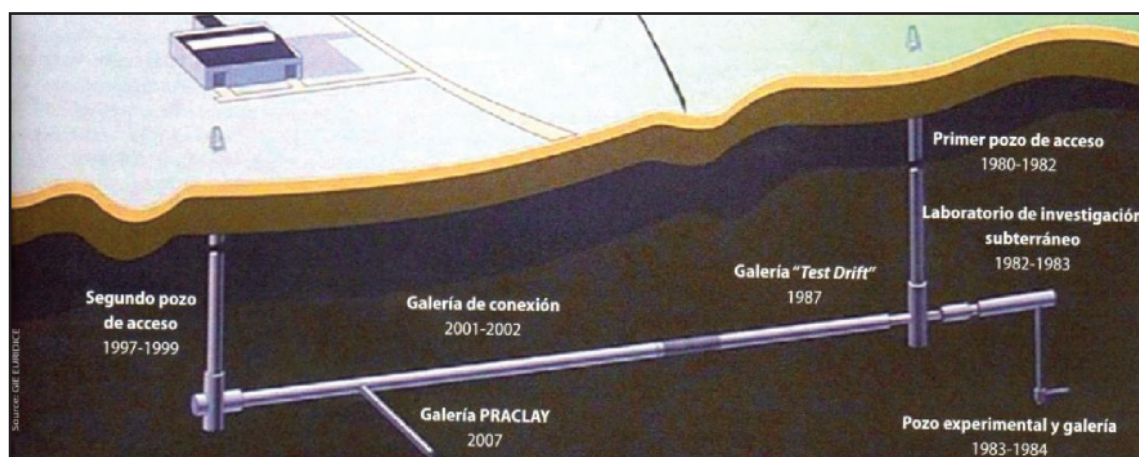


RESIDUOS NUCLEARES: ¿Un problema sin solución?

Ante la crisis energética y climática, la energía nuclear vuelve a ser el centro de las miradas. Sin embargo, no se puede hacer caso omiso al delicado problema de los residuos radioactivos, a pesar de la excelente rentabilidad energética de la fisión y de su bajo índice de emisión de CO₂. A continuación, presentamos el modelo belga como ejemplo característico de respuesta europea a dicho problema.

Fuente: Research*EU • Autor: Marie-Françoise Lefèvre



Laboratorio subterráneo HADES — (High-Activity Disposal Experiment Site) con sede en Mol (Bélgica), en el que se realizará el experimento PRACLAY este año.

Source: GIE EURIDICE

En el 2008, el Reino Unido decidió volver a recurrir a la energía nuclear defendiendo la construcción de nuevos reactores. Suecia se unió al movimiento en febrero de 2009, con la reanudación de su programa de energía nuclear, suspendido desde 1980. Siguiendo el mismo camino, Francia anunció la firma de un acuerdo con Italia, para construir allí cuatro centrales, sin que conllevara las protestas de la población. Según un sondeo *Eurobarómetro*, cerca del 44 % de los europeos se declaraban a favor de la energía nuclear en 2008, frente al 37 % en 2005. Es como si, hoy en día, la dependencia energética y el cambio climático fueran más tangibles que un hipotético accidente nuclear, y más inminentes que la gestión futura de los residuos nucleares.

Definiciones cambiantes

Según la *World Nuclear Association*, se construirán en el mundo unos 237 reactores nucleares de aquí al 2030. Por ello, la problemática de la gestión de los residuos está de plena actualidad, puesto que el 80 % de los mismos provienen de reactores. El 20 % restante proceden de las aplicaciones médicas (detección y tratamiento de enfermedades), el uso agrícola (eliminación de los gérmenes por irradiación) y la investigación científica.

¿Pero qué son los residuos radioactivos? Según la *Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA)*: “Cualquier materia para la que no se prevea ninguna utilización, y que contenga radionúclidos en concentración superior a los valores que las autoridades competentes consideran admisibles (...)”. En la Unión Europea, una directiva define las normas en materia de radioprotección, pero la gestión propiamente dicha de los residuos sigue siendo de competencia nacional. Tan solo un convenio común de 1997 precisa que cada país gestiona los residuos que produce.

“Se trata de una definición de uso”, precisa **Jean-Paul Minon**, director general del ONDRAF (*Organismo Nacional de Residuos Radioactivos y Materiales Fisionables Enriquecidos*) de Bélgica. “Como ocurre con las basuras domésticas, el propietario decide si son inútiles o no. En los hospitales belgas, las fuentes radioactivas que se utilizan en la cobaltoterapia se desechan tan pronto como su poder de irradiación disminuye a la mitad, porque esto supone que el paciente se tenga que exponer durante más tiempo. Ahora bien, es evidente que aún pueden salvar muchas vidas. Por ello, no dudamos en cederlos a los países del Tercer Mundo, mientras paguen los gastos de transporte”.

¿La respuesta es A, B o C?

