

La central de Fukushima Daiichi afectada gravemente tras un gran terremoto y un tsunami

El 11 de marzo de 2011 tuvo lugar frente a la costa nororiental de Japón un terremoto de grado 9.0 de la escala de Richter, el mayor de la historia en Japón, con epicentro a 130 km de la costa y a unos 10 km de profundidad. El tsunami que siguió al terremoto fue muy importante y alcanzó, según las fuentes y los puntos, alturas de ola entre 10 y 23 metros

Las 14 unidades nucleares cercanas al epicentro del terremoto pararon de forma automática. La más afectada ha sido la de Fukushima Daiichi, compuesta por seis unidades de tipo BWR. Sólo las unidades 1, 2 y 3 estaban en funcionamiento cuando ocurrió el terremoto, y pararon automáticamente, cesando así las fisiones nucleares. Los reactores 4, 5 y 6 estaban parados por recarga de combustible y mantenimiento.

Tras el terremoto, las centrales nucleares quedaron sin suministro eléctrico exterior y entraron en servicio los generadores diésel de emergencia para alimentar los servicios esenciales, especialmente la refrigeración de emergencia. Sin embargo, el tsunami posterior dejó fuera de servicio los generadores y las unidades quedaron sin energía eléctrica, dejando de funcionar los sistemas de seguridad y la instrumentación. Las unidades 5 y 6, situadas a cierta distancia de las cuatro primeras, lograron utilizar sus generadores y no sufrieron daños importantes.

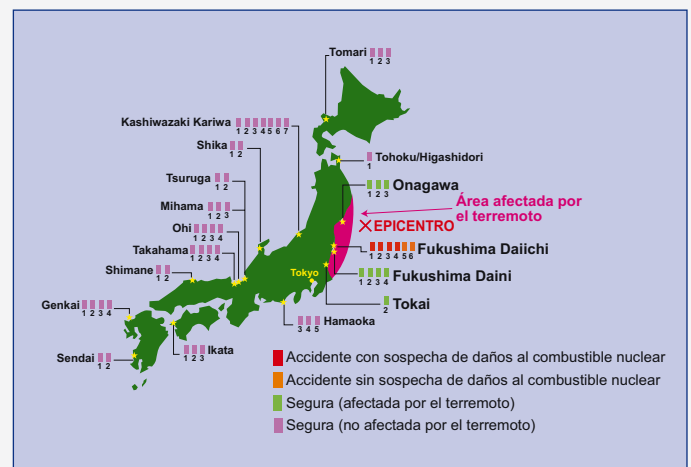
Desde ese momento, los combustibles usados de las tres primeras unidades, tanto los situados dentro de las vasijas como los colocados en las piscinas de almacenamiento, generando un calor residual inferior al 1%, quedaron sin refrigeración. La ausencia de refrigeración produjo vapor y descenso del nivel de agua, dañando, según

fuentes oficiales, parte de los elementos, que quedaron parcialmente al descubierto. El ciconio de las vainas de las varillas combustibles debió de reaccionar con el agua para producir hidrógeno que, tras su venteo al edificio del reactor, produjo explosiones que dañaron la parte superior de los edificios. La unidad 4, cuyo combustible estaba en su totalidad en la piscina de almacenamiento, sufrió en ésta el mismo fenómeno y experimentó también una explosión de hidrógeno.

Las acciones del personal de las centrales y otras instituciones se centraron en:

- Aportar agua de refrigeración, incluso del mar, con adición de ácido bórico, absorbente de neutrones, a las vasijas de los reactores, estructuras de contención primaria y piscinas de almacenamiento.
- Conectar líneas eléctricas de redes exteriores para, tras comprobar su estado, alimentar los servicios de refrigeración de emergencia y la instrumentación.
- Practicar aberturas en los techos de las unidades 5 y 6 para ventear cualquier producción de hidrógeno y tener acceso para verter agua de refrigeración, si ello fuese necesario.

Foro Nuclear transmite su solidaridad al pueblo japonés. Asimismo, manifiesta su apoyo a los trabajadores que están haciendo todos los esfuerzos posibles por minimizar el impacto de este accidente



Situación de las centrales tras el terremoto y el devastador tsunami

Bajo las condiciones del estado de alerta, fue evacuada la población dentro de un radio de 20 km, y se instó a la población entre 20 y 30 km a que permanecieran en el interior de los edificios. Las emisiones al exterior, conteniendo cantidades de gases radiactivos, se dirigen por el momento hacia el Pacífico, favoreciendo su dilución.

Al cerrar esta edición del *Flash* (31 de marzo) parece que la presión en las contenciones primarias está estabilizada y pronto se dispondrá de suficiente energía eléctrica. Permanece la preocupación por el estado de las piscinas de almacenamiento de los elementos combustibles, situadas fuera de las contenciones primarias.

Las dosis de radiación en el perímetro de la planta permanecen altas y más aún en los edificios interiores. Por otra parte, se ha detectado contaminación moderada en algunos productos agropecuarios de los alrededores, e incluso una presencia de yodo radiactivo en el agua potable, desaconsejable para lactantes, pero inofensiva por encima de la edad de un año, según el Gobierno japonés. Se está drenando agua muy radiactiva acumulada en los sótanos de los edificios de turbina y en conductos que salen al exterior. También se han detectado trazas de plutonio en dos muestras de terreno circundante en cantidades inofensivas.

