

Gestión y Tratamiento de Residuos Específicos: Residuos Radiactivos/Módulo de Contaminación de Aguas

Máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental

2015-2016

PROFESOR/A
Silvia Rueda Sánchez

Para ver esta publicación, visite
Reservado todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, Nocomercial, Compartirigual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Índice

1. Introducción.....	3
2. Definición, propiedades y clasificación de los residuos radiactivos.....	4
3. Fundamentos de la gestión de los residuos radiactivos.....	5
4. La gestión de los residuos radiactivos en España. El Plan General de Residuos Radiactivos	6
5. Situación internacional.....	19

1. Introducción

Todas las actividades industriales pueden generar residuos. Estos pueden ser más o menos cuantiosos o nocivos, pueden aparecer en un momento u otro del proceso, unas veces en la fase de preparación y de construcción, otras en la fase de operación propiamente dicha.

El impacto ambiental de estos desechos se ha convertido en un problema para las sociedades desarrolladas, cuya solución debe considerarse como un objetivo a alcanzar, no sólo por la acumulación y ocupación física que suponen, sino también por la contaminación que pueden producir.

Se generan grandes cantidades de residuos agropecuarios, mineros, forestales, industriales, domésticos, escombros, etc. Las basuras domésticas o residuos sólidos urbanos, constituyen uno de los capítulos más importante por su volumen y peso total. Cada año, por ejemplo, se generan en España casi 20 millones de toneladas, unos 500 kilogramos por persona. Pero más preocupantes son los casi 4 millones de toneladas de residuos derivados de las actividades industriales, puesto que incluyen productos tóxicos (unas 400.000 toneladas al año). A título ilustrativo habría que señalar que la producción anual de residuos radiactivos es de 1.500 toneladas, de los denominados baja y media actividad, y de 160 toneladas de combustible gastado; es decir, cifras muy pequeñas con respecto a las anteriores.

La problemática de los residuos radiactivos (generados no solo por las centrales núcleo-eléctricas, sino también por las demás aplicaciones que utilizan isótopos radiactivos en la industria, la medicina y la investigación) no difiere, en esencia, de la que plantea el resto de los residuos tóxicos y peligrosos generados por el conjunto de la industria y del sector primario. No obstante, al igual que algunos residuos de tipo biológico o químico, necesitan sistemas de tratamiento, confinamiento y almacenamiento a largo plazo que deben ser consecuentes con unas normas específicas de seguridad y protección del medio ambiente y de las personas, así como con el principio de minimización de su generación. Es decir, hay que gestionarlos adecuadamente.

Ni desde el punto de vista de su peligrosidad, ni siquiera desde el de su duración, se puede afirmar que los residuos radiactivos planteen cuestiones sustancialmente muy diferentes a la del resto de los residuos peligrosos.

Los principios que informan la gestión de los residuos contaminantes (reducción, reciclaje y reutilización) son comunes en todos los casos, basándose el tratamiento de todos los residuos en los conceptos también comunes de aislamiento y confinamiento respecto de la biosfera.

2. Definición, propiedades y clasificación de los residuos radiactivos

En España, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 54/1997 de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico se define residuo radiactivo como cualquier material o producto de desecho, para el cual no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Los materiales cuyo contenido radiactivo esté por debajo de los valores legales establecidos no se considerarían sometidos a los sistemas reglamentarios correspondientes y estarían exentos del control regulador, pudiendo ser tratados y gestionados de forma convencional.

La toxicidad de los residuos radiactivos radica en las radiaciones ionizantes que emiten los radionucleidos en ellos contenidos, si bien ésta, a diferencia de los residuos convencionales, disminuye con el tiempo. Es necesario, pues, gestionarlos adecuadamente.

Los residuos radiactivos se pueden clasificar de muy diversas maneras en función de sus características, como por ejemplo estado físico químico (sólidos, líquidos y gases), tipo de radiación emitida (α , β , γ), período de semidesintegración (vida muy corta: < 90 días; vida corta: < 30 años; vida larga: hasta millones de años), actividad específica (baja, media, alta), tasa de dosis, etc.

A efectos prácticos existe una clasificación de los residuos radiactivos en dos grandes grupos que, con diversos matices, es la más comúnmente utilizada en el mundo.

- Residuos de Baja y Media Actividad (RBMA)

Los RBMA son los que contienen emisores beta-gamma con períodos de semidesintegración inferiores a 30 años; no son generadores de calor por efecto de la desintegración, ya que su radiactividad específica es baja; su concentración en emisores alfa (de vida larga) es realmente muy pequeña (trazos). Transcurridos 300 años, estos residuos, reducirán su actividad hasta tal punto que, desde ese momento, las dosis radiactivas derivadas de los mismos son equivalentes a las correspondientes al fondo natural.

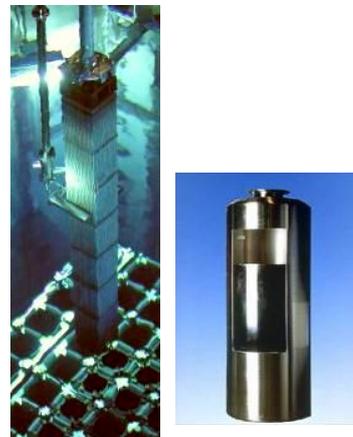
- Residuos de Alta Actividad (RAA)

Los RAA son los que contienen emisores alfa de vida larga, con período de semidesintegración superior a 30 años, en concentraciones apreciables y son generadores de calor por efecto de la desintegración radiactiva, ya que su actividad específica es elevada. El principal exponente de estos residuos es el combustible gastado descargado de los reactores nucleares que contienen los productos de fisión y los elementos transuránicos generados durante su quemado.

En función de su origen, los residuos radiactivos se generan en la producción de energía nucleoelectrónica y las etapas necesarias para ello (ciclo del combustible nuclear), en la utilización de radioisótopos en múltiples actividades (industria, medicina, agricultura, etc.), en centros de I+D (campo nuclear y radiológico) y en el desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas.



RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD



COMBUSTIBLE GASTADO Y RAA

3. Fundamentos de la gestión de los residuos radiactivos

La gestión de los residuos radiactivos es el conjunto de actividades técnicas y administrativas cuyo objetivo final es la inmovilización de los residuos radiactivos y su aislamiento del entorno humano, por un período de tiempo y en condiciones tales que cualquier liberación de los radionucleidos contenidos en los mismos no suponga un riesgo radiológico indebido para las personas ni para el medio ambiente. Por otra parte, esta gestión debe garantizar que las cargas de todo tipo para las generaciones futuras sean mínimas.

La consecución de este objetivo final se basa en la interposición de una serie de barreras naturales y artificiales entre los residuos y el hombre que impidan o retarden la llegada de los radionucleidos al medio ambiente hasta que hayan perdido su actividad.

Puesto que los sólidos tienen menor movilidad que los líquidos, la primera barrera o "barrera química" se constituye inmovilizando los residuos en una matriz sólida, estable y duradera; esta

operación se denomina "acondicionamiento". Las matrices más ampliamente utilizadas en el mundo para los residuos de baja y media actividad son el cemento, el asfalto y los polímeros, mientras que para los residuos de alta actividad la opción del vidrio es la considerada más adecuada internacionalmente para la inmovilización de las soluciones procedentes del reproceso del combustible gastado, no siendo preciso ningún reacondicionamiento específico para el propio combustible gastado como residuo debido a las características ventajosas en cuanto a su comportamiento a largo plazo de las partículas cerámicas de combustible.

La segunda barrera o "barrera física" es el contenedor donde se confinan los residuos inmovilizados con el fin de evitar su contacto con los agentes exteriores y su posible dispersión. El diseño de los contenedores se hace de acuerdo con el tipo de residuos, utilizándose generalmente bidones metálicos normalizados para los de baja y media actividad y recipientes metálicos especiales construidos con metales de gran resistencia a la corrosión, cerrándose el conjunto por soldadura, para los residuos de alta actividad.

La tercera barrera o "barrera de ingeniería" la constituye la instalación en donde se colocan los residuos. Su diseño incluye estructuras, blindajes y sistemas concebidos para el mejor logro del objetivo propuesto y es función de la categoría de los residuos a almacenar.

