

# CONSIDERACIONES IMPORTANTES SOBRE LA CUESTIÓN DEL ALMACENAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS



Instalación de almacenamiento HABOG, Organización Central para los Desechos Radiactivos (COVRA), Países Bajos

(Fotografía: COVRA (Países Bajos))

Cuando la gente habla de la adopción de la tecnología nuclear y el uso de material radiactivo, una de las cuestiones más polémicas es su disposición final definitiva.

El periodo de tiempo necesario para que los desechos radiactivos y el combustible nuclear gastado declarado como desecho dejen de suponer un peligro potencial para la salud humana o el medio ambiente presenta variaciones considerables. Puede oscilar desde unos cuantos meses o años para algunos tipos de desechos radiactivos hasta varios milenios para los desechos de actividad alta y cientos de miles de años para el combustible gastado, de modo que los gobiernos y los ciudadanos tienen una preocupación legítima por la seguridad a corto y a largo plazo.

La seguridad a largo plazo se consigue por medio de la disposición final, y hasta que se cuente con la instalación adecuada, es el almacenamiento el que garantiza una gestión inocua. Si bien se han aplicado o se están elaborando soluciones seguras y sostenibles en todo el mundo, nunca basta con limitarse a reproducir la misma solución en otro lugar. Hay que evaluar la seguridad tecnológica en el caso de cada instalación, y la autoridad competente tiene que examinar una solicitud de licencia fundamentada en una justificación de la seguridad. Este procedimiento garantiza que se tengan plenamente en cuenta las legítimas preocupaciones de gobiernos y ciudadanos, y que se vele por la protección de la población y del medio ambiente. La concesión de la licencia para un repositorio suele ser un proceso muy prolongado, por lo que es necesario a corto plazo almacenar de modo seguro los desechos en espera de su disposición final.

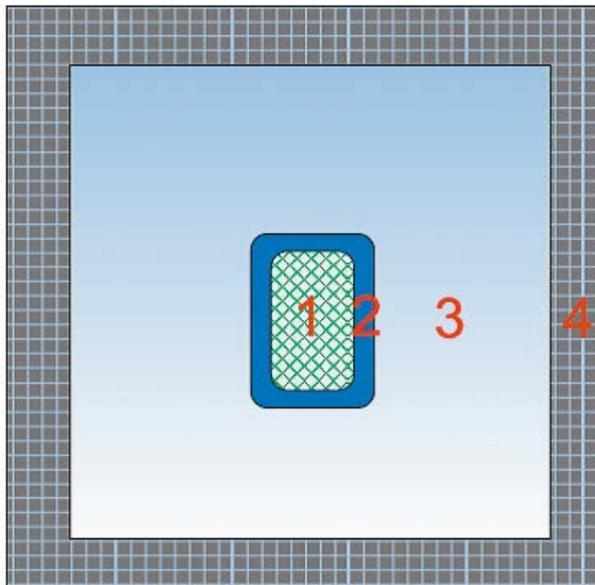
## Almacenamiento de desechos

El almacenamiento puede ser necesario en cualquier fase del proceso de gestión de desechos y puede tener varias finalidades, por ejemplo, permitir el decaimiento de los radionucleidos de periodo corto, la disipación del calor o que pase tiempo para que se acumulen desechos suficientes para un procesamiento eficiente, o bien adoptar medidas para la contención de los desechos y su aislamiento hasta que se cuente con la vía adecuada para la disposición final.

El almacenamiento se define como la colocación de fuentes radiactivas, combustible gastado o desechos radiactivos en una instalación dispuesta para su contención, con la intención de recuperarlos. Así pues, el almacenamiento es por definición una medida provisional.

Para contar con un almacenamiento fiable, recuperable, verificable y seguro, que garantice la protección de los trabajadores, el público y el medio ambiente, se precisa un sistema de almacenamiento que consta de dos componentes primarios: el bulto de desechos y la propia instalación. Estos dos componentes guardan una estrecha relación entre sí, ya que las propiedades y el comportamiento de cada uno influyen mucho en el diseño del otro. Ambos deben ser tratados adecuadamente para asegurarse de que el sistema cumple los requisitos necesarios en materia de seguridad tecnológica y de reglamentación. La figura que aparece a continuación presenta una ilustración esquemática del sistema de almacenamiento.