Fuentes: Foro Atómico Industrial japonés, CSN, Autoridad reguladora japonesa, OIEA, TEPCO, Foro Nuclear, WNN y otras publicaciones

LAS CENTRALES NUCLEARES EUROPEAS PASARÁN UNAS PRUEBAS DE RESISTENCIA

La Asociación de Autoridades Reguladoras de Seguridad Nuclear de Europa Occidental (WENRA) ha elaborado un primer listado de cómo se podrán llevar a cabo las revisiones de la seguridad y los análisis de riesgos (denominados stress tests, o pruebas de resistencia) de las centrales nucleares europeas a la luz del accidente de la central nuclear japonesa de Fukushima Daiichi.

WENRA ha definido las pruebas de resistencia como una reevaluación de los márgenes de seguridad en las centrales nucleares existentes. Éstas permitirán analizar el comportamiento de las centrales nucleares ante una serie de situaciones extremas que pudieran poner en riesgo la seguridad de las mismas.

Los plazos contemplados en la propuesta son de seis meses para que las centrales nucleares completen las revisiones y de tres meses para la evaluación por parte de los reguladores.

Estas pruebas de resistencia, basándose en la información recibida hasta ahora del accidente de la central de Fukushima, deberían incluir, al menos, el análisis de aspectos como terremoto superior al de base de diseño, inundaciones superiores a las de base de diseño, otras condiciones externas extremas, pérdida total prolongada de suministro eléctrico, accidente con fusión del núcleo, etc.

Las centrales nucleares están diseñadas, construidas y operadas de manera que puedan hacer frente a una serie de accidentes y situaciones imprevistas tanto de carácter interno como externo. De esa manera, en el diseño se han tenido en cuenta situaciones muy desfavorables, entre las que se incluyen terremotos, incendios, inundaciones, pérdidas de suministro eléctrico exterior, fallos de equipos, errores de operación u otras. Toda esa información forma parte de la llamada "base de diseño" de la central, que se tiene en cuenta cuando se proyecta el reactor y las instalaciones anexas.

Fuente: CSN, 24 marzo 2011

ACCESO DE ENDESA A LA TECNOLOGÍA DEL AP-1000

Mediante el acuerdo firmado el 14 de febrero de 2011 entre el Director General de Energía Nuclear de Endesa, Alfonso Arias, y el Presidente de Operaciones de Westinghouse, Ricardo Pérez, Endesa adquirirá información propietaria de Westinghouse sobre la ingeniería, licenciamiento, construcción, puesta en servicio, ope-



Firma del acuerdo entre Alfonso Arias y Ricardo Pérez (Foto: Endesa)

ración y mantenimiento del AP-1000. Cuatro unidades de este reactor de tercera generación están actualmente en construcción en China y hay varios más en diversas fases de autorización y planificación en Estados Unidos, China y otros países.

La participación de Endesa se llevará a cabo mediante la asignación de personal a las instalaciones de Westinghouse y a los proyectos en ejecución en China. Endesa estará con ello en condiciones de acometer nuevos proyectos nucleares con la tecnología AP-1000 en países donde está presente, particularmente en Hispanoamérica.

Fuentes: Endesa y World Nuclear News, 9 marzo 2011

SE ACERCAN LAS CERTIFICACIONES DE LOS REACTORES DE TERCERA GENERACIÓN EN EE.UU.

Los reactores de tercera generación de los países occidentales (el AP-1000 de Westinghouse, el EPR de Areva y el ESBWR de General Electric) llegan al fin de sus procesos de certificación. En EE.UU. se prevén fechas de la certificación final entre los años 2011 y 2013.

- El Comité Asesor sobre Salvaguardia de Reactores (ACRS) ha remitido una carta al Presidente del organismo regulador estadounidense (NRC) expresando su "seguridad razonable de que el diseño mejorado [del AP-1000 de Westinghouse] puede dar lugar a la construcción y operación del reactor sin riesgo indebido para la seguridad y salud del público". Este informe es un elemento importante para que la NRC proceda a la certificación final, que se confía tendrá lugar hacia septiembre de 2011.
- Areva avanza también en el proceso de certificación del diseño de su reactor PWR Evolutivo (EPR) de 1.600 MW, adaptado a las condiciones americanas. La NRC ha solicitado información adicional sobre algunos aspectos del sistema de refrigeración de emergencia, además de los sistemas digitales de instrumentación y control y análisis sísmicos y estructurales. La certificación final se retrasará, según informa la NRC, hasta 2013.
- Por su parte, General Electric-Hitachi (GEH), que había solicitado en 2005 la certificación de su diseño del reactor BWR económico simplificado (ESBWR) de unos 1.600 MW, con circulación natural y otras características pasivas, envió a la NRC en octubre de 2010, su octava revisión, incorporando la solución a objeciones de este organismo. El Comité Asesor sobre Salvaguardia de Reactores (ACRS) aprobó el mismo mes el informe técnico de seguridad de la NRC y esta Comisión acaba de emitir un informe con la Evaluación final de seguridad y la Aprobación final del proyecto. Se prevé que el proceso esté terminado antes de fin de 2011.

