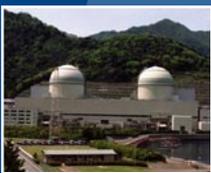




**Emiratos Árabes Unidos recibe el permiso para iniciar la construcción de su primera central nuclear**



**El suministro a largo plazo de uranio está asegurado según el OIEA y la NEA**



**Entran en servicio los reactores japoneses de Ohi 3 y 4**

## INDICACIONES DETECTADAS EN LA VASIJAS DE LA CENTRAL BELGA DE DOEL-3

El Consejo de Seguridad Nuclear de España (CSN), tras la reunión de reguladores europeos y americanos celebrada en Bruselas el 16 de agosto para analizar indicaciones detectadas en la vasija de la central belga de Doel-3, está analizando la documentación del proceso de fabricación por la misma empresa de las vasijas españolas de Cofrentes y Santa María de Garoña y los resultados de las inspecciones efectuadas en los mismos. Con los datos preliminares cabe destacar que:



Central nuclear de Doel (© Electrabel)

- La central de Cofrentes no debe estar afectada, pues está fabricada a partir de placas laminadas, conformadas y soldadas y no de material forjado, y con controles muy exigentes. Todas las pruebas, requisitos y comprobaciones han sido satisfactorios.
- La central de Santa María de Garoña, de diseño BWR, dispone de una vasija de características de tamaño, espesor de pared y tipo de reactor, que hacen que los resultados de Doel no sean extrapolables. Las pruebas e inspecciones periódicas a día de hoy, llevadas a cabo de acuerdo con el código ASME bajo la supervisión del CSN, han dado siempre resultados satisfactorios.

La Agencia Federal de Control Nuclear de Bélgica (FANC) ha ordenado que la central de Doel-3, un PWR de 1.080 MW, actualmente en situación de parada por recarga y mantenimiento, permanezca parada hasta que se evalúe la trascendencia de múltiples indicaciones de defectos laminares (paralelos a la superficie) en su vasija, detectados en julio mediante un nuevo tipo de sensor de ultrasonidos. Los resultados deberán comprobarse mediante una nueva inspección, ya en curso. Estos defectos están presentes en el material base, y pueden proceder del proceso de forja o de la fabricación, pero no del envejecimiento, como es el caso de grietas perpendiculares bajo el plaquedo, que pueden dar lugar a fragilización. Mientras tanto, FANC ha declarado el hallazgo como

incidente de nivel I de la Escala INES (anomalía), y que los defectos laminares no deben representar ninguna amenaza para la seguridad ni la salud del público.

FANC ha instruido al titular de la central belga de Tihange-2, cuya vasija fue construida por el mismo proveedor de Doel-3, Rotterdam Dry Dock (RDM), que cerró sus puertas hace años, para que compruebe la vasija. Las dos unidades permanecerán paradas mientras se efectúan las inspecciones y estudios correspondientes. Tras la reunión convocada por FANC con los reguladores europeos y americanos para evaluar la situación de las 21 vasijas (11 en Europa y 10 en Estados Unidos) fabricadas por RDM, los reguladores han dispuesto un plan de inspecciones detalladas y un estudio de los procesos de fabricación de las vasijas.

Fuentes: Nucleonics Week, 16, 23 y 30 agosto 2012; World Nuclear News, 8 agosto 2012; NucNet, 10, 17 y 21 agosto 2012; CSN, 23 agosto 2012; NEA-OCDE, 26 agosto 2012; Nuclenor, 24 agosto 2012 y Cofrentes, 27 agosto 2012

## LA ENERGÍA NUCLEAR VUELVE A LA RED ELÉCTRICA JAPONESA

Las unidades 3 y 4 de la central nuclear japonesa de Ohi, en la prefectura de Fukui, han entrado de nuevo en servicio comercial, dando fin a un período de casi dos meses en el que no funcionaba ninguna central nuclear en el país, tras la parada de Tomari-3 el pasado 5 de mayo, para recarga y mantenimiento.

Las dos unidades de Ohi, del tipo de agua a presión con 1.180 MW, propiedad de la empresa eléctrica Kansai Electric Power Co., fueron desconectadas de la red el 18 de marzo y el 22 de julio, respectivamente, para recarga programada e inspecciones que incluían pruebas de resistencia ordena-

das por el Gobierno tras el accidente de Fukushima. Los resultados de las pruebas fueron comprobados por la Agencia Industrial y Nuclear (NISA) y la Comisión de Seguridad Nuclear, y declarados satisfactorios. Siguiendo el procedimiento vigente en Japón, la puesta en marcha posterior ha sido

aprobada por el Gobierno, las autoridades locales y de la prefectura.

Ohi-3 fue conectada a la red el 5 de julio pasado, alcanzando la plena potencia cuatro días después. Ohi-4 fue conectada el 18 de julio y llegó a su potencia nominal el 25 del mismo mes.

Con esta conexión se inicia el proceso de normalización en el suministro eléctrico,

que ha experimentado tensiones por la parada de las centrales nucleares, en un período de fuerte demanda como el estival, con la posible necesidad de restricciones rotatorias de suministro. El resto de las centrales nucleares, con la excepción de las cerradas definitivamente en Fukushima, han ido parando en sus momentos programados y están siendo sometidas a un proceso de inspecciones, estudios, imple-

mentación de mejoras y aprobaciones de los reguladores y de las autoridades para programar su eventual vuelta al servicio, dentro de la nueva estructura administrativa y reguladora que está en curso de implantación en el país.

