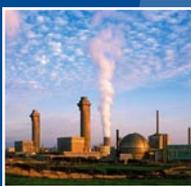




**Nuevos países no pertenecientes a la UE se suman a realizar las pruebas de estrés a sus centrales**



**Reino Unido sigue adelante con sus planes de construir nuevos reactores nucleares**



**La UE aprueba una Directiva sobre residuos radiactivos**

**Foro Nuclear**  
Foro de la Industria Nuclear Española

## TENDENCIA A LA ESTABILIZACIÓN EN FUKUSHIMA DAIICHI

Aunque la situación sigue siendo seria, los trabajos para la estabilización de la central de Fukushima Daiichi van dando sus frutos y puede afirmarse que la "hoja de ruta" establecida por TEPCO para llegar a la situación de "parada fría" de los reactores, refrigeración estable de las piscinas de combustible usado y mitigación de las consecuencias radiológicas se están cumpliendo. La primera etapa está concluyendo, la segunda se prevé que dure de tres a seis meses más y en la etapa "a medio plazo", de unos tres años, se extraerá el combustible y se dispondrá la central en condiciones tales que puedan regresar parte de los evacuados.

La refrigeración de los reactores se está efectuando ya con recirculación de agua descontaminada. Se ha logrado reducir la temperatura hasta 80-100°C en las vasijas de las tres primeras unidades (la vasija de la cuarta unidad no contenía combustible en el momento del accidente). También se ha logrado que disminuya el agua contaminada presente en los sótanos y conductos de conexión de los edificios. Está en ejecución un sistema de almacenamiento y tratamiento de los residuos resultantes de la descontaminación.

En las piscinas de combustible usado de las cuatro unidades se ha llegado a una refrigeración estable, por intercambiadores de calor, y se están inyectando antioxidantes e instalando unidades de desalación. Al final de la segunda etapa se comenzará a extraer el combustible.

En las contenciones primarias se está inyectando nitrógeno para impedir posibles explosiones de hidrógeno. Por otra parte, se avanza en la construcción de cubiertas protectoras herméticas para los edificios de las unidades afectadas por las explosiones de hidrógeno del mes de marzo. También se ha progresado en la construcción de barreras anti-tsunami y subterráneas para impedir la llegada al mar de aguas subterráneas contaminadas, así como en la retirada de escombros radiactivos.

El nivel de radiación de la zona ha bajado considerablemente y se ha llegado a permitir el regreso breve de unos 150 evacuados hasta menos de 3 km de la central.

Entre las múltiples medidas que está tomando el Gobierno japonés está la concentración de la autoridad reguladora en el Ministerio de Medio Ambiente.

Fuentes: TEPCO, agosto 2011; JAIF 27 agosto 2011 y NucNet, 25 julio y 15 agosto 2011

## NUCLENOR RECURRIRÁ LA SENTENCIA DE LA AUDIENCIA NACIONAL SOBRE GAROÑA

El Consejo de Administración de Nuclenor S.A., titular de la central nuclear de Santa María de Garoña, acordó el 19 de julio pasado presentar ante el Tribunal Supremo un recurso de casación contra la sentencia de la Audiencia Nacional de 14 de julio de 2011 que considera ajustada a derecho la Orden de Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de 3 de julio de 2009, por la que se autorizaba la operación de la central hasta julio de 2013.

La sentencia no cuestiona la seguridad de la instalación, reconocida por el Consejo de Seguridad Nuclear en su dictamen positivo de 2009, que autorizaba su funcionamiento hasta 2019 como solicitaba el titular, pero

manifiesta que la Administración tiene potestad para ordenar la parada de la instalación por razones de política energética, sin estar obligada a indemnizar al propietario.

La Audiencia ha denegado los recursos interpuestos contra la Orden por grupos antinucleares, solicitando la parada inmediata.



Central nuclear de Santa María de Garoña

Foro Nuclear sostiene que es un despropósito prescindir de esta instalación de generación eléctrica que funciona con plenas garantías de seguridad, contribuyendo a la seguridad de suministro de base, a reducir las importaciones de recursos energéticos y a limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, además de constituir un motor de empleo

calificado y dinamización económica de la zona de la central.

Nuclenor califica la decisión de política y mantiene que un cierre de este tipo está injustificado y llevaría consigo una indemnización por daños y perjuicios, como opinan los expertos jurídicos consultados.

Garoña, un BWR de 466 MW, funciona desde 1971 con unos índices de disponibilidad y rendimiento que están entre los mejores a nivel mundial. Nuclenor invierte cuantiosas sumas en mantener la instalación con los más modernos estándares de seguridad.

Fuentes: Nuclenor, 14 y 21 julio 2011, Foro Nuclear, 14 julio 2011, Nucleonics Week, 21 julio 2011 y NucNet, 15 julio 2011

## INFORMES PRELIMINARES SOBRE LAS PRUEBAS DE ESTRÉS DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) recibió el 15 de agosto los informes preliminares de los titulares de las centrales nucleares españolas con los resultados iniciales de las pruebas de resistencia, siguiendo el calendario establecido por el organismo regulador español, en coordinación con los demás reguladores europeos.