La NRC trabaja también en el proceso de certificación de otros reactores, incluyendo el ABWR modificado, en sus versiones de GEH y de Toshiba y el APWR avanzado propuesto por Mitsubishi.

Para todos estos diseños hay peticiones de licencia combinada de construcción y operación por diversas empresas eléctricas, que están invirtiendo importantes recursos en contratos preliminares de equipo y servicios, aunque ninguna ha tomado aún decisiones definitivas sobre la construcción.

Fuentes: Nucleonics Week, 28 octubre y 9 diciembre 2010 y 10 marzo 2011; Nuclear News Flashes, 8 y 21 diciembre 2010 y 14 enero 2011; NucNet, 22 diciembre 2010 y World Nuclear News, 8 y 10 marzo 2011

EL PLAN NUCLEAR CHINO

El duodécimo Plan Quinquenal 2011-2015 fija para 2015 una potencia nuclear instalada de 40 GW, con una producción superior a 300 TWh.

China tiene actualmente 13 unidades en operación con 10,8 GW. Hay también 28 unidades de diversos tipos en construcción o autorizadas en firme, con un total de 30,8 GW

En el Plan Quinquenal se establece además que comience la construcción de 38 GW nucleares adicionales, con lo que para 2020 habrá entre 70 y 80 GW nucleares en operación, el doble de lo previsto en la programación anterior. La inversión en el programa nuclear chino superará los 113.000 millones de euros.

Las centrales contempladas para comenzar su construcción incluyen:

- Dos nuevas unidades rusas VVER de tipo AES-91, de 1.060 MW, en Tianwan (provincia de Lianyungang). En el emplazamiento de Tianwan existen ya dos unidades del mismo tipo, que funcionan desde 2007.

- Dos nuevas unidades de diseño estándar chino CPWR-1000, de 1.080 MW, que serán instaladas en Hongyanhe, Fase II (provincia de Liaoning).
- Dos pares de unidades AP-1000 de 1.250 MW, de diseño Westinghouse, en Sanmen Fase II y Haiyang Fase II, iguales a las que están en construcción en estos emplazamientos. Recientemente se ha prorrogado por dos años el acuerdo de cooperación entre Westinghouse y State Nuclear Power Corporation (Snptc).

La industria china proyecta desarrollar una nueva versión del AP-1000 con 1.400 MW e incluso, más tarde, una de 2.100 MW, para lo que cuenta con la tecnología que ha adquirido el apoyo de Westinghouse.

Existen asimismo negociaciones con Areva y EDF para posibles unidades de tipo EPR como continuación de las que están en construcción en Taishan, pero estas unidades no están aún en los planes oficiales.

Este programa implica construir en los próximos años ocho unidades anuales, lo que se ha hecho ya en EE.UU. y Francia en décadas pasadas, pero que supo-



Central Nuclear de Tianwan (Foto: NEI)

ne un esfuerzo industrial y educativo de primer orden. Hay grupos chinos que recomiendan moderación en los planes, ateniéndose a escenarios razonables, dentro de la gran expansión que requiere el país. Por otra parte, la experiencia acumulada en China por la industria local y la extranjera asociada ha de servir también para mejorar las prestaciones en las futuras construcciones en Occidente.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 27 enero y 3 febrero 2011; *Nuclear News Flashes*, 18 enero 2011; *Nucnet*, 23 noviembre 2010 y 19 enero 2011; *Nuclear Energy Overview*, 7-13 y 14-20 enero 2011 y *Nuclear Engineering International*, 29 septiembre y octubre 2010

EL GOBIERNO BRITÁNICO PROPONE REFORMAS QUE FAVORECEN A LAS ENERGÍAS LIMPIAS

El Gobierno británico anunció el 16 de diciembre de 2010, por medio del Departamento de Energía y Cambio Climático (DECC), una propuesta de reforma del mercado eléctrico que favorece la implantación de centrales no emisoras de gases de efecto invernadero, incluyendo las nucleares, las renovables y las de combustibles fósiles con captura y almacenamiento de dióxido de carbono. El país necesita en los próximos diez años una inversión de unos 130.000 millones de euros en nuevas centrales y mejoras de la red eléctrica, lo que representa el doble de lo invertido en el decenio pasado.

La propuesta incluye cuatro puntos básicos:

- Un precio mínimo a pagar por las emisiones de dióxido de carbono por las centrales que se eleve gradualmente hasta 40 libras por tonelada de CO₂, desde los precios actuales cercanos a 12,2 libras.
- Pagos por capacidad para las centrales no emisoras, que sirvan de respaldo para cubrir las intermitencias de las centrales renovables.
- Contratos de suministro a largo plazo para la energía generada por centrales no emisoras.
- Normas limitadoras de las emisiones de dióxido de carbono, eliminando la generación por centrales que quemen combus-

tibles fósiles, salvo si adoptan técnicas de captura y almacenamiento.

La propuesta ha sido bien recibida en los medios nucleares, que ven la posibilidad de un marco regulador estable que permita las inversiones a largo plazo necesarias para las construcciones nucleares.