La cuarta barrera o "barrera geológica" la constituye el medio de la corteza terrestre en el que se sitúan los residuos. Su misión es detener o retardar el acceso de los radionucleidos al hombre en el caso de que superasen las tres barreras anteriores.

4. La gestión de los residuos radiactivos en España. El Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR)

En el año 1983, el Parlamento español decidió que era necesario crear una entidad pública y sin ánimo de lucro, que inventariase, retirase, acondicionase y almacenase esos materiales, es decir, que los gestionase de forma integral y adecuada. A tal fin, el Real Decreto 1522/1984 de 4 de julio autorizó la constitución de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. (ENRESA).

Asimismo, a ENRESA se le encomendó, entre otras, la tarea de gestionar las operaciones relativas al desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas reglamentadas al finalizar su vida operativa y restaurar ambientalmente, en su caso, antiguas minas e instalaciones de tratamiento de mineral de uranio que existían en España.

A lo largo de las dos últimas décadas se ha ido definiendo y conformando un sistema nacional para llevar a cabo todas las actuaciones necesarias en los distintos campos de la gestión de los residuos radiactivos y clausura de instalaciones, considerando tanto la naturaleza de dichas actuaciones como las capacidades de un conjunto de agentes que operan de manera estructurada.

Los textos legales más destacables a este respecto son el Real Decreto 102/2014 de 21 de febrero, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y los residuos radiactivos; el Real Decreto 1.349/2003, de 31 de octubre, sobre ordenación de las actividades de ENRESA y su financiación; así como la más reciente Ley 11/2009, de 26 de octubre, por la que se regulan las sociedades anónimas cotizadas de inversión en el mercado inmobiliario, y en la que se establece que a partir de 1-1-2010 todos los costes de gestión de los residuos radiactivos y del combustible gastado generados en las centrales nucleares en explotación, incluidas las asignaciones a los Ayuntamientos y los tributos autonómicos, serán financiados por los titulares de las centrales nucleares durante dicha explotación, con independencia de la fecha de generación, así como los correspondientes a su desmantelamiento y clausura. Asimismo dicha Ley canaliza la financiación de todas las actividades del PGRR a través de 4 tasas diferentes y determina los valores a aplicar de las mismas para el año 2010.

Sobre esta base normativa fundamental se han articulado y desarrollado toda una serie de relaciones, funciones y responsabilidades de los distintos programas, los objetivos y los medios tanto técnicos como económicos o agentes implicados en el sistema, que podrían resumirse en los siguientes puntos.

. A las **Autoridades** les corresponde establecer el marco normativo; definir el papel de los diversos agentes implicados y los modos en que se relacionan entre ellos; también establecer las condiciones básicas de seguridad y de operatividad a cumplir y garantizar la aplicación del sistema, incluidos los mecanismos de financiación.

. Corresponde al **Gobierno** establecer la política sobre gestión de residuos radiactivos y desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares y radiactivas en España, mediante la aprobación del PGRR, que le será elevado por el MINETUR y del que dará cuenta posteriormente a las Cortes Generales.

. El **PGRR** es el documento oficial, que ENRESA elabora y envía al MINETUR cada 4 años, o cuando dicho Ministerio lo requiera, en el que se contemplan las estrategias, actuaciones necesarias y soluciones técnicas a desarrollar en el corto, medio y largo plazo, encaminadas a la adecuada gestión de los residuos radiactivos, al desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares y radiactivas y al resto de actividades relacionadas con las anteriores, incluyendo las previsiones económicas y financieras para llevarlas a cabo.

. A **ENRESA** le corresponde elevar a las Autoridades las propuestas necesarias para la definición de los planes, proyectos y actividades nacionales necesarias para esta gestión, y además promover las acciones necesarias para su optimización. También debe definir el modo operativo del sistema y las condiciones a cumplir para la recepción y aceptación de los residuos, así como para la clausura y desmantelamiento de instalaciones. Finalmente, debe facilitar información a la sociedad.

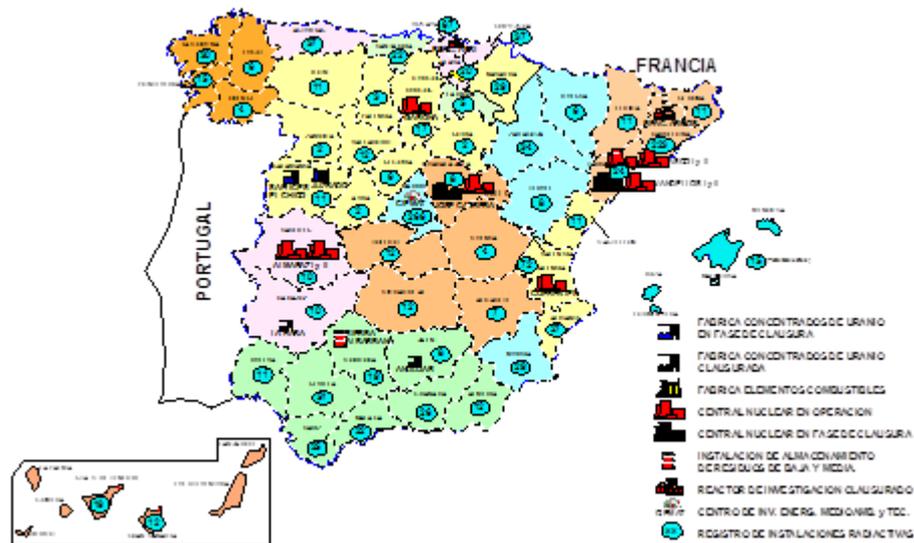
. A los **Productores** les corresponde acondicionar los residuos que han generado para su retirada por ENRESA en la forma establecida en los contratos correspondientes, participar en los planes de clausura y desmantelamiento de sus instalaciones, y contribuir a la optimización y mejora del sistema de gestión establecido, así como hacer frente a los costes de gestión correspondientes de ENRESA, de acuerdo con los sistemas de financiación establecidos.

Desde la creación de ENRESA se han sucedido seis Planes Generales de Residuos Radiactivos que han ido marcando las líneas de actuación, los programas, los objetivos y los medios tanto técnicos como económicos o financieros que, después de algo más de 20 años, han implantado y desarrollado un sistema de gestión integral en España.

El 6º PGRR actualmente en vigor es el último aprobado en Consejo Ministros de 23 de junio de 2006, en base a la propuesta presentada por ENRESA a solicitud del MINETUR y una vez oídas las Comunidades Autónomas y sometido a información pública. La necesidad de este Plan está asimismo justificada por el cumplimiento de una resolución del Congreso de los Diputados de diciembre de 2005, con motivo de la presentación del informe anual del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), así como por los nuevos desarrollos legislativos ya comentados y por otra serie de cuestiones de tipo técnico y económico, los cuales se describen a continuación en el resumen de los principales datos y actuaciones contemplados en dicho 6º PGRR en su versión actualizada a junio de 2009.

En España se generan residuos radiactivos en las denominadas Instalaciones Nucleares (II.NN), como son las Centrales Nucleares y la Fábrica de Elementos Combustibles de Juzbado (Salamanca) y en las denominadas Instalaciones Radiactivas (II.RR), como consecuencia de la aplicación de los radisótopos en la medicina, industria, agricultura, investigación, etc. Ocasionalmente, también se pueden generar en otras instalaciones o actividades específicas como pueden ser las derivadas de incidentes de contaminación (fundición de chatarras, etc.)

La mayor parte de esos residuos, por sus características de actividad y vida media, son susceptibles de almacenar en las instalaciones de El Cabril (Córdoba) y se hace referencia a ellos en el PGRR con la denominación de Residuos de Baja y Media Actividad (RBMA), incluida la subcategoría de Residuos de muy Baja Actividad (RBBA).



INSTALACIONES QUE GENERAN RESIDUOS RADIATIVOS EN ESPAÑA

En las centrales nucleares (CC.NN.), además de los residuos radiactivos procedentes de la operación de las instalaciones y de su posterior desmantelamiento, se generan cantidades menores de combustible gastado (CG), que se gestionan como tal, al no ser sometidos a ningún tratamiento posterior para recuperar el U y el Pu no quemado (separándolos de los restantes productos de fisión y actínidos). Esta operación, que se denomina reproceso, sólo ha sido realizada (en Francia) para el CG de C.N. Vandellós I y hasta el año 1983 (en el Reino Unido) para el CG de C.N. José Cabrera y C.N. Santa María de Garoña.

A finales de 2014 había almacenado en España un total de 57.465 m³ de residuos de baja y media actividad acondicionados (RBMA/RBBA) y 4.709 tU de combustible gastado.

Respecto a las previsiones de generación, de acuerdo con las mejores estimaciones y datos disponibles en el momento actual y en base a un escenario básico de referencia, que supone una vida útil de las CC.NN. de 40 años y su posterior desmantelamiento total, el volumen de radiactivos a gestionar en España, ya acondicionados y susceptibles de almacenar en las instalaciones de ENRESA en El Cabril resultaría ser del orden de unos 188.000 m³, estimándose en unos 12.000 m³ el volumen de los residuos no susceptibles de almacenar en El Cabril, cuyo destino, es el Almacén Temporal Centralizado (ATC) y finalmente un hipotético Almacenamiento Geológico Profundo, de los cuales un 98% será combustible gastado (6.723 tU) y el resto otros residuos de media o alta actividad y vida larga.

La gestión de los residuos de baja y media actividad (RBMA) tiene como base fundamental el centro de El Cabril. En torno a él se dispone de un sistema integrado de gestión que incluye la retirada,

transporte, tratamiento y acondicionamiento de los residuos, así como una información precisa de su inventario, caracterización radiológica y verificación de la calidad, todo ello compatible con el tipo de almacenamiento utilizado.

De acuerdo con las estimaciones de generación de este tipo de residuos, las actuales instalaciones de El Cabril y los almacenes temporales de los productores, garantizan capacidad suficiente para almacenar todos los residuos de operación procedentes de las CC.NN., cuyo tratamiento y acondicionamiento previos es responsabilidad del productor, y los derivados del desmantelamiento ya concluido de C.N. Vandellós I, así como los generados por las II.RR., de los que ENRESA también es responsable de su tratamiento.

Hay que indicar que en las propias centrales nucleares se ha continuado trabajando en el plan de reducción de volumen aplicable a sus residuos de operación, iniciado en el año 1994, que está dando resultados muy satisfactorios que contribuyen a la optimización de la capacidad del Almacén Centralizado de El Cabril.

La racionalización y posible mejora de los distintos procesos implicados en la gestión de los RBMA y su adecuación a situaciones futuras, así como los proyectos y actividades de I+D asociadas (durabilidad de los hormigones, capas de cobertura definitivas, etc.) y el análisis de otros aspectos tales como la reducción de volumen en las CC.NN., sobre el que ya se han obtenido resultados muy satisfactorios, serán el eje de las actuaciones fundamentales en este campo en los próximos años.

Es destacable la instalación complementaria en El Cabril para el almacenamiento de residuos de muy baja actividad (RBBA), como son la mayor parte de los derivados del desmantelamiento de las centrales nucleares y los procedentes de intervenciones o incidentes, que suponen algo más de la mitad del volumen total de los RBMA. La puesta en marcha de estas nuevas instalaciones tuvo lugar el 1 de octubre de 2008, cuando empezaron a introducirse residuos RBBA en la denominada Celda 29 de almacenamiento, primera de las cuatro previstas, cuya capacidad conjunta, del orden de 130.000 m³, garantizará el almacenamiento seguro de este tipo de residuos en nuestro país, estando ya construida y a punto de entrar en operación la celda 30. A finales de 2014 había almacenados un total de 8.365 m³, de los cuales, 753 m³ han sido almacenados en 2014.



ALMACÉN CENTRALIZADO PARA RBMA Y RBBA EN EL CABRIL (CÓRDOBA)

La gestión del combustible gastado y residuos de alta actividad (CG/RAA), presenta distintas alternativas. En primer lugar, para el combustible gastado, hay que referirse a las posibilidades existentes en su gestión directa como tal (ciclo abierto) o su reproceso para recuperar el material fisionable (U y Pu) y reutilizarlo como nuevo combustible (ciclo cerrado).

En España sólo se ha reprocesado el combustible gastado de C.N. Vandellós I y el producido por José Cabrera y Sta. M^a de Garoña antes del año 1983. En el caso de Vandellós I, se han utilizado los servicios de COGEMA, actual AREVA (Francia), existiendo cláusulas contractuales que incluían, con acuerdo previo, la devolución de RAA resultantes del reprocesado a partir del año 2011, con elevadas penalizaciones económicas por incumplimiento de tal fecha. Estas cantidades se abonaron desde el 1 de enero de 2011 hasta la firma un contrato de densificación con AREVA para el retorno de estos residuos en 2017. Para las otras dos centrales se utilizaron los servicios de BNFL (Reino Unido), contemplándose en los contratos relativos a Sta. M^a de Garoña el retorno a España de determinadas cantidades de materiales fisionables.

El reproceso en el extranjero es una opción que no puede considerarse cerrada, aunque su coste sería muy elevado y tendría el problema añadido del retorno a España de los residuos y otros materiales derivados de dicho tratamiento.

Respecto a la gestión directa del combustible gastado, hay que diferenciar, a su vez, dos aspectos: el *almacenamiento temporal* y la *gestión final* a muy largo plazo.

La disponibilidad de sistemas seguros de almacenamiento temporal del combustible gastado en base a distintas técnicas (seco, húmedo), de los cuales existe experiencia en el mundo de instalaciones en funcionamiento, permite abordar con tiempo las posibles alternativas de gestión final.

En España se han llevado a cabo actuaciones para aumentar la capacidad de almacenamiento temporal del combustible gastado, como ha sido la operación del cambio de bastidores en todas las piscinas de las centrales nucleares completada en el año 1998. También se han desarrollado

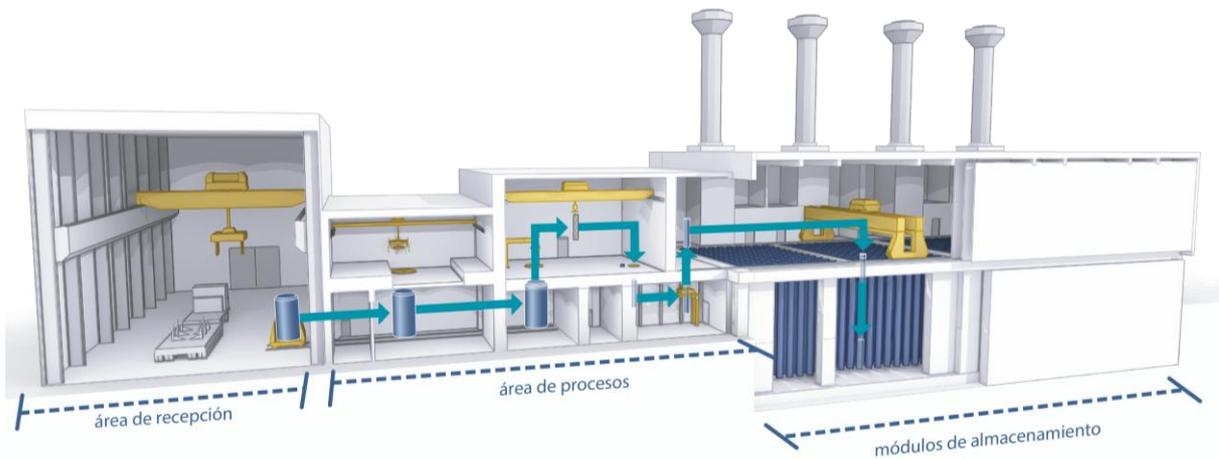
contenedores metálicos aptos para el transporte y almacenamiento en seco del combustible gastado.

No obstante, a pesar de tal aumento de la capacidad de las piscinas, éstas se saturarán en algunas centrales nucleares con anterioridad a la finalización de su vida útil. Este problema se presentó de forma más inmediata en C.N. Trillo, por lo que, al objeto de que pudiera continuar su explotación tras dicha saturación, se autorizó la construcción de un almacenamiento temporal individualizado (ATI) para su combustible gastado, ubicado en el propio emplazamiento de la central, en contenedores metálicos del tipo de los anteriormente citados, que fueron licenciados y fabricados en España. La fecha de puesta en marcha de esta instalación fue el año 2002, habiéndose ya cargado y dispuesto en el Almacén hasta el momento (finales de 2014) 28 de dichos contenedores con combustible gastado de esta central.

En 2013 se licenció un Almacén Temporal Individualizado en la C.N. de Ascó para dotar a la piscina de la central de capacidad complementaria, ante la saturación de la misma. Durante marzo y abril de 2014 se realizó con éxito la primera campaña de carga de contenedores HI-STORM de la Unidad 2 (segunda campaña de carga de la central), a partir de la cual se acumulan 5 contenedores en las losas de almacenamiento. Las necesidades futuras han obligado a la contratación de nuevos contenedores.

A corto plazo, y dado que el resto de las centrales empiezan a saturar sus piscinas de forma progresiva, la opción prioritaria contemplada en España es la construcción de un *Almacén Temporal Centralizado (ATC)* que dará servicio a todas las centrales nucleares, permitiendo además la gestión en dicha instalación de los residuos procedentes del reproceso y de otros no susceptibles de almacenar en El Cabril, como son algunos procedentes del desmantelamiento, fuentes especiales, etc.

Es destacable a este respecto la resolución de la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados, de finales de 2004, por la que se instó al Gobierno a que, en colaboración con ENRESA, desarrollase los criterios necesarios para llevar a cabo en España la instalación de un ATC de combustible gastado en consonancia con el PGRR.



ALMACÉN TEMPORAL CENTRALIZADO (ATC)

Para facilitar el cumplimiento de este objetivo el Gobierno aprobó en julio de 2006 un Real Decreto por el que se creó una Comisión Interministerial que dirigiese y supervisase la elección del emplazamiento, diseñando el procedimiento de participación e información pública, e impulsando las políticas pública y previsiones legales que, en su caso, resultaran necesarias para su aplicación al emplazamiento seleccionado.

El 23 de diciembre de 2009, mediante Resolución de la Secretaria de Estado de Energía se efectuó la convocatoria pública para la selección de los municipios candidatos a albergar el emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado de combustible nuclear gastado y residuos radiactivos de alta actividad (ATC) y su centro tecnológico asociado.

El 30 de diciembre de 2011, el Consejo de Ministros aprobó la designación del municipio de Villar de Cañas (Cuenca) para albergar el ATC y su Centro Tecnológico asociado.

La puesta en operación de esta instalación, que está previsto sea modular para atender las necesidades de almacenamiento, requiere un periodo de construcción de 5 años. La instalación constará de un Centro Tecnológico asociado, donde se investigará la gestión final de los residuos de alta actividad, así como otras actividades de apoyo a la gestión de residuos. También contará con un Parque Empresarial con infraestructuras de apoyo.

La instalación ATC y su Centro Tecnológico Asociado están en pleno proceso de licenciamiento. ENRESA presentó, en enero de 2014, conjuntamente -de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas-, las solicitudes de Autorización Previa y de Construcción ante el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR). En julio de 2015, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) aprobó favorablemente la solicitud de Autorización Previa y, una vez que el Ministerio de

Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente finalice la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto y emita la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) favorable, el MINETUR podrá conceder la Autorización Previa del proyecto.

Para poder comenzar la construcción de la instalación es preciso que el CSN emita informe favorable de la Autorización de Construcción, en estudio actualmente por el organismo regulador, vinculante, para que el MINETUR pueda otorgar la correspondiente autorización y, una vez se cuente con la preceptiva licencia de obras del ayuntamiento que va a alojar la instalación, poder comenzar las obras.

Una vez finalizada la instalación nuclear y todas sus instalaciones auxiliares, se requiere la autorización de explotación, que otorga el MINETUR y el visto bueno de EURATOM.

El ATC tiene una vida de diseño de 100 años, aunque el actual Plan General de Residuos en vigor estable una vida operativa de 60 años. Una vez finalizada la vida operativa del ATC se procederá a su desmantelamiento, como cualquier otra instalación nuclear, y el combustible gastado y los residuos de alta actividad pasarán a la siguiente etapa de gestión.

En el mundo hay ejemplos de instalaciones similares en funcionamiento, disponiéndose de experiencia, tecnología y recursos para poder llevar a cabo este proyecto. La instalación de referencia para el ATC español ha sido la instalación de Habog, en Holanda, operativa desde 2003.

Hasta que esté disponible el ATC, para gestionar aquellos residuos que no pueden permanecer por falta de capacidad en las piscinas de las centrales nucleares, se han dispuesto soluciones de carácter temporal individualizado, como el ya indicado de la C.N. Ascó I. Asimismo, como consecuencia del cierre de la C.N. José Cabrera, en abril de 2006, ya se dispone de un sistema de almacenamiento temporal para su combustible gastado ubicado en el emplazamiento de la central que combina materiales metálicos con hormigón. Esta instalación está ligada al desmantelamiento de la central que se inició en febrero del año 2010.

Respecto a la gestión final del combustible gastado y RAA, puede constatarse en el mundo un cierto retraso de los programas de Almacenamiento Geológico Profundo (AGP), así como una atención creciente a las nuevas tecnologías como la Separación y Transmutación (ST), mediante las que se podría llegar a conseguir la disminución de las cantidades o inventarios radiológicos de los residuos a almacenar.

En nuestro país se ha acumulado experiencia en el programa de gestión final para el CG/RAA en lo que respecta al conocimiento de la geología española, al diseño genérico de una instalación de almacenamiento geológico profundo (AGP) en las tres litologías (granito, arcilla y sal) existentes en el país y los correspondientes ejercicios de evaluación del comportamiento y la seguridad a largo plazo, los cuales han incorporado los resultados de las I+D realizada a través de los distintos Planes desde 1987.

En las líneas estratégicas de acción se considera que la opción preferente y básica es el almacenamiento temporal, seguido de una instalación de almacenamiento definitivo que, a los efectos de cálculos económicos y de planificación, entraría en operación a partir del año 2063. En relación con la gestión final, a partir de la aprobación del 6º PGRR, se han reducido significativamente las actividades desarrolladas en planes anteriores, limitándose estas, fundamentalmente, a la consolidación y actualización del conocimiento adquirido, aprovechando los desarrollos internacionales en la materia, así como a la elaboración de los informes requeridos en el 6º PGRR, que servirán de base para el planeamiento y programación de actuaciones futuras.

Las líneas estratégicas para la gestión final del combustible gastado y residuos de alta actividad estarán orientadas, por una parte, a mantener y actualizar la información desarrollada anteriormente y, por otra parte, al análisis y formulación de posibles iniciativas parlamentarias que puedan ayudar a plantear el proceso de toma de decisiones y la definición del marco de participación más adecuado.

Adicionalmente la gestión definitiva del CG y RAA requiere el desarrollo de un marco normativo y regulador que tenga en cuenta sus características específicas y los desarrollos internacionales en la materia.

Se están definiendo las principales líneas de actuación, a partir de las cuales se elaborará el programa orientativo para el desarrollo de una instalación de almacenamiento definitivo de CG y RAA.

En el campo de la clausura de instalaciones, España se encuentra en una posición muy destacada dentro del panorama internacional, ya que al desarrollo de proyectos ya culminados de clausura, relativos a fábricas de concentrados de uranio (Andújar y La haba) ya culminados y a la rehabilitación de antiguas minas de uranio, se une también el desmantelamiento más recientemente finalizado de la C.N Vandellós I.

Los trabajos relativos al proyecto de desmantelamiento de C.N. Vandellós I (Nivel 2) se finalizaron en el año 2003 con un excelente cumplimiento de los plazos y costes previstos. A principios de 2005 empezó un período de espera (latencia) de 25 años, para a continuación completar el desmantelamiento de las partes remanente, básicamente la estructura de hormigón o cajón que alberga el reactor (Nivel 3), de forma que el emplazamiento quede libre en su totalidad para cualquier uso posterior, sin ningún tipo de restricción.



ESTADO INICIAL VANDELLÓS I (1998)



VANDELLOS I EN PERIODO DE LATENCIA (2004)

Para el resto de las centrales nucleares españolas actualmente en funcionamiento, a efectos de cálculo y planificación, se considera la alternativa de desmantelamiento total (Nivel 3), a iniciar 3 años después de la parada definitiva de los reactores, una vez evacuado el combustible gastado de la piscina y los RBMA/RBBA de operación.

De acuerdo con la hipótesis de 40 años de vida útil prevista en el PGRR para estas centrales, igualmente a efectos de cálculo y planificación, no será necesario acometer su desmantelamiento en un futuro próximo, si se exceptúa la C.N. José Cabrera, cuyo cese de explotación tuvo lugar el 30 de abril de 2006 y el inicio de su desmantelamiento total (Nivel 3) en febrero de 2010. A final de 2014, el porcentaje de avance del desmantelamiento es del 65%.

Entretanto, se realizarán estudios y trabajos de investigación específicos tendentes al mejor conocimiento de estas actividades, siendo de gran interés a este respecto la experiencia adquirida en C.N Vandellós I. Asimismo, será necesario avanzar en el establecimiento de los criterios de desclasificación de ciertos materiales residuales con contenido radiactivo para su posterior gestión como residuos convencionales.

En cualquier caso hay que indicar que sólo los países con recursos tecnológicos y capacidad para acometer adecuadamente la gestión de los residuos de baja y media actividad, y la gestión, al menos temporal, de su combustible gastado, están en disposición de abordar con garantías el desmantelamiento de sus centrales nucleares.

Otras actuaciones en este campo son la restauración definitiva de las antiguas explotaciones mineras de Saelices El Chico (Salamanca), cuyos trabajos finalizaron en el año 2008, a falta del tratamiento de aguas y el denominado Plan Integral de Mejora de Instalaciones del CIEMAT (proyecto PIMIC) del que, tras disponerse de todas las autorizaciones necesarias, se encuentran en un estado muy avanzado los trabajos de desmantelamiento y descontaminación estando prevista su terminación en breve.

Al margen de todo lo anteriormente comentado, en España es necesario llevar a cabo una serie de actuaciones que por su carácter especial son objeto de descripción específica y de forma

independiente en el 6º Plan General de Residuos Radiactivos. Se pueden destacar, entre ellas, el apoyo en caso de emergencias, la gestión de cabezales radiactivos de pararrayos, el protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos y la gestión de otros materiales radiactivos aparecidos fuera del sistema regulador.

Por último, la Investigación y el Desarrollo es uno de los elementos básicos en la generación de los conocimientos y las tecnologías necesarias para garantizar la seguridad y la viabilidad de las diferentes etapas de los residuos radiactivos, jugando por tanto un papel relevante en dicha gestión.

España, al igual que la mayoría de los países que gestionan residuos radiactivos, viene desarrollando programas sistemáticos de I+D aplicados tanto a los distintos tipos de residuos como a las actividades de desmantelamiento de instalaciones radiactivas, la restauración ambiental y la protección radiológica. El esfuerzo dedicado a estas actividades se focaliza, tanto a nivel nacional como internacional, en aquellas áreas y actividades donde las soluciones industriales no están todavía implantadas, sin olvidar la optimización y mejora continuada de la seguridad y de operatividad de las instalaciones en funcionamiento a través de la incorporación de los avances tecnológicos y científicos que se van produciendo.

A continuación se resumen los objetivos, criterios, desarrollo y resultados de la I+D, que son objeto de un capítulo específico en el PGRR.

OBJETIVOS

- Obtener conocimientos y tecnología.
- Poner a punto técnicas y metodologías industriales

CRITERIOS

- Potenciar capacidades propias en el marco internacional
- Recursos y objetivos acordes con el PGRR
- Flexibilidad para adaptarse a cambios
- Continuidad en los programas

DESARROLLO

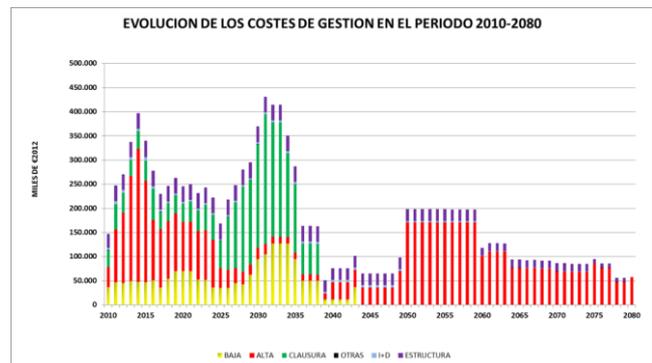
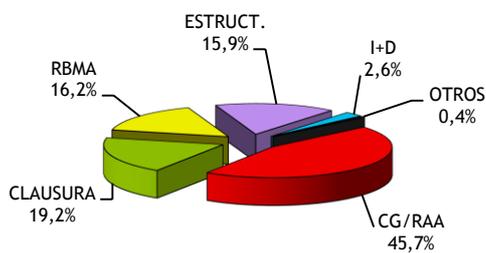
- Planes quinquenales (7ºPlan I+D 2014-2019)
- Participación en Programas Marco UE (32 proyectos 5ºPM, retornos 4-5 M€)
- OPIS, Universidades, empresas, fundaciones, etc. con coordinación y gestión de ENRESA

RESULTADOS

- Capacidades operativas y aplicaciones directas en todos los ámbitos de la gestión.

- Infraestructura organizada y “estable”
- Reconocimiento internacional y refuerzo imagen de ENRESA

Desde el punto de vista económico-financiero, y en base al último estudio actualizado del 6ºPGRR, con el escenario e hipótesis contemplados en el mismo, el coste total de la gestión hasta el año 2080 se eleva a unos 19.000 Millones de euros (M€14), siendo los conceptos más significativos los correspondientes a la gestión del combustible gastado, que suponen prácticamente la mitad del total y al desmantelamiento de las centrales nucleares, una quinta parte del total. Los costes incurridos hasta finales de 2014 representarían, aproximadamente, un 30% del coste total.



COSTES DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

Todos estos costes de gestión se financian a través del denominado Fondo para la financiación de las actividades del PGRR que se dota mediante los ingresos procedentes de las tasas que se indican a continuación, incluidos los rendimientos financieros generados por los mismos.

- Con cargo a las Centrales Nucleares

Se establece que a partir del 1 de enero de 2010 todos los costes de gestión de los residuos radiactivos y del combustible gastado generados en las centrales nucleares en explotación, incluidas las asignaciones a los Ayuntamientos y los tributos autonómicos, serán financiados por los titulares de las centrales nucleares durante dicha explotación, con independencia de la fecha de generación, así como los correspondientes a su desmantelamiento y clausura.

- Con cargo a la tarifa eléctrica

Es un sistema de financiación de costes del pasado relativos a centrales nucleares que no están en explotación a principios de 2010, basado en la aplicación de un porcentaje sobre la recaudación por venta de energía eléctrica, que se ha establecido en el 0,001% sobre tarifas de acceso desde el 1/1/2010, de forma que las cantidades totales procedentes de esta vía más los rendimientos financieros que se generen, cubran los costes futuros correspondientes a dicha gestión de los

residuos radiactivos y del combustible gastado generados en tales centrales nucleares, y a su desmantelamiento y clausura.

Asimismo, deberán cubrir los costes de la de la gestión de los residuos radiactivos procedentes de aquellas actividades de investigación que el MITYC determine que han estado directamente relacionadas con la generación de energía nucleoelectrónica, las operaciones de desmantelamiento y clausura que deban realizarse como consecuencia de la minería y producción de concentrados de uranio, con anterioridad al 4 de julio de 1984.

Una parte correspondiente al fondo existente a 31 de diciembre de 2009 se destina a financiar los costes anteriormente indicados.

- Con cargo a la Fábrica de Elementos Combustibles de Juzbado

De forma similar a las centrales nucleares, este sistema de financiación aplicable a Juzbado debe cubrir los costes correspondientes a la gestión de los residuos radiactivos derivados de la fabricación de elementos combustibles, incluido el desmantelamiento de las instalaciones de fabricación de los mismos.

- Con cargo a otras instalaciones

Es el sistema aplicable a los explotadores de las instalaciones radiactivas generadoras de residuos de la medicina, industria, agricultura e investigación; a los servicios prestados a terceros, como es el caso del CIEMAT por los trabajos relativos al PIMIC; o a ciertas empresas como consecuencia de incidentes de contaminación en sus instalaciones. Todos ellos pagan directamente por los servicios prestados una vez retirados los residuos

En base a todo lo anterior y a la utilización de los correspondientes criterios de reparto de los costes futuros y de una tasa de descuento (diferencial entre los tipos de interés e inflación) del 1,5% para los cálculos económico-financieros, se obtienen período operativo de las instalaciones, que en el caso de las centrales ares y Juzbado, de acuerdo con el escenario básico de referencia, se extendería hasta el año 2028.

Con carácter general, y a modo de resumen global puede decirse que, aun siendo conscientes de las dificultades existentes para la consecución de los objetivos planteados, fundamentalmente en temas relacionados con el combustible gastado y los residuos de alta actividad, España dispone una notable infraestructura para llevar a cabo una gestión segura y eficaz de los residuos radiactivos, desde los puntos de vista administrativo, técnico y económico-financiero.

Desde el punto de vista administrativo, existe un organización, apoyada en un desarrollo legislativo relativamente amplio, acorde con la evolución de la regulación internacional, que contempla y conjuga adecuadamente las principales responsabilidades de las partes implicadas en el proceso: el Gobierno, a través del MINETUR, que define las políticas y otorga los permisos y licencias

correspondientes; el CSN, como único responsable en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, que rinde cuentas al Parlamento; ENRESA como entidad responsable del servicio público de gestión los residuos radiactivos; y los productores de residuos, entre los que destacan las 6 CC.NN. con 8 reactores actualmente en operación, la Fábrica de Combustible de Juzbado y unas 1.300 II.RR. autorizadas.

En el aspecto técnico, son destacables la experiencia acumulada en los últimos años y las tecnologías ya disponibles en distintos campos de la gestión, así como el hecho de recogerse en el PGRR las estrategias y acciones a desarrollar, que son revisadas anualmente por ENRESA y aprobadas periódicamente por el Gobierno.

Desde el punto de vista económico-financiero se dispone de un sistema que garantiza la financiación de los costes de gestión de los radiactivos, cuya base principal radica en la generación de unos fondos por anticipado, durante la vida operativa de las instalaciones, a través de la aplicación de las tasas correspondientes, que son revisadas periódicamente.

Se dispone, pues, de un sistema consolidado mediante el cual se ha ido acumulando una gran capacidad de gestión en nuestro país, con la dotación de los recursos necesarios.

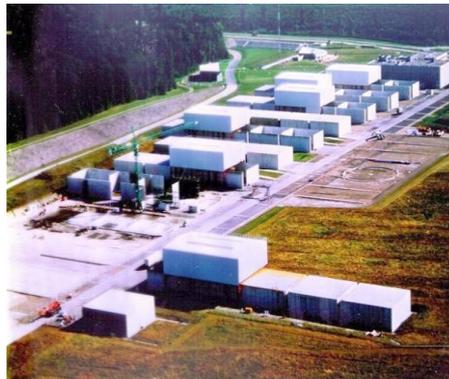
5. Situación internacional

La gestión de los residuos radiactivos en el mundo ha ido evolucionando paralelamente a los esfuerzos desarrollados en la búsqueda de soluciones, pudiendo considerarse un problema resuelto a nivel industrial en el caso de los residuos de baja y media actividad, en el que todas las etapas de gestión (acondicionamiento, transporte, almacenamiento) disponen de tecnologías simples y suficientemente probadas, mientras que para el combustible gastado y los residuos de alta actividad aún existen algunas etapas, relacionadas con su gestión final como el almacenamiento a largo plazo, que están en vías de desarrollo.

En el campo del almacenamiento, aspecto capital de la gestión, los principales puntos a destacar en relación con los *Residuos de Baja y Media Actividad (RBMA)* son los siguientes:

Tras la entrada en vigor el 21 de febrero de 1994 del acuerdo de la Organización Marítima Internacional (OMI), basado en el Convenio de Londres, por el que queda prohibida la descarga de residuos radiactivos en el mar, el almacenamiento en tierra de este tipo de residuos, convenientemente acondicionados, sigue siendo la solución generalizada, pudiendo considerarse éste un problema tecnológicamente resuelto.

- En **Francia** finalizó en 1994 la operación del centro de La Manche, con un volumen de residuos almacenado de unos 520.000 m³. Asimismo, en enero de 1992 comenzó la explotación del Centro L'Aube de una instalación de almacenamiento superficial con barreras de ingeniería, cuya capacidad prevista es de 1.000.000 m³, que serán almacenados durante un período de operación de 30 a 40 años.



INSTALACIÓN PARA RBMA EN L'AUBE (FRANCIA)

Como complemento a esta instalación, opera desde 2003 el centro TFA específicamente diseñado para el acondicionamiento y almacenamiento de residuos radiactivos de muy baja actividad, procedentes fundamentalmente del desmantelamiento de instalaciones radiactivas.

Prosigue el funcionamiento de la instalación inglesa de Drigg para el almacenamiento en superficie de residuos de baja actividad (800.000m³), habiéndose procedido al cambio del sistema original de zanjas por el almacenamiento en estructuras de hormigón. Asimismo se encuentra en operación la instalación de almacenamiento en superficie de Dounreay.

- En **Estados Unidos**, el Departamento de Energía (DOE) tiene actualmente 7 emplazamientos para el almacenamiento definitivo de los RBMA, donde los generadores que no dispongan de instalaciones de almacenamiento en sus emplazamientos pueden llevar los residuos.

También están en operación 3 centros “comerciales” de almacenamiento en superficie (Barnwell, Richland y Envirocare/Utha), controlados por la NRC, habiendo sido ya clausurados otros cuatro de este tipo, existiendo uno más en proceso de licenciamiento.

- En **Japón**, a finales de 1992, se puso en marcha una instalación de almacenamiento a poca profundidad con barreras de ingeniería en el emplazamiento de Rokkasho-Mura. Dispone de una capacidad para 40.000 m³, ampliables a 600.000 m³ en sucesivas etapas.
- En abril de 1988 entró en funcionamiento el centro sueco SFR construido a 50 m. de profundidad bajo el fondo del mar Báltico y con capacidad inicial para 63.000 m³, estando prevista su

ampliación para una capacidad adicional de hasta aproximadamente 200.000 m³, para albergar los residuos de los futuros desmantelamientos de CC.NN.

- En **Alemania** existe, desde el año 1981, el repositorio de Morsleben, una mina de sal en la antigua República Democrática Alemana. Esta instalación estuvo parada un tiempo, reabriéndose a finales de 1993, una vez realizadas las oportunas evaluaciones de seguridad por las autoridades alemanas, con una capacidad de unos 50.000 m³. Fue clausurada en 1998, estando actualmente en desarrollo un proyecto para el relleno de las cavidades vacantes, que se prevé completar en 2025.
- Por otra parte, en junio de 2002 el Ministerio de Medio Ambiente de Baja Sajonia concedió a BfS la licencia de construcción y operación del repositorio geológico profundo de Konrad (antigua mina de hierro a unos 1.000 m de profundidad) para residuos no generadores de calor y con capacidad para unos 300.000 m³. Actualmente la licencia está sometida a revisión por parte del organismo regulador nacional (BMU).

El Gobierno alemán está reconsiderando ciertos aspectos estratégicos de la gestión de los residuos radiactivos.

- En mayo de 1992 comenzó la operación del repositorio VLJ en **Finlandia**. Esta instalación, construida a una profundidad de 100 metros en el emplazamiento granítico de la central de Olkiluoto, dispondrá de capacidad para el almacenamiento de los residuos generados en las 2 unidades de dicho emplazamiento. Otra instalación de similares características (Loviisa) inició su operación en el año 1995.

País	Origen/tipo de residuo	Tipo de disposición	Emplazamiento	Estado
Alemania	RBMA	Mina	Asse	Clausurado (en discusión)
	RBMA	Caverna	Morsleben	Clausurado
	RBMA	Mina	Konrad	En construcción
Bélgica	RBMA-VC	Superficie	Dessel	Licenciamiento
Bulgaria	RBMA	Superficie	Radiana	En desarrollo
Canadá	RBMA	Caverna	Kincardine	En desarrollo
Corea del Sur	RBMA	Caverna	-----	Licenciamiento
Eslovaquia	RBMA-VC	Superficie	Mohovce	Operativo
Eslovenia	RBMA	Caverna	Vrbina	En licenciamiento
Estados Unidos	RBMA-VC	Superficie	Richland	Operativo
	RBMA-VC	Superficie	Barnwell	Operativo
	RBMA-VC	Superficie	Texas Compact (Andrew),	En licenciamiento
Finlandia	CC.NN.	Caverna	Olkiluoto	Operativo

	CC.NN.	Caverna	Loviisa	Operativo
Francia	RBMA-VC	Superficie	La Mache	Clausurado
	RBMA-VC	Superficie	L'Aube	Operativo
Hungría	Institucional	Superficie	Püspökszilágy	Operativo
	CC.NN.	Caverna	Bátaapáti	En licenciamiento
Italia	RBMA-VC	Superficie		Previsto
Japón	CC.NN.	Superficie	Rokkasho	Operativo
	Institucional	Superficie	-----	En estudio
	Accidente	Superficie	-----	En desarrollo
	Fukushima Daii-chi			
Letonia	Institucional	Superficie	Baldone	Operativo
Lituania	Institucional	Superficie	Maisiagala	Clausurado
	RBMA-VC	Superficie	Ignalina	Previsto
Polonia	Institucional	Superficie	Rozan	Operativo
República Checa	CC.NN.	Superficie	Dukovany	Operativo
	Institucional	Mina	Richard	Operativo
	Institucional	Mina	Hostim	Clausurado
Rumania	Institucional	Mina	Baita-Bihor	Operativo
	RBMA-VC	Superficie	Saligny	Previsto
Reino Unido	RMA	Superficie	Drigg	Operativo
	RBMA	Superficie	Dounreay	Operativo
Suecia	RBMA	Caverna	SFR	Operativo
Suiza	RBMA	Caverna	-----	En desarrollo

INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DEFINITIVO DE RBMA

En relación con el Combustible Gastado y los Residuos de Alta Actividad (CG/RAA), su gestión es un tema que presenta estratégicamente diversas soluciones, unas con tecnología probada como son las ya existentes para el almacenamiento intermedio del combustible gastado y, otras, como son las referidas al almacenamiento definitivo, cuya tecnología se encuentra en fase de investigación y desarrollo.

Además existe la posibilidad de reprocesar el combustible gastado para recuperar los materiales energéticos U y Pu, o bien considerarlo directamente como un residuo de alta actividad. Ambas opciones se conocen como ciclo cerrado o ciclo abierto, respectivamente.

. Entre los países que han optado por el ciclo cerrado para todo o una parte del CG de sus reactores comerciales se encuentran Francia, el Reino Unido, Japón, India y la Federación Rusa (todos ellos con plantas propias de reprocesado en operación o en proyecto), junto con Holanda y Bélgica. Otros países en los que se ejercía mayoritariamente el reprocesado, como Alemania y Suiza, y en otros casos, como son los de varios países de Europa Oriental (Hungria, República Checa, Bulgaria, Lituania, Eslovaquia, etc.), se ha abandonado o está previsto hacerlo en un futuro próximo, fundamentalmente como fruto de una decisión política, de consideraciones económicas y por no disponer de plantas propias de reprocesado.

. Otros países que siguen el ciclo abierto en la actualidad, aunque en algún caso hayan podido reprocesar previamente, son los Estados Unidos de América, Canadá, Finlandia, Suecia, España, Taiwán y Corea del Sur.

En los países en que no se considera el reproceso, existe la necesidad de disponer de capacidad de almacenamiento intermedio para el combustible gastado, destacando entre las opciones utilizadas las siguientes:

En **Suecia**, está en operación desde el año 1985 la instalación denominada CLAB, tipo piscina centralizada, cuya capacidad inicial de 5.000 tU, fue ampliada a 8.000 tU en el año 2005.

En **EE.UU.**, debido al retraso habido en su momento respecto a la definición del proyecto MRS (Monitored Retrievable Storage) de almacenamiento centralizado del combustible gastado, así como de los trabajos relativos a la potencial instalación de almacenamiento definitivo en el emplazamiento de Yucca Mountain, ha sido preciso aumentar la capacidad de almacenamiento temporal del combustible gastado en las centrales nucleares. A este respecto se pueden mencionar, entre otras, las centrales de Robinson y Oconee, que emplean módulos de hormigón, mientras que Surry dispone de contenedores metálicos y Palisades contenedores de hormigón, todas ellas en la propia central. En la actualidad otras centrales tales como Brunswick, Calvert Cliffs y Fort St. Vrain también disponen de licencia para almacenamiento en seco en base a distintos conceptos. Según un estudio del DOE, unas 24 centrales nucleares necesitaban capacidad adicional de almacenamiento en el año 2000.

Cuentan ya con autorización de puesta en marcha las instalaciones alemanas de Gorleben y Ahaus para el almacenamiento del combustible gastado y vidrios en contenedores metálicos, aunque como ya se ha comentado anteriormente el actual Gobierno alemán está reconsiderando aspectos estratégicos importantes relacionados con la gestión de los residuos radiactivos.

En **Hungria**, existe la instalación de almacenamiento en seco, tipo bóvedas, en la C.N. de Packs (4 unidades) que comenzó a funcionar en el año 1998. Es de carácter modular y se va incrementando su capacidad en el tiempo para cubrir las necesidades de almacenamiento.

Prosigue la operación de una piscina en el recinto de la central TVO-KPA, en Finlandia, con capacidad para 1.200 tU.

En noviembre de 2003 tuvo lugar el inicio de las operaciones de la instalación holandesa HABOG para el almacenamiento superficial en seco y centralizado (bóvedas) de vidrios y combustible gastado.

País	Instalación	Tecnología	CG/Residuos vitrificados
ALEMANIA	Ahaus	Contenedores metálicos	CG
	Gorleben	Contenedores metálicos	CG y V
BELGICA	Dessel	Bóveda	V
USA	PFS	Metal-Concrete casks	CG
FEDERACIÓN RUSA	Mayak	Piscina	CG
	Krasnoyarsk	Piscina	CG
FRANCIA	La Hague	Piscina Bóveda	SF
	La Hague	Bóveda	V
	CASCAD		V
HOLANDA	HABOG	Bóveda	CG y V
GRAN BRETAÑA	Sellafield	Piscina Bóveda	CG
	Sellafield		V
SUECIA	CLAB	Piscina	CG

SUIZA	ZWILAG	Contenedores metálicos	CG y V

INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL CENTRALIZADO DE RAA/CG

Respecto al almacenamiento definitivo del combustible gastado y los residuos de alta actividad, la opción generalizada es su evacuación en formaciones geológicas profundas (AGP), pudiendo destacarse lo siguiente:

. En EE.UU. el Presidente aprobó el 15/02/02 la recomendación del Departamento de Energía referida a la idoneidad del emplazamiento de Yucca Mountain (Tobas volcánica) en el Estado de Nevada para la construcción de una instalación para el almacenamiento definitivo de combustible gastado y RAA procedentes de los programas civil y de defensa. Actualmente se están llevando a cabo trabajos de caracterización del emplazamiento, habiéndose solicitado la autorización de construcción en el año 2008. De acuerdo con los plazos indicados para el licenciamiento de la instalación y teniendo en cuenta los propios plazos de construcción, el inicio de las operaciones de almacenamiento tendría lugar en 2017. La situación actual es que, si bien existe una petición de licencia párale emplazamiento de Yucca Mountain, el Secretario de la Energía ha dejado entender ante el Congreso que se evaluará la política desarrollada por las anteriores administraciones por lo que previsiblemente este proyecto sufrirá modificaciones.

. En Francia se continúa trabajando en línea con la decisión tomada en 1999 por el Gobierno, en el marco de la Ley de Investigación de 1991, de construir dos laboratorios subterráneos de experimentación el país como potenciales lugares para el almacenamiento definitivo. Ya se han iniciado los trabajos de construcción del primer laboratorio subterráneo en la zona de sedimentos arcillosos de Bure, en tanto que está pendiente la elección de un emplazamiento en una formación granítica. En el año 2006 se aprobó una ley que recoge los resultados de las numerosas investigaciones desarrolladas durante los 15 últimos años en las tres líneas establecidas en la ley sobre la materia de 1991 (Separación y Transmutación, AGP y almacenamiento a largo plazo en superficie).

En relación con la primera, hay todavía demasiados asuntos desconocidos, esperándose que si se alcanza el nivel industrial, se produzca después del año 2050. Para el AGP la agencia francesa deresiduos prevé proponer al Gobierno en 2012 un emplazamiento candidato. También se han propuesto diseños completos, con el fin de que esté operativo el año 2025. En relación con el almacenamiento temporal a largo plazo se está demostrando la durabilidad de los contenedores de encapsulado necesarios para el almacenamiento en estas condiciones.

. En Finlandia la “decisión en principio” designando como emplazamiento candidato para albergar el AGP en la localidad de Olkiluoto, municipio de Eurajoki, fue aprobada por las autoridades nacionales involucradas y por el municipio. En mayo de 2002 el Parlamento ratificó dicha decisión, empezándose a partir de esta fecha los trabajos de caracterización del emplazamiento, por parte de la agencia POSIVA. De acuerdo con los planes previstos, la fecha de inicio de las operaciones de las instalaciones de almacenamiento definitivo sería el 2020.

En el verano de 2004 se inició la construcción del túnel de la instalación ONKALO nombre del laboratorio subterráneo de caracterización cuya finalización se prevé para 2010.

. En Suecia, la agencia de residuos SKB presentó al Gobierno un programa para el desarrollo de investigaciones geológicas de detalle en 4 municipios candidatos, dos de los cuales han autorizado formalmente, en los primeros meses del año 2002, la continuación de los trabajos de investigación in situ. Tal como estaba previsto en el año 2009 se ha designado el emplazamiento (Osthamar) de la instalación, que iniciaría su operación hacia 2020.

. En Alemania se llegó a un acuerdo o “consenso nuclear”, entre el gobierno federal y las empresas eléctricas, mediante el cual se abrió un proceso de tres años de duración para la búsqueda de emplazamientos para un AGP, abandonando por un periodo de 5 a 10 años los trabajos en Gorleben, hasta esa fecha el único emplazamiento candidato.

. En Japón, por otra parte, se aprobó una ley en la que se establece la agencia responsable de la gestión final de los residuos de alta actividad (NUMO), el esquema de financiación y el proceso para la búsqueda y selección de emplazamientos para un AGP. NUMO ha lanzado un programa de actividades para llegar a construir un laboratorio subterráneo de tercera generación, sobre la base de voluntariedad de municipios.

Las previsiones del programa son comenzar las investigaciones en detalle en el 2012 en dos emplazamientos y, de este modo, seleccionar en el año 2025 el emplazamiento candidato.

. En el Reino Unido, el Gobierno, en respuesta al informe del Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de los Lores, anunció un proceso de consulta, iniciado en el año 2000, en el cual se incluían todas las opciones de gestión de residuos radiactivo.

La constitución en 2003 del Comité independiente (CORWM) ha establecido un nuevo hito en el proceso. COWRM presentó en julio de 2006 sus 15 recomendaciones al Gobierno, entre las cuales cabe señalar la consideración como mayor opción de gestión el AGP, incluyendo un programa de almacenamiento intermedio, un proceso de decisión paso a paso y la participación, bajo el principio de voluntariedad, de las comunidades en el proceso de selección de emplazamientos. Unos meses después el Gobierno anunció en el Parlamento la aceptación de todas las recomendaciones formuladas.

. En Canadá, el Gobierno constituyó, por ley, la agencia NWMO en 2002, como responsable de llevar a cabo un proceso para la definición de una estrategia para el programa de gestión del CG/RAA. A finales de 2005 NWMO remitió un estudio de opciones para su gestión definitiva, con las tres opciones listadas en la Ley (Almacenamiento a largo plazo en las centrales, almacenamiento centralizado en superficie y almacenamiento geológico profundo) y desarrollando una cuarta basada en una combinación de las anteriores más un proceso de “Gestión Adaptativa por Etapas”.

La única instalación en funcionamiento en el mundo para el almacenamiento definitivo de RAA es la americana WIPP en sal (Nuevo Méjico), construida por el DOE para el almacenamiento de residuos transuránidos procedentes fundamentalmente del programa de defensa americano. En la actualidad se ha acometido una fase de un período de 5 años de prueba con residuos reales para demostrar la seguridad de dicha instalación.

Un aspecto importante a destacar a la hora de repasar la situación internacional respecto a la gestión del combustible gastado y los residuos alta, son las políticas que los diferentes países han ido estableciendo en cuanto a ayudas socioeconómicas a las zonas donde se van a situar los emplazamientos de las instalaciones de almacenamiento centralizado de combustible gastado. Así en países como EE.UU o Francia se establecen por ley tales ayudas, e incluso, en el caso francés, para los departamentos donde se construyan los 2 laboratorios subterráneos previstos en su legislación.

Otros países como es el caso de Alemania o Suecia no contemplan ayudas económicas directas, pero sí prevén inversiones en infraestructuras en las zonas designadas. En el caso de Suiza, se deja abierta la posibilidad a la negociación entre las partes interesadas, solución que ha dado ya sus frutos para el caso de la instalación de almacenamiento temporal de combustible.

Por último, hay que señalar que la problemática social y política asociada a la gestión del combustible gastado y los residuos de alta actividad, unido al desarrollo tecnológico, ha reactivado en los últimos años la investigación en nuevas tecnologías de disminución de la actividad y el volumen de dichos residuos, como la partición y transmutación de actínidos, si bien estas tecnologías no evitarán la necesidad de disponer de un AGP, ya que siempre existirán residuos de alta actividad y larga vida al no ser posible una separación total de los actínidos y productos de fisión.

En relación al tema de la clausura de centrales nucleares, las posibilidades existentes se encuadran en los denominados Niveles 1, 2 y 3 cuya significación de forma resumida, es la siguiente:

Nivel 1: Define el período inmediatamente posterior a la parada final de una central nuclear y cubre el proceso de dejar la planta en condiciones seguras, retirar el combustible gastado, los residuos de operación y aquellos edificios auxiliares que no se necesiten en adelante.

Nivel 2: Tiene el objeto de desmantelar los edificios y plantas exteriores al blindaje biológico. Los residuos radiactivos resultantes se almacenan fuera del emplazamiento y el reactor se sella hasta que comience el Nivel3.

Nivel 3: Comprende la retirada del reactor de una central nuclear con su blindaje biológico y rehabilitación final del emplazamiento, dejándolo en condiciones seguras para un futuro uso.

La experiencia internacional habida en el desmantelamiento de CC.NN puede resumirse en las siguientes conclusiones:

- Están en fase de ejecución un amplio número de desmantelamientos totales de reactores comerciales.
- Las tecnologías y métodos para abordar el desmantelamiento de cualquier componente o zona de una central están disponibles y han sido probadas satisfactoriamente en diversos proyectos.

Las estrategias en cada caso están influenciadas por condiciones específicas (País-central-propietario-emplazamiento). En el caso de las centrales que no comparten el emplazamiento con otras unidades, la tendencia a alcanzar a corto plazo el desmantelamiento total es mucho mayor que en el caso de centrales que si lo comparten.