Estas pruebas reevalúan los márgenes de seguridad de los sistemas de protección existentes en las instalaciones nucleares españolas e identifican mejoras adicionales para mitigar accidentes. En el ejercicio se han analizado situaciones más allá de lo contemplado en las bases de diseño, como inundaciones, terremotos, accidentes severos o pérdida de la refrigeración de las centrales nucleares.

El 15 de septiembre el organismo regulador español enviará a la Comisión Europea un informe preliminar en el que se recogerá su análisis inicial sobre la documentación remitida por las instalaciones nucleares.

Posteriormente, el 31 de octubre los titulares de las centrales enviarán al CSN los resultados completos de las pruebas, así como la documentación de soporte correspondiente. Por último, el organismo regulador deberá enviar a la Comisión Europea su informe definitivo, antes del 31 de diciembre del presente año.

Fuente: CSN, 16 agosto 2011

Antes del 31 de diciembre el Consejo de Seguridad Nuclear enviará a la Comisión Europea los resultados completos de las pruebas de estrés de las centrales nucleares españolas

## EL PROGRAMA NUCLEAR BRITÁNICO SIGUE ADELANTE

La Cámara de los Comunes del Reino Unido aprobó el 18 de julio de 2011 sus Declaraciones de Política Nacional Energética. Esta política prevé la retirada de una cuarta parte del parque actual de generación eléctrica para 2020, incluyendo 12 GW fósiles. Se espera que antes de 2030 se retiren de servicio 10 GW nucleares. El Libro Blanco sobre la reforma del mercado eléctrico, publicado el 12 de julio, cifra en 124.000 millones de euros las inversiones necesarias para instalar hasta 2020 el equivalente de unas 20 nuevas centrales de gran tamaño e incrementar la capacidad de las redes eléctricas. Como resultado de la necesidad de descarbonizar el sector energético, para 2025 se necesitará una nueva potencia eléctrica instalada de 59 GW, de los cuales unos 16 deberán ser nucleares.

El Libro Blanco propone medidas que facilitan estas inversiones, incluyendo nuevos contratos a largo plazo con cláusulas de ajuste para la electricidad (lo que estimulará la instalación de centrales nucleares y renovables) y un "mecanismo de capacidad" que asegure la reserva necesaria para atender las fluctuaciones de la demanda y cubrir la intermitencia de las renovables. Propone también normas estrictas sobre la emisión de CO<sub>2</sub>, con el fin de que las centrales de carbón desarrollen mecanismos limpios, o sean sustituidas.

La Declaración de Política Nuclear confirma los ocho emplazamientos ya conocidos de Bradwell, Hartlepool, Heysham, Hinkley Point, Oldbury, Sellafield, Sizewell y Wylfa. También confirma la necesidad para el futuro energético británico de la energía nuclear, calificada como la más rentable de las energías limpias a pesar de los altos costes de

Reino Unido seleccionó el pasado año ocho posibles emplazamientos para la construcción de nuevos reactores. Su plan nuclear continúa

inversión, la gestión de los residuos y las medidas a implantar tras Fukushima.

Mike Weightman, Inspector Jefe de Instalaciones Nucleares, no considera en su informe preliminar sobre Fukushima que haya razones para diferir los planes nucleares y, en su opinión, tampoco las habrá en el informe definitivo, que aparecerá en el mes de septiembre, donde sin embargo se delinearán las acciones necesarias para cumplir con las bases de diseño y asegurar la respuesta adecuada en caso de accidentes severos. Por otra parte, la encuesta de Ipsos-Mori a principios de agosto revela que el 68% del público apoya la participación nuclear en la cesta energética.

La reacción de la industria a la Declaración Nuclear ha sido muy positiva, centrandose su atención en las medidas incentivadoras de las inversiones. EDF Energy, por medio de su subsidiaria New Build Generation Co., en la que participa la británica Centrica, ha iniciado ya el proceso con la presentación de una solicitud a la Oficina de Regulación Nuclear para el desarrollo de la central de Hinkley Point. Se trata de la primera solicitud para una central nuclear presentada en el Reino Unido en 20 años.

Fuentes: Overarching National Policy Statement for Energy, DECC, julio 2011; NucNet, 9 y 18 mayo, 12, 18 y 20 julio, 8 y 23 agosto 2011 y Nucleonics Week, 14 y 21 julio 2011

## ROMPEHIELOS NUCLEARES ABREN CAMINO A UN PETROLERO RUSO

El petrolero ruso *Perseverance*, de 73.000 toneladas de desplazamiento, zarpó el 29 de junio de 2011 del puerto de Murmansk con una carga de 60.000 toneladas de gas condensado con destino a China, por la ruta del Ártico. La singladura, por un mar cubierto de hielo, es posible por la ayuda de los rompehielos nucleares *Yamal* y *Taimar*, que acompañan al petrolero hasta el mar de Chukchi, en el borde oriental del mar helado. Los buques viajan a través del hielo a una velocidad de 11 nudos. Según Atomflot, operador de los rompehielos, es la primera vez que un gran petrolero realiza el viaje por la ruta septentrional en fechas tan tempranas.