Por otra parte, el Gobierno británico está trabajando en la adaptación de su legislación sobre responsabilidad civil por daños nucleares, para alinearla con los requisitos de la Convención suplementaria de Bruselas a la Convención de París, firmada hace años por doce países europeos, incluidos el Reino Unido y España, pero que no ha entrado en vigor por falta de suficientes ratificaciones. En todo caso, el Reino Unido se prepara para asumir en su momento los nuevos límites para la responsabilidad del operador de 1.200 millones de euros por accidente, empezando por un mínimo de 700 millones y ampliándolo gradualmente hasta 1.200. Para ayudar a resolver las dificultades de obtener cobertura de seguros hasta estas cantidades, lo que está en la base de la falta de ratificación mencionada, el Gobierno británico avanza la propuesta de avalar las cantidades aseguradas, en forma a determinar, mediante consulta con la industria.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 23 diciembre 2010 y 27 enero y 17 febrero 2011; *NucNet*, 16 diciembre 2010; *World Nuclear News*, 2 diciembre 2010 y 25 enero 2011; y *Nuclear News Flashes*, 16 diciembre 2010 y 24 enero 2011

LA CENTRAL IRANÍ DE BUSHEHR RETRASA SU PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha de la central iraní de Bushehr, primera en el país, ha tenido que ser retrasada cuando el combustible estaba ya cargado en el núcleo, al haberse detectado en el interior de la vasija partículas metálicas que podrían dañar los elementos combustibles si el reactor se pusiera en funcionamiento.

El combustible será descargado y limpiado concienzudamente, así como la vasija y sus partes internas, antes de recomenzar las operaciones de puesta en servicio. La limpieza se efectuará sin problemas puesto que el reactor no había alcanzado la criticidad, pero el programa sufrirá un retraso de varios meses.

Se cree que las partículas, constituidas por pequeñas virutas, proceden del interior de una de las cuatro bombas primarias, deteriorada por vibraciones causadas por un anclaje defectuoso.



Central nuclear de Bushehr (Irán) Foto: Arash Khamooshi

Las bombas eran parte del equipo suministrado por Siemens, anterior suministrador de la central en los años setenta, que se retiró del proyecto en 1980 como consecuencia del embargo impuesto por Alemania a Irán después de la revolución islámica de 1979.

La rusa Atomstroyexport, filial de Rosatom, fue contratada por el Gobierno iraní para completar la central con un reactor de tipo ruso VVER de 1.000 MW, pero con el encargo de utilizar en lo posible el equipo almacenado en Bushehr procedente del anterior contrato.

Fuentes: *World Nuclear News*, 28 febrero 2010 y *Nucleonics Week*, 3 marzo 2010

LA INDUSTRIA NUCLEAR FRANCESA SE REORGANIZA

Las empresas nucleares francesas, controladas por el Estado, Areva y Electricité de France (EDF), llegarán antes del verano a un acuerdo técnico y comercial para la coordinación de sus actividades, incluyendo la optimización del diseño de las centrales de tipo EPR, según se acordó en una reunión del Consejo de Política Nuclear francés el 21 de febrero de 2011.

La declaración del Consejo ha sido publicada por la oficina del Presidente Sarkozy, que asistió a la reunión. La optimización de los EPR se basará en la experiencia obtenida en la construcción de las unidades de Olkiluoto, en Finlandia, Flamanville, en Francia y Taishan, en China.

Las empresas cooperarán en el mantenimiento y operación del parque nuclear actual y prepararán la extensión de la vida operativa de las centrales. También establecerán acuerdos a largo plazo para el suministro de combustible y colaborarán en la gestión de los combustibles usados y los residuos radiactivos.

El Consejo destacó también la conveniencia de que las dos empresas y otras entidades cooperen en el desarrollo de una central avanzada de menor potencia,

con el reactor Atmea-1, apta para redes más pequeñas, y subrayó la posibilidad de una primera construcción de este reactor en suelo francés.

En el plano internacional, el Consejo encargó al Comisariado de Energía Atómica y Energías Alternativas (CEA) la negociación con China para formar una "asociación amplia" entre ambos países para todas las actividades nucleares civiles, incluido el desarrollo conjunto de un reactor de 1.000 MW de tercera generación, basado en la experiencia de las dos partes en este tipo de reactor, de origen francés y ampliamente construido en China.

En el aspecto comercial se espera una "alianza flexible" entre Areva y EDF que asigne los papeles que ha de desempeñar cada empresa caso por caso y en función de las necesidades y deseos de los clientes. El nuevo esquema de cooperación, promovido enérgicamente por el Presidente Sarkozy, representa un avance importante en las relaciones entre las dos principales empresas nucleares francesas, que habían tenido en el pasado discrepancias poco favorables para los intereses del país.