*Fuentes: Nucleonics Week, 21 junio y 5 julio 2012; World Nuclear News, 18 junio y 5 y 9 julio 2012; NucNet, 20 junio y 19 julio 2012 y JAIF Atoms in Japan, 30 julio 2012*

## PLAN DE ACCIÓN DE ENSREG TRAS LAS REVISIONES INTERPARES

Una vez concluidas las pruebas de estrés de las centrales nucleares europeas y las subsiguientes revisiones inter pares (ver *Flash* de junio 2012), el Grupo Europeo de Reguladores de Seguridad Nuclear (ENSREG) ha aprobado un plan de acción de seguimiento post-Fukushima. El objetivo es intercambiar información sobre las acciones de refuerzo de la seguridad implantadas o en estudio en todas las centrales nucleares de la Unión Europea, y asegurar que se cumplen completamente y a tiempo todas las recomendaciones contenidas en el informe emitido tras las revisiones. El plan de acción debe lograr que la puesta en práctica de las recomendaciones dé como resultado una mejora sustancial en la seguridad de las centrales europeas.

Los reguladores nacionales desarrollarán y publicarán sus planes nacionales antes de acabar el año 2012, teniendo en cuenta las recomendaciones de ENSREG, que mientras tanto emprenderá una serie de visitas de seguimiento a emplazamientos previamente propuestos por los reguladores nacionales. Las visitas se realizarán por personal de los reguladores nacionales y parte de los expertos que

participaron en las revisiones inter pares de los países correspondientes. En el caso de España, la central elegida ha sido la de Trillo. El contenido y el estado de implantación de los planes nacionales se discutirán en una reunión a celebrar en febrero/marzo de 2013, en la que se presentarán los resultados de las visitas de seguimiento.

ENSREG recomienda que la Asociación de los Reguladores Europeos sobre Seguridad Nuclear (WENRA) y la Asociación Europea de Autoridades Competentes en protección radiológica (HERCA) elaboren directrices conjuntas para la colaboración entre los reguladores de los países,

El Plan de Acción de ENSREG se utilizará para contribuir al plan de acción del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en aspectos de la seguridad nuclear, incluyendo las normas de seguridad, normas y guías de preparación ante emergencias y la comunicación y diseminación de la información a todas las partes interesadas.

*Fuentes: CSN, 1 agosto 2012; ENSREG, 1 julio 2012 y Plan de Acción de ENSREG, 25 julio 2012*

## COMIENZA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CENTRAL NUCLEAR DE LOS EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

El 18 de julio comenzó el hormigonado de la losa soporte del edificio de contención para la primera unidad de la central nuclear de Barakah (antes llamada Braka), en la parte occidental de Abu Dhabi. Este hecho marca el comienzo oficial de la construcción de la central, y se ha producido al día siguiente de la concesión de la Autorización de Construcción al titular, Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC), por

parte de la Autoridad Federal de Regulación Nuclear (FANR). En el emplazamiento ya se habían realizado importantes trabajos previos no ligados a la seguridad, incluyendo excavaciones y acondicionamiento del suelo, dragado marítimo, rompeolas y construcción de un muelle.

La autorización, restringida por el momento a las dos primeras unidades de las cuatro contratadas llave en mano por EneC a Korea Electric Power Corp., cubre solamente la fase de construcción y está acompañada de una serie de condiciones a cumplir antes de una autorización de explotación, incluyendo requisitos de inspección y actualizaciones de diseño. El contrato incluye el suministro de cuatro unidades del tipo coreano APR-1400, de 1.390 MW, tomando como central de referencia la de Shin Kori-3 y 4, en Corea del Sur. La inversión supone unos 20.000 millones de dólares, y la puesta en marcha de la cuarta unidad está prevista para 2020.

El informe de evaluación de seguridad que acompaña a la autorización detalla los cambios impuestos en el diseño por las condiciones climáticas y de otro tipo imperantes en Abu Dhabi. Los Emiratos han hecho un esfuerzo muy importante en los dos últimos años para organizar la infraestructura administrativa, técnica y reguladora necesaria, con la ayuda de numerosas instituciones y expertos extranjeros. Las carencias señaladas en el informe preliminar de seguridad habrán de resolverse durante la ejecución del proyecto, pero se permitirán los trabajos no afectados por los cambios necesarios. Se citan como ejemplo la resistencia contra el impacto intencionado de aviones y el diseño de una cámara de recogida de combustible fundido en caso de accidente. Se tendrán en cuenta las lecciones aprendidas tras Fukushima y se tomarán medidas adecuadas para la prevención y mitigación de accidentes severos.

*Fuentes: Nucleonics Week, 19 julio 2012 y World Nuclear News, 18 y 19 julio 2012*



Primer hormigonado en Barakah (Foto: EneC)

## TRES INFORMES SOBRE LAS CAUSAS Y RESPONSABILIDADES DEL ACCIDENTE DE FUKUSHIMA

El desarrollo de los acontecimientos de Fukushima, tras el terremoto y subsiguiente tsunami, ha provocado la realización de varios análisis por grupos japoneses y extranjeros para identificar las causas naturales, técnicas y organizativas responsables de que haya podido ocurrir un accidente de tal magnitud, y proponer medidas para impedir accidentes análogos y, en todo caso, mitigar las consecuencias.