Fuente: *World Nuclear News*, 7 julio 2011



El rompehielos *Yamal*

## LAS PRUEBAS DE ESTRÉS EUROPEAS SE EXTIENDEN A MÁS PAÍSES

Nuevos países no pertenecientes a la Unión Europea han acordado realizar pruebas de estrés en sus instalaciones nucleares siguiendo las normas armonizadas aprobadas en la UE (ver *Flash* de junio 2011). A los 143 reactores situados en una gran parte de los 27 estados de la UE se agregan ahora 53 más de otros países europeos. Suiza, junto a Estados de la Unión, fue la primera en anunciar su participación. Más tarde se han agregado voluntariamente Armenia, Bielorrusia, Croacia, Rusia, Turquía y Ucrania. Algunos de estos países no

tienen aún reactores en sus territorios, pero sí planes de instalación.

La motivación para adherirse a este ejercicio reside en el carácter transfronterizo de las posibles consecuencias de accidentes nucleares y en la necesidad de armonizar las normas y requisitos de seguridad.

Los titulares tienen que detallar las medidas disponibles para garantizar las tres funciones básicas de seguridad: control de la reactividad, refrigeración del combustible y confinamiento de la radiactividad, en los casos más desfavorables.

Los titulares presentarán a sus reguladores los informes finales el 31 de octubre de este año. Todos los reguladores compartirán la información y la someterán a revisiones recíprocas por homólogos antes de presentar sus conclusiones a la Comisión Europea antes de fin de este año. El proceso debe concluir a finales de abril de 2012, cuando las conclusiones se presenten al Consejo Europeo.

Fuentes: *Nuclear News Flashes*, 23 junio 2011 y *World Nuclear News*, 24 junio 2011

## LA ACEPTACIÓN NUCLEAR EN EEUU, POCO AFECTADA POR FUKUSHIMA

El impacto que ha tenido el accidente de la central nuclear de Fukushima en la opinión pública sobre las centrales nucleares en EEUU ha sido moderado.

- Antes de Fukushima, en una encuesta nacional realizada sobre 1.000 adultos por Bisconti Research Inc/GfK Roper, un 70% de los encuestados manifestó su apoyo, mientras que un 26% se declaró en contra. Según Bisconti, el apoyo manifestado a la energía nuclear podía deberse a la mayor percepción de los beneficios de la tecnología por parte del público, y a la mención destacada de la tecnología nuclear por el Presidente Obama en su discurso sobre el Estado de la Unión, por segundo año consecutivo.

- Según la encuesta llevada a cabo por Gallup del 25 al 27 de marzo, en plena crisis de Fukushima, el 58% de los americanos seguía creyendo que las centrales nucleares son seguras, contra el 36% que tenía la opinión contraria. Los encuestados se dividieron en proporciones casi iguales respecto a su opinión sobre si las centrales nucleares son necesarias.

- Otra encuesta más reciente, realizada por Rasmussen Reports a finales de mayo, revela que el 47% de probables votantes americanos opina que no se deben cerrar las centrales nucleares durante los próximos 50 años, contra un 29% que

Un estudio realizado en Estados Unidos refleja que **los habitantes en áreas cercanas a centrales nucleares se muestran más favorables a la energía nuclear**

sostiene la opinión contraria, porcentaje sensiblemente menor que el medido a finales de marzo.

Por otra parte, los residentes en áreas cercanas a las centrales nucleares americanas se han manifestado mayoritariamente a favor de la energía nuclear, según una encuesta de Bisconti Research entre 1.152 residentes en áreas cercanas a 64 emplazamientos de centrales nucleares, excluyendo trabajadores en las mismas. Un 83% considera que las centrales son muy seguras, y un 86% manifiesta su impresión favorable sobre la central más cercana. El mismo porcentaje opina que deberían renovarse las autorizaciones siempre que se sigan cumpliendo los requisitos de seguridad. El 67% considera que sería aceptable la construcción de nuevas unidades en el emplazamiento cercano. En general, el 87% califica de importante el papel de la energía nuclear para satisfacer las futuras necesidades de energía en EEUU.

Fuentes: *NucNet*, 24 febrero y 24 mayo 2011, *NEI*, 23 febrero y 27 junio 2011 y *Nuclear News Flashes*, 31 marzo y 4 abril 2011

## TVA COMPLETARÁ BELLEFONTE-I

La empresa de titularidad federal Tennessee Valley Authority (TVA) anunció el pasado 18 de agosto su decisión de reanudar la construcción de la unidad 1 de la central nuclear de Bellefonte, en Alabama. La construcción de esta central, con dos unidades de agua ligera a presión de Babcock & Wilcox de 1.260 MW cada una, fue paralizada en 1988. En la actualidad TVA, que tiene una capacidad instalada de 36.000 MW, con un 60% de centrales de carbón, aspira a aumentar su capacidad nuclear desde el actual 20-25% hasta 45%. Opera hoy las centrales de Browns Ferry (tres unidades), Sequoyah (dos unidades) y Watts Bar (una unidad en operación y otra en la que se ha reanudado la construcción después de un paréntesis de muchos años: Watts Bar-2 es hoy la única unidad en construcción en Estados Unidos).

Aunque TVA ha presentado a la Comisión Reguladora Nuclear (NRC) la solicitud de licencia combinada de construcción y operación (COL) para dos nuevas unidades de tipo AP-1000 en Bellefonte, ha decidido proseguir en todo caso la construcción de la primera de las dos unidades interrumpidas, para lo que obtuvo recientemente la prórroga de la licencia de construcción que tenía. El avance de la construcción es superior al 50%, teniendo en cuenta que se había vendido parte del equipo después de la interrupción. El coste estimado para completar la construcción a partir de ahora es de unos 3.400 millones de

euros y la puesta en servicio está prevista para 2020.

