

La gestión de los residuos radiactivos en España

enresa

Por: Antonio Colino Martínez
Presidente de Enresa



Antonio Colino, nació en Madrid en 1946, es Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (UPM), Ingeniero Eléctrico Nuclear (EE.UU.), Diplomado en Dirección General de Empresas (EOI) y en Tecnología Energética (UPM).

Inició su carrera profesional en Bechtel Power Corporation en EE.UU. en los departamentos de centrales de generación eléctrica, pasando posteriormente a ENHER del Grupo ENDESA para el Proyecto de la Central Nuclear de Vandellós II. A continuación trabajó en ENDESA ocupando diferentes puestos, siendo el último cargo el de Director de los Proyectos de Centrales Nucleares Avanzadas.

En 1996 fue nombrado Presidente Ejecutivo de ENRESA. Fue el primer Presidente de la Asociación Internacional para la Gestión Medioambiental y

Segura de Materiales Radiactivos (EDRAM). Es Consejero del CIEMAT, miembro del Grupo Asesor Externo sobre Energía de la Comisión Europea y miembro del Grupo Asesor Permanente de Energía Nuclear del Organismo Internacional de Energía Atómica de la ONU.

Ha sido condecorado con la Encomienda de Número de la Orden de Isabel La Católica. Es, también, Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

TODAS LAS ACTIVIDADES INDUSTRIALES, Y CONCRETAMENTE LAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA, GENERAN SIEMPRE RESIDUOS. ÉSTOS 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. Cada año se generan en España casi 20 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, unos 500 kgs. por persona. Pero más preocupantes son los casi cuatro millones de toneladas de residuos peligrosos 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 2.000 t de los denominados baja y media actividad, y de 160 t de combustible gastado, es decir, cifras muy pequeñas con respecto a las anteriores

España es uno de los trece países de la Unión Europea que cuenta con centrales nucleares. En el mundo, son 31 los países que generan energía eléctrica a partir de la fisión del átomo. Actualmente, un total de 440 reactores están en operación. Estados Unidos, con 104 centrales nucleares, Francia con 59 y Japón con 54, son algunas de las naciones con mayor potencia eléctrica de origen nuclear.

Tras el cierre de la central de Vandellós I, España mantiene nueve reactores nucleares en funcionamiento que generan el 25% de la producción eléctrica - en Europa, las centrales nucleares producen el 35 % de la energía-.

RESIDUO RADIATIVO

Se define residuo radiactivo a cualquier material o producto de desecho para el que no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado por radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por las autoridades competentes.


Básicamente existen dos tipos de residuos radiactivos: los de baja y media radiactividad, de una vida radiactiva menor, y los de alta actividad, que tienen mayor radiactividad y una vida media de miles de años. Cada uno de estos tipos presenta problemáticas que requieren soluciones diferentes.

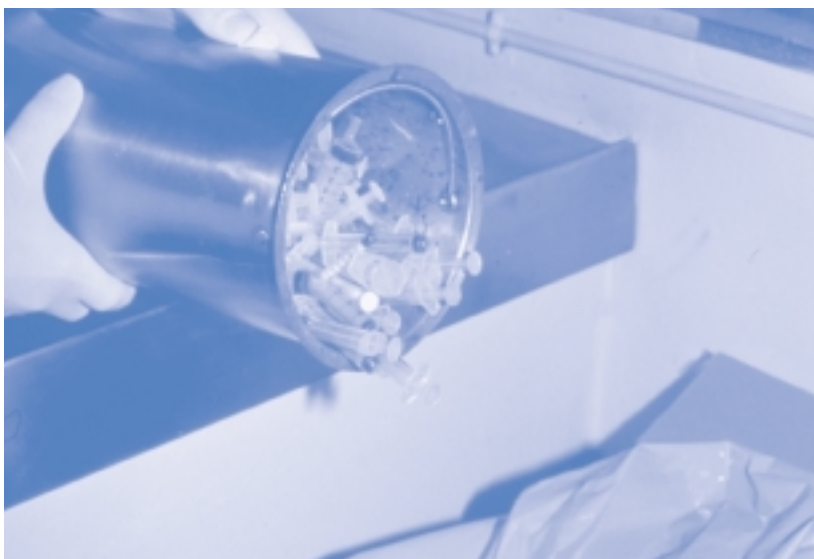
Los residuos de baja y media actividad, tienen un origen diverso. Básicamente, se producen en las centrales nucleares, en hospitales, en centros de investigación y en instalaciones industriales que utilizan fuentes radiactivas, y suponen aproximadamente el 95% de volumen total de los residuos radiactivos que se generan. Se trata de líquidos inmovilizados en cemento, herramientas y materiales de operación utilizados en determinadas