## Representación esquemática de un sistema de almacenamiento



### Almacenamiento de desechos embalados - capas de protección física y medioambiental

1. El cuerpo de desecho acondicionado constituye la barrera primaria.
2. El contenedor de desechos es la barrera secundaria.
3. El control del entorno es importante para mantener la integridad del cuerpo de desecho y del contenedor.
4. La estructura del almacén es la capa final de protección del bulto de desechos frente a la meteorología/la atmósfera y es también un elemento importante de la seguridad física de los desechos.

Imagen: Industry Guidance, noviembre de 2012: Almacenamiento provisional de bultos de desechos de actividad más alta - enfoque integrado, Autoridad de Clausura de Instalaciones Nucleares (NDA), Reino Unido

El bulto de desechos consta del cuerpo y el contenedor. El cuerpo de desechos preferible es un producto sólido estable, que puede producirse por medio de una técnica adecuada de acondicionamiento, como el hormigonado o la vitrificación. El contenedor garantiza la contención segura de los materiales radiactivos para el periodo de almacenamiento necesario y para la disposición final, y ha de comprender elementos para la manipulación y el apilamiento en el almacén. En la ilustración de la derecha pueden verse algunos contenedores que se usan habitualmente.

La instalación de almacenamiento proporciona un entorno en el que los bultos de desechos no se degradan durante el periodo de almacenamiento y permanecen seguros hasta su recuperación y traslado a la instalación de disposición final. El tipo de edificio que sirve de almacén y su disposición interior guardan relación, por consiguiente, con el tipo y la clasificación de los desechos almacenados.

Los desechos de actividad baja, almacenados por lo común en bidones de acero de 200 l o contenedores de metal, que probablemente se envíen en breve a la disposición final, requieren unas disposiciones sencillas para su almacenamiento, ya que no hace falta blindaje. La estructura adecuada puede ser un edificio de tipo industrial apto para proteger del clima local, con una capa firme de hormigón y puertas de acceso para vehículos y personal, junto con medios de monitorización e inspección; también puede ser necesario controlar la humedad.

El almacenamiento de desechos vitrificados de actividad alta y período largo o del combustible nuclear gastado precisa una instalación minuciosamente diseñada y muy tecnificada que ofrezca manipulación a distancia, blindaje, refrigeración y un entorno seguro para el periodo de almacenamiento requerido. Una instalación así ha de ofrecer también seguridad física suficiente y, en el caso del combustible nuclear gastado, salvaguardar el material fisible.

En estos últimos años, sobre todo por falta de instalaciones autorizadas de disposición final, algunos países están considerando el almacenamiento a largo plazo (por ejemplo, hasta 100 años) como una medida de atenuación de los riesgos si se produjeran demoras en la disponibilidad de una



Desde arriba a la izquierda: bidón de acero de 200 litros, cajas de hormigón y contenedores de acero inoxidable para desechos de actividad alta (HLW)

(Fotos desde arriba a la izquierda: OIEA; Magnox Limited, Reino Unido; y Sellafield Ltd (Reino Unido))



Zanja para la disposición final de desechos de actividad muy baja en la instalación de disposición final del CIRES (Francia)

(Fotografía: Agencia Nacional de Gestión de Desechos Radiactivos (Andra) (Francia))

instalación para la disposición final definitiva. El almacenamiento a tan largo plazo conlleva algunas medidas adicionales para garantizar un control y una protección constantemente satisfactorios de los bultos de desechos y de la propia instalación, y para demostrar, aun teniendo en cuenta el envejecimiento de los materiales y de la estructura, que la seguridad tecnológica y física de la instalación está asegurada durante todo el periodo previsto, así como la concesión de la licencia correspondiente.

La instalación HABOG en los Países Bajos es un ejemplo de moderna instalación de almacenamiento a largo plazo de desechos vitrificados de actividad alta procedentes del reprocesamiento y combustible gastado de reactores de investigación. Incluso en este ejemplo, solo cabe considerar el almacenamiento como una solución temporal, aplicada con la intención y la necesidad de recuperar en su día los desechos para su gestión ulterior. La disposición final es la única solución permanente para los desechos radiactivos que puede proporcionar una seguridad pasiva a largo plazo.