Ya en los años cincuenta, la comunidad internacional autorizaba la dispersión de los residuos radioactivos en el medio ambiente, principalmente en el Océano Atlántico, donde se vertieron más de 100.000 toneladas de residuos radioactivos, confinados en bidones de hormigón. Esta práctica controvertida se abandonó en 1982, por otros métodos de almacenamiento definitivo. Actualmente, a la hora de determinar la forma adecuada de gestión se toman en consideración simultáneamente dos parámetros: el periodo de semidesintegración, denominado también “semivida” (véase el recuadro) y la actividad del residuo. En el modelo belga, representativo de lo que se hace en la mayoría de los Estados miembros, los residuos se reparten en tres categorías: A, B y C, en función de las cuales se determina el tipo de contenedor, las modalidades de almacenamiento y el tiempo de exposición autorizado.

Para los residuos de categoría A, se elige la solución del almacenamiento final en superficie. Como lo explica Jean-Paul Minon, los volúmenes que hay que administrar siguen siendo razonables. “Para un país de 10 millones de habitantes como Bélgica, donde el 55 % de la electricidad consumida procede de la energía nuclear, los residuos de categoría A representan 72.000 m³ teniendo en cuenta toda la vida útil de las centrales, es decir, 40 años, incluyendo su desmantelamiento”. Se depositan en bidones de acero y se almacenan en el emplazamiento de Belgoprocess, en Dessel (Bélgica), a la espera de su destino final. El blindaje y el espesor de las paredes de hormigón armado (entre 25 y 80 cm) garantizan la ausencia de emisión hacia el exterior.

Jean-Paul Minon prosigue: “Por lo tanto, podemos garantizar una gestión segura de estos residuos en la

superficie porque alcanzarán un índice de actividad próxima al ruido de fondo natural tras 300 años solamente; aunque no ocurre lo mismo en el caso de los residuos de las categorías B y C, cuyo periodo de almacenamiento puede prolongarse durante centenas de miles de años. Estos plazos, incontrolables a escala humana, nos obligan a contemplar el almacenamiento geológico en capa profunda”.

Cavar para hacer pruebas

“Muchos piensan que, en general, los países entierran sus residuos radioactivos”, observa Émile Biesemans, portavoz del ONDRAF. “Ahora bien, nada más lejos de la realidad. Los países europeos todavía están en la fase de prueba para reunir los conocimientos suficientes en este campo y asegurarse de que este tipo de almacenamiento sea factible. Podemos considerar que Europa se ha puesto manos a la obra a tiempo, porque los residuos de tipo C requieren un periodo largo (como mínimo 60 años) de enfriamiento en piscina o en superficie antes de que se puedan almacenar en un depósito geológico”.

Actualmente, la UE dispone de 10 laboratorios subterráneos de los 14 existentes en todo el mundo. Uno de los primeros, construido en 1980, es el laboratorio subterráneo HADES (High-Activity Disposal Experiment Site) situado en Mol (Bélgica). Este centro de investigación científica está situado a unos 225 metros de profundidad en un suelo de arcilla de Boom, considerado como una formación geológica huésped potencialmente adecuada para los residuos altamente radioactivos con una larga vida útil. Los programas europeos que se llevan a cabo allí estudian la factibilidad del almacenamiento en profundidad, desde el punto de vista hidrogeológico, geomecánico y geoquímico.

INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE LA RADIOACTIVIDAD

La radioactividad es un proceso espontáneo en el transcurso del cual una serie de núcleos atómicos inestables se desintegran emitiendo energía, formando núcleos más estables de menor masa. La energía toma la forma de radiaciones alfa o beta, a menudo acompañadas por la radiación gamma. La emisión alfa está asociada con los núcleos muy pesados, como el uranio. Corresponde a la expulsión de dos protones y de dos neutrones, es decir, de un núcleo de helio. La emisión beta proviene de núcleos que presentan un exceso de neutrones o de protones. Algunos neutrones sobrantes se transforman entonces en protones con una emisión de electrones, o a la inversa, protones se transforman en neutrones con una emisión de positrones. Finalmente, la radiación gamma es una emisión de fotones con alta energía que acompaña estas transformaciones nucleares.

Con arreglo a la naturaleza del núcleo, estos procedimientos radioactivos pueden tener una duración distinta. Denominamos periodo de semidesintegración o semivida de un elemento a la duración necesaria para que la radioactividad de una muestra quede dividida por 2. Por ejemplo, un bloque que encierre 1 mg de ⁶⁰Co (cuya semivida es de 5,2 años) sólo contendrá 0,5 mg después de 5,2 años, 0,25 mg tras 10,4 años, etc.

La “actividad” de una fuente es el número de desintegraciones radioactivas por segundo y se mide en Becquerelios (Bq). La “dosis”, la unidad directamente relacionada con los efectos biológicos de la irradiación, se expresa en Sieverts (Sv). Así, el ser humano se muere casi con total seguridad si se expone a más de 10 Sv, mientras que el nivel de radioprotección aceptable para las personas se sitúa alrededor de 0,001 Sv al año. En general, por debajo de 0,005 Sv por hora, se considera el residuo de actividad débil, entre 0,005 y 2 Sv por hora, de actividad media, y más allá, se considera de alta actividad.

LOS ORGANISMOS DE SEGURIDAD NUCLEAR

Aunque la política de gestión de los residuos radioactivos es una competencia nacional, existen una serie de organismos internacionales encargados de difundir las buenas prácticas en la materia.

OIEA: el Organismo Internacional de Energía Atómica es un órgano del Consejo de Seguridad de la ONU. Su principal papel es promover la utilización segura y pacífica de la energía nuclear. El OIEA lanzó el programa de normas de seguridad para los residuos radioactivos (RADWASS) que enumera los estándares que hay que respetar.

UNSCEAR: el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas tiene por misión evaluar los niveles y los efectos de la irradiación y comunicar sus conclusiones a los gobiernos, con vistas a contribuir a la elaboración de las medidas nacionales de seguridad.

CIPR: la Comisión Internacional de Protección Radiológica es un organismo independiente que preconiza la difusión pública de los conocimientos científicos sobre radioprotección y emite recomendaciones de seguridad pública sobre las radiaciones ionizantes.

AEN: la Agencia para la Energía Nuclear pretende ayudar a los países miembros de la Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico (OCDE) a que sigan teniendo las capacidades científicas necesarias para el empleo de la energía nuclear de forma segura, económica y respetuosa con el medio ambiente.

Los resultados obtenidos permiten afinar las previsiones y las evaluaciones de los modelos a corto y a largo plazo.

¡Caliente, caliente!

Este año está previsto que empiece el experimento térmico *PRACLAY* (*Preliminary demonstration test for clay disposal of high-level radioactive waste*), que durará diez años. **Xiangling Li**, coordinadora científica del proyecto, explica sus objetivos: “*Los residuos vitrificados de alta actividad previstos para este tipo de almacenamiento definitivo desprenden calor durante siglos. Por lo tanto, nuestra tarea es comprobar, por un periodo de tiempo lo suficientemente largo, que este calor no cause cambios en el suelo que pongan en peligro la estabilidad de la excavación, así como el poder de confinamiento y de aislamiento de la arcilla de Boom. Las pruebas preliminares que realizamos en laboratorio e in situ a escala reducida o por simulación nos indican que la arcilla de Boom puede ser idónea para el confinamiento. Somos optimistas en cuanto a la confirmación de nuestras previsiones gracias a este experimento en condiciones reales*”.

Los resultados tecnológicos y científicos del proyecto, financiado con fondos nacionales y europeos, no se van a circunscribir a Bélgica. Los equipos científicos desean que los conocimientos se compartan con países como Francia o Suiza, que disponen de formaciones geológicas similares, pero también, referente a algunos aspectos técnicos, con otros países de la *Unión Europea* que desean establecer zonas de almacenamiento similares en rocas cristalinas o en minas de sal. “*Incluso puede darse que nuestros conocimientos se puedan aplicar a la captación del CO₂ atmosférico, ya que el almacenamiento geológico de este gas se basa en técnicas similares*”, concluye Xiangling Li.

¿Una barrera eficaz?

Antes de ser enterrados, se vitrifican los residuos líquidos de alta actividad procedentes del reprocesado de

combustibles usados, es decir, se encierran en una matriz de vidrio. Esta estructura debería hacer que disminuyeran considerablemente las emisiones radioactivas. “*Por lo menos, eso es lo que queremos comprobar*”, precisa **Elie Valecke**, jefa del proyecto *CORALUS* (*Corrosion of alpha-active glass in underground storage conditions*). “*Entre el 2000 y el 2003, dispusimos en arcilla de Boom cuatro tubos de ensayo que contenían varias muestras vitrificadas no radioactivas y altamente radioactivas, en contacto directo con diferentes tipos de terraplenes. En el 2004, se extrajeron dos tubos, uno se mantuvo a 30°C durante 3,3 años, y el otro, a 90°C, durante 1,3. Los resultados fueron más bien positivos, puesto que la pérdida de masa debida a la disolución del vidrio era sólo del 0,2 % en el caso del primer tubo, y del 2 % en el caso del segundo. Además, en ambas situaciones, la totalidad de la radioactividad liberada por la cubierta vítrea se paró ante el material de terraplenado, en el 99,9 % de los casos, en un radio que no excedía los 5 milímetros*”. Según el equipo científico, la eficacia de la vitrificación quedará confirmada con el análisis de los últimos tubos, uno extraído en 2009 (tras estar sometido a 90°C durante 6,5 años) y otro que será sacado en 2014 (tras estar diez años a 30°C).

Jean-Paul Minon señala que en Bélgica, aunque a partir de 2016 se almacenarán los residuos de categoría A en superficie de forma definitiva, no se ha tomado ninguna decisión concerniente al depósito final de los residuos B y C. “*Aunque se ha demostrado que se puede realizar un almacenamiento en capa profunda, la última decisión no será sólo de los políticos, sino también de la sociedad. El diálogo con el público es algo ineludible y positivo. Hasta entonces, posiblemente se contemplen nuevas soluciones. Por ejemplo, algunos creen que sería posible una evacuación espacial de los residuos radioactivos, pero nuestras lanzaderas no son lo suficientemente fiables para considerar esta alternativa seriamente*”.