El **Informe del Gobierno** japonés, publicado el 23 de julio de 2012, reconoce que la reglamentación de seguridad que debió haberse puesto en vigor durante los últimos años, particularmente en un país sujeto a condiciones sísmicas muy importantes, no ha sido adecuada, ni se establecieron plazos para la implantación de medidas preventivas. Se cita en el informe que la Comisión de Seguridad Nuclear comenzó una revisión de las normas sísmicas en 2001, completándolas cinco años después, pero sin establecer plazos vinculantes para cumplirlas. El informe reconoce también que la preparación contra sucesos como el ocurrido era insuficiente por parte de la industria, los gobernantes y la burocracia reguladora. Si bien la respuesta, una vez ocurrido el accidente, fue inmediata al más alto nivel, la coordinación entre los esfuerzos de las partes implicadas fue inadecuada, con la consiguiente desorientación de los especialistas en cuanto a las medidas a tomar.

Por otra parte, una **Comisión independiente**, designada por el Parlamento y compuesta por diez miembros, incluyendo académicos, un diplomático, un médico, un periodista, científicos y dos abogados, estudió los sucesos en profundidad y publicó el 5 de julio un informe de gran dureza. En él se reconoce la magnitud extraordinaria de las causas naturales y se asigna una responsabilidad muy importante a la "connivencia" entre gobernantes, técnicos, industriales y reguladores para justificar su actuación. Ésta se califica de negligente en cuanto a la indefinición de requisitos básicos relativos a la evaluación de la probabilidad de daños, medidas de mitigación de los mismos y la elaboración de planes de evacuación del público afectado. El informe atribuye parte de la culpa a la idiosincrasia japonesa, que no



Representantes de los medios de comunicación y empleados de TEPCO frente al edificio del reactor nº 4 (Foto: Tomohiro Ohsumi, Pool)

cuestiona las decisiones de las autoridades. La Comisión llega a sugerir que antes de la llegada del tsunami el terremoto habría causado una pérdida de refrigerante en la primera unidad y que la explosión ocurrida más tarde pudo deberse a gases procedentes de la interacción del combustible fundido con el hormigón más que al hidrógeno producido por la interacción de las vainas con el refrigerante. Asigna también una importante responsabilidad a la actuación del Gobierno, el regulador y los técnicos después del accidente, que careció de la necesaria coordinación.

Las recomendaciones del informe incluyen:

- La supervisión del Organismo Regulador por parte del Parlamento, por medio de un comité permanente, ayudado por un organismo asesor.
- La reforma del sistema de gestión de las crisis, que defina las competencias de las autoridades nacionales y locales en las emergencias exteriores y de la industria en las interiores.
- La responsabilidad del Gobierno en la salud y bienestar de la población, la vigilancia, control y descontaminación de los espacios afectados, y la evacuación de la población expuesta.
- La obligación de las empresas operadoras de crear una auténtica cultura de la seguridad, bajo la vigilancia de una agencia nombrada por el Parlamento.
- Reforma de la legislación nuclear, estableciendo los criterios de independen-

cia, transparencia y profesionalidad del nuevo organismo regulador y definiendo claramente las obligaciones de los operadores y las agencias gubernamentales en la respuesta ante emergencias.

En cuanto a la **empresa operadora** de Fukushima, Tokyo Electric (Tepco) emitió su informe final el 20 de junio pasado, manteniendo que la magnitud del terremoto y tsunami era imprevisible y reconociendo que la empresa no estaba suficientemente preparada. Tepco hizo todo lo posible para limitar las consecuencias del accidente, incluidas la falta de refrigeración y del suministro eléctrico. Manifiesta también que su labor sufrió interferencias de funcionarios del Gobierno, que causaron confusiones innecesarias. La empresa ha nombrado un nuevo comité para revisar su informe a la luz de los nuevos datos que se obtienen de las operaciones en curso. Rechaza, desde luego, como insuficientemente documentada, la conclusión de la Comisión parlamentaria sobre la "connivencia" y discrepa también de la opinión de que el terremoto había causado daños importantes antes de la llegada del tsunami. Afirma que la construcción de un edificio antisísmico como base ante emergencias, completada en 2010 en el emplazamiento de la central, proporcionó una base inestimable para los operadores, sin la cual las consecuencias pudieron ser mucho peores.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 5 julio 2012; Nucleonics Week, 12 y 26 julio 2012; NucNet, 6 julio 2012 y JAI, 7 junio y 2 julio 2012

## PERSPECTIVAS PARA LOS REACTORES PEQUEÑOS



Reactor mPower (Foto: B&W)

© 2012 Babcock & Wilcox Nuclear Energy, Inc. All rights reserved.

Las ventajas que aportan los diseñadores de reactores pequeños para promocionar centrales de menos de 300 MW, aptas para redes pequeñas y sin demandar inversiones cuantiosas, son conocidas y apreciadas por las autoridades y por los posibles países receptores.