Fuentes: *NucNet*, 22 febrero 2011 y *Nuclear News Flashes*, 27 enero 2011

Publicaciones y cursos

- ✓ **Energía Nuclear: Estado Actual y Perspectiva Inmediata** – Universidad Pontificia de Comillas. Madrid, 2011.
- ✓ **Seguridad, Modelo Energético y Cambio Climático** – Ministerio de Defensa, Cuadernos de Estrategia, Instituto Español de Estudios Estratégicos, enero 2011.
- ✓ **Información Básica de los Sectores de la Energía 2010** – Comisión Nacional de la Energía.
- ✓ **Máster oficial de Ingeniería Nuclear de España.** Endesa y la Universidad Politécnica de Catalunya han lanzado este máster que cumple los requisitos formativos del Espacio Europeo de Educación Superior. Tiene un año académico de duración y seis meses de prácticas en empresas e instalaciones del sector nuclear. Se impartirá en inglés. Más información: www.escuelaendesa.com / www.upc.edu

RUSIA CONTINÚA SU EXPANSIÓN EN EL MERCADO DEL URANIO

La compañía rusa Atomredmetzoloto (ARMZ), filial de la estatal Rosatom, continúa su proceso de asegurar los suministros de uranio, adquiriendo nuevos derechos en Mongolia y Tanzania.

- Mediante un acuerdo firmado el 14 de diciembre de 2010 entre la compañía estatal de Mongolia Monatom y ARMZ, se ha formado la empresa Dornod Uran, propiedad de ambas entidades con participación de 51% y 49% respectivamente, asegurando así el control mongol. La nueva empresa desarrollará y explotará uranio de Dornod, con unos recursos de unas 50.000 toneladas de uranio explotables a 130/kgU a razón de unas 2.000 t/año. ARMZ invirtió en la zona en los años 1990 unos 600 millones de dólares y estima que poner en marcha la producción implicará otros 200 millones. El operador será Priagunsky Industrial Mining and Chemical Union, filial de ARMZ, que transportará el producto a una instalación ubicada en Rusia cerca de la frontera mongol, a unos 350 km. ARMZ mejorará la estructura ferroviaria existente.

La transacción está aún sometida a un recurso presentado por la canadiense Khan Resources, que considera la cancelación de una licencia existente a su favor como expropiatoria.

- La transacción que confirió a ARMZ el 51% de la propiedad de Uranium One (véase *Flash* de diciembre 2010) ha recibido la autorización necesaria de la Comisión Reguladora Nuclear de EE.UU. para confirmar las licencias de explotación de varias instalaciones en Wyoming a dos subsidiarias americanas de Uranium One, que seguirán siendo las titulares de las licencias. Ni Uranium One ni ARMZ tendrán licencias de exportación, por lo que la producción de las minas americanas no podrá ser exportada fuera del país.

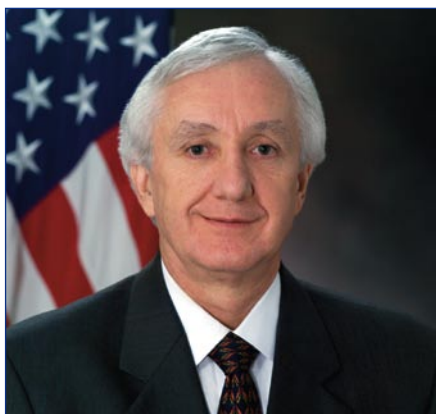
Fuentes: *World Nuclear News*, 25 noviembre y 15 diciembre 2010; *Nuclear Energy Overview*, 10-16 diciembre 2010; *Nuclear News Flashes*, 17 diciembre 2010 y *Nuclear Engineering International*, 6 enero 2011

NO RECICLAR EL COMBUSTIBLE NUCLEAR USADO ES UN DERROCHE, SEGÚN EL EX PRESIDENTE DE LA NRC

Dale Klein, el anterior presidente de la Comisión Reguladora Nuclear de Estados Unidos (NRC), ha manifestado que "la política de no reciclar el combustible nuclear usado es algo que el país no puede permitirse". En una nota de prensa de la Asociación Americana para el Progreso de la Ciencia, Klein insistió que "el combustible usado no es un residuo" y que es un derroche no utilizar esta fuente valiosa y abundante de energía limpia de forma sistemática. "El ciclo abierto de combustible nuclear, actual práctica americana, es un enorme despilfarro de energía potencial", añadió.

Mientras que EE.UU. continúa con esta política, otros países, incluidos Francia, Japón, India, el Reino Unido, Rusia y China, han dedicado recursos importantes a sus programas de reproceso. El reproceso no sólo permite el aprovechamiento del gran contenido energético de los combustibles usados, sino que reduce de forma importante el volumen y la radiotoxicidad de los residuos de alta actividad y vida larga contenidos en los mismos.

A las importantes declaraciones de Klein les siguen otras en el mismo sentido, en varios foros de discusión mantenidos después de la publicación del informe "El futuro del ciclo del combustible nuclear" del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) en 2010. El informe actualiza



Dale Klein, expresidente de la NRC

las conclusiones de informes anteriores en los que reconocía la necesidad de llegar a unos 1.000 GW de potencia nuclear en 2050 para combatir el cambio climático.

Las necesidades a más largo plazo aconsejan gestionar el combustible usado durante los próximos decenios mediante un almacenamiento seguro que permita adoptar el ciclo cerrado cuando la tecnología disponible y la economía lo justifiquen.

En una reunión de expertos de la Asociación de Energía de EE.UU. celebrada a finales de 2010 se coincidió con las apreciaciones del MIT sobre la suficiencia del uranio para los planes nucleares de los próximos decenios, pero se insistió en la necesidad de considerar para el futuro el

El reproceso permite **reutilizar el combustible usado en las centrales nucleares y reducir su volumen y radiotoxicidad**

ciclo cerrado para conservar los recursos energéticos y la seguridad del suministro de uranio y para incrementar la flexibilidad en la gestión de los residuos. En opinión de Alan Hanson, vicepresidente ejecutivo de Areva para tecnologías y gestión del combustible usado, "para apoyar el renacimiento nuclear estadounidense, necesitamos una estrategia de gestión del combustible nuclear usado con opciones que incluyan el almacenamiento temporal, el reciclado y la disposición final". Hanson preconiza el establecimiento de una iniciativa pública/privada para financiar los costes iniciales en una infraestructura de investigación y desarrollo, la construcción de una instalación de reciclado, la creación de una estructura reguladora apropiada dentro de la NRC y la adaptación del Fondo existente para los Residuos Radiactivos. La instalación recomendada podría estar basada en la actual planta de La Hague, en Francia.

Fuentes: *Nuclear News Flashes*, 21 septiembre 2010; *World Nuclear News*, 20 septiembre 2010; *Nuclear Energy Overview*, 24-30 septiembre 2010 y *Nucnet*, 21 febrero 2011

EL GOBIERNO BRITÁNICO ESTUDIA RECICLAR EL PLUTONIO EN FORMA DE COMBUSTIBLE MOX

El Reino Unido almacena unas 112 toneladas de plutonio procedente del reproceso de los combustibles de las centrales comerciales. Esta cantidad incluye unas 28 toneladas propiedad de empresas extranjeras que contrataron en el Reino Unido el reproceso de sus combustibles. El almacenamiento del plutonio en forma segura se lleva a cabo en Sellafield y en Dounreay hasta que se decida la mejor solución para su gestión a largo plazo. Las opciones avanzadas por el Departamento de Energía y Cambio Climático (DECC) se exponen a continuación:

- El acondicionamiento del plutonio para su eliminación definitiva puede costar entre 6.000 y 8.500 millones de euros, dependiendo de la tecnología que se emplee.
- El almacenamiento a largo plazo, del orden de 110 años, puede costar unos 10.000 millones de euros y, en todo caso, podría requerir una eliminación final después de ese tiempo.
- El empleo del plutonio en reactores comerciales como combustible MOX requerirá construir una nueva fábrica en el Reino Unido para operar unos 30 años. La fábrica puede costar de 6.000 a 7.600 millones de euros, pero se podrían obtener unos 2.300 millones por la venta del combustible. La fábrica tendría

El Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido somete a **consulta pública el almacenamiento del plutonio o su empleo en reactores comerciales**

que ser de nuevo diseño, comparable a la que Areva tiene en Francia con una capacidad de 200 toneladas anuales. La pequeña fábrica inglesa existente en Sellafield ha producido sólo 15 toneladas de combustible MOX en 9 años de funcionamiento.

El DECC ha sometido el asunto a consulta pública. Parece inclinarse por la utilización como MOX basándose en que se trata de una tecnología probada y que conduce a utilizar el plutonio como fuente de energía, dando como resultado combustibles gastados no aptos para usos proliferantes, y compatibles con los planes para eliminación de residuos que se consideran hoy en el país. No obstante, señala el DECC, a corto y medio plazo el almacenamiento es la única solución mientras se desarrollan opciones a más largo plazo. El periodo de consulta durará hasta mayo de 2011.

Fuente: *World Nuclear News*, 6 febrero 2011

EL SECTOR NUCLEAR INDIO SE BENEFICIA DE LOS ACUERDOS CON EE.UU.

El acuerdo de cooperación de EE.UU. con India, por el cual termina el aislamiento de este país respecto al mercado nuclear mundial, ha traído ya beneficios inmediatos y permite proyectar un futuro energético ambicioso.

El parque nuclear indio, compuesto hasta 2009 en su casi totalidad por reactores de uranio natural y agua pesada a presión de tamaño reducido, con una potencia total del orden de 4.000 MW, ha sufrido contratiempos de varios tipos, incluyendo la escasez de suministro de combustible y las dificultades de acceso a materiales y tecnología.

Con las provisiones del Tratado y la aprobación del Grupo de Suministradores Nucleares, las centrales de uso civil, sometidas a las salvaguardias del Organismo de Energía Atómica (OIEA), tienen acceso a combustible y tecnología que han permitido un incremento de la utilización de las centrales del 23% en el periodo de abril a septiembre de 2010.

En estas mejores condiciones ha sido posible volver a poner en servicio la central de Rajasthan-2, comenzar la operación comercial de las unidades 5 y 6 y llegar a la plena potencia de las unidades 3 y 4.

Por otra parte, la seguridad del suministro de combustible hace posible un fuerte aumento previsto del parque nuclear, con el objetivo de 60.000 MW en el año 2030, para lo que el país cuenta con la importación de centrales de los países industrializados.

Fuente: *Nuclear Energy Overview*, 15-21 octubre 2010

WESTINGHOUSE FABRICARÁ LOS COMBUSTIBLES PARA LA CENTRAL NUCLEAR DE SUMMER

Westinghouse ha firmado un contrato a largo plazo con South Carolina Electric & Gas (filial de Scana Corp.) para la fabricación de los elementos combustibles para la actual unidad V.C. Summer-1 y para las futuras unidades 2 y 3, pendientes aún de licencia combinada de Construcción/Operación (COL) por la Comisión Reguladora Nuclear (NRC) de Estados Unidos.

La primera unidad, en operación desde 1984, es un PWR de 966 MW netos. Las dos unidades proyectadas son del tipo AP-1000 de 1.117 MW. Westinghouse y el grupo Shaw tienen el contrato de ingeniería, suministro y construcción para las dos unidades y están en marcha trabajos previos a la decisión final de construir por parte de los propietarios, que será tomada, en su caso, tras la concesión de la COL, que se espera para finales de 2011 o principios de 2012.

La propiedad de las unidades es de Scana Corp. (55%) y Santee Cooper (45%). Esta última desea conservar su participación en la primera unidad y reducirla para las dos unidades nuevas, para lo que está en negociaciones con otras empresas.

Fuentes: *NucNet*, 14 febrero 2011 y *Nuclear News Flashes* 11 y 14 febrero 2011



Central Nuclear Virgil C. Summer, EE.UU.



Central Nuclear de Rajasthan (India)

EL BANCO DOSIMÉTRICO Y EL CARNÉ RADIOLÓGICO ESPAÑOLES

Desde 1982, la reglamentación española ordenó que se abriera a los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes un historial que registrase todas las dosis que recibieran por su actividad. Este historial será conservado por el titular de la instalación. Consciente de la dificultad por parte de las pequeñas organizaciones, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) acordó la creación del Banco Dosimétrico Nacional (BDN).

El BDN está operativo desde principios de los años 1990 y actualmente contiene en torno a 16.400.000 registros, que corresponden a unos 292.000 trabajadores y a unas 52.000 instalaciones. Cada registro identifica al trabajador y a la instalación y pormenoriza la actividad laboral del trabajador. Con ello se permite la realización de estudios estadísticos y la identificación de áreas laborales prioritarias. El aporte de datos al BDN se realiza por el CSN.

En 1986, el CSN acordó asimismo implantar el carné radiológico. Tras una fase preliminar en 1990, el CSN requirió su utilización y el Real Decreto 413/97 lo estableció como obligatorio. En 2010, la Asociación Europea de Autoridades Competentes en Protección Radiológica (HERCA) aprobó una propuesta de Pasaporte Radiológico Europeo, en que la base de partida fue el carné radiológico actualmente utilizado en España.

Fuente: Alfa, diciembre 2010

PRIMERA PRUEBA CLÍNICA EN ESTADOS UNIDOS DEL ISÓTOPO PLOMO-212

La empresa francesa Areva Med, especializada en medicina nuclear, ha sido autorizada por el organismo americano Food and Drug Administration (FDA) para comenzar en Estados Unidos las primeras pruebas clínicas de un nuevo tratamiento para combatir el cáncer.

Areva ha desarrollado un proceso para extraer plomo-212 a partir de torio, como resultado de anteriores actividades industriales. Este tratamiento, que puede denominarse de alfa-radio inmunoterapia, está específicamente dirigido a luchar contra el cáncer, por el corto y profundo efecto de la radiación alfa sobre las células del cáncer con un efecto mínimo sobre las células sanas.

La primera fase de las pruebas clínicas comenzará este año en Estados Unidos y durará unos dos años.

En medicina nuclear, el tratamiento con nuevos isótopos se debe en algunos casos a su disponibilidad. Areva anunció en 2010 la construcción de una instalación para producir plomo-212 en el Limousin francés.

Fuente: NucNet, 25 enero 2011

LOS PRIMEROS CAMPESINOS RURALES

Se supone que la vida en la Tierra comenzó en el agua. El crecimiento posterior de las plantas sobre el suelo influyó notablemente sobre el futuro del planeta. Sin plantas, el clima sería muy distinto y la vida sobre la Tierra, como podemos imaginar, muy diferente.

Salvo residuos fósiles, sería difícil conocer cuándo y cómo la vida pasó del mar a la Tierra. Algunos investigadores han estudiado esta transición. Uno de ellos, Rubinstein, describe pruebas (fósiles de embriofitos formadores de esporas, en depósitos del Ordoviciano medio) que establecen que este tipo de plantas existía ya hace unos 472 millones de años, a lo que hay que añadir el tiempo necesario para que tuviera la diversificación que dio origen a cinco géneros de plantas.

Como estas plantas se encontraron en el noroeste de Argentina, habría que añadir el tiempo necesario para el paso desde el emplazamiento original de Gondwana. Ya que los residuos de Arabia Saudí y la República Checa son algo posteriores, es preciso suponer que las



Uno de 22 esqueletos encontrados en un cementerio alemán (Foto: Lda Sachsen)

Hace 10.000 años, emigrantes de Oriente Medio iniciaron la revolución agrícola europea

plantas llegaron a Argentina por vía terrestre.

El reciente hallazgo en Libia de pequeños primates – monos, simios y humanos – ha reavivado una discusión sobre el origen de los primeros primates entre los Eosimias

de 45 millones de años hallados en Asia y los hallados en Libia, que serían un millón de años más jóvenes que los restos de antropoides encontrados en África. Parece indudable que el desarrollo de los antropoides hubiera sido bastante anterior de lo hallado hasta ahora o la expansión en Asia habría tenido que ser muy rápida para llegar tan pronto a África.

El comienzo de la revolución agrícola en Europa comenzó hace unos 10.000 años por emigrantes de los países que hoy forman Turquía, Siria, Iraq y otros países de esa zona. Algunos investigadores creían hasta ahora que el proceso había tenido lugar por contacto con los residentes vecinos, pero otros tipos de investigación (análisis de ADN) han revelado que el proceso fue debido a la emigración en el periodo Neolítico en busca de mayores fuentes alimenticias de las que nacieron centros de población nuevos y nuevas técnicas para obtener una expansión de sus posibilidades.

Fuentes: Science, 22 y 29 octubre y 19 noviembre 2010

EL OSCURECIMIENTO DE LOS AMARILLOS EN VAN GOGH

Un pigmento amarillo empleado en las pinturas del siglo XIX fue la base que utilizó Van Gogh para muchos de sus cuadros con pinturas de girasoles. Sin embargo, desde entonces algunas de las pinturas de amarillo cromo se han oscurecido notablemente.



"La Siesta" de Van Gogh: los tonos amarillos originales se han vuelto marrones

Un grupo de investigadores dirigido por Koen Janssens, de la Universidad de Amberes, ha empleado un generador de rayos X de la Instalación Europea de Radiación Sincrotrón de Grenoble, Francia, para analizar muestras del pigmento del componente básico del color amarillo cromo (cromato de plomo), de tres tubos de esta pintura envejecidos artificialmente hasta 100 años de antigüedad por medio de luz ultravioleta simulando la exposición a luz diurna.

La pintura de uno de estos tubos había adquirido un tono parduzco y en él, el cromo en el cromato de plomo de la superficie se había reducido del estado de oxidación VI al color más oscuro del estado III.

Los colores pardos de las pinturas restauradas de los cuadros de Van Gogh "Las orillas del Sena" y "Vista del Arles con arco iris" tenían sulfato de bario en las áreas oscurecidas. Esta sustancia blanca se empleaba para hacer que la pintura clara, que era más cara, cubriera más el cuadro o que el color amarillo se hiciera más pálido. Esto podría haber provocado que se redujera el cromo y se hiciera más patente el oscurecimiento con la luz.

La mezcla del sulfato y cromato es muy sensible al oscurecimiento con la luz ultravioleta. Las galerías o lugares donde se muestren estas pinturas no deben ser expuestas a un exceso de luz ordinaria o ultravioleta.

Fuente: *New Scientist*, 19 febrero 2011

PRODUCCIÓN DE COBALTO-60 EN CENTRALES NUCLEARES DE ESTADOS UNIDOS

La Comisión Reguladora Nuclear (NRC) de Estados Unidos ha dado autorización a la empresa Public Service Electricity and Gas (PSEG) para un programa piloto destinado a probar la posible producción de cobalto-60 en la central nuclear de Hope Creek, un BWR de 1.050 MW en New Jersey. La empresa tiene con ello la aprobación de la NRC para generar y transferir cobalto-60 como material subproducto para su empleo en aplicaciones radiactivas para el tratamiento del cáncer y la esterilización de alimentos e instrumentos médicos.

El cobalto-60 se emplea para el **tratamiento del cáncer y esterilización de instrumentos médicos y alimentos**

La modificación de la licencia permite al PSEG alterar el núcleo del reactor para insertar 12 conjuntos de combustible que contengan barras con cobalto-59 que absorberán neutrones durante el funcionamiento del reactor y se transformarán en cobalto-60.

El programa piloto durará cuatro años y en este periodo se obtendrán datos para comprobar que los nuevos conjuntos se comportan satisfactoriamente en base a una producción continua. La empresa PSEG ha planificado insertar los nuevos conjuntos durante la parada de Hope Creek de recarga de combustible del otoño de 2010.

Esta autorización es la segunda concedida este año. En enero de 2010 la NRC autorizó a la empresa Exelon un programa de prueba para la producción de cobalto-60 en la central nuclear de Clinton, un BWR de 1.043 MW, situada en Illinois.

Fuente: *NucNet*, 15 octubre 2010

Publicación



Radiación y Protección Radiológica. Guía Didáctica para Centros de Enseñanza Primaria y Secundaria. Consejo de Seguridad Nuclear.

Solicitudes: peticiones@csn.es



Socios FORO NUCLEAR

AMAC - ANCI - AREVA - AEC - 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 - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BILBAO - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA UNED - 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 - NUCLENOR - OFICEMEN - PROINSA - SENER - SEOPAN - SERCOBE - SIEMSA - TAMOIN POWER SERVICES - TECNATOM - TECNIBERIA - TÉCNICAS REUNIDAS - UNESA - UNESID - WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN - WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES