Francia: Experiencias y planes

De montículos y monolitos a la exploración a mayor profundidad

por J.J. Lefèvre

La experiencia acumulada por Francia durante más de cuarenta años mediante un amplio programa nucleoeléctrico le ha permitido elaborar una política integral consecuente de gestión de desechos. En ella se incluyen aspectos relativos a las normas y reglamentos, la salud y la seguridad a corto y largo plazos, la tecnología (desde el diseño de la instalación hasta la clausura), y el acondicionamiento, el transporte y la evacuación de desechos.

La estructura: ¿quién hace qué?

En Francia, el Gobierno es el responsable del esbozo general de la política de gestión de desechos, las normas, los reglamentos y el control nacionales, así como de autorizar y conceder licencias a las instalaciones nucleares. (En estos momentos, el Ministerio de Redespliegue Industrial y Comercio Exterior es el órgano en que recae la responsabilidad principal al respecto.) El Commissariat à l'énergie atomique (CEA) presenta al Gobierno la propuesta de políticas de gestión de desechos para su aprobación.

Los propios generadores de desechos son los principales encargados de la gestión de desechos a corto plazo, incluido el almacenamiento provisional en el emplazamiento en que se generan. La evacuación de desechos a largo plazo es responsabilidad de un organismo especializado: la Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), creada por el Gobierno en 1978 como parte del CEA.

Las funciones de la ANDRA incluyen:

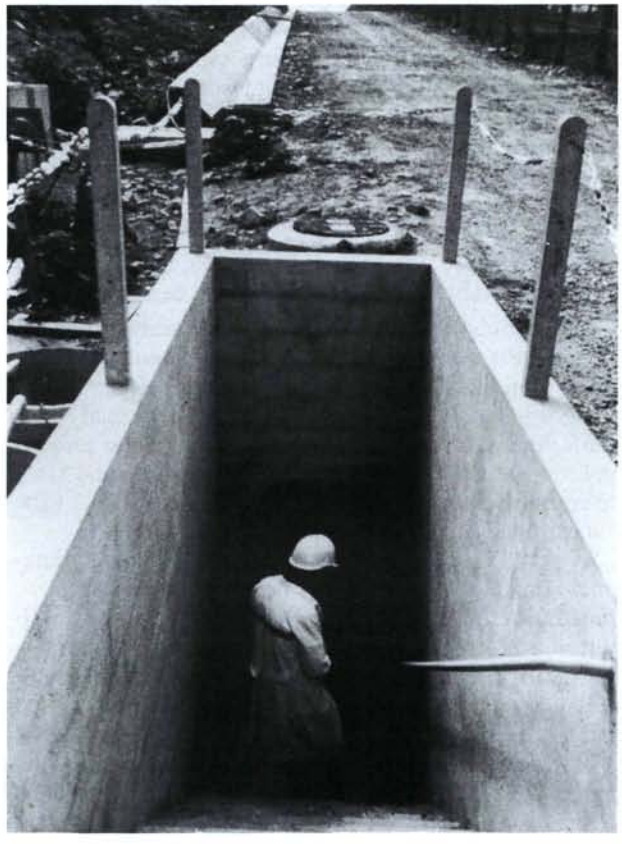
- Seleccionar e instalar los emplazamientos de evacuación a largo plazo y realizar su gestión;
- Definir las condiciones que debe reunir (para garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por el Estado) el sistema de barreras entre los desechos y el medio ambiente;
- Asegurar la garantía de la calidad y el control en los emplazamientos de producción, tratamiento, acondicionamiento y evacuación (además de las inspecciones y los controles acostumbrados a cargo de las autoridades de regulación especializadas);
- Pronosticar los volúmenes de desechos que se generarán a fin de garantizar la programación oportuna de los emplazamientos destinados a su evacuación.

El financiamiento de la ANDRA corre a cargo de los generadores de desechos sobre la base de los costos, según el volumen y la naturaleza de los desechos producidos. El financiamiento previo de los emplazamientos de evacuación futuros también está a cargo de los generadores de desechos, teniendo en cuenta los pronósticos sobre la producción futura. Entre los generadores de desechos se encuentran las centrales nucleares de Electricité de France (que son las que generan el mayor volumen); la Cogéma, compañía subsidiaria del CEA para el ciclo del combustible; los centros de investigaciones militares y civiles del CEA, así como los diversos generadores usuales, entre ellos, las universidades, los hospitales y la industria.*

En lo fundamental, las actividades de investigación y desarrollo son ejecutadas y financiadas por el CEA con alguna ayuda de la Comunidad Europea y los generadores de desechos (por conducto de la ANDRA). Los generadores de desechos, principalmente Electricité de France (EdF), realizan algunas investigaciones en sus laboratorios, del mismo modo que algunas universidades e institutos lo hacen en virtud de contratos con el CEA o con fondos propios.

* Cogéma es la Compagnie générale des matières nucléaires.

Entrada a la "galería de inspección" de un monolito provisto de un sistema de captación y drenaje de aguas.



El Sr. Lefèvre está a cargo de la Dirección de Desechos Radiactivos de la CEA, París. (Todas las fotos son cortesía de la CEA.)

La transferencia de tecnología del CEA a la industria se asegura mediante los proveedores de equipo y servicios, en su mayoría subsidiarias del CEA o de EdF, que también realizan algunas investigaciones por su cuenta.

Política de gestión de desechos

La política de gestión de desechos quedó definida en un programa elaborado por el CEA, aprobado por el Gobierno y publicado en 1984. Los desechos radiactivos han sido divididos en tres categorías, atendiendo al problema tecnológico que plantean los niveles de radiactividad y al problema de la protección de la salud que imponen los riesgos potenciales a largo plazo.

La política aprobada está encaminada a garantizar que los desechos se aislen totalmente del medio ambiente a corto plazo (los primeros siglos). Esto se logra mediante el empleo de barreras sucesivas: la forma de desecho y el embalaje, el emplazamiento de evacuación y las barreras tecnológicas. En el caso de los desechos de período largo, ese período de aislamiento, que sólo puede garantizarse por un tiempo determinado, va seguido del transporte retardado y de la dilución de los radionucleidos restantes a través de la barrera geológica natural.

En otras palabras, los desechos de período corto pueden evacuarse en emplazamientos situados en la superficie o a poca profundidad, siempre y cuando se garantice la contención total hasta que la desintegración radiactiva haya reducido a niveles aceptables los riesgos potenciales. Esa estipulación limita la cantidad total de actividad de período corto y largo que puede admitir cada emplazamiento, así como el contenido (de emisores de período largo o alfa) de cada bulto. Todos los demás desechos que estén por encima de ese límite de alfa deberán estar protegidos además por una barrera natural suficientemente estable y eficaz, como las formaciones geológicas profundas, a fin de reducir a niveles aceptables la radiactividad que podría llegar a las personas en un futuro lejano.

Montículos y monolitos para los desechos de actividad baja e intermedia

Se han establecido tres categorías de desechos:

- *Categoría A.* Abarca los desechos de actividad baja e intermedia que contienen fundamentalmente emisores beta y gamma con una vida media que no exceda los 30 años y con un contenido de emisores alfa igual o inferior a 0,01 curio por tonelada (Ci/t) como promedio en todo el emplazamiento. (El contenido máximo de emisores alfa de cada bulto no debe exceder 0,1 Ci/t. Esa cantidad puede elevarse, según los casos, hasta 0,5 Ci/t). En esos límites se tienen en cuenta la desintegración radiactiva de emisores beta de período corto y medio a emisores alfa de período largo (tales como el plutonio 241, el americio 241 y el neptunio 237). Por tanto, se computan con vistas al final del período de vigilancia, trescientos años después del cierre del emplazamiento. Esos límites se han establecido sobre la base de escenarios hipotéticos de riesgo máximo creíble a largo plazo, entre los que figuran la construcción de una vía importante a través del emplazamiento abandonado (con la correspondiente exposición del equipo de trabajo), o la construcción de viviendas sobre el emplazamiento (incluidos patios de recreo para niños) y la consiguiente exposición del público. Los límites de exposición aceptable son los recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) para toda la vida de un individuo.

Las formas de desechos pueden ser lechada de cemento, betún, resinas poliméricas o formas combinadas. Las barreras tecnológicas en el emplazamiento creadas por la ANDRA son el concepto técnicamente conocido del túmulo o montículo y el monolito. Los desechos de período corto y una radiactividad relativamente alta, o cuyo embalaje no proporcione por sí solo una contención adecuada, se bajan a compartimientos de hormigón. Sobre cada capa se vierte cemento y la última capa se cubre con acero a modo de refuerzo. Los compartimientos totalmente llenos y cementados constituyen los monolitos. Estos se construyen en parejas, separados por una brecha de dos metros para dar cabida a bultos radiactivos. Toda la estructura descansa sobre una capa de hormigón, con un sistema de drenaje incorporado que recoge por gravedad cualquier filtración de agua o lluvia.

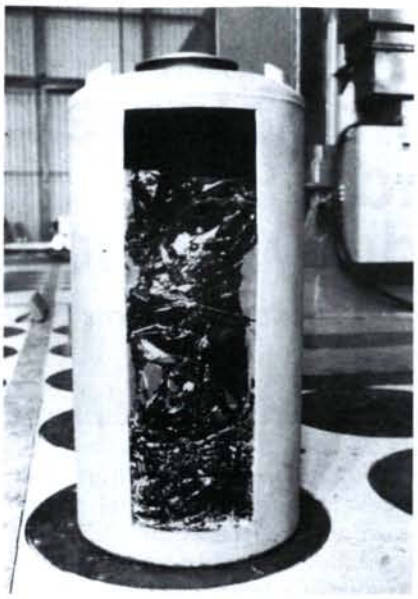
Los desechos que tienen muy baja radiactividad y están acondicionados convenientemente se colocan sobre la plataforma superior de los monolitos. En los bordes de la plataforma y sobre ella se colocan contenedores de hormigón con desechos, a fin de hacer compartimientos destinados a albergar bidones menos resistentes. Sobre toda la pila se vierte material de relleno y, por último, se cubre con una capa de arcilla. También en este caso, un sistema recoge toda la lluvia o el agua que pueda infiltrarse. La pila constituye el túmulo o montículo, que luego se cubre con capa vegetal y vegetación.

El único emplazamiento de evacuación de desechos de este tipo que existe ha estado en explotación durante los últimos 16 años en la parte noroccidental de Francia, cerca de la planta de reelaboración de La Hague. En pocos años se habrá llenado completamente (400 000 metros cúbicos). Para el año 2000 se espera que el volumen total de los desechos de la categoría A alcance unos 800 000 metros cúbicos.

Los desechos transuránicos

El segundo grupo de desechos es:

- *Categoría B.* Consiste en desechos transuránicos que proceden principalmente de las actividades de reelaboración, y otros desechos que se derivan de la investigación y de actividades militares. Se ha hecho y se sigue haciendo un gran esfuerzo por reducir la cantidad de esos desechos mediante la clasificación, la separación y el reciclaje, y combinándolos o acentuando la reducción volumétrica mediante incineración, trituración o lixiviación, por ejemplo. Dado que todos los desechos transuránicos están incorporados en lechada de cemento, resinas poliméricas, betún, o matrices combinadas, se colocan en almacenamientos provisionales hasta que sea posible evacuarlos en formaciones geológicas profundas. Se espera que en el año 2000 el volumen de este tipo de desechos alcance de 60 000 a 80 000 metros cúbicos.



Maqueta de un recipiente para vidrio en la nave de almacenamiento de la planta de vitrificación AVM de Marcoule.

Capa inferior de un monolito en el emplazamiento de evacuación de La Manche: las paredes están reforzadas y se deja espacio para la lechada de hormigón.

Interior de la celda de vitrificación de la instalación R7, que se construye en la planta de reelaboración de la Cogéma en La Hague.

Desechos de alta actividad

El tercer grupo es:

• *Categoría C.* Se trata de desechos de alta actividad (DAA), es decir, desechos líquidos generados en los procesos de reelaboración que tienen un elevadísimo nivel de radiactividad. La política que se sigue con este tipo de desecho es la vitrificación, como se ha venido haciendo desde 1978 en la central industrial AVM de Marcoule. El proceso de vitrificación AVM ha sido adoptado por British Nuclear Fuels para su planta de reelaboración de Thorp, en Sellafield. En 1985 se habían producido en Marcoule más de 1000 recipientes de acero con unas 400 toneladas de vidrio, lo que equivale a unas 12 000 toneladas de combustible.

Se construyen dos plantas más grandes para la vitrificación de DAA líquidos provenientes de la planta de reelaboración de combustible enriquecido de La Hague. (La primera, conocida como R7, estará lista para ensayos sin radiactividad en 1986.) Cada una de estas plantas contará con tres líneas de vitrificación de una capacidad individual de 50 litros por hora y una producción de 25 kilogramos de vidrio por hora. La capacidad total será suficiente para prestar servicio a las dos plantas de reelaboración, es decir, DAA líquidos provenientes de la reelaboración de 1600 toneladas de combustible de agua ligera al año. Cada una de las fases de ese proceso se ha ensayado en un prototipo (la AVH, una planta propuesta similar a la AVM) en Marcoule.

Actualmente las actividades de investigación están dirigidas a mejorar los conocimientos acerca del comportamiento a largo plazo del vidrio y su recipiente en condiciones de evacuación reales; mejorar la flexibilidad del proceso y mejorar la fiabilidad, con lo que se reduciría, por ejemplo, la cantidad de desechos secundarios.

Los recipientes con el vidrio se almacenarán para su refrigeración por un período mínimo probable de 30 años, lo que deja algún tiempo para preparar un emplazamiento de evacuación definitiva, aunque no mucho, puesto que es preciso conocer de antemano las condiciones de evacuación reales para optimizar todo el sistema de barreras.

Programa para los emplazamientos de evacuación

Dado que dentro de pocos años el emplazamiento de evacuación de desechos de baja actividad estará lleno, el Gobierno ha dado instrucciones a la ANDRA para que presente propuestas de dos nuevos emplazamientos para su aprobación, de manera que uno de los dos o ambos puedan ponerse en funcionamiento en 1990. El trabajo preliminar que el Buró de Minas (BRGM) realizó para la ANDRA permitió reducir la búsqueda a tres condados. Ya se ha identificado un lugar como probablemente idóneo y está en marcha el trabajo de cualificación. Esta empresa ha requerido una intensa campaña informativa de la ANDRA dirigida a todos los sectores de la población, comenzando por las autoridades locales y los medios de comunicación.

En lo que respecta a la evacuación de desechos en formaciones geológicas profundas, el Gobierno ha pedido al CEA que presente una propuesta de emplazamiento para un laboratorio subterráneo para fines de 1987. Se espera que el lugar reúna todas las condiciones necesarias para que sirva como repositorio. No se ha mencionado ningún tipo concreto de formación geológica: hay libertad para escoger formaciones salinas, de granito, de arcilla o de pizarra. En 1986 se dará a conocer el lugar donde se efectuarán los trabajos de exploración. Si los resultados de laboratorio demuestran que el lugar es inadecuado, se construirá otro laboratorio en otro emplazamiento que oportunamente se convertiría en un repositorio definitivo.

Aunque podría haber otras opciones, las líneas generales de la política de gestión de desechos de Francia están trazadas y ya en estos momentos se cuenta con la mayoría de las técnicas.