zonas de las centrales nucleares; jeringuillas, guantes y material médico diverso empleado en las unidades de medicina nuclear y radioterapia en hospitales; y otros materiales residuales contaminados procedentes de ensayos en laboratorios de investigación.

Por otra parte, y mientras no se decida su transformación química y/o nuclear, los residuos de alta actividad están constituidos, fundamentalmente, por el combustible gastado de las centrales nucleares. Físicamente estos combustibles son unas barras metálicas de 4 m de longitud, por lo que se trata de residuos en estado sólido. Estas barras se almacenan inicialmente en piscinas dentro de las propias centrales. El agua de la piscina facilita su manejo y proporciona el blindaje y la refrigeración necesarios para que no tengan efecto sobre las personas y el medio ambiente.

ENRESA, UNA EMPRESA PÚBLICA

La gestión integral de los residuos radiactivos en España corre a cargo de la Empresa 



Retirada de jeringuillas.

Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA), creada en 1984 por una resolución del Congreso de los Diputados.

ENRESA es una empresa pública, creada con capital estatal, que presta un servicio público por decisión expresa del Parlamento. Su misión es recoger, acondicionar y almacenar todos los residuos radiactivos que se producen en nuestro país. No realiza sus actividades con fines de lucro, tampoco genera residuos radiactivos, ni gestiona centrales nucleares ni hospitales.

Las actividades de ENRESA son controladas por el Gobierno, que aprueba el Plan General de Residuos Radiactivos, documento que recoge y define las actividades de la empresa, y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), organismo regulador independiente que reporta directamente al Parlamento. Adicionalmente, las actividades de ENRESA están sometidas al control de otros organismos de carácter estatal, autonómico y local, de acuerdo con la normativa vigente.

Todos los residuos radiactivos se encuentran perfectamente inventariados. Se conoce con exactitud dónde y quién los genera. Existe además una normativa que obliga a los productores al cumplimiento de unas especificaciones concretas.



Contenedores en el ATI de Trillo.

ENRESA dispone de un programa de I+D plasmado en planes cuatrienales, que se realizan en coordinación con los Programas Marco de la Unión Europea, el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) y la Agencia Nuclear de la OCDE (NEA). En la actualidad está en marcha el Plan de I+D 2004-2008, que cuenta con un presupuesto total de 30 millones de euros. Cerca del 93% de este presupuesto se reparte entre las diversas líneas de investigación relativas a la gestión de los residuos de alta actividad, el resto se dedica a otras líneas de gestión de residuos de baja y media actividad, así como al desmantelamiento de instalaciones nucleares.

Esta cifra se refiere sólo a la aportación de ENRESA, que representa en torno al 50% del coste total de los proyectos. El porcentaje restante corresponde a las aportaciones de la Unión Europea y otros participantes españoles y extranjeros, con lo que puede afirmarse que la inversión de ENRESA en I+D duplica la eficacia de sus resultados al aprovechar el esfuerzo inversor de otras entidades en sus mismas líneas de desarrollo.

RESIDUOS RADIATIVOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

La retirada, tratamiento y acondicionamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad procedentes de centrales nucleares, hospitales, laboratorios y centros de investigación constituye un proceso tecnológicamente resuelto y en España esta plenamente operativo. ENRESA dispone de un sistema de gestión completo que finaliza en el centro de almacenamiento de El Cabril (Córdoba), una instalación que se halla entre las más avanzadas del mundo.



Vista aérea de El Cabril (Córdoba).

Anualmente se producen en España unos 1.000 m³ (2.000 t) de residuos radiactivos de baja y media actividad, la mayor parte de ellos en las centrales nucleares. Estos residuos están constituidos, fundamentalmente, por líquidos y otros productos solidificados en hormigón, herramientas, materiales de operación, trapos de limpieza, filtros, jeringuillas, guantes, envases y otros materiales contaminados por haber estado en contacto con sustancias radiactivas.

Una buena gestión de estos residuos se inicia con reducir su producción, y sigue con su clasificación por tipos y su acondicionamiento en función de sus características. Gestionar los residuos radiactivos supone unos costes importantes, por ello es responsabilidad de ENRESA y de los productores reducir su volumen al mínimo. Desde su creación, ENRESA viene trabajando con los productores de residuos para que el volumen que se genera sea el menor posible.



De acuerdo con el primer Plan General de Residuos Radiactivos de 1987 se preveía generar 98.000 m³ de residuos de baja y media actividad durante la vida de operación de las centrales nucleares. En la actualidad la previsión de generación total -esto es, lo generado más lo que se va a producir- no supera los 40.000 m³. Se ha conseguido reducir en un 60% la previsión inicial, estudiando cómo tratar de manera independiente los distintos tipos de residuos y optimizando su volumen para que sea el menor posible.

CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE EL CABRIL

Desde la puesta en marcha de la instalación de El Cabril, se han depositado en sus celdas de almacenamiento más de 22.000 m³ de residuos radiactivos de baja y media actividad acondicionados.



Vista general de las instalaciones de El Cabril.

Las actuales instalaciones de El Cabril, que se pusieron en marcha en 1992, constituyen uno de los centros de almacenamiento de residuos de baja y media actividad más modernos del mundo y su sistema de tratamiento está totalmente automatizado. El modo de almacenamiento de este tipo de residuos radiactivos se basa en interponer barreras sólidas y duraderas entre ellos y el medio ambiente, de forma que estén confinados durante el tiempo suficiente hasta que su actividad decaiga a niveles inocuos.

Camión de transporte de residuos de baja y media actividad.



Contenedor de jeringuillas y bolsas de retirada de residuos hospitalarios.

Cuando un transporte de residuos llega al centro, todas las operaciones de descarga se realizan por control remoto desde la sala de control, mediante puentes-grúa que descargan los bidones. Parte de estos bultos, se someten a

Descarga de RBMA de un camión.

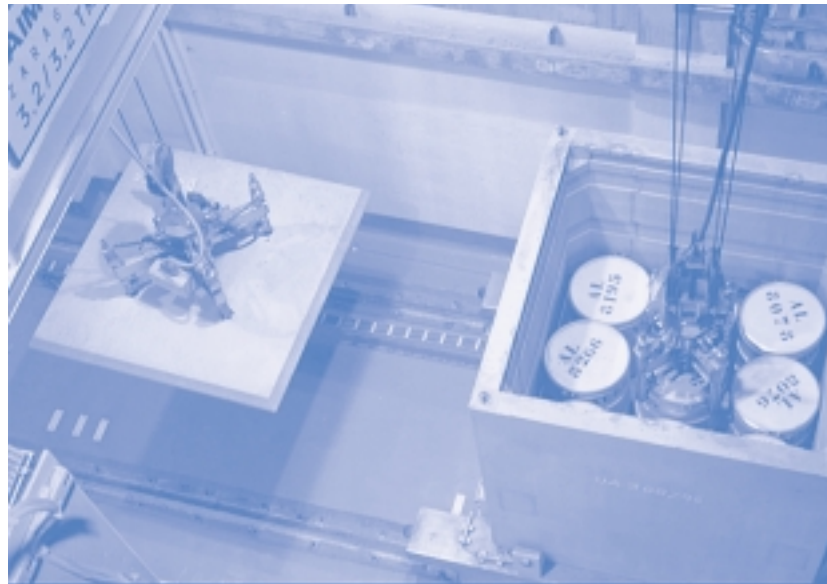


compactación para reducir su volumen. Los bidones se introducen en contenedores en forma de cubo de dos metros de lado que tienen capacidad para 18 bidones. Estos contenedores, que se fabrican en El Cabril, están hechos de hormigón armado de alta calidad. Una vez lleno el contenedor, se inmoviliza su contenido mediante inyección de mortero, de manera que forme un bloque compacto. Más tarde, estos contenedores son trasladados a unas celdas donde quedarán definitivamente almacenados.

Durante la fase de llenado, la celda se cubre con un techado móvil que protege a los contenedores del agua de lluvia. Este techado alberga un puente grúa de 32 toneladas de capacidad para el manejo de los contenedores que es operado desde



Carga de bidones en un contenedor de almacenamiento.



Carga de bultos en una unidad de almacenamiento.

Las celdas de almacenamiento disponen de paredes de hormigón armado de medio metro de espesor y su suelo forma una leve pendiente hacia el centro para que el agua, en el hipotético caso de entrar en la celda, se drene con facilidad hacia un desagüe dispuesto en su parte inferior que se canaliza hasta un depósito de control.

En total, El Cabril dispone de 28 celdas de almacenamiento situadas sobre dos plataformas de hormigón de 16 y 12 celdas respectivamente, cada celda tiene 10 metros de altura, con una base cuadrada de unos 20 m de lado, y con capacidad para albergar 320 contenedores cada una de ellas.

la sala de control situada en el edificio de acondicionamiento. Una vez llena, se cubre con una losa de cierre superior de hormigón armado. Finalmente, el conjunto es impermeabilizado con una cobertura sintética y el techado móvil se traslada a la siguiente celda.

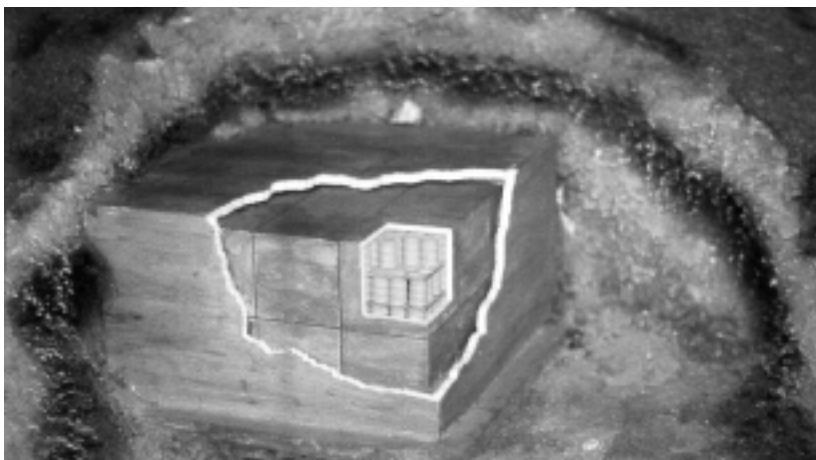


Contenedores almacenados en una celda.



Vista aérea plataforma norte de El Cabril.

Al finalizar el período de explotación de El Cabril, se procederá a cubrir el conjunto con una cobertura definitiva formada por varias capas alternas de materiales drenantes e impermeabilizantes. Finalmente, el conjunto se cubrirá con tierra vegetal y se integrará en el paisaje mediante la plantación de especies autóctonas. A partir de este momento, y por un espacio máximo de 300 años, se pondrá en marcha un programa de control y vigilancia. Antes de que concluya ese período de tiempo, la radiactividad contenida habrá disminuido a los niveles del entorno natural. Además, toda la zona de almacenamiento está diseñada para soportar terremotos de muy alta intensidad, de grado 7,5 en la escala Richter.



Concepto almacenamiento.


Con todas estas barreras interpuestas, se trata de impedir al máximo el contacto del agua con los residuos. De este modo, por ejemplo, el agua procedente de las precipitaciones debería traspasar múltiples barreras: varios metros de capas de cobertura impermeables y 10 metros de estructuras de hormigón. Pero, en el remoto caso de que una gota de agua lograra llegar al fondo de alguna de las celdas de almacenamiento, ésta sería recogida a través del sumidero de las celdas, que se comunica con una red de control de infiltraciones instalada en unas galerías de inspección situadas bajo las estructuras de almacenamiento. Cada uno de los 28 sumideros -que se corresponden con el número de celdas- está conectado a un botellón transparente y a dicha red, que conduce a un depósito de retención.

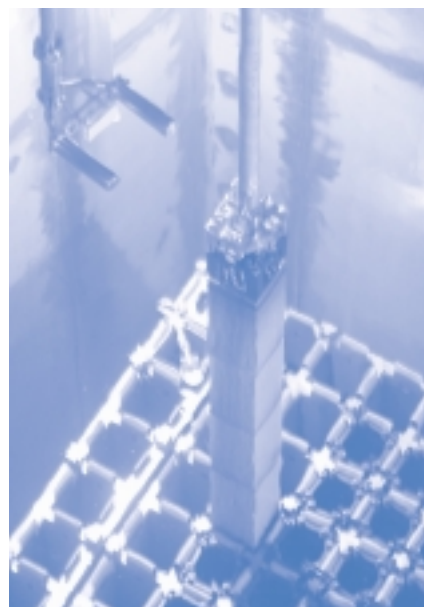
Estos botellones transparentes permitirán detectar a largo plazo, por simple inspección visual, cualquier posible infiltración y conocer en cuál de las estructuras se ha producido. Si se detectase presencia de agua, se procedería a tomar una muestra y analizarla. Si se detecta algún tipo de contaminación, este agua se llevaría a un depósito de control para su tratamiento posterior, ya que la instalación debe cumplir la condición de vertido radiactivo nulo.

La hipotética presencia de agua en algún drenaje, implicaría la existencia de alguna fisura en la celda correspondiente, que habría que reparar. Para ello, accediendo a ella desde la parte superior, se

extraerían los contenedores de almacenamiento, que son incluso susceptibles de ser transportados a otro centro si fuera necesario. Una vez reparadas las fisuras, se pueden reintroducir los contenedores restableciendo las condiciones normales de almacenamiento.

COMBUSTIBLE GASTADO

El combustible gastado de las centrales nucleares, en ausencia de tratamientos posteriores, constituye la práctica totalidad de los residuos radiactivos de alta actividad que se generan en España. Está formado por conjuntos de barras metálicas de unos 4 metros de longitud y unos 25 centímetros de lado de malla; en el interior de las barras se alojan unas pequeñas pastillas de dióxido de uranio. Una vez agotada su capacidad de producir energía, las barras de combustible son extraídas del reactor e introducidas en la piscina de la central. El agua de la piscina proporciona el blindaje y la refrigeración necesaria. 



Extracción de un elemento de combustible gastado.

Los nueve reactores nucleares españoles producen anualmente unos 240 m³ (160 t) de combustible gastado, volumen unas 2.500 veces inferior al de los residuos peligrosos producidos durante un año. En total, desde la puesta en marcha del parque nuclear español, las centrales nucleares han generado unos 4.600 m³ (3.100 t) de este tipo de residuos.

Cuando se habla de la gestión del combustible gastado, es fundamental distinguir entre la gestión temporal y la gestión definitiva del mismo. En cuanto a la primera, ENRESA ha acometido dos líneas de actuación, que pueden considerarse claves, porque permiten que los programas científicos destinados a su gestión definitiva cuenten con el grado de desarrollo exigible tanto en España como en el ámbito internacional.

Por una parte, se ha incrementado la capacidad de almacenamiento de las piscinas de las centrales nucleares mediante el cambio de sus bastidores. Por otra, se dispone de contenedores metálicos para transporte y almacenamiento de combustible gastado, que permitirá su almacenamiento temporal en superficie y en seco, aprobados por las autoridades españolas (Consejo de Seguridad Nuclear y el Gobierno).

Estos contenedores, fruto de la investigación conjunta de ENRESA, otras ingenierías españolas y una empresa norteamericana, tienen licencia en Estados Unidos para almacenar combustible gastado durante varias decenas de años. Contenedores de características similares llevan ya un tiempo en funcionamiento en centrales nucleares de varios países. Cada contenedor, de 125 toneladas de peso, tiene capacidad para almacenar más de 20 elementos combustibles. Estos contenedores pueden situarse dentro de cada central o bien en un emplazamiento centralizado.

En cuanto a la gestión definitiva del combustible gastado, ENRESA, al igual que la mayoría de los países con programas nucleares, tiene abiertas las líneas de investigación pertinentes. Con los conocimientos actuales, la línea de investigación más desarrollada en el ámbito internacional es la del Almacenamiento Geológico Profundo (AGP). Este sistema se basa en el confinamiento del combustible gastado en formaciones estables a gran profundidad, entre los 600 y 1.000 metros.

Con el fin de comprobar la viabilidad de esta opción en España, desde 1986 hasta 1996, se realizaron estudios geológicos sistemáticos por toda la geografía española, siguiendo, fundamentalmente, tres tipos de formaciones: granito, sal y arcilla. En estos años se verificó el potencial de la geología del territorio nacional por si en un futuro nuestra sociedad considera que el almacenamiento geológico es el mejor sistema para confinar los residuos de alta actividad. De los estudios anteriores se desprende que, en principio, existe un gran número de formaciones geológicas en nuestra geografía que reúnen las condiciones técnicas adecuadas para albergar un AGP.

Asimismo, ENRESA está desarrollando un amplio programa de investigación y desarrollo para disponer de las tecnologías necesarias para diseñar, construir y evaluar la seguridad de un AGP. Este programa se realiza en estrecha colaboración con la Unión Europea, con los países avanzados en la materia y de acuerdo con las recomendaciones de la NEA/OCDE y la Organización

Internacional para la Energía Atómica (OIEA). En él están involucrados unos 350 científicos españoles, pertenecientes a diversas universidades y centros de investigación.

Ahora bien, desde hace años se viene trabajando en nuevas tecnologías para el tratamiento de los residuos de alta actividad. Estas tecnologías consisten en la separación y transmutación, cuyo objetivo es convertir, mediante reacciones nucleares, los residuos de larga vida en sustancias de menor actividad y duración.

Recientemente, con el desarrollo alcanzado por la tecnología nuclear, ha vuelto a manifestarse renovado interés en reanalizar su viabilidad, principalmente en EE.UU., la Unión Europea y Japón. Nuevos avances tecnológicos, como la mejora de los aceleradores, permiten concebir algunos dispositivos que podrían mejorar el rendimiento de transmutación.

Todas las ideas anteriores están siendo valoradas por la mayoría de los países con programas nucleares y han suscitado interés en la Unión Europea y en la NEA/OCDE. Sin embargo, a corto y medio plazo no parece posible eliminar totalmente los residuos de alta actividad mediante la transmutación, es decir, sería necesaria la instalación de un AGP, aunque de menor tamaño ya que se reduciría considerablemente el volumen y la toxicidad de los residuos.

El Gobierno de la nación ha establecido en el V PGRR la fecha de 2010 para tomar la decisión final sobre la tecnología que se aplicará en España. ❖