

# Verificación del combustible nuclear gastado en repositorios geológicos profundos

Eva Morela Lam Redondo

Mientras el mundo busca alternativas a los combustibles fósiles para luchar contra el cambio climático, varios países están elaborando programas nucleoelectrónicos a fin de hacerse con una fuente sostenible de energía con bajas emisiones de carbono. Los países con reactores nucleares en funcionamiento son responsables de ofrecer capacidad de disposición final geológica para los desechos radiactivos de actividad alta. Los repositorios geológicos profundos son el enfoque consolidado a nivel internacional para esta disposición final. El Canadá, Finlandia, Francia, Suecia y Suiza figuran entre los países con programas más avanzados de este tipo de repositorios.

Como ejemplos de las nuevas instalaciones en desarrollo cabe mencionar la planta de encapsulamiento y el repositorio geológico profundo de Finlandia: en la primera el combustible gastado se sellará de forma segura en contenedores de disposición final, mientras que en la segunda los contenedores se almacenarán de manera permanente y en condiciones de seguridad. Ambas instalaciones deben cumplir las obligaciones jurídicas internacionales de Finlandia para permitir la verificación por el OIEA del uso pacífico del material nuclear.

El OIEA cumple su misión de verificación nuclear mediante la aplicación de una serie de medidas técnicas — las salvaguardias— para supervisar las instalaciones, los materiales y las actividades nucleares. Estas medidas permiten al OIEA verificar de forma independiente que los Estados cumplen su responsabilidad jurídica de utilizar el material nuclear únicamente con fines pacíficos. Los Estados aceptan estas medidas por medio de la celebración de acuerdos de salvaguardias con el OIEA. En consecuencia, mediante la aplicación de las salvaguardias el OIEA puede ofrecer al mundo garantías creíbles de que los Estados cumplen sus compromisos en materia de no proliferación nuclear.

“La colaboración de Finlandia con el OIEA pone de manifiesto el firme compromiso de cumplir nuestras obligaciones internacionales en materia de no proliferación mediante salvaguardias eficaces”, afirma Marko Hämäläinen, Jefe de la Sección de Salvaguardias de Materiales Nucleares de la Autoridad de Seguridad Radiológica y Nuclear (STUK) de Finlandia.

Las instalaciones de la planta de encapsulamiento y el repositorio geológico profundo presentan tanto desafíos como oportunidades para la aplicación de salvaguardias, y se están ideando soluciones innovadoras para que los inspectores de salvaguardias del OIEA puedan verificar el material nuclear almacenado. Acceder al repositorio geológico profundo, que se encuentra a casi 500 metros bajo tierra y se prevé que esté en servicio durante los próximos 100 años, es uno de estos

desafíos. Cuando entren en funcionamiento, la planta de encapsulamiento y el repositorio geológico profundo serán las primeras instalaciones de su tipo en el mundo en virtud de un acuerdo de salvaguardias amplias con el OIEA. Por lo tanto, los inspectores del OIEA deben elaborar enfoques de salvaguardias nuevos y sostenibles para verificar, ahora y en un futuro lejano, el material nuclear al que es difícil acceder.

“Como inspectores de salvaguardias, tenemos que poder verificar el combustible nuclear gastado antes de que se transfiera a las instalaciones de la planta de encapsulamiento y el repositorio geológico profundo. A continuación, aplicamos medidas de salvaguardias para confirmar que el combustible gastado no ha sido desviado ni sustituido, y que las instalaciones no se utilizan con fines no declarados —señala Courtney Ames, Inspectora de Salvaguardias Nucleares del OIEA—. Las instalaciones de la planta de encapsulamiento y el repositorio geológico profundo suponen un reto para los inspectores de salvaguardias del OIEA en lo que respecta al mantenimiento de la continuidad de los conocimientos durante la transferencia del combustible gastado y después de ella, especialmente dadas las limitaciones en el acceso físico al repositorio geológico. Si utilizamos técnicas novedosas, trabajamos en grupo y realizamos un análisis minucioso, podemos lograr nuestros objetivos de salvaguardias”.

La colaboración entre el OIEA, la Comisión Europea y la STUK es esencial para elaborar medidas y técnicas de salvaguardias, en especial mediante el desarrollo de tecnologías de verificación del combustible nuclear gastado antes de su disposición final y la puesta a prueba de estas tecnologías.

En 2012, el OIEA puso en marcha el proyecto de planta de encapsulamiento y repositorio geológico (EPGR) para responder específicamente a los desafíos relacionados con la aplicación de salvaguardias que plantean los nuevos tipos de instalaciones. En estrecha colaboración con las contrapartes, en el proyecto se aplica un enfoque integral que incluye los principios de incorporación de las salvaguardias en el diseño, lo que permite reducir al mínimo las repercusiones operacionales en el repositorio geológico profundo. La incorporación de las salvaguardias en el diseño consiste en integrar consideraciones de salvaguardias desde las etapas iniciales de planificación y diseño de una instalación, y continuamente durante las etapas de construcción, explotación y clausura. En el caso de Finlandia, incorporar las salvaguardias en el diseño permite tanto a los inspectores de salvaguardias del OIEA y de la Euratom como a la autoridad nacional (STUK) desempeñar con eficacia sus funciones sin interrumpir las operaciones de las instalaciones de la planta de encapsulamiento y el repositorio geológico profundo.



### La entrada a ONKALO, el repositorio geológico profundo de Finlandia para combustible nuclear gastado.

(Fotografía: Posiva Oy)

“En el proyecto de la EPGR, hemos adoptado el enfoque de incorporación de las salvaguardias en el diseño. Este enfoque proactivo reduce la necesidad de remodelaciones y ahorra valiosos recursos al explotador, la STUK, el OIEA y la Comisión Europea”, expresa el Sr. Hämäläinen.

También se están implantando otros conceptos y medidas formulados recientemente, como los sistemas de monitorización a distancia. Al utilizar ese tipo de sistemas para observar los lugares donde se encuentra el material nuclear, el OIEA puede reducir las inspecciones sobre el terreno y, a su vez, disminuir las emisiones de carbono derivadas de los viajes de ida y vuelta a las instalaciones. Algunas técnicas como la monitorización sísmica y los sistemas de contención por láser también podrían ayudar a reducir las inspecciones. La monitorización sísmica permite detectar cualquier penetración no declarada de las rocas que rodean al repositorio geológico profundo, mientras que los sistemas de contención por láser analizan el perfil de soldadura de la tapa del contenedor para obtener una “huella” natural única que, si se alterase, indicaría que el contenedor ha sido abierto.

En 2025 las instalaciones de la planta de encapsulamiento y el repositorio geológico profundo de Finlandia estarán plenamente operativas para la colocación de combustible nuclear gastado. De manera conjunta, mediante la colaboración y la innovación, el OIEA, la Comisión Europea y la STUK están aplicando salvaguardias eficaces y eficientes que cumplen los objetivos de verificación del OIEA, garantizando al mismo tiempo que el funcionamiento de las instalaciones se vea afectado lo menos posible. Al incorporar las salvaguardias en el diseño, las instalaciones de la planta de encapsulamiento y el repositorio geológico profundo ofrecerán una solución para la manipulación y la disposición final del combustible nuclear gastado, apoyando así la transición hacia una energía nucleoelectrónica con bajas emisiones de carbono y facilitando la verificación por el OIEA del material y la tecnología nucleares.