## Disposición final de desechos

Para la disposición final existen diferentes soluciones, que en términos generales pueden clasificarse en:

- Instalaciones de disposición final cerca de la superficie, adecuadas para los desechos de actividad baja y muy baja, y

- repositorios geológicos, adecuados para los desechos de actividad alta e intermedia y el combustible nuclear gastado declarado como desecho.

Los desechos de actividad muy baja y baja presentan un riesgo potencial durante periodos no superiores a unos pocos siglos y pueden depositarse de modo seguro en una instalación cerca de la superficie. Existen en todo el mundo unas 140 instalaciones de este tipo, que han resultado satisfactorias y funcionan o incluso algunas han sido ya cerradas. Para los desechos de actividad muy baja, las zanjas superficiales de tipo vertedero con un sistema limitado de barrera resultan soluciones eficientes de disposición final. Las soluciones para los desechos de actividad baja se basan en una combinación de las propiedades del emplazamiento y barreras artificiales, como revestimientos estancos, cámaras acorazadas de hormigón y cubiertas con elementos alternados de impermeabilidad y desviación del agua para proporcionar la necesaria protección.

Los desechos de actividad intermedia y alta y el combustible gastado declarado como desecho pueden presentar riesgo durante periodos superiores a cientos de miles de años, de modo que requieren una disposición final en un medio geológico estable, capaz de garantizar la seguridad a largo plazo sin intervención humana durante varios miles de años (por lo que respecta a los desechos de actividad intermedia) o varios cientos de miles (en el caso de los de actividad alta y el combustible gastado).

La disposición final de los desechos de actividad intermedia y alta está comprobada, y funcionan en todo el mundo varios repositorios geológicos para este tipo de desechos.

Unos cuantos países (Suecia, Finlandia y Francia) están muy adelantados en el desarrollo de instalaciones geológicas de disposición final para desechos de actividad alta, comprendido el combustible gastado, y se espera que esas instalaciones se encuentren operacionales en 2025.

Pese a estos éxitos, la ejecución de las estrategias de disposición final sigue representando una de las mayores dificultades actuales en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos en numerosos Estados Miembros.

Desde el punto de vista técnico y de la seguridad, la disposición final geológica es viable. Se ha descubierto que distintos tipos de roca huésped son adecuados para la disposición final geológica segura, y se han elaborado justificaciones de la seguridad para la disposición final en roca cristalina (por ejemplo, en Finlandia, Suecia), en roca sedimentaria (esto es, arcilla — por ejemplo, en Francia) y en evaporitas (por ejemplo, de sal — en Alemania).

Inicialmente se evalúa la idoneidad de un emplazamiento, analizando, por ejemplo, el riesgo de actividad sísmica o volcánica o si la existencia de recursos naturales impide la creación de un repositorio geológico. Al ir avanzando la investigación, el emplazamiento se caracteriza hasta llegar a una fase en la que las características y los procesos naturales principales se entienden con seguridad, en particular por lo que respecta a su contribución a contener y aislar los radionucleidos presentes en los desechos y el combustible gastado y, por consiguiente, a la seguridad a largo plazo.

Además de estas propiedades naturales de un emplazamiento, también se analizan y se tienen en cuenta elementos artificiales, como el cuerpo del desecho, el bulto de desechos y todos los materiales de sellado y precintos que puedan colocarse y que contribuyen también a la contención y, por ende, a la seguridad a largo plazo. Los desechos son procesados para convertirlos en cuerpos que limitan la emisión a largo plazo (por ejemplo, de una matriz de vidrio en el caso de los desechos de actividad alta). Además, se acondicionan en bultos para la disposición final que impiden todo contacto con el agua durante períodos predeterminados (por ejemplo, varios cientos de miles de años por lo que respecta a los contenedores de cobre en el diseño de los repositorios geológicos suecos y finlandeses).



Parte superior: Instalación de disposición final geológica SFR para desechos de centrales nucleares operacionales en Suecia

(Fotografía: Compañía Sueca de Gestión del Combustible y los Desechos Nucleares (Suecia))

Abajo: Formación receptora de repositorio geológico profundo del inventario finlandés de combustible nuclear gastado

(Fotografía: Posiva Oy (Finlandia))

---

División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos del OIEA y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos del OIEA