TVA ha llevado a cabo un estudio muy completo del estado de sus centrales nucleares después del accidente de Fukushima. En él se considera el riesgo que suponen las emer-

gencias en centrales con unidades múltiples y se indica la conveniencia de adoptar diversas medidas, como adquirir más generadores diésel y teléfonos por satélite. Las unidades en operación disponen ya de tuberías reforzadas para el venteo de las contenciones, bombas accionadas por turbinas de vapor para la refrigeración de emergencia, edificios reforzados y herméticos para los generadores diésel de emergencia, mangueras preinstaladas para refrigerar las piscinas de combustible desde vehículos contraincendios y carros portátiles con baterías eléctricas. Merece especial atención el estudio de medidas en caso de inundaciones.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 18 noviembre 2010, 31 marzo y 21 abril 2011; *World Nuclear News*, 5 octubre 2010; *Nuclear News Flashes*, 11 mayo y 7 julio 2011 y *NucNet*, 22 agosto 2011

## LAS CENTRALES DE V.C. SUMMER Y VOGTLE CUMPLIRÁN LOS PLAZOS PREVISTOS

La compañía Scana se ratifica en su intención de construir las unidades 2 y 3 de la central nuclear V.C. Summer, cerca de Jenkinsville, en Carolina del Sur, a pesar del accidente de Fukushima, en Japón. La central tendrá dos unidades tipo AP-1000, de Westinghouse, con una potencia total de 2.234 MW, y en su propiedad participará mayoritariamente South Carolina Electric and Gas (SCE&G), subsidiaria de Scana, con una participación minoritaria de Santee Cooper.

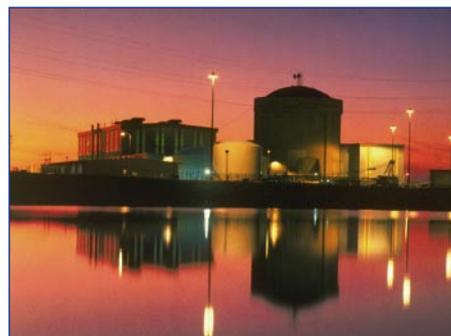
La compañía espera recibir la autorización combinada de construcción y operación a principios de 2012. Mientras tanto ya ha firmado contratos de suministro de equipo y servicios con diversos proveedores y están en marcha trabajos de construcción previos. Se espera que se resuelvan pronto problemas iniciales de garantía de calidad en algunos proveedores.

Según el Vicepresidente ejecutivo de SCE&G, el emplazamiento está situado a 230 km del mar y a una altura de 120 m, y no está cerca de ninguna falla conocida.

El diseño avanzado de Westinghouse tiene características pasivas que aumentan su seguridad en caso de emergencia, incluyendo un depósito superior de agua de 3.500 m<sup>3</sup> y otras fuentes alternativas que proporcionan agua de refrigeración de emergencia durante diez días. Con estas características la compañía espera que no haya retrasos en las autorizaciones y se cumpla su programa de construcción que prevé la entrada en servicio de las dos unidades en 2016 y 2019, respectivamente. También prevé la concesión del aval que ha solicitado al Departamento de energía (DOE).

Por otra parte, la empresa Southern Nuclear ha declarado que espera obtener la autorización combinada de construcción y operación de la central de Vogtle a finales de 2011. La central tendrá dos unidades AP-1000 de 1.100 MW y estará situada en Georgia, en un emplazamiento que contiene ya dos unidades nucleares en operación. La construcción comenzará oficialmente después de la recepción de la autorización, si bien existen ya contratos de suministro de equipo y servicios y están en marcha trabajos diversos en el emplazamiento. La puesta en marcha de las dos unidades está prevista para 2016 y 2017, respectivamente.

Fuentes: *Nuclear News Flashes*, 15 de marzo y 3 y 17 mayo 2011 y *NucNet*, 8 agosto 2011



Central nuclear V.C. Summer



Central nuclear Vogtle



Central nuclear Bellefonte (Foto: TVA)

## AUMENTO DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN EL MUNDO

Las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía alcanzaron en 2010 su máximo histórico, con 30.600 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, comparadas con los 29.300 millones de toneladas de 2008, tras la disminución de 2009 causada por la crisis económica mundial.

Los países de la OCDE, que emiten el 40% del total, han sido responsables del 25% del aumento, mientras que en los países emergentes el incremento ha sido mucho mayor, en línea con su fuerte desarrollo económico. El carbón origina el

**La Agencia Internacional de la Energía alerta de que las emisiones de gases de efecto invernadero alcanzaron su máximo histórico en 2010**

44% de las emisiones, frente al 36% del petróleo y el 20% del gas natural.

El máximo aumento de temperatura global definido en la cumbre de Cancún como aceptable a largo plazo fue de 2° C. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) esta cifra es posible si se limita la concentración de CO<sub>2</sub> a 450 partes por millón (ppm), para lo que las emisiones

totales relacionadas con la energía no podrán pasar de 32.000 millones de toneladas en 2020. Se necesitan medidas urgentes y muy enérgicas para cumplir con esta limitación desde las cifras de 2010.

La AIE manifiesta en un informe de abril de 2010 que el impresionante avance reciente de las energías limpias, como la nuclear y las renovables, ha sido insuficiente frente a la fuerte escalada de los combustibles fósiles, para satisfacer la demanda global de electricidad.

Fuentes: NucNet, 30 mayo 2011 y World Nuclear News, 1 junio 2011

## APROBADA LA DIRECTIVA EUROPEA SOBRE GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

El Consejo Europeo ha adoptado una Directiva sobre la gestión de residuos radiactivos y combustibles usados. La Directiva, que había sido propuesta por la Comisión Europea en noviembre de 2010, entrará en vigor en septiembre de este año.

Los Estados miembros deberán presentar hasta 2015 como más tarde programas nacionales para la gestión de sus residuos, detallando el calendario de las acciones a tomar y las modalidades de gestión, incluida la opción elegida en cuanto a almacenamiento o reproceso de los combustibles usados. Establece estándares comunes de seguridad para la disposición de los residuos radiactivos y combustibles usados de las centrales nucleares, así como los precedentes de actividades médicas y de investigación. Los Estados deberán adaptar su legislación en el plazo de dos años para su conformidad con la Directiva.

Los programas nacionales deberán incluir el cronograma de construcción de instalaciones, así como detalles sobre implantación de las soluciones de disposición de las mismas, evaluación de los costes y esquemas de financiación.

**Los Estados de la UE tendrán que presentar en 2015 un programa de gestión de residuos con un calendario de puesta en marcha de instalaciones, costes y financiación**

Se abre también la posibilidad de que dos o más Estados establezcan centros de almacenamiento comunes e incluso que en determinados casos y "bajo condiciones vinculantes y muy estrictas" puedan exportarse residuos a países no comunitarios que tengan instalaciones apropiadas en funcionamiento, que en el caso de los residuos de alta actividad, deberá ser un repositorio geológico profundo.

La Directiva establece como obligatorias y legalmente vinculantes las normas de seguridad del Organismo Internacional de Energía Atómica, y requiere que los Estados miembros sometan sus programas a revisión por homólogos al menos cada diez años.

Fuentes: NucNet, 19 julio 2011 y Nuclear News Flashes, 18 julio 2011

## FORATOM CONCLUYE QUE LA ENERGÍA NUCLEAR ES VITAL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Un informe presentado el 15 de junio a la Comisión Europea por Foratom, organismo que representa a la industria nuclear europea, asegura que la energía nuclear debe incluirse en cualquiera de las estrategias energéticas posibles para la consecución de un medio ambiente bajo en carbono en Europa para 2050.

El informe "Hoja de Ruta en Europa para 2050: Contribución de la energía nuclear", contiene un análisis realizado por el Instituto de Investigación Paul Scherrer, en Suiza, y presenta distintos escenarios

para la descarbonización del ambiente europeo. Representa la contribución de la industria nuclear europea a la "Hoja de Ruta en Energía para 2050" de la Comisión Europea, que ha de completarse a final de 2011 y constituir la guía para conseguir un sistema energético seguro, competitivo y de bajo contenido en carbono para 2050.

En sus comentarios a las conclusiones del informe, el entonces Director General de Foratom, Santiago San Antonio, declaró que la energía nuclear es un ele-

mento vital para la construcción de un futuro bajo en carbono en Europa. "Con un mayor apoyo político y un enfoque sostenido en la seguridad de suministro, la competitividad y el respeto al medio ambiente, la energía nuclear puede proporcionar a Europa hasta 160 -170 GW de electricidad en 2050, lo que mantendría la contribución actual de un tercio de la generación en el mercado eléctrico", afirmó.

Fuente: Foratom y World Nuclear News, 16 junio 2011

## RESERVAS DE MATERIALES NO COMBUSTIBLES

La interrupción hace un año de envíos de metales de tierras raras a Japón, las empresas de alta tecnología tuvieron un despertar incómodo sobre lo mucho que dependemos de China para conseguir estos materiales.

Estos hechos han dado lugar a examinar las fuentes alternativas y las posibles sustituciones tanto en Japón como en América y Europa. Ninguna solución de estos dos tipos parece posible de manera inmediata.

En el caso particular de las tierras raras, elementos químicos desde el 57 al 71, más el escandio (21) y el itrio (39), todas ellas son componentes claves en productos como los paneles solares y los automóviles híbridos. Su origen es chino en cerca del 95%.

Congo y Zambia son fuentes importantes del cobalto empleado en aleaciones de alta resistencia y como catalizadores industriales. Indio y telurio, ingredientes de células fotovoltaicas y de paneles planos, son subproductos respectivamente del cinc y del cobre.

El Gobierno japonés ha formado un grupo especial para estudiar la sustitución o la reducción del consumo de indio, disprosio y platino. La Comisión Europea lo ha hecho con 14 materias primas críticas. Dos minas de tierras raras, una en EEUU y otra en Australia, comenzarán a funcionar en 2011. Pero lo más difícil

será la sustitución de elementos escasos, como la de fósforos especiales para alumbrado y otras aplicaciones ópticas.

En algunos casos como en los cristales líquidos se ha sustituido en algunos electrodos el óxido de indio y estaño por óxido de cinc, y se espera que los imanes con disprosio para motores puedan ser sustituidos por imanes japoneses sin disprosio, aunque tengan propiedades peores en cuanto a condiciones de funcionamiento.

Respecto al litio, se estima que Bolivia tiene del orden del 70% de las reservas mundiales. El litio, componente esencial de baterías para vehículos, consta como base del salar de Uyuri donde hay del orden del 50% del litio boliviano, en unos 10.000 kilómetros cuadrados de extensión. Numerosas empresas americanas, coreanas, japonesas, francesas y chinas han mostrado interés en estos yacimientos, teniendo en cuenta el futuro desarrollo de la fusión nuclear.

Desde 1984, la producción de litio ha aumentado mucho en Sudamérica desde que comenzó la explotación del carbonato de litio de las salmueras del salar de Atacama en Chile, seguido de la del salar del Hombre Muerto en Argentina. El mercado actual del litio sobrepasa las 300.000 toneladas anuales, de las que más del 55% se emplean en EEUU para baterías, cerámica y vidrio.

Fuentes: Science, 17 diciembre 2010 y Foro Nuclear

## LA CENTRAL HOLANDESA DE BORSSELE USARÁ COMBUSTIBLE MOX

El Gobierno de los Países Bajos ha anunciado su decisión de autorizar a la empresa eléctrica EPZ para utilizar combustible de óxidos mezclados de uranio

y plutonio (MOX) en su central nuclear de Borssele, un PWR de 482 MW netos. El borrador de autorización se convertirá en definitivo después de un período de información.

El combustible, con un 5,4% de plutonio fisiónable, ocupará el 40% del núcleo. Con ello se reducirá la dependen-

cia del mercado del uranio. EPZ también emplea, y seguirá empleando, uranio reciclado procedente del reproceso del combustible usado, tras un nuevo enriquecimiento hasta el 4,6% (en lugar del 4,4% inicial, para compensar la existencia de uranio-236). El reciclado tiene lugar en la instalación de Areva en La Hague, en Francia.

Fuente: World Nuclear News, 6 julio 2011

## SIZEWELL-B TENDRÁ UN ALMACÉN EN SECO DE COMBUSTIBLE USADO

El Gobierno británico ha aprobado la construcción y operación de una instalación de almacenamiento en seco para los combustibles usados en la central de Sizewell-B (PWR de 1.188 MW), el único reactor de agua ligera que funciona en el Reino Unido. El combustible usado de esta central, que comenzó a funcionar en 1995, se almacena en una piscina que alcanzará su saturación en 2015. La nueva instalación, que utilizará contenedores en seco, se comenzará a construir en 2012 y estará operativa para aceptar los combustibles a partir de 2015.

En el Reino Unido existen dos plantas de reproceso. Una es para tratar los combustibles Magnox, los últimos de los cuales dejarán de recibirse en breve. La otra, denominada Thorp, ha estado destinada a reprocesar los combustibles de los reactores avanzados de gas (AGR), y ha tratado también combustibles de reactores de agua ligera extranjera. El posible reproceso de los combustibles usados de los AGR a partir de 2007, y los de Sizewell-B, está en estudio, lo que debe conducir a una decisión sobre si se adoptará el ciclo cerrado con reproceso del combustible, y si se modernizará la instalación de Thorp.

En cualquier caso, el almacén en seco de Sizewell-B estará destinado exclusivamente a combustible de esta central.

Fuente: World Nuclear News, 25 julio 2011-08-01



Central Nuclear de Borssele  
(Foto: Panoramio.com)



Central de Sizewell B (Foto: British Energy)

## EL TABACO RADIATIVO

El precedente del asesinato de Alexander Litvinenko con polonio-210 en 2006 es un riesgo que amenaza, aunque lentamente, a los fumadores de los seis billones ( $6 \times 10^{12}$ ) de cigarrillos que se consumen al año. Un fumador que consume un paquete y medio de cigarrillos al día absorbe cada año una cantidad de este radisótopo que le proporciona una dosis de radiación equivalente a 300 exploraciones de rayos X al año. La industria del tabaco conoce este dato desde hace unos 50 años, y también sabe que hay procesos para reducirlo.

El polonio-210 es el producto final de la descomposición radiactiva del uranio-238 a través del radón-226 (presente en los suelos y en los abonos) y del radón-222 (absorbido por las plantas en su crecimiento).

Con las altas temperaturas del cigarrillo al arder, el polonio se convierte en vapor y es así como pasa a los pulmones.

En el caso de las minas y otras operaciones análogas, el riesgo es continuo y se ha demostrado que el resultado final corresponde en gran medida a los tumores de pulmón desarrollados.

El uranio-238, en especial en los fertilizantes ricos en uranio, como son los que proceden de los fosfatos, decae a radón-222 (un gas) y después a plomo-210, que crece con las hojas del tabaco y se convierte en polonio-210.

Por otra parte, el uranio-238 es absorbido de los suelos y experimenta las mismas transformaciones nucleares.

Las investigaciones han concluido que se podría eliminar el polonio-210 de los humos de los cigarrillos por combinaciones de las medidas siguientes:

- Agregar productos químicos al polonio-210 para que no se vaporice y pase a los pulmones.
- Utilizar abonos bajos en uranio.
- Lavar las hojas del tabaco con peróxido de hidrógeno después de su recogida.
- Emplear filtros de cambio de ion en los cigarrillos para capturar el polonio.
- Plantar variedades genéticas del tabaco que produzcan hojas sin previos tricomas ricos en plomo.

Algunos de estos procesos eliminarían también otros metales tóxicos como plomo, arsénico y cadmio.

Para concluir, según la Organización Mundial de la Salud, se estima que el 90% de las 1,3 millones de muertes por cáncer de pulmón cada año proceden de fumar.

Fuente: *Scientific American*, enero 2011

## RESPONSABILIDAD CIVIL EN ESPAÑA POR ACCIDENTES CAUSADOS POR MATERIALES RADIATIVOS

La ley 12/2011 de 27 de mayo de 2011 de responsabilidad civil por daños nucleares o producidos por materiales radiactivos señala que los titulares de las instalaciones que pueden operar con materiales radiactivos de uranio natural u otros materiales radiactivos deberán establecer las garantías mínimas, en euros, que se detallan en las tablas anexas.

### Hexafluoruro de uranio natural $UF_6$

Actividad (TBq)	< 0,4	≥ 0,4 - 10	≥ 10 - 100	≥ 100
Garantía mínima	300.000	600.000	1.200.000	2.400.000

### Concentrado de uranio natural $U_3O_8$

Actividad (TBq)	< 0,4	≥ 0,4 - 10	≥ 10 - 100	≥ 100
Garantía mínima	150.000	300.000	600.000	1.200.000

### Otros materiales radiactivos

Actividad (TBq)	< 0,1	≥ 0,1 - 10	≥ 10 - 100	≥ 100 - 1000	≥ 1000
Garantía mínima	Exento	150.000	300.000	600.000	1.200.000

Fuente: BOE, 28 mayo 2011

## LOS RADISÓTOPOS PARA USOS MÉDICOS Y SUS PROBLEMAS

En mayo de 2009 los reactores nucleares productores de isótopos de Petten, Países Bajos, y pocos días después el de Chalk River, Canadá, dejaron de producir molibdeno-99 y, por consecuencia, tecnecio-99 metaestable. Fue el primer aviso de la situación especial de la producción de radisótopos y especialmente de tecnecio-99m, el radisótopo más empleado en la medicina nuclear en el mundo.

Han pasado dos años y, efectuadas las reparaciones necesarias en los dos reactores antes citados y gracias a la ayuda de otros reactores que complementan la producción de radisótopos —en Bélgica, Francia y Sudáfrica— se ha llegado a la situación actual, donde continúan los problemas.

Desde 1996 hasta 2010 se ha triplicado el consumo hasta los 30 millones de procesos anuales utilizados, y los reactores principales se acercan a su parada definitiva. Actualmente, unos doce radisótopos se emplean de manera corriente y hay otros doce en avanzada justificación. Por ahora, el tecnecio-99m y el flúor-18, que se emplea en tomografía por emisión de positrones (PET) sirven para exploraciones cerebrales.

Además de la edad de los dos reactores de los Países Bajos y Canadá y su necesidad de frecuente mantenimiento, la mayoría de los procesos de obtención están basados en uranio de enriquecimiento elevado en uranio-235, 6% del cual se transforma en Mo-99 durante el proceso de fisión, dando lugar a riesgos de proliferación.

Hacia el futuro se presentan varias opciones. Una, para evitar el empleo de uranio de alto enriquecimiento y su riesgo de utilizarlo para fines militares, emplear uranio



Reactor belga BR2 (Foto: SCK-CEN)

de bajo enriquecimiento, mediante nuevos procesos. Otra es el empleo de reactores acuosos homogéneos, ya ensayados en escala piloto. Una tercera prescinde de la fisión nuclear, y utiliza blancos enriquecidos en molibdeno-98 que se irradian en un reactor. Una variante es el uso del molibdeno-100, isótopo estable que representa el 10% del molibdeno natural. La separación del neutrón sobrante requiere el empleo de un acelerador lineal.

La existencia de muchos métodos de producción no resuelve los problemas de financiación de las instalaciones necesarias. Hasta ahora se habían utilizado las que habían sido construidas por los Gobiernos o entidades oficiales. Pero al pasar al mercado la utiliza-

ción de los radisótopos, habrá que pensar en otros aspectos que complementan la producción. La experiencia no está a favor del mantenimiento de los precios actualmente vigentes y no se prevé, como ya han hecho algunos suministradores, mantenerlos después de 2013.

Canadá, los Países Bajos y algunas empresas japonesas y europeas han declarado su intención de proseguir sus desarrollos en esta materia.

Fuentes: *Science*, 21 enero 2011; *NucNet*, 3-28 septiembre y 21 octubre 2010; *Bulletin Forum Nucléaire Suisse*, 10/2010 y *Revue Générale Nucléaire*, noviembre-diciembre 2010

## LA DETECCIÓN DE LA ANTIMATERIA Y DE LA MATERIA OSCURA MEDIANTE EL ESPECTRÓMETRO MAGNÉTICO ALFA

Lanzado por última vez el transbordador espacial *Endeavour*, éste ha llevado a la estación espacial internacional un equipo, el Espectroscopio Magnético Alfa (AMS), diseñado para separar algunas partículas de la inmensidad de ellas que proceden del espacio exterior.

Una vez dispuesto comenzará la medida por parte del AMS, de 6,9 toneladas, para detectar, mediante sus equipos valorados en 1.500 millones de dólares, si existen en el espacio estrellas o galaxias de antimateria, si hay pruebas de la naturaleza de la materia oscura que existe en el universo y dónde están situados los mayores aceleradores de partículas del Universo.

Además deberá confirmarse la naturaleza de la materia extraña, esta forma de materia detectada previamente en 1998.

El proyecto de esta misión se debe al premio Nobel Sam Ting, del Massachusetts Institute of Technology (MIT), cuya intención es explicar por qué el Universo está hecho de materia, cuando en la explosión primordial (*big bang*) se debieron producir iguales cantidades de materia y de antimateria. La comprensión de este fenómeno está abierta a nuevas formas de entendimiento.

Para encontrar antipartículas, el diseño del AMS sigue el modelo del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) de emplear detectores, contruidos a base de un gran imán y un número grande de detectores para medir diferentes aspectos de las 10.000 partículas que pasan por minuto, incluyendo su energía, dirección, carga y masa. AMS generará 300.000 informaciones, que serán procesadas con unos 650 microprocesadores y transmitidas a la Tierra, donde in-

vestigadores de 16 países las estudiarán a fondo.

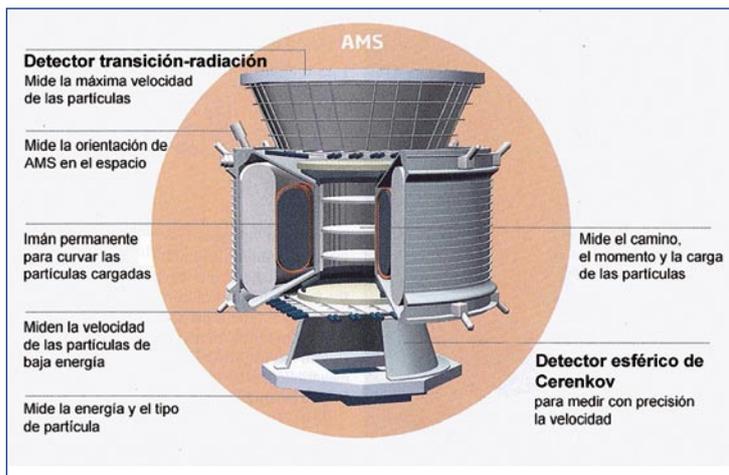
En el proceso de conocer esta transmisión de datos se construyó en los años 90 un detector que operó durante 100 horas en la nave *Discovery* en junio de 1998 (ver figura).

Experimentos anteriores han demostrado que el 89% de la radiación cósmica está constituida por núcleos de hidrógeno (protones), el 10% son núcleos de helio y el 1% restante es una mezcla de todo lo demás. AMS confirmará estas medidas del detector *Pamela*.

Muchas otras posibilidades surgirán cuando se examinen los resultados de las medidas. Unas podrán proceder de los llamados neutrinos que se originan de la teoría de la supersimetría. Se aclarará asimismo el origen de los positrones, pero no de los antiprotones, que aparecen en algunas galaxias, y otras muchas cuestiones hoy en día no conocidas.

En uno de los experimentos Alfa del CERN se han mantenido antiprotones hasta 15 minutos, lo que puede permitir la medida del espectro de luz absorbida por los antiprotones y compararlo con el del hidrógeno para conocer si hay simetría entre ellos.

Fuentes: *NewScientist*, 9 abril 2011 y *Science*, 10 junio 2011



Espectroscopio Magnético Alfa (Fuente: NewScientist)

## Socios FORO NUCLEAR

AEC - AMAC - ANCI - AREVA - BERKELEY MINERA ESPAÑA - BUREAU VERITAS - C.N. ALMARAZ - C.N. ASCÓ - C.N. COFRENTES - C.N. TRILLO I - C.N. VANDELLÓS II - CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE BARCELONA - CLUB ESPAÑOL DEL MEDIO AMBIENTE - COAPSA CONTROL - CONSEJO SUPERIOR DE COLEGIOS DE INGENIEROS DE MINAS DE ESPAÑA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA - EMPRESARIOS AGRUPADOS - ENDESA - ENSA - ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS - ETS INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID - ETS INGENIEROS DE MINAS DE MADRID - ETSI INDUSTRIALES DE BARCELONA - ETSI INDUSTRIALES DE BILBAO - ETSI INDUSTRIALES DE MADRID - ETSI INDUSTRIALES DE LA UNED - ETSI INDUSTRIALES DE VALENCIA - FUNDACIÓN EMPRESA Y CLIMA - GAS NATURAL FENOSA - GENERAL ELECTRIC INTERNATIONAL - GHESA - GRUPO DOMINGUIS - GRUPO ENERMYT DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA - HC ENERGÍA - IBERDROLA - INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL - INSTITUTO DE LA INGENIERÍA DE ESPAÑA - KONECRANES AUSIÓ - NUCLENOR - OFICEMEN - PROINSA - SENER - SEOPAN - SERCOBE - SIEMSA - TAMOIN POWER SERVICES - TECNATOM - TECNIBERIA - TÉCNICAS REUNIDAS - UNESA - UNESID - WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN - WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES