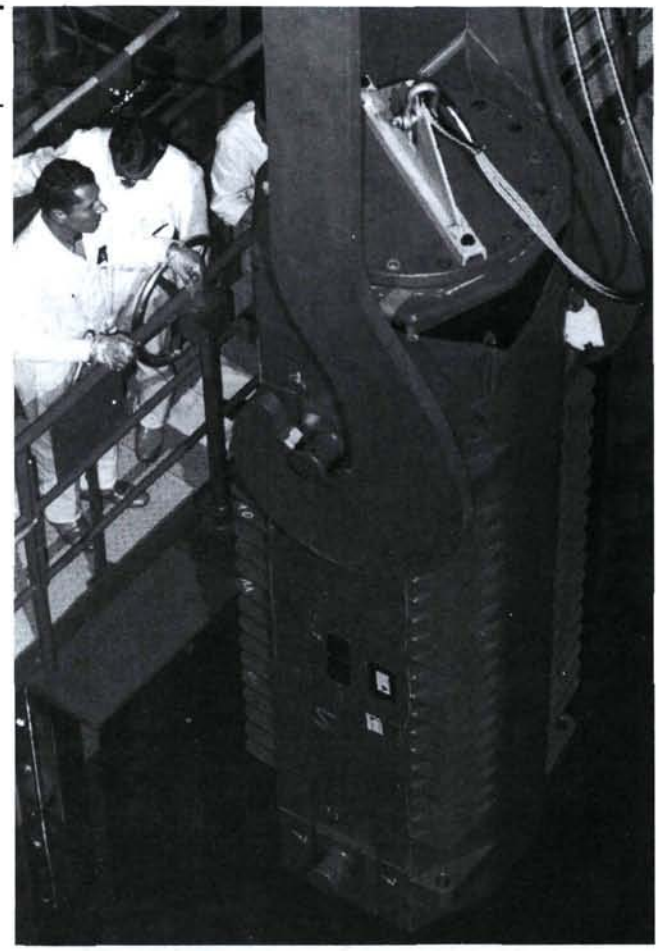


Cofre de combustible irradiado en el Centro de Investigaciones Nucleares en Karlsruhe, República Federal de Alemania. (Cortesía de KFZ)

Almacenamiento y evacuación a largo plazo de combustible irradiado

por Alexander Nechaev, Vladimir Onufriev y K.T. Thomas

Es de conocimiento general que el combustible irradiado y los desechos de alta actividad vitrificados son fuentes de intensa radiactividad y de calor de desintegración. Por lo tanto, los conjuntos de combustible irradiado deben almacenarse en medios de enfriamiento antes de continuar su gestión. El calor de desintegración disminuye con el tiempo con bastante rapidez, la radiactividad inducida disminuye con mayor lentitud y la mayoría de los productos de fisión del combustible irradiado se descomponen hasta alcanzar niveles aceptables en un período de 300 a 1000 años.*

Los isótopos principales del plutonio, americio, neptunio, yodo, tecnicio y los nucleidos hijos del uranio permanecen radiactivos durante varios millones de años. Sin embargo, desde el punto de vista de la radiotoxicidad, el período de mayor peligrosidad abarca unos 10 000 años. Aunque los controles institucionales sobre las construcciones de superficie hechas por el hombre no son de tan larga duración, los procesos geológicos sí lo son. Es esta premisa la que hace que la evacuación geológica del combustible irradiado sea una opción atractiva.

Cualquiera que sea la estrategia que se adopte para la parte final del ciclo del combustible nuclear, se presupone que el almacenamiento a largo plazo del combustible irradiado es una parte muy importante del sistema integrado de desechos. No sólo se prevén operaciones de manipulación de conjuntos combustibles irradiados en las instalaciones de almacenamiento a largo plazo, sino también el embalaje y, tal vez, la consolidación de las barras de combustible. Existe también la posibilidad de evacuar el combustible irradiado en recipientes, luego de su almacenamiento a largo plazo, sin reembalarlo.*

Problemas actuales de almacenamiento

Hoy se consideran sólo dos opciones definitivas para la parte final del ciclo del combustible nuclear: la reelaboración (temprana o retardada) y la evacuación directa (de combustible irradiado o desechos radiactivos). En cualquiera de los dos casos, es necesario el almacenamiento a corto o largo plazo de combustible irradiado (véase en el diagrama de la página 17 el resumen de las opciones existentes).

Los estudios realizados por el OIEA y la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE/AEN) han demostrado que para el año 2000 se habrán acumulado en todo el mundo alrededor de 200 000 toneladas métricas de metal pesado (tm U) procedente de los reactores refrigerados

El Sr. Nechaev es Jefe de la Sección de Materiales Nucleares y de Tecnología del Ciclo del Combustible y el Sr. Onufriev es funcionario de dicha sección. El Sr. Thomas es funcionario de la División del Ciclo del Combustible Nuclear.

* Para más datos técnicos, véase *Guidebook on Spent Fuel Storage*, IAEA Technical Reports Series No. 240, Viena (1984); y "Characterization of Long-Lived Radioactive Wastes to be Disposed in Geological Formations", por M. Boeola, documento de trabajo SCK, CEN, Mol, Bélgica (1983).

* Véase en *Nuclear Fuel*, 28 de enero de 1985, un informe sobre la propuesta formulada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos acerca de la futura función, en el sistema de gestión de desechos, de una instalación de almacenamiento de combustible recuperable sujeta a vigilancia.

por agua, y que de esta cantidad no se reelaborará más de la cuarta parte.*

En el decenio de 1990, algunas empresas eléctricas experimentarán una escasez de capacidad de almacenamiento, pese a que la capacidad de las instalaciones existentes, decididas en firme o proyectadas en todo el mundo (en los reactores y fuera de ellos) es mayor que el volumen de combustible no reelaborado que se genera anualmente.**

Este problema de almacenamiento se debe a que las centrales nucleares existentes se diseñaron para almacenar el combustible irradiado durante aproximadamente 3 a 5 años de vida del reactor, lo que permite que el combustible descargado se desactive antes de que se transporte a la instalación de reelaboración. Los diversos países buscan hoy la mejor forma de aumentar la capacidad de almacenamiento en vista de las demoras en la construcción comercial de reactores reproductores rápidos, los altos precios de reelaboración y la oferta excesiva de uranio.

Posibles soluciones de almacenamiento

Hay varias posibilidades de solucionar este problema o de posponer su solución:

- *Transportar el combustible irradiado* de una piscina de almacenamiento ya llena en un reactor a otro emplazamiento del sistema de la empresa nuclear en que haya espacio disponible. En los Estados Unidos esto permitirá reducir (aproximadamente en el 43%) la capacidad adicional acumulada necesaria en 1998.*** Sin embargo, esto podría acarrear inversiones adicionales en cofres de transporte y algunas dificultades de reglamentación y tramitación de licencias. Esta opción sólo pospondría el momento de la decisión final. Los costos se estiman entre 10 y 40 dólares EE.UU. por kilogramo de uranio, según la distancia.****
- *Ampliar la capacidad de las piscinas existentes en los reactores* mediante el empleo de bastidores compactos, el almacenamiento en dos niveles y la consolidación de las barras de combustible. El uso de nuevos bastidores y el almacenamiento en dos niveles son tecnologías demostradas, pero se necesita mayor investigación y desarrollo para que la consolidación de las barras de combustible sea una operación plenamente autorizada. El costo de los nuevos bastidores o de la consolidación de las barras de combustible se calcula en aproximadamente 10 dólares EE.UU. por kilogramo de uranio.† Esta opción también podría servir para posponer el momento de la decisión final en materia de almacenamiento a largo plazo.
- *Construir nuevas instalaciones fuera de los reactores* para el almacenamiento centralizado del combustible irradiado durante un período de 50 años y más, tras el que será posible la evacuación directa o la reelaboración. Esta podría considerarse la única posibilidad de almacenar el combustible irradiado una vez que las piscinas en los reactores se llenen y antes de que se transporte el material para su reelaboración o evacuación directa. Sin embargo, la construcción de instalaciones de este tipo es costosa y requiere tiempo (no menos de 10 años).

Experiencia en el almacenamiento a largo plazo

Existen dos opciones para el almacenamiento a largo plazo del combustible irradiado:

- *El almacenamiento en medio húmedo*, que es la tecnología probada para el almacenamiento a largo plazo de combustible de óxidos. Los combustibles de reactores de agua revestidos de Zircaloy y de acero inoxidable se vienen almacenando hace más de 20 años en piscinas de agua con resultados positivos (sin corrosión o liberación de gases de fisión importantes). No se prevé que aumentar el tiempo de almacenamiento a 50 años acarree problemas graves.
- *El almacenamiento en medio seco* consiste en almacenar el combustible irradiado en una atmósfera de aire, gas inerte o dióxido de carbono. Esta se está convirtiendo en una tecnología fiable. Aunque es cierto que son limitadas las demostraciones prácticas del almacenamiento en medio seco de combustible irradiado, los cálculos de seguridad realizados en la República Federal de Alemania han demostrado que dicho combustible podría almacenarse en condiciones de seguridad en una atmósfera de gas inerte durante 40 ó 50 años. Según una concepción, elaborada en el Canadá y los Estados Unidos, de almacenamiento de combustible irradiado en una atmósfera de aire ilimitado, también el tiempo de almacenamiento sería de al menos 40 a 50 años. Ahora bien, la temperatura máxima de las vainas de las barras de combustible en el momento en que se inserten para su almacenamiento debe limitarse a 175°C. La temperatura permisible de inserción de las vainas de Zircaloy para su almacenamiento en una atmósfera de gas inerte se calcula en unos 400°C.†† Ello significa que para ser almacenado en una atmósfera de aire ilimitado el combustible irradiado debe almacenarse primero en una piscina de agua o en una atmósfera de gas inerte para permitir que la vaina de las barras de combustible disminuya a los niveles requeridos.

La diferencia principal entre las instalaciones de almacenamiento en medio húmedo y en medio seco estriba en que estas últimas son de carácter modular y podrían ampliarse según procediera.

---

* Véase "Final Report of the Expert Group on International Spent-Fuel Management", Reg. OIEA ISFM/EG/26 (1982) y *Summary of Nuclear Power and Fuel Cycle Data*, OCDE (1985).

** Esto se demostró en un estudio realizado en 1982 por el Grupo de Expertos del OIEA sobre la gestión internacional del combustible irradiado y se confirmó posteriormente en "Status of spent-fuel management in Canada", de D.R. McLean, F.N. McDonnell y otros, memoria presentada en la reunión de grupo asesor del OIEA sobre gestión de combustible irradiado celebrada en Viena en marzo de 1984.

*** Véase "Utilities face squeeze in spent nuclear fuel storage space", por E. Anderson, *Chemical and Engineering News* (1°de abril de 1985).

**** Véase "Choosing a spent-fuel storage technology", por E.R. Johnson, *Nuclear Engineering International* (septiembre de 1984).

† Véase *Status of Spent-Fuel Dry Storage Concepts: Concerns, Issues and Developments*, TECDOC-359 (1985).

†† Véase "Experience in the Safety Evaluation of Dry Spent-Fuel Storage Casks in the Federal Republic of Germany" por B. Droste; "Interim Dry Spent-Fuel Storage – Experience from Safety Analyses in the Atomic Licensing Procedures" por A. Müller y "Heat Removal from Dry Stored Spent-Fuel Elements" por M. Neumann, memorias presentadas ante la Reunión de comité técnico del OIEA sobre "Métodos utilizados en el diseño de instalaciones para almacenamiento del combustible irradiado en medio seco y en medio humido, Espoo, Finlandia, 30 de septiembre a 3 de octubre de 1985 (de próxima publicación).

Instalaciones de almacenamiento del combustible irradiado fuera de los reactores: Almacenamiento por 40 años o más

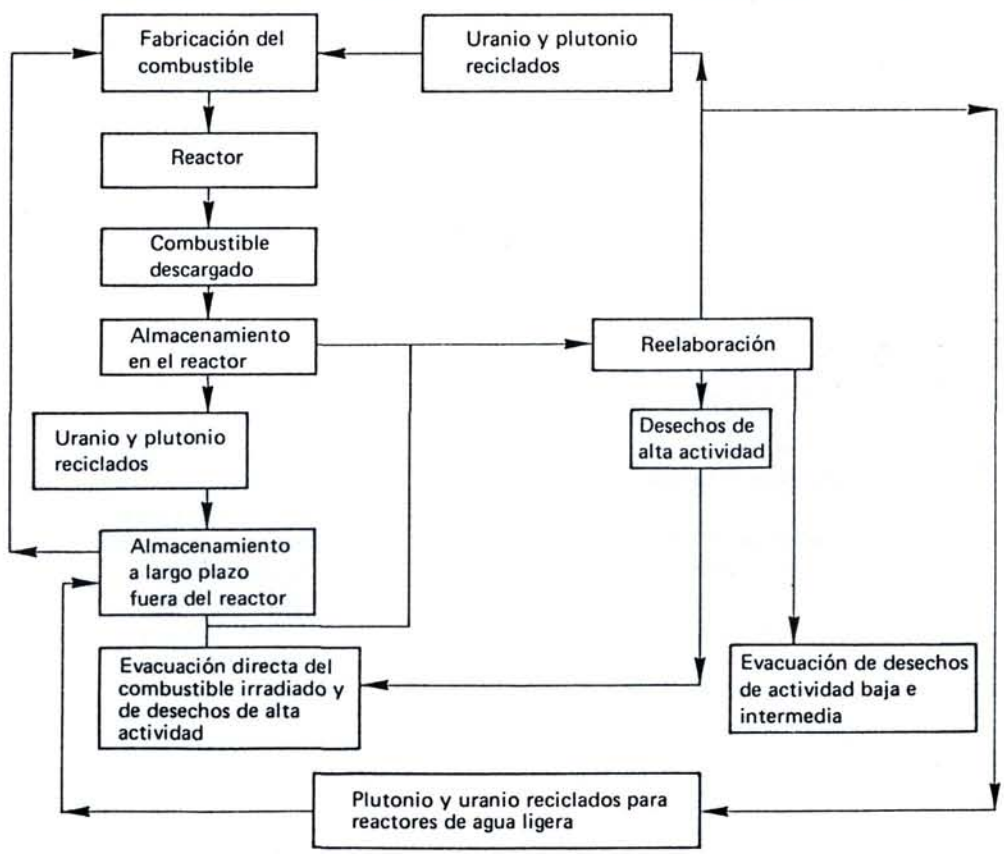
País	Instalación	Tipo	Capacidad*	Situación
República Federal de Alemania	Gorleben Ahaus	Almacenamiento en medio seco en cofres (tipo castor)	1500 420 cofres o más	Gorleben: Licencia de explotación concedida en septiembre de 1983 Ahaus: fase de construcción
Suecia	CLAB	Piscinas de agua en una caverna subterránea	3000 en 4 piscinas (podría aumentarse)	Puesta en funcionamiento 11 de julio de 1985 (aceptadas 6,5 tmU)
Finlandia	TVO-KPA- STORE	Piscinas de agua subterráneas	600 en 3 piscinas (se incrementará a 1270)	En fase de construcción (se pondrá en funcionamiento en 1987–1988)
EE.UU.	MRS	Almacenamiento en medio seco en recipientes sellados, en cofres o pozos secos	15 000	Determinación del emplazamiento (se pondrá en funcionamiento en 1996)

* Toneladas métricas de uranio (tmU).

Muchos Estados Miembros, incluidos el Canadá, los Estados Unidos, Finlandia, Italia, el Reino Unido, Suecia y la Unión Soviética, llevan a cabo actividades de investigación y desarrollo en materia de diseño, construcción y tramitación de licencias de las instalaciones de almacenamiento fuera de los reactores. En Suecia y la República Federal de Alemania se encuentran en explotación instalaciones centralizadas para el almacenamiento a largo plazo de combustible irradiado. Algunos países han anunciado planes para comenzar a construir instalaciones de este tipo. (Véase un resumen en el cuadro anexo.)

Las comparaciones de costos entre las diversas posibilidades de almacenamiento a largo plazo – en medio húmedo (piscinas) y en medio seco (cofres metálicos, cofres sellados de hormigón, cámaras, pozos secos) – son difíciles porque los factores varían de un país a otro. Para un almacenamiento de combustible irradiado por un período de 40 años, las estimaciones fluctúan entre 45 y 220 dólares EE.UU. para las

Diagrama de circulación y opciones para la parte final del ciclo del combustible nuclear



Una idea para la evacuación del combustible irradiado. El pozo tiene 1000 metros de profundidad y siete metros de diámetro. (Cortesía del DOE de EE.UU.)

instalaciones de piscinas, y entre 33 y 83 dólares EE.UU. para las instalaciones de almacenamiento en medio seco (en dólares de 1984 por kilogramo de uranio).*

Sobre la base de la experiencia acumulada en materia de diseño, tramitación de licencias y construcción de las primeras instalaciones de almacenamiento fuera de reactores, se tomaron en cuenta los siguientes factores, entre otros: volumen acumulado de combustible irradiado y su dinámica; condiciones climáticas y sísmicas; disponibilidad de capacidades industriales e infraestructura industrial nacional; aceptación pública y disponibilidad de datos para informes de seguridad.

Posibilidades de evacuación geológica

En la selección de medios adecuados de evacuación geológica, se estudian las propiedades hidrogeológicas, geoquímicas, mineralógicas y termomecánicas, la resistencia estructural y la estabilidad de las formaciones. Si el diseño y las características tecnológicas fuesen adecuados, se podría considerar la utilización de diversos medios geológicos situados en distintos entornos geológicos.

Las formaciones geológicas que presentan posibilidades como emplazamientos de repositorio se clasifican en los tres grupos siguientes: evaporitas (como la sal), depósitos de rocas sedimentarias, rocas ígneas y cristalinas metamórficas.

- *Sal gema (halita).* Esta evaporita muy corriente ha recibido la mayor atención. Tiene propiedades favorables y aparece a menudo en forma de unidades sin alteraciones dentro de las formaciones geológicas, lo que indica que ha permanecido estable durante cientos de millones de años. Aparece como formación de depósito estratificada o en forma de grandes domos levantados por diapirismo. Su elevada plasticidad la hace sumamente impermeable a gases y líquidos. Otras propiedades favorables que presenta son: gran resistencia a la compresión, buena conductividad térmica y fácil de excavar. Sus posibles desventajas son la existencia de bolsas ocluidas de salmuera e inclusiones cuyos fluidos se sabe que migran en ciertas condiciones térmicas; la probabilidad de interacciones adversas entre los recipientes y la roca; la poca capacidad de sorción; el posible movimiento de la sal (diapírico); la posible exploración humana futura en busca de sal y recursos conexos cerca de los desechos emplazados y la alta solubilidad de la sal en agua.
- *Anhidrita (sulfato anhidro de calcio).* En la actualidad sólo se evalúan las unidades de anhidrita masivas o de capas gruesas, a profundidad moderada.
- *Formaciones arcillosas.* Estas suelen tener muy poca permeabilidad, buenas características de sorción y poca solubilidad. Entre las posibles desventajas figuran: la deshidratación de los minerales arcillosos hidratados, a causa de la carga térmica; la baja conductividad térmica y los efectos adversos sobre las propiedades mecánicas de las rocas; la presencia de materia orgánica y de gases; la existencia de puntos no homogéneos y las posibles dificultades en el trabajo de minería y el mantenimiento de las excavaciones abiertas.
- *Rocas ígneas y metamórficas.* Varios países las consideran muy interesantes para la evacuación de desechos radiactivos a grandes profundidades. En general demuestran estabilidad a largo plazo, alta resistencia, buena estabilidad química, una conductividad térmica bastante aceptable y poca porosidad. En algunos países existe la ventaja adicional de que son corrientes las formaciones masivas y homogéneas de poco o ningún valor económico. En las profundidades que se examinan para su utilización como repositorios, estas rocas suelen ser frágiles o carecen de plasticidad y, por lo tanto, pueden presentar fracturas u otras aberturas secundarias. A causa de estas fracturas, suelen contener aguas subterráneas en sus aberturas secundarias. La presencia de lugares no homogéneos – en gran medida a causa de la naturaleza, la orientación y la magnitud de las fracturas – dificulta la creación de modelos hidrogeológicos.

Otras rocas ígneas de interés especial son el basalto y las tobas volcánicas. El basalto aparece principalmente en grandes masas, similares a mesetas, que son comparativamente jóvenes y se acumulan en zonas continentales. Posee conductividad térmica moderada y una temperatura de fusión muy elevada; tiene también una resistencia a la compresión muy alta, pero por lo general muestra diaclasas columnares fracturadas o verticales. El basalto es muy impermeable en grandes masas; cuando presenta fracturas y diaclasas, puede transmitir cantidades considerables de agua subterránea. Su capacidad de intercambio iónico es baja, salvo en caso de alteraciones parciales por la presencia de minerales secundarios de mayor sorción.

Se investigan dos tipos de toba volcánica, la aglutinada y la zeolítica. Muchos depósitos de toba contienen minerales de alteración, tales como arcillas y zeolitas de

* Véase "Storage of Spent Fuel: Experience and Trends" por A. Nechaev y V. Onufriev, memoria presentada ante el Sexto Simposio del CAME, "Investigations in the Field of Spent Fuel Reprocessing and Radioactive Waste Decontamination", Pestany, Checoslovaquia (marzo de 1985).

alta sorción, tanto en la matriz de la roca como en las fracturas primarias o secundarias. A causa de la elevada porosidad general, las tobas suelen contener cantidades importantes de agua.

Evaluación de la seguridad a largo plazo

Al elegir un repositorio geológico, es necesario tener en cuenta los posibles efectos termomecánicos, los efectos en la liberación y circulación de fluidos, los efectos en los materiales de separación y relleno, los efectos geoquímicos y la carga térmica.

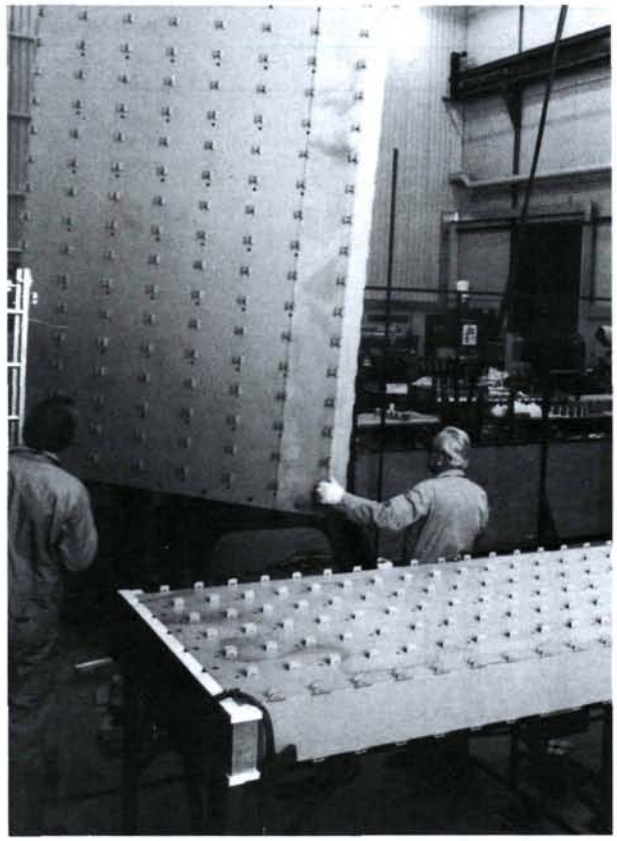
El almacenamiento provisional prolongado del combustible irradiado resulta ventajoso, ya que facilita una temperatura menor en el repositorio. Las temperaturas elevadas afectan a las propiedades mecánicas de las rocas. Es necesario evaluar las repercusiones a largo plazo de estas alteraciones, sobre todo en rocas con estados elevados de tensión natural. Los efectos mecánicos se asocian a las alteraciones de la composición mineralógica y del contenido de agua, que son aspectos que han de tenerse en cuenta al estudiar las formaciones arcillosas y de arcilla esquistosa. Deben conocerse sus efectos en distintos tipos de formaciones, ya que existe la preocupación de que las temperaturas elevadas provoquen alteraciones del régimen de circulación cerca del repositorio por la liberación del agua anteriormente ligada. Al seleccionar los materiales de separación y relleno, es necesario estudiar a fondo su exposición a temperaturas elevadas.

Las radiaciones emitidas por desintegración de los radionucleidos pueden tener varios efectos, cuya importancia dependerá en gran medida de los pormenores concretos del concepto específico de evacuación de desechos. Por ejemplo, los recipientes metálicos gruesos muy duraderos retendrán probablemente en su interior casi toda la radiación. Los efectos de la radiación gamma fuera de estos recipientes pueden pasarse por alto. En cambio, los campos gamma fuera de recipientes delgados podrían ser considerables y habría que evaluar sus efectos. Cabe señalar que el almacenamiento provisional antes de la evacuación reducirá sustancialmente los campos gamma y la tasa de generación de calor.

El retraso del movimiento de los radionucleidos, que en cierta medida depende del medio hospedante, se produce a causa de diferencias en el comportamiento fisicoquímico de los radionucleidos y el agua subterránea. Los principales procesos fisicoquímicos que intervienen en este caso son la disolución química, la difusión, el intercambio iónico, la sorción, las reacciones químicas de sustitución y la ultrafiltración. Todos dependen de la distribución y de la naturaleza de las especies químicas en solución. Los parámetros fisicoquímicos de mayor importancia son el pH, el potencial de oxidación-reducción, la temperatura de la solución y la concentración de otras especies de presencia natural. Es necesario evaluar el contenido de sulfatos, cloruros, sustancias corrosivas del hierro y sustancias complexantes del agua subterránea.

Aspectos relacionados con el emplazamiento

Sólo es posible construir un repositorio final en un emplazamiento en que haya una formación rocosa suficientemente grande con propiedades geológicas, hidrológicas y geoquímicas adecuadas. Por lo general la profundidad que debe tener un repositorio para cumplir los requisitos de seguridad es de unos 400 a 500 metros, aunque tecnológicamente es posible alcanzar profundidades de hasta 1000 metros. Un sistema para la evacuación final segura de combustible nuclear irradiado puede diseñarse sobre la base de los conocimientos actuales y construirse durante los dos o tres decenios próximos, o según proceda.

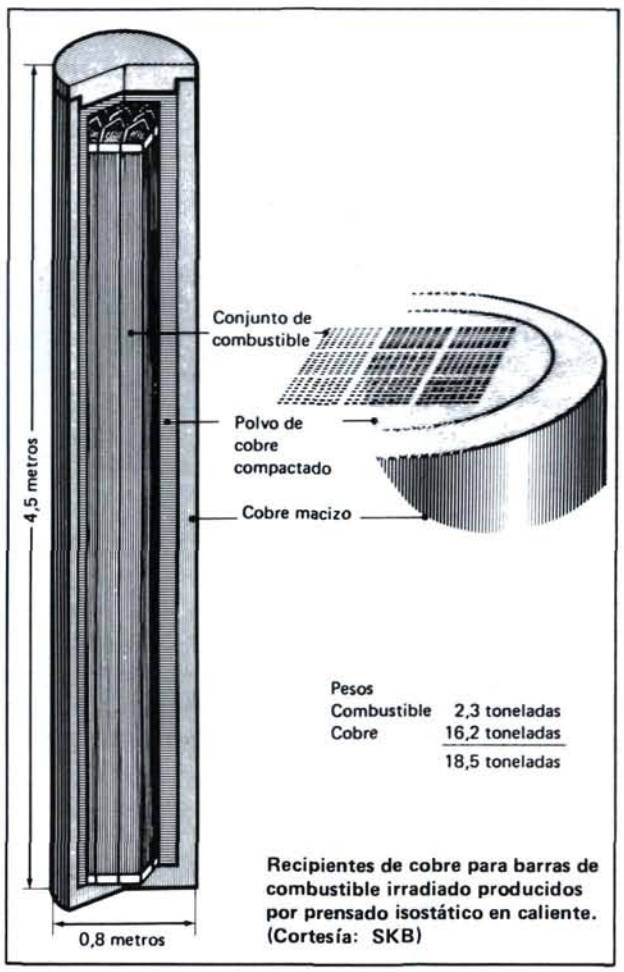


Fabricación de bastidores de almacenamiento de combustible irradiado en Dinamarca. (Cortesía de RDM)

Existen modalidades de diseño que permiten tener en cuenta la carga térmica y las capacidades de construcción. Se han elaborado diseños teóricos de repositorios excavados en formaciones macizas de granito, basalto y arcilla compacta en países que poseen tales formaciones. Los estudios incluyen no sólo los aspectos tecnológicos, sino también investigaciones pormenorizadas sobre embalaje (desde los puntos de vista tecnológicos y de los materiales) y sobre materiales de separación y barrera, así como sobre evaluaciones de comportamiento y seguridad. Las actividades de investigación y desarrollo amplias y permanentes permitirán a los países contar con más datos para el diseño de un repositorio final.

Embalaje del combustible irradiado

El embalaje del combustible irradiado debe enmarcarse en el contexto del sistema completo de evacuación y tiene diferentes funciones, las que están determinadas por el tiempo de almacenamiento provisional, consideraciones relativas al transporte y al emplazamiento, y la duración de la contención. Para el encapsulamiento del combustible irradiado hay diversos métodos viables desde el punto de vista tecnológico. En Suecia, una de las opciones que se



Recipientes de cobre para barras de combustible irradiado producidos por prensado isostático en caliente. (Cortesía: SKB)

examinan es la utilización de plomo fundido o cobre prensado en caliente, rellenos de polvo para insertar las barras de combustible en una matriz maciza dentro de un recipiente de cobre. Luego de colocarlos en las cavidades, los recipientes se rodean de materiales de separación, como bentonitas muy compactadas. El repositorio se sellará entonces rellenando todos los túneles y galerías con una mezcla de arena y bentonita.

El relleno y sellado del repositorio es importante en lo que respecta a los requisitos de seguridad de la construcción; la finalidad de tales operaciones es rellenar las cavidades, túneles y galerías del emplazamiento, reducir al mínimo o evitar la intrusión del agua, servir de apoyo para la roca y reducir al mínimo el hundimiento, dar protección química y física a los bultos de desechos, contribuir a la disipación del calor y garantizar el retraso de los radionucleidos reduciendo la circulación del agua. Posibles materiales de relleno son, por ejemplo, la tierra extraída de las excavaciones, los cementos, el betún, las lechadas de cemento con base de epóxidos y el polietileno.

Una vez terminada la fase operacional de un repositorio que contenga combustible irradiado, no se prevé más vigilancia, observación del emplazamiento ni control institucional. Sin embargo, para la adopción de decisiones por las autoridades nacionales conviene considerar puntos como la marcación de los emplazamientos y el control físico y de otra índole. En condiciones especiales, algunos diseños incorporan la posibilidad de recuperar el material evacuado.

Los costos de evacuación del combustible irradiado – basados en el análisis de la exploración y el desarrollo del emplazamiento, la construcción de los repositorios, el funcionamiento y la clausura – se han estudiado desde el punto de vista de su sensibilidad a las características y la optimización del diseño. Se prevé que los costos de evacuación subterránea representen aproximadamente del 1 al 3 por ciento de los costos actuales de generación de electricidad. Con los conocimientos de hoy, el siguiente paso sería realizar demostraciones en escala experimental para obtener datos y costos más realistas con miras al desarrollo hasta la escala industrial.

Tema de debate

Es indudable que el combustible nuclear irradiado es potencialmente peligroso para la humanidad y es necesario adoptar medidas eficaces para aislarlo del medio ambiente humano. Este es uno de los problemas más importantes y urgentes de la actualidad.

Pero, por otra parte, el combustible irradiado es también una fuente singular de elementos básicos, de recursos que son muy escasos en todo el mundo. Por ejemplo, las reservas de rodio – que se emplea de manera intensiva en la química, la electricidad y la medicina – son sólo de unas 770 toneladas y la concentración del elemento en la corteza terrestre es insignificante. En cambio, la concentración del rodio en el combustible irradiado es mucho mayor (340 gramos por tonelada cuando en la tierra es de $1{,}10^{-3}$ gramos por tonelada). Si se toma en cuenta que hasta el año 2050 es posible que sean evacuadas mundialmente unas 600 000 toneladas de combustible irradiadio, éste podría convertirse en el próximo siglo en la única fuente de reservas "nuevas artificiales" de rodio (así como de paladio y rutenio).

Definición de términos

¿Qué diferencia hay entre almacenamiento a largo plazo y evacuación? El OIEA define el primero como "almacenamiento de unidades de combustible durante un período prolongado, para lo cual se necesita un embalaje especial o instalaciones especiales, o ambos. El período de almacenamiento termina cuando las unidades de combustible se reelaboran o se evacúan".* En este caso, deben tomarse disposiciones para el aislamiento, la vigilancia, la protección del medio ambiente y la fiscalización humana. También se prevén medidas *posteriores que incluyen el tratamiento y el transporte* para la evacuación final o la reelaboración.

En cambio, la evacuación del combustible irradiado se define como "emplazamiento de unidades de combustible en una instalación que ofrece protección adecuada del medio *sin intención de recuperar* las unidades de combustible" (subrayado de los autores).

Estas definiciones son importantes para las estrategias internacionales de gestión de desechos. En muchos Estados Miembros se examina ahora el período de almacenamiento a largo plazo del combustible irradiado – 50 años o más. Las primeras demostraciones de la evacuación final se esperan para principios del siglo entrante.

* Véase *Spent-Fuel Storage Glossary,* TECDOC-354 (1985).