De todos modos, numerosas empresas están empeñadas en el desarrollo de estos reactores, pero

están enfrentadas con costes de ingeniería y licenciamiento difíciles de asumir sin una perspectiva comercial más clara.

El Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE) ha presupuestado 450 millones de dólares como contribución al proyecto y licenciamiento de dos reactores de este tipo, a elegir en concurso abierto. Los solicitantes elegidos deberán aportar una suma igual. Al concurso se han presentado cuatro grupos empresariales que proponen reactores integrados y con características pasivas, con construcción a partir de componentes prefabricados. Todos ellos proponen reactores de agua a presión.

- Babcock&Wilcox, asociada con la ingeniería Bechtel Corp. propone su reactor mPower, de 180 MW, que sostiene podrá producir energía a un coste de 82 a 97 dólares por MWh. B&W tiene una gran experiencia en reactores pequeños por su producción de reactores para la propulsión naval. Por otra parte, tiene un acuerdo con Tennessee Valley Authority para construir en su día hasta nueve módulos en el emplazamiento de Clinch River, en Tennessee.

- Westinghouse propone un reactor de 200 MW, totalmente integrado, utilizando su experiencia con el AP-1000. Está asociada para este proyecto con Burns&McDonnell y con General Dynamics, que aportan su experiencia con los submarinos

nucleares. Además, cuenta con el apoyo de la alianza NexStart, en la que entra una docena de empresas eléctricas.

- NuScale, controlada por la ingeniería Fluor Corp. propone un reactor modular de 45 MW y tiene el apoyo consultivo de tres empresas eléctricas.

- Holtec Corp., nuevo en el campo del diseño de reactores, pero con una gran experiencia nuclear en la gestión de residuos, propone una unidad de 160 MW llamada Hi-Smur.

El DOE se propone elegir uno o dos de estos proyectos para el 30 de septiembre y formalizar los oportunos contratos antes de fin de año.

Independientemente de este concurso, el laboratorio nuclear de Savannah River, en Carolina del Sur, propiedad del DOE, ha establecido acuerdos preliminares con Holtec, NuScale y Gen4 Energy (anteriormente llamada Hyperion, que ofrece un reactor rápido refrigerado por metal líquido, de 27 MW), para la posible construcción de varias unidades

Los diseñadores de reactores pequeños desarrollan centrales de menos de 300 MW que serán aptos para redes pequeñas

en su territorio, para cubrir sus necesidades de energía. El DOE no invertirá en los reactores, que serán construidos a expensas de los proveedores, pero prestará apoyo para los estudios y gestiones necesarias.

Aparte de estos reactores, que parecen los más avanzados en cuanto a sus posibilidades comerciales, hay una docena de proyectos adicionales en varios países, incluyendo Argentina (con el CAREM, de agua pesada), Corea del Sur (con un PWR llamado Smart), India (agua pesada), China (gas a alta temperatura), Rusia y Japón (con reactores rápidos refrigerados por metales líquidos).

Fuentes: Nucleonics Week, 20 octubre 2011, 8 marzo, 3 y 24 mayo y 28 junio 2012; World Nuclear News, 5 marzo y 18 y 22 mayo 2012, y Nuclear News Flashes, 2 y 13 marzo y 21 mayo 2012

### Publicaciones, cursos y conferencias

- ✓ **Energía 2012.** Prontuario que recopila los datos más destacados del sector de la energía a nivel nacional e internacional. Foro Nuclear, Madrid, julio 2012. Versión pdf y navegable disponible en [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org). Más información y solicitudes: [correo@foronuclear.org](mailto:correo@foronuclear.org).
- ✓ **Electric Grid Reliability and Interface with Nuclear Power Plants.** IAEA Nuclear Energy Series, 2012.
- ✓ **38ª Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española.** Cáceres, 17-19 octubre. Más información: [www.reunionanualsne.es](http://www.reunionanualsne.es).
- ✓ **Máster en Gestión Sostenible de los Residuos** dirigido a licenciados en Ciencias e Ingenieros. Universidad Politécnica de Madrid. El plazo de inscripción finaliza a principios de octubre. Para acceder a las becas hay que estar en situación de desempleo. Más información: [www.catedraecoembes.upm.es](http://www.catedraecoembes.upm.es).
- ✓ **International Training Programme.** Dirigido a trabajadores nucleares y a graduados técnicos que vayan a trabajar en instalaciones nucleares sobre "Nuclear Basics". Madrid, octubre 2012. Más información: 91 659 86 00 / [iloizaga@tecnaatom.es](mailto:iloizaga@tecnaatom.es).



## LOS RECURSOS DE URANIO SON SUFICIENTES PARA LA DEMANDA MUNDIAL A LARGO PLAZO

Los recursos y la producción de uranio están aumentando y el suministro a largo plazo está asegurado, según el último informe de la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE (NEA) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) sobre "Uranio 2011: Recursos, Producción y Demanda", conocido como el "Libro Rojo", que se publica desde 1960.

El informe se basa, en cuanto a la demanda, en la evolución estimada del parque nuclear mundial hasta 2035, que cifra en un aumento desde los 375 GW actuales hasta 540 GW en el caso de mínimo crecimiento o 746 GW en el caso máximo contemplado, representando crecimientos del 44% a 99%, respectivamente. Estas cifras tienen en cuenta la reducción en los planes nucleares de varios países después del accidente de Fukushima, más que compensada por los ambiciosos planes de otros países, entre los que destacan China, India, Rusia y Corea del Sur, La demanda anual

de uranio correspondiente llegará desde las 63.875 toneladas de uranio actuales hasta entre 98.000 tU y 136.000 tU en 2035, según el escenario considerado.

En cuanto al suministro de uranio, los recursos identificados han crecido un 12,5% desde 2008, y la producción ha aumentado un 25% en el mismo período, gracias en buena medida al aumento de producción de Kazajistán, máximo productor mundial. Para estos incrementos de producción se han dedicado inversiones superiores a 2.000 millones de dólares en 2010, con un aumento del 22% respecto a 2008.

Con los recursos indicados, que superan los 7 millones de toneladas de uranio, podrá satisfacerse la demanda del parque existente en 2035 en el futuro previsible, si bien ello requerirá inversiones considerables en instalaciones de producción. En estas condiciones, y con la tecnología actual, puede considerarse

**Los recursos de minerales de uranio son suficientes para asegurar el suministro del parque nuclear mundial en el futuro previsible, según el Libro Rojo de NEA/OIEA**

que las reservas identificadas son suficientes para cubrir las necesidades durante cien años.

El informe no considera en sus cálculos la utilización de tecnologías avanzadas, como la asociada a los reproductores rápidos y su ciclo del combustible, por no preverse su comercialización antes de 2035. Para los años posteriores, sin embargo, puede considerarse que las reservas de uranio podrán utilizarse en estos reactores con un aprovechamiento que permitirá atender la demanda durante miles de años.

Fuentes: NEA/OIEA, NucNet, Nuclear News Flashes y World Nuclear News, 26 julio 2012

## LA AGENCIA DE ENERGÍA NUCLEAR CONSIDERA FAVORABLE EL FUTURO REPOSITORIO SUECO EN FORSMARK

La revisión inter pares llevada a cabo por un grupo de expertos internacionales bajo la dirección de la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE (NEA) ha dado como resultado un informe, presentado al Gobierno sueco el 13 de junio de 2012, en el que se consideran adecuadas y seguras la base técnica y la viabilidad de un repositorio geológico profundo para combustibles nucleares usados en Forsmark, municipio de Östhammar, en Suecia, presentado por la agencia sueca que gestiona el ciclo del combustible usado.

El plan consiste en almacenar los combustibles usados en piscinas de la instalación temporal existente durante 40 años, tras lo cual se incorporarán en unos injertos de hierro fundido alojados en cápsulas de cobre. Las cápsulas se introducirán en una formación granítica a 500 metros de profundidad y se sellarán con bentonita para absorber cualquier presencia de agua o fugas de las cápsulas, garantizando la protección del público y del medio ambiente respecto a cualquier contingencia.

La empresa Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. (SKB), encargada de la gestión de los combustibles usados en Suecia, ha estudiado la solución durante años. En 2009 eligió el emplazamiento de Forsmark y en marzo de 2011 presentó la solicitud de autorización a las autoridades competentes: Swedish Radiation Safety Authority (SSM) y el Tribunal Ambiental.

Tras el testimonio de la revisión inter pares, se procesará la solicitud para obtener por parte de las agencias gubernamentales competentes la autorización para construir y operar el repositorio, lo que se espera que ocurra dentro de varios años.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 13 junio 2012; NucNet, 14 junio 2012 y Östhammars Kommun, 21 junio 2012

La Agencia de Energía Nuclear destaca la **seguridad y la adecuación de la base técnica y la viabilidad del repositorio geológico profundo en Suecia**



Instalación temporal de Forsmark (Foto: SKB)

## ACUERDO ENTRE ENUSA Y BERKELEY RESPECTO A LA EXPLOTACIÓN DE URANIO

La empresa estatal Enusa Industrias Avanzadas y Berkeley Minera España, filial de la australiana Berkeley Resources, han dado por terminado de forma amistosa su acuerdo de colaboración firmado en 2009 para la constitución de un consorcio encargado del estudio y eventual explotación de determinadas zonas mineras de uranio del Dominio del Estado en la provincia de Salamanca.

Mediante el documento suscrito el 23 de julio de 2012 entre ambas sociedades, que se incluirá como Adenda al anterior acuerdo, no se constituirá el consorcio NewCo, y Enusa se desvincula de la eventual explotación efectiva de los yacimientos previstos en el acuerdo. Berkeley quedará como único titular del consorcio y tendrá el derecho exclusivo de explotación de las Reservas del Estado 28 y 29, que incluyen los depósitos de Alameda y Villar, que se mantendrán, sin embargo, como propiedad de Enusa. Berkeley estará facultada para solicitar los permisos y licencias necesarios para explotar, en su caso, los

recursos de uranio contenidos en tales Reservas, y tendrá la propiedad del uranio producido.

Enusa percibirá un canon de 2,5% del valor de las ventas netas del uranio producido. Berkeley renuncia al derecho de explotar las Reservas del Estado 2, 25, 30 y 31 de la Hoja 528-I y a la concesión de explotación de Saelices el Chico, así como al derecho de gestionar la planta de tratamiento del mineral de uranio Quercus, propiedad de Enusa.

El acuerdo pone fin también al proceso arbitral entre las dos compañías incoado por Berkeley tras la no aprobación por parte de Enusa del Estudio de Viabilidad elaborado por Berkeley para la explotación del Dominio Minero del Estado ubicado en la provincia de Salamanca (ver *Flash* de mayo de 2012). Enusa continuará con el proceso de desmantelamiento y restauración de sus instalaciones y propiedades en este Dominio, incluida la planta Quercus.

Fuentes: Enusa, 23 julio 2012 y Berkeley, 24 julio 2012

## FIN DEL ENRIQUECIMIENTO POR DIFUSIÓN GASEOSA EN FRANCIA

La planta de enriquecimiento de uranio por difusión gaseosa de la sociedad Eurodif, cuyo accionista mayoritario es la empresa francesa Areva y en la que participan empresas extranjeras con un total de 40%, entre ellas la española Enusa, ha puesto fin a sus operaciones el pasado 7 de junio de 2012.

La instalación, llamada Georges Besse I, está situada en el complejo de Tricastin, en el sureste de Francia, y está en operación desde 1979, habiendo atendido las necesidades de uranio enriquecido de más de 100 reactores de agua ligera en Francia y en todo el mundo. En Tricastin operan además cuatro reactores de tipo PWR construidos por Areva, con una potencia total de 3.590 MW, que han

contribuido al suministro de energía para la fábrica, cuyo proceso de difusión gaseosa requiere grandes cantidades de energía eléctrica.

La tecnología de enriquecimiento por difusión gaseosa está siendo reemplazada por el proceso más moderno de ultracentrifugación, plenamente operativo desde hace años en Europa y otras partes del mundo. La producción de uranio enriquecido por este procedimiento ha comenzado en Francia en la nueva instalación Georges Besse II, también situada en Tricastin, con tecnología de Areva y propiedad de esta empresa, con participación de otras extranjeras. La capacidad actual de esta fábrica es de 1,5 millones de unidades de trabajo de separación (UTS), previéndose que alcance su capacidad máxima de 7,5 millones de UTS en 2016. La inversión en la planta ha sido superior a 3.000 millones de euros.

La centrifugación consume 50 veces menos energía que la difusión gaseosa y requiere mucha menos agua de refrigeración. Es un proceso probado y eficaz y atiende hoy la casi totalidad de la demanda global de uranio enriquecido.

Fuentes: Areva, 7 de junio 2012; NucNet, 8 junio 2012 y World Nuclear News, 8 junio 2012

## PROYECTO URANÍFERO EN GROENLANDIA

Un estudio previo de viabilidad indica que puede ser competitiva una explotación conjunta de uranio y tierras raras en Kvanefjeld, en Groenlandia. Las reservas podrían ascender a 197.000 toneladas de uranio, suficientes para 60 años de actividad, además de 2 millones de toneladas de cinc y 9,2 millones de toneladas de óxidos de tierras raras, incluyendo 740.000 toneladas de óxido de itrio y 330.000 toneladas de otras tierras raras.

Un estudio de viabilidad indica que las reservas en Groenlandia podrían ascender a 197.000 toneladas de uranio

El estudio indica un coste de producción inferior a 31 dólares por libra de  $U_3O_8$  y a 8 dólares por kilogramo de tierras raras.

Según el propietario, Greenland Minerals and Energy, estas cifras colocarían a la explotación en la mitad inferior de los productores de uranio en términos de coste, y en el número uno en cuanto a los productores de tierras raras en todo el mundo. La localización de Kvanefjeld, al sur de Groenlandia, es muy favorable desde el punto de vista logístico.

Fuente: World Nuclear News, 4 mayo 2012

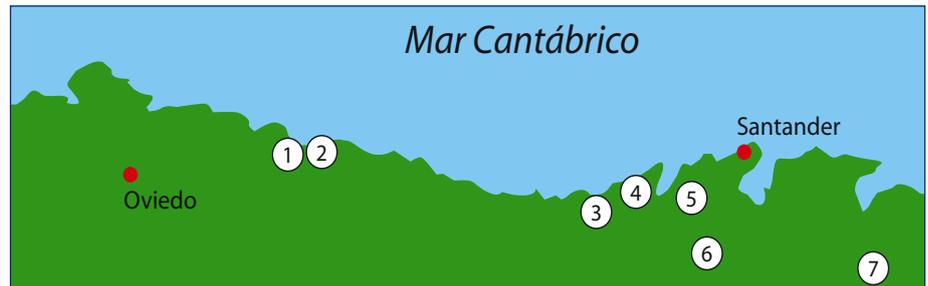


Instalación de enriquecimiento Georges Besse I (Foto: Areva)

## LAS PRIMERAS GENERACIONES ARTÍSTICAS DE EUROPA

Hasta ahora en las pinturas de las cuevas del sur de Francia y del norte de España se encontraron animales diversos con una antigüedad de unos 30.000 y 35.000 años. Son bien conocidas las pinturas de Chauvet en Francia y de Altamira en España. Investigaciones más detalladas de cuevas de las proximidades, Abri Castanet en el valle de Vezère en Francia y El Castillo en España, han confirmado que puede haber evidencia artística más antigua que Chauvet y Altamira. Véase la figura, donde se indican las siete series de cuevas examinadas.

La datación con radiocarbono requiere el uso de materiales orgánicos, como el más corriente, carbón de madera quemada, pero no con pintura de otros materiales. El profesor Alistair Pike, de la Universidad de Bristol, en el Reino Unido, ha detallado una solución parcial que proporciona una edad mínima para las pinturas. El agua penetra a través de la caliza y deja sobre su superficie una señal: una fina capa de calcita que contiene uranio. La medición de este uranio mediante la del torio, producto de la



Localización de cuevas en España:

1. Pedroses 2. Tito Bustillo 3. Las Aguas 4. Altamira 5. Santían y El Pendo 6. El Castillo, La Pasiega y Las Chimeneas, y 7. Covalanas y La Haza.

(Figura: Science Magazine)

desintegración del uranio, permite hallar la edad mínima de la capa del uranio que queda en el residuo. Mediante este sistema, el profesor Pike encontró una marca roja en El Castillo (río Pas) con una antigüedad de  $41.400 \pm 570$  años, y otras que se encontraron por encima de 28.000 años.

Esta cifra plantea dudas sobre la autoría: por una parte, el *Homo Sapiens* llegó a Europa hace entre 40.000 y 42.000 años, y los Neandertales ya llevaban

decenas de años en el continente. ¿Fueron los Neandertales los pintores, o los viajeros *Homo Sapiens* trajeron estas pinturas desde África? Esta cuestión sólo podrá ser resuelta si se encuentra otra muestra análoga de edad semejante.

La edad de algunas muestras de pintura roja de El Castillo indica que el arte es más antiguo, unos 4.000 años, que el de Grotte Chauvet en Francia.

Fuentes: *New Scientist*, 23 junio 2012 y *Science*, 18 mayo 2012

## OLA DE CALOR EN ESTE SIGLO EN EEUU

Al final de este siglo, las olas de calor causadas por el calentamiento global podrían provocar la muerte de 150.000 personas en Estados Unidos.

Un informe del Consejo de Defensa de Recursos Naturales de Estados Unidos (NRDC, por sus iniciales en inglés) ha estimado los eventos extremos de calor que se producirán en este siglo en el país, suponiendo que las emisiones de gases de efecto invernadero continúen por el camino actual. Los futuros modelos del clima sugieren que en 2099 las 40 ciudades con mayor población de Estados Unidos tendrán aproximadamente ocho veces el número de días de calor extremo por año de lo que ahora perciben.

Anualmente, unas 1.330 personas mueren en Estados Unidos a causa del calor extremo. Esta cifra subirá a unas 4.600 en el año 2099, dando un total de más de 150.000 muertos

extra a finales del siglo XXI. El informe en el que se citan estos datos es "Killer Summer Heat: Projected death toll from rising temperatures in America due to climate change". Estas cifras podrían ser bajas, ya que la población de Estados Unidos está envejeciendo y las personas de mayor edad son más vulnerables al calor.

Louisville, en Kentucky, será la ciudad más afectada de Estados Unidos, con 19.000 muertos adicionales en 2099.

En 2003, la ola de calor en Europa produjo 35.000 muertos, lo que confirma que los resultados no están fuera de la realidad.

Las ciudades pueden emplear sistemas de detección para advertir a la población de las olas de calor inminentes y proteger de los riesgos a los residentes. Pero las medidas preventivas no resuelven la situación, y es preciso coadyuvar con otras como son la reducción de los viajes.

Fuente: *New Scientist*, 2 junio 2012

## CALENTAMIENTO DE UN SÓLIDO A DOS MILLONES DE GRADOS

Investigadores del Laboratorio Nacional de Aceleradores SLAC del Departamento estadounidense de Energía (DOE), situado en Menlo Park, California, han conseguido por primera vez calentar bajo control un cuerpo sólido, un trozo de folio de aluminio, a 2 millones de grados Kelvin con ayuda de un potente láser de rayos X.

Este es un paso importante, porque permite comprender mejor la fusión nuclear y cómo ésta se desarrolla en el interior de los soles y de los grandes planetas.

Hasta ahora no se habían alcanzado temperaturas tan elevadas más que en plasmas gaseosos calentados con láseres convencionales, pero no con sólidos en los que el láser no llega a penetrar. Los investigadores del SLAC, mediante la ayuda de la Fuente de Luz Coherente Linac (LCLS), generan impulsos rápidos en el campo de los rayos X, los cuales, gracias a su corta longitud de onda, consiguen llegar a una profundidad suficiente para dar resultados satisfactorios.

El proceso ha durado menos de una billonésima de segundo.

Fuente: *Bulletin Forum Nucléaire Suisse*, abril 2012

## LOS NEUTRINOS PUEDEN EXPLICAR EL PASADO Y EL PRESENTE DE LA TIERRA

La estructura de la Tierra es poco conocida. Sabemos que en alguna parte exterior de la Vía Láctea hace 4.600 millones de años, una zona densa de hidrógeno se colapsó sobre sí misma, su centro se convirtió en un sol y granos de polvo exteriores se unieron entre sí para originar cuerpos mayores, y crecieron hasta formar planetas unos cuantos millones de años después. Aún así se ignoran las composiciones de la mayor parte de la corteza y el resto se basa en datos inseguros.

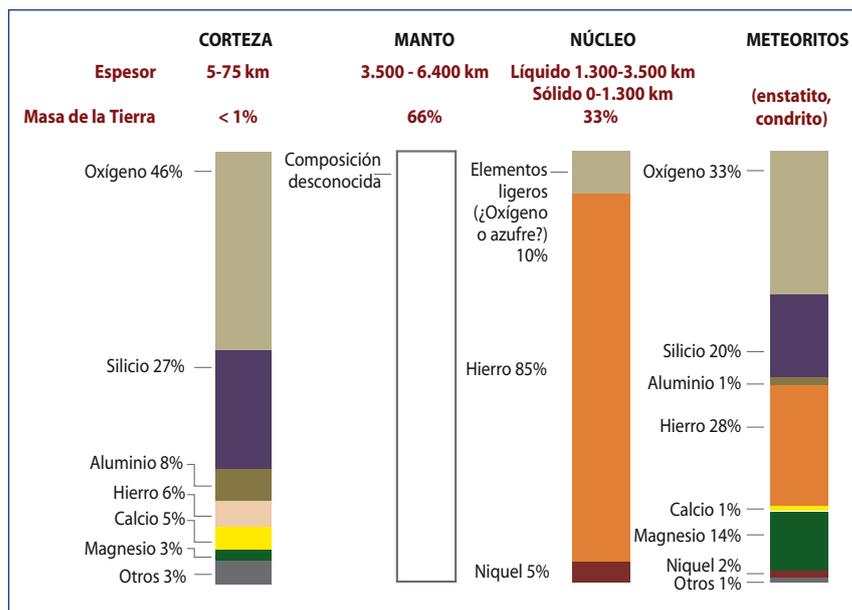
Aunque el hidrógeno y el helio que constituyen la mayor parte del Sol no pueden haber contribuido a estructuras rocosas como las de los planetas, los estudios espectroscópicos revelan la existencia en la superficie del Sol de componentes menos volátiles, como son el oxígeno, carbono, hierro, silicio, aluminio y magnesio. Algunos meteoritos que caen en la Tierra periódicamente tienen una composición semejante. Estos materiales son la sustancia de nuestro planeta.

No tenemos tampoco una idea precisa de la distribución de estos elementos. Parece que el núcleo de la Tierra es una mezcla fundida de hierro y níquel y que la corteza exterior consiste principalmente en mezclas de minerales de óxidos y silicatos (véase esquema), pero se sabe poco de la composición del manto intermedio, que constituye dos tercios de la masa del planeta.

Ha llamado la atención un trabajo de William McDonough sobre la utilización de los neutrinos para clarificar la composición de la corteza y el interior de la Tierra, y sobre todo su manto.

Los antineutrinos que hoy se conocen como antineutrinos de electrón proceden en su mayoría de las cadenas de desintegración radiactiva originadas en los núcleos del uranio y del torio presentes en el interior de la Tierra. En sus frecuentes choques con los componentes, sólo son absorbidos cuando salen del interior. El proceso de detección es muy lento y requiere tomar todo tipo de precauciones y una paciencia ilimitada.

Hasta ahora sólo en los últimos años se han buscado instalaciones especiales dedicadas a ello. La primera de estas, el observatorio japonés Kamioka, comenzó a usar en 2002 las 1.000 toneladas de una disolución líquida transparente que emite una luz cuando le llega un neutrino. Está blindado de



los muones cósmicos cuyas señales son semejantes a las de los neutrinos. A finales de 2009 había detectado 106 antineutrinos de electrón con la energía adecuada para haber sido originados por las desintegraciones del uranio y torio del interior de la Tierra.

Otra instalación, dedicada a detectar neutrinos producidos por el Sol es el experimento Borexino, situado en el laboratorio italiano del Gran Sasso. Combinando datos de estos dos experimentos se pueden obtener las primeras conclusiones geofísicas: que la desintegración del uranio y del torio del manto contribuye con 20 teravatios (TW) al calor que escapa de la superficie de la Tierra. Como la Tierra radia 46 TW, si tenemos en cuenta que 20 TW proceden de la desintegración del uranio y torio del manto, el "calor primordial", es decir, el calor almacenado en el núcleo desde el inicio de la formación de la Tierra es muy considerable. Diversas circunstancias justifican que el proceso de mezcla del manto es bastante elevado, y pueden llegarse a conclusiones sobre la probable composición del manto.

Un detector situado más profundamente es el observatorio de Sudbury en Ontario, Canadá. Está colocado sobre 2 km de roca y lejos de los reactores nucleares, como en el caso de Japón. Un proyecto ambicioso propuesto por John Learned de la Universidad de Manoa aclarará algunos aspectos mediante observaciones cruzadas, para así confirmar o cubrir algunos aspectos por ahora dudosos.

Fuente: *New Scientist*, 8 octubre 2011

### 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 - CONFEMETAL - 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 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 INTERNATIONAL - INSTITUTO DE LA INGENIERÍA DE ESPAÑA - KONECRANES AUSIÓ - NUCLENOR - OFICEMEN - PROINSA - SENER - SEOPAN - SERCOBE - SIEMSA - TAMOIN POWER SERVICES - TECNATOM - TECNIBERIA - TÉCNICAS REUNIDAS - UNESA - UNESID - VINCI ENERGIES - WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN - WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES