



► La nueva Reforma Energética aprobada por el Gobierno busca frenar el déficit tarifario



► Iberdrola Ingeniería desarrolla una innovadora planta de gestión de residuos radiactivos



► Canadá opera a largo plazo sus reactores y planifica construir cuatro unidades



### NUEVA REFORMA ENERGÉTICA APROBADA POR EL GOBIERNO

El Gobierno español aprobó el 12 de julio de 2013 un conjunto de medidas para establecer un sistema energético equilibrado que acabe con el llamado déficit tarifario. El plan incluye un anteproyecto de Ley del sector eléctrico y un Real Decreto-Ley sobre medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera, además de una serie de proyectos de Decretos y Órdenes ministeriales que cubren los distintos aspectos a regular.

El Real Decreto-Ley, que entró en vigor el 14 de julio mediante la publicación el día anterior en el Boletín Oficial del Estado, establece una regla de estabilidad financiera, repartiendo el esfuerzo necesario para restablecer el equilibrio del sistema entre empresas, consumidores y Estado.

Otros proyectos de Reales Decretos abarcan las metodologías para el cálculo de las retribuciones de los distintos agentes que actúan en el mercado eléctrico, incluyendo la generación, la distribución, el transporte, el tratamiento del carbón nacional, las renovables, el régimen aplicable a los suministros extrapeninsulares y la titulización del déficit.

El proyecto de Real Decreto sobre la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y los residuos radiactivos detalla el papel de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) y su actuación en las nuevas instalaciones de disposición de combustibles y residuos, tanto temporales como definitivos. También modifica el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, aprobado en diciembre de 1999, estableciendo, entre otras disposiciones, que en caso de cese de la actividad de una instalación nuclear el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (Minetur) autorizará, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), las operaciones a realizar desde ese momento y el plazo en el que el titular debe solicitar la autorización de desmantelamiento. El cese será definitivo en el caso de que haya sido establecido por motivos de seguridad o protección radiológica. En caso contrario, el titular dispondrá del plazo de un año para solicitar una autorización para reanudar la operación. Transcurrido dicho plazo sin producirse la solicitud, el cese se convertirá en definitivo.

El CSN, en el pleno celebrado el 30 de julio de 2013, dio por mayoría su aprobación a los términos del Decreto en lo relacionado con los asuntos de su competencia, con algunas propuestas de cambios relativos, entre otras cuestiones, a los plazos disponibles para las presentaciones de las solicitudes y los informes preceptivos.

Fuentes: Minetur, RDL, 9/12 julio 2013 y CSN, 30 julio 2013

“ Las centrales nucleares que cesen su actividad por motivos distintos de la seguridad nuclear y la protección radiológica podrán solicitar la renovación en el plazo de un año. Este puede ser el caso de la central de Garoña, si así lo decide su titular ”

Sumario nuclear ►

Sumario combustible ►

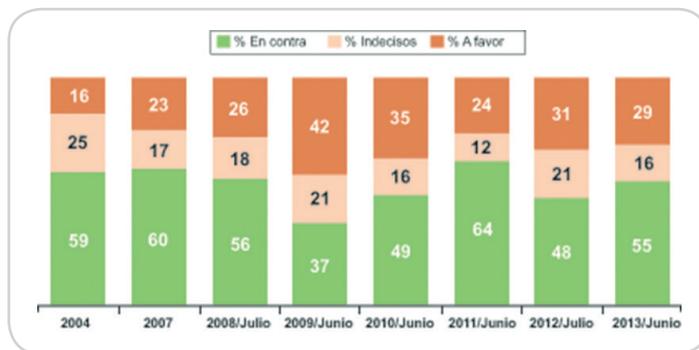
Sumario isótopos ►

- ▶ Nueva Reforma Energética aprobada por el Gobierno
- ▶ A mayor información, más aceptación de la energía nuclear
- ▶ Gran demanda de profesionales nucleares
- ▶ Proceso de reactivación de centrales nucleares japonesas
- ▶ Parada definitiva de la central nuclear de San Onofre
- ▶ Operación a largo plazo y propuesta de nuevos reactores en Canadá
- ▶ Instalada la cúpula del edificio del reactor EPR de Flamanville
- ▶ Fennovoima acuerda con Rosatom la posible construcción de un VVER
- ▶ Nuevo proceso de financiación para reactores pequeños en Estados Unidos
- ▶ Conferencias, cursos, otras actividades y publicaciones



## A MAYOR INFORMACIÓN, MÁS ACEPTACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Foro Nuclear estudia anualmente la opinión de los españoles acerca de la energía nuclear. Estas encuestas reflejan que a mayor información existe más aceptación. También demuestran que existe desconocimiento sobre esta tecnología, ya que hay quien desconoce que la energía nuclear aporta en nuestro país el 20 % de la electricidad o que es una fuente que no emite gases ni partículas de efecto invernadero.



La última encuesta elaborada por IPSOS para Foro Nuclear en 2013 muestra que la mayoría de los españoles dejaría funcionar las centrales nucleares hasta el final de su vida operativa (34 %), o bien son partidarios de construir nuevas centrales nucleares (21 %), frente a quienes cerrarían las centrales actuales (41 %).

Sobre la percepción de la seguridad de las instalaciones nucleares, se observa que una gran mayoría de los españoles, 3 de cada 4, opina que las centrales nucleares que operan en España lo hacen con suficiente seguridad.

A nivel general, en 2013 el 55 % de los encuestados no son partidarios de la energía nuclear, frente al 29 %, que son favorables. No obstante, cuando el encuestado conoce datos sobre la producción de origen nuclear, entonces sube la aceptación hasta el 39 %. Los indecisos se definen "a favor" y algunos que eran contrarios cambian de opinión. Cuando los consultados conocen que la energía nuclear

no emite CO<sub>2</sub>, el rechazo disminuye hasta el 40 % y el apoyo alcanza el 56 %.

Fuente: Foro Nuclear, julio 2013



## GRAN DEMANDA DE PROFESIONALES NUCLEARES

Los titulares de las centrales nucleares, desde grandes empresas como las chinas hasta entidades menores como en Finlandia, proyectan reclutar miles de nuevos empleados durante los próximos diez años, según se manifestó durante la duodécima reunión bienal de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO), celebrada en Moscú el 21 de mayo pasado.

La compañía china Guangdong Nuclear Power Holding Co. añadirá 4.000 empleados a su plantilla para 2020, cuando operará 28 reactores. La industria finlandesa, por su parte, necesitará 2.400 nuevos trabajadores cualificados para 2025, de los cuales 1.200 serán empleados en tareas de construcción, modernizaciones y gestión de residuos. Estos nuevos empleados ayudarán a sustituir a 1.200 trabajadores que se jubilarán hasta entonces.

Para la capacitación de este nuevo personal se han creado centros de formación en todas las disciplinas nucleares, desde la ingeniería hasta la investigación del comportamiento humano. Estos centros corren a cargo de instituciones y empresas del sector. Se hace hincapié en la educación y adiestramiento de jóvenes de menos de 35 años que, a diferencia de trabajadores de más edad, no tuvieron la oportunidad de adquirir experiencia en la construcción y operación de centrales nucleares durante los últimos veinte años, en los que la actividad de construcción y operación inicial fue muy reducida.

Se trata de que los nuevos empleados trabajen conjuntamente con expertos de más edad, a los que sustituirán cuando accedan a la jubilación. En esta reunión de WANO se comentó que los nuevos equipos están hoy más adaptados a la globalización y tienen más facilidad de comunicación en otros idiomas, así como disposición para cambios de residencia.

Fuente: Nucleonics Week, 30 mayo 2013

- ▶ Nueva Reforma Energética aprobada por el Gobierno
- ▶ A mayor información, más aceptación de la energía nuclear
- ▶ Gran demanda de profesionales nucleares
- ▶ Proceso de reactivación de centrales nucleares japonesas
- ▶ Parada definitiva de la central nuclear de San Onofre
- ▶ Operación a largo plazo y propuesta de nuevos reactores en Canadá
- ▶ Instalada la cúpula del edificio del reactor EPR de Flamanville
- ▶ Fennovoima acuerda con Rosatom la posible construcción de un VVER
- ▶ Nuevo proceso de financiación para reactores pequeños en Estados Unidos
- ▶ Conferencias, cursos, otras actividades y publicaciones



## PROCESO DE REACTIVACIÓN DE CENTRALES NUCLEARES JAPONESAS

Han entrado en vigor los requisitos que tienen que cumplir las centrales nucleares japonesas para que se autorice su reactivación, tras el progresivo y ordenado cese de su operación después del accidente de Fukushima.

Entre los requisitos están la implantación de medidas de mitigación de accidentes severos y los estudios sísmicos que tengan en cuenta la existencia de fallas activas y la posible incidencia y consecuencia de tsunamis. Se prescriben, en su caso, barreras antitsunami, centros antisísmicos de respuesta a emergencias, equipos móviles de suministro de energía y de agua, recombinadores pasivos de hidrógeno en los edificios de los reactores y equipos de venteo filtrado de las contenciones, comenzando por los reactores de agua en ebullición. La mayor parte de estas medidas están ya siendo implantadas activamente en las centrales.

La reactivación del parque nuclear japonés es una necesidad apremiante. El coste de la generación para atender la creciente demanda se ha disparado al faltar la contribución de los más de 46.000 MW nucleares (excepto las dos unidades que ya han reanudado la operación). Se ha hecho necesaria la importación de costosos recursos fósiles y ha aumentado en un 39% la emisión de gases de efecto invernadero por el sector eléctrico. También se han aplicado medidas restrictivas del suministro en momentos de alta demanda.

Inmediatamente después de la entrada en vigor de los nuevos requisitos se han presentado solicitudes para la reactivación de doce unidades nucleares, por las empresas Hokkaido (Tomari 1 a 3), Kyushu (Sendai 1 y 2, y Genkai 3 y 4), Kansai (Takahama 3 y 4) y Shikoku (Ikata 3), además de las unidades Ohi 3 y 4, en operación, según se ha mencionado. Todos estos reactores son de agua a presión. La Autoridad Reguladora Nuclear Japonesa ha formado tres equipos para analizar simultáneamente estas solicitudes, antes de admitir otras nuevas. Se espera que las autorizaciones puedan concederse a principios de 2014.

La empresa Tepco ha decidido posponer su solicitud de reactivación de Kashiwazaki-Kariwa 6 y 7 por retrasos en las negociaciones con las autoridades locales. Según fuentes industriales, la primera con-



ción podría corresponder a Ikata 3, que dispone ya de centro de emergencia y otras medidas.

Central nuclear de Ohi (Japón). (© ideastream)

Fuentes: Nucleonics Week, 18 julio 2013; World Nuclear News, 19 junio, 2 y 8 julio y 1 agosto 2013 y NucNet, 1 mayo y 19 junio 2013



## PARADA DEFINITIVA DE LA CENTRAL NUCLEAR DE SAN ONOFRE

No volverán a funcionar las unidades 2 y 3 de la central nuclear de San Onofre, que opera Southern California Edison (SCE), entre Los Angeles y San Diego, en California. Ambas están paradas desde principios de 2012, después de que el operador detectara una fricción excesiva entre tubos de los nuevos generadores de vapor, diseñados y fabricados por la japonesa Mitsubishi, e instalados en 2010 y 2011, respectivamente. SCE ha decidido ahora retirar del servicio definitivamente las dos unidades.

Las vibraciones que causan contacto y desgaste entre tubos se evitan mediante barras antivibratorias colocadas entre las hiladas de tubos, pero al parecer estas barras no han evitado vibraciones imprevistas no transversales. Las soluciones estudiadas por SCE y Mitsubishi pueden tardar de uno a cuatro años en implantarse, más la duración del proceso regulador.

SCE ha llegado a la conclusión de que no puede asumir por más tiempo la incertidumbre sobre la solución del problema, soportando los costes del proceso, el mantenimiento de la central y la adquisición de energía de fuentes externas para cumplir sus compromisos con los clientes. Por ello ha decidido parar definitivamente las dos unidades. Ahora se abre una discusión entre SCE y Mitsubishi sobre la cuantía y la adjudicación de las responsabilidades económicas entre las dos entidades, lo que puede acabar, en caso de desacuerdo, en un arbitraje vinculante.

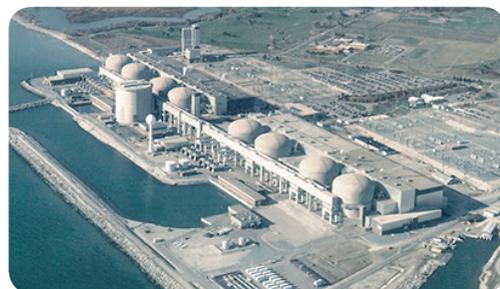
Fuentes: Nucleonics Week, 6 junio 2013; Nuclear Energy Institute, 7 junio 2013 y Nuclear News Flashes, 7 junio 2013

- ▶ Nueva Reforma Energética aprobada por el Gobierno
- ▶ A mayor información, más aceptación de la energía nuclear
- ▶ Gran demanda de profesionales nucleares
- ▶ Proceso de reactivación de centrales nucleares japonesas
- ▶ Parada definitiva de la central nuclear de San Onofre
- ▶ Operación a largo plazo y propuesta de nuevos reactores en Canadá
- ▶ Instalada la cúpula del edificio del reactor EPR de Flamanville
- ▶ Fennovoima acuerda con Rosatom la posible construcción de un VVER
- ▶ Nuevo proceso de financiación para reactores pequeños en Estados Unidos
- ▶ Conferencias, cursos, otras actividades y publicaciones

## OPERACIÓN A LARGO PLAZO Y PROPUESTA DE NUEVOS REACTORES EN CANADÁ

La empresa canadiense Ontario Power Generation (OPG) es titular de ocho unidades nucleares de 515 MW de tipo Candu en Pickering, a orillas del lago Ontario. Las unidades 2 y 3 están paradas.

Según informó el regulador canadiense, Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC), la autorización de las seis unidades operativas, que expiraba el 31 de agosto de 2013, se ha prorrogado hasta el 31 de agosto de 2018 con determinadas condiciones relativas a la realización de análisis probabilistas de seguridad y la publicación y difusión entre la población de un documento que detalle las medidas de respuesta ante emergencias.



Central nuclear de Pickering (© OPG)

Por otra parte, OPG desea construir cuatro unidades nuevas en su central nuclear de Darlington, donde funcionan cuatro unidades de tipo Candu de 878 MW. OPG dispone ya de la autorización de emplazamiento, válida por diez años. La empresa ha recibido ofertas para dos unidades adicionales:

- Westinghouse Electric Canada ha propuesto dos unidades de tipo AP-1000 de agua a presión, de 1.100 MW cada una. El diseño de este reactor está en revisión por CNSC, necesaria antes de solicitar autorización de construcción. Se espera que la revisión esté terminada en breve.
- Candu Energy, filial de SNC Lavalin, ha ofrecido dos unidades de agua pesada del tipo Enhanced Candu 6, de 750 MW, cuyo diseño está aprobado por CNSC. Este diseño es una evolución del construido por Atomic Energy of Canada, antecesora de SNC Lavalin, en Canadá y otros países.

CNSC está revisando ya dos nuevos diseños, el Atmeal de Areva-Mitsubishi y el pequeño mPower, de Babcock & Wilcox, para futuras ofertas.

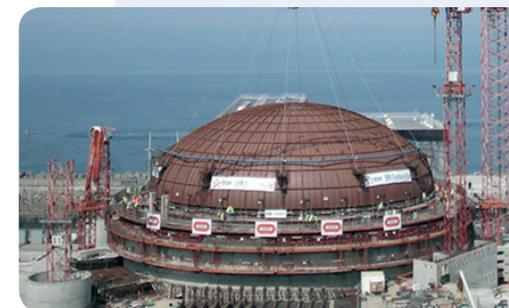
Fuentes: Nucleonics Week, 4 julio 2013; World Nuclear News, 9 y 30 julio 2013; Bulletin Forum Nucléaire Suisse, 10-16 julio 2013 y NucNet, 14 agosto 2013

## INSTALADA LA CÚPULA DEL EDIFICIO DEL REACTOR EPR DE FLAMANVILLE

Electricité de France (EDF) ha realizado la instalación de la cúpula del reactor europeo de tercera generación EPR que construye en Flamanville (Francia). La empresa considera este hecho como un hito importante en la construcción de la central, que se prevé entre en servicio en 2016.

Para la operación, realizada por la empresa Bouygues, contratista de EDF para la obra civil de la central, se ha empleado una potente grúa de 200 m de altura, que ha colocado en su posición sobre el edificio del reactor la cúpula, de 43 m de diámetro y peso de 260 toneladas. A continuación, se efectuará la soldadura circunferencial de cierre para asegurar la integridad y estanqueidad del edificio, que se recubrirá posteriormente con 7.000 toneladas de hormigón.

Con este hito la construcción de la central entra en su fase final, habiéndose completado un 95 % de la obra civil y un 46 % de la instalación de equipos mecánicos y eléctricos y tuberías. En los próximos meses se instalarán los componentes pesados como la vasija del reactor y los generadores de vapor.



Instalación de la cúpula sobre el edificio del reactor. (© EDF)

- ▶ Nueva Reforma Energética aprobada por el Gobierno
- ▶ A mayor información, más aceptación de la energía nuclear
- ▶ Gran demanda de profesionales nucleares
- ▶ Proceso de reactivación de centrales nucleares japonesas
- ▶ Parada definitiva de la central nuclear de San Onofre
- ▶ Operación a largo plazo y propuesta de nuevos reactores en Canadá
- ▶ Instalada la cúpula del edificio del reactor EPR de Flamanville
- ▶ Fennovoima acuerda con Rosatom la posible construcción de un VVER
- ▶ Nuevo proceso de financiación para reactores pequeños en Estados Unidos
- ▶ Conferencias, cursos, otras actividades y publicaciones

La central, con 1.650 MW, será la primera de este tipo en Francia tras 15 años sin nuevas construcciones. La construcción comenzó en 2007 y está sometida a rigurosos controles de seguridad por parte de la autoridad reguladora.

Fuentes: EDF, 16 julio 2013 y World Nuclear News, 16 julio 2013



## FENNOVOIMA ACUERDA CON ROSATOM LA POSIBLE CONSTRUCCIÓN DE UN VVER

El consorcio finlandés Fennovoima ha decidido un plan alternativo para la construcción de su central nuclear de Hanhikivi, de menor potencia que el ABWR de 1.600 MW que negociaba con la japonesa Toshiba hasta fechas recientes (ver Flash de abril de 2013). El nuevo plan ha cristalizado en un acuerdo con la empresa rusa Rusatom Overseas, filial de Rosatom para el negocio internacional.

El acuerdo establece negociaciones directas con Rusatom para construir una central nuclear con un reactor de agua a presión VVER de 1.200 MW del tipo AES-2006, según el diseño de la empresa Hidro-press. Al mismo tiempo se negocia la participación del 34 % de la propiedad de Fennovoima por parte de Rosatom, lo que compensaría la retirada reciente de la alemana E.ON del proyecto.

La decisión final de Fennovoima de proceder a la construcción y la firma del contrato correspondiente podría tener lugar en los próximos meses, con la iniciación de los trabajos en 2014 y la entrada en servicio en 2020.

Finlandia prosigue así su ambicioso programa de generación eléctrica, reconocido por la Agencia Internacional de la Energía (IEA) como bien diversificado, con proporciones parecidas de producción por centrales nucleares, renovables y fósiles. El país proyecta continuar su plan de descarbonización, llegando ya en 2020 a más del 30 % de producción nuclear y al 38 % de otras tecnologías limpias, incluyendo la hidráulica y las renovables. Después de esa fecha, continuaría el plan de sustitución de la generación fósil, con metas muy ambiciosas para los años posteriores y una participación nuclear que podría llegar al 60 % en 2025.

Fuentes: NucNet, 23 mayo y 3 julio 2013; World Nuclear News, 23 mayo 2013 y Nuclear News Flashes, 3 julio 2013



## NUEVO PROCESO DE FINANCIACIÓN PARA REACTORES PEQUEÑOS EN ESTADOS UNIDOS

Después del anuncio en noviembre de 2012 de la selección del reactor pequeño mPower de Babcock & Wilcox (B&W) para el programa de financiación del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE), este organismo abrió un nuevo proceso para seleccionar uno o dos nuevos diseños.

Para esta ronda se han presentado los siguientes candidatos:

- Westinghouse, con su reactor de 225 MW, de agua ligera, basado en el AP-1000 y de diseño integrado, construido en fábrica y transportado por ferrocarril.
- Holtec International, en cooperación con Shaw, Areva y URS Nuclear. El reactor es el SMR-160 de 160 MW, también de agua ligera y con posible refrigeración alternativa por aire.
- NuScale Power, con la ayuda de la empresa de ingeniería Fluor, que propone pequeños módulos de 45 MW de agua ligera con diseño integrado, que pueden formar conjuntos de hasta doce unidades.
- Hybrid Power Technologies, cuya propuesta híbrida combina un pequeño reactor moderado por grafito y refrigerado por helio y una turbina de combustión.
- General Atomics, que ha propuesto su Energy Multiplier Module (EM2), reactor rápido de alta temperatura y refrigerado por helio, con 265 MW y alimentado al 50 % con 22 t de uranio al 12 % y uranio empobrecido o combustibles usados de PWR.

“ B&W y Tennessee Valley Authority han firmado un contrato para completar el diseño, acometer los trabajos de caracterización del emplazamiento y solicitar la certificación del diseño y la autorización combinada de construcción y operación ”

- ▶ Nueva Reforma Energética aprobada por el Gobierno
- ▶ A mayor información, más aceptación de la energía nuclear
- ▶ Gran demanda de profesionales nucleares
- ▶ Proceso de reactivación de centrales nucleares japonesas
- ▶ Parada definitiva de la central nuclear de San Onofre
- ▶ Operación a largo plazo y propuesta de nuevos reactores en Canadá
- ▶ Instalada la cúpula del edificio del reactor EPR de Flamanville
- ▶ Fennovoima acuerda con Rosatom la posible construcción de un VVER
- ▶ Nuevo proceso de financiación para reactores pequeños en Estados Unidos
- ▶ Conferencias, cursos, otras actividades y publicaciones

Por su parte, B&W y Tennessee Valley Authority han dado un nuevo paso con la firma de un contrato para completar el diseño, acometer los trabajos de caracterización del emplazamiento y solicitar la certificación del diseño y la autorización combinada de construcción y operación (COL) de la Comisión Reguladora Nuclear (NRC). Se prevé que la primera unidad del reactor mPower, de 180 MW, sea construida en el emplazamiento de Clinch River (Tennessee). Las solicitudes serán presentadas hacia 2015 y la pre-

paración ha comenzado, tras la firma con DOE el 15 de abril del acuerdo de cooperación por el cual B&W accede a los fondos de DOE de 150 millones de dólares en cinco años, incluyendo 79 millones disponibles inmediatamente.

*Fuentes: Nucleonics Week, 18 abril 2013; World Nuclear News, 16 abril, 2 julio y 5 agosto 2013 y Nuclear Energy Overview, 15-21 marzo 2013*

### Conferencias, cursos, otras actividades y publicaciones

■ Los **IV Juegos Nucleares** se celebrarán los días 6, 7 y 8 de septiembre en San Sebastián de los Reyes (Madrid). Estos Juegos, que el pasado año se celebraron en Tarragona, son un importante punto de encuentro entre profesionales de la industria nuclear española.

■ Foro de la Industria Nuclear Española celebra el 13 y 14 de septiembre las **XXX Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación**. Dirigidas a profesionales de la educación, tendrán lugar en la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid y tratarán sobre **“Las Aplicaciones de la Tecnología Nuclear y su Influencia en el Mundo Científico”**.

*Más información:*

[www.rinconeducativo.org](http://www.rinconeducativo.org)

■ El **maratón nuclear de WONUC** se va a celebrar este año del 4 al 6 de octubre en Francia. El recorrido irá de Mont Saint Michel, pasando por la central de Flamanville, hasta la planta de reprocesamiento de La Hague.

*Más información:*

[www.wonucspain.org/marathon.php](http://www.wonucspain.org/marathon.php)

■ Abierto el plazo de preinscripción al **Máster en Ingeniería Nuclear y Aplicaciones - MINA 2013-2014**, título propio de la Universidad Autónoma de Madrid, realizado en colaboración con CIEMAT.

*Más información:*

<http://events.ciemat.es/web/mastermina>

■ Foro Nuclear publica el **prontuario Energía 2013**, que recopila datos destacados del sector de la energía a nivel nacional e internacional, y el Informe anual **“Resultados y Perspectivas Nucleares, 2012 un año de energía nuclear”**, con información sobre la energía nuclear en España y en el mundo.

*Más información:*

[www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

■ **Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado**. Año 2012.

■ **Radiotracer Generators for Industrial Applications**. IAEA Radiation Technology series publications.

► Escape de agua radiactiva de un tanque de almacenamiento en Fukushima

► Tecnología de plasma de Iberdrola Ingeniería para el tratamiento de residuos

► Debate público para el repositorio francés

► Llega a su fin el programa “Megatones a Megavatios”

► Éxito en la vitrificación de residuos de reproceso en Rokkasho



## ESCAPE DE AGUA RADIATIVA DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO EN FUKUSHIMA

Se ha registrado una fuga de agua radiactiva en un tanque de almacenamiento en la central de Fukushima Daiichi, de la empresa japonesa Tepco, que sufrió un importante accidente en abril de 2011 y que está inmersa en un programa de descontaminación con un cronograma que durará décadas.

El tanque, uno de los muchos empleados para almacenar el agua procedente de la refrigeración de los núcleos parcialmente fundidos de las unidades 1 a 3, durante su tratamiento para separar las sustancias radiactivas, está rodeado por un dique de contención con una puerta para el desagüe de aguas pluviales. Cuando se detectaron el 19 de agosto de 2013 charcos de agua dentro y fuera del dique se constató que el tanque había perdido 300 toneladas de agua, por lo que se procedió a bombear el agua remanente a un depósito temporal para trasvasarla después a otros tanques. Tepco ha procedido también a extraer el agua vertida y el terreno afectado por el escape, para su tratamiento.

Según ha manifestado Tepco, el agua del tanque había sufrido ya un primer tratamiento para eliminar el cesio radiactivo y estaba pendiente de un segundo tratamiento para la separación del estroncio y otros radionucleidos emisores beta. El regulador japonés NRA, en vista de la actividad beta fugada, unos 80 millones de becquerelios por litro, y del volumen de la descarga implicado, ha asignado al incidente el nivel 3 de la escala INES, correspondiente a un “incidente importante”.

Tepco ha medido la radiactividad del agua del mar en la zona circundante y ha comprobado que el nivel de cesio y la actividad beta total están por debajo del límite detectable.

No se han detectado fugas de este tipo en el resto de tanques de almacenamiento. Tepco ha efectuado en los últimos meses una serie de perforaciones para detectar la posible presencia

de sustancias radiactivas en el subsuelo y ha encontrado altos niveles de radiactividad en uno de ellos, pero no se ha comprobado que las aguas del subsuelo contaminadas hayan llegado a las zanjas de desagüe, ni al mar. No obstante, las medidas de seguridad de Fukushima incluyen la construcción de un nuevo muro pantalla de protección para impedir, en cualquier caso, escapes al mar.

*Fuentes: World Nuclear News, 15 y 20 agosto 2013 y NucNet, 24 julio, 6, 20 y 21 agosto*



## TECNOLOGÍA DE PLASMA DE IBERDROLA INGENIERÍA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Se han realizado con éxito las pruebas finales de la planta de tratamiento de residuos radiactivos de media y baja actividad que suministra el consorcio de Iberdrola Ingeniería y la empresa Belgoprocess a la central búlgara de Kozloduy. La planta utiliza la tecnología de plasma mediante la cual se someten los residuos a temperaturas de hasta 5.000 °C, produciendo un residuo líquido con una significativa reducción de volumen. El líquido se solidifica al enfriarse, produciendo un vidrio que se cementa y embidona, con un volumen 80 veces inferior al inicial, lo que facilita la manipulación, transporte y disposición final.

La prueba, realizada en las instalaciones de Europlasma Inertam en Francia, ha sido presenciada por un grupo de empresas interesada en esta tecnología. La planta será trasladada en breve a Kozloduy para su montaje definitivo.

El proyecto fue ganador en 2009 de una licitación internacional del Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD) y está financiado por el Banco y por fondos de la central búlgara. El contrato está valorado en 30 millones de euros.

*Fuente: Iberdrola Ingeniería, 1 agosto 2013*

► Escape de agua radiactiva de un tanque de almacenamiento en Fukushima

► Tecnología de plasma de Iberdrola Ingeniería para el tratamiento de residuos

► Debate público para el repositorio francés

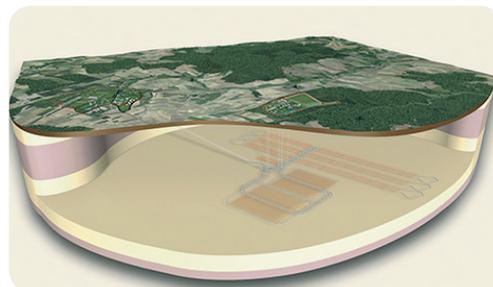
► Llega a su fin el programa "Megatonnes a Megawatts"

► Éxito en la vitrificación de residuos de reproceso en Rokkasho



## DEBATE PÚBLICO PARA EL REPOSITORIO FRANCÉS

Los planes franceses para construir un repositorio geológico profundo, llamado Centro Industrial de Almacenamiento Geológico (CIGÉO por sus siglas en francés), han llegado a la fase de consulta pública, abierta desde el 15 de mayo al 15 de octubre de 2013. Se ha facilitado la información necesaria y los comentarios serán tenidos en cuenta antes de que la sociedad gestora, Andra, presente la solicitud de autorización para proceder a la Autoridad de Seguridad Nuclear (ASN).



Túneles bajo la formación arcillosa. (© ANDRA)

durante años, que servirá para disponer los residuos de alta actividad y los de intermedia y vida larga, impidiendo escapes de radiactividad. Aunque el repositorio se proyectará para alojar los residuos de forma permanente, la ley francesa requiere que el almacenamiento sea reversible durante al menos cien años.

El titular de las centrales francesas, Electricité de France (EDF), envía los combustibles usados a Areva para su reproceso, recuperando los elementos reciclables y minimizando los residuos. EDF dispone de un fondo de unos 40.000 millones de euros para la gestión de residuos y el desmantelamiento de las centrales.

Hasta el momento se han acumulado 2.700 m<sup>3</sup> de residuos de alta actividad y 40.000 m<sup>3</sup> de residuos de actividad intermedia y larga. Todo este material representa el 99 % de toda la radiactividad gene-

La localización del repositorio en la zona de Bure, al este de París, ha sido aprobada localmente. Andra se propone construir una red de túneles en una formación arcillosa, estudiada

rada en el proceso de producción de energía eléctrica. La construcción del repositorio debería comenzar en 2019 y concluir en 2025.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 15 mayo 2013 y World Nuclear News, 16 mayo 2015



## LLEGA A SU FIN EL PROGRAMA "MEGATONES A MEGAVATIOS"

El programa "Megatonnes a Megawatts", entre Estados Unidos y Rusia, una iniciativa público-privada por la cual se convierten 500 toneladas de uranio metálico de los armamentos nucleares rusos en uranio ligeramente enriquecido para las centrales nucleares estadounidenses, está a punto de llegar a su fin. Ya se han convertido 475 toneladas, el 95 % del total, y se terminará de convertir el resto en noviembre de este año.

El programa fue establecido hace veinte años entre los gobiernos de Estados Unidos y Rusia y su ejecución corre a cargo de la empresa rusa Technabexport (Tenex), filial de la corporación estatal rusa Rosatom, y la estadounidense United States Enrichment Corporation (USEC).

La conversión del uranio metálico altamente enriquecido, procedente de unas 20.000 bombas nucleares, se efectúa por cuenta de Tenex en varias instalaciones rusas mediante la retirada del uranio de las bombas, su transformación en virutas por mecanizado, su conversión en óxido y posteriormente en hexafluoruro gaseoso. Después se mezcla este gas con hexafluoruro de uranio ligeramente enriquecido hasta alcanzar el enriquecimiento adecuado para su utilización en reactores comerciales de agua ligera. El gas se transfiere entonces a contenedores de transporte y se entrega a USEC en San Petersburgo. USEC se encarga de su transporte a Estados Unidos, la inspección final y su venta en el mercado nuclear de Estados Unidos. En los últimos años este combustible ha generado el 10 % de la electricidad de origen nuclear producida en el país.

Fuentes: USEC, 24 junio 2013 y Bulletin Forum Nucléaire Suisse, 3-9 julio 2013

- ▶ Escape de agua radiactiva de un tanque de almacenamiento en Fukushima
- ▶ Tecnología de plasma de Iberdrola Ingeniería para el tratamiento de residuos
- ▶ Debate público para el repositorio francés
- ▶ Llega a su fin el programa “Megatones a Megavatios”
- ▶ Éxito en la vitrificación de residuos de reproceso en Rokkasho



## ÉXITO EN LA VITRIFICACIÓN DE RESIDUOS DE REPROCESO EN ROKKASHO

La planta de reproceso de Rokkasho, en Japón, en construcción desde hace años, ha superado un importante hito al probar con éxito la instalación de vitrificación de los residuos líquidos, que consta de las líneas A y B. La prueba ha consistido en producir en un horno 25 barras vitrificadas, conteniendo residuos de alta actividad equivalentes a 70 litros cada barra.

El titular de la planta, Japan Nuclear Fuel Ltd. (JNFL) se propone revisar a fondo la instalación de reproceso y las líneas de vitrificación, con la intención de comenzar el reproceso comercial con una capacidad de 800 toneladas de metal pesado al año. Los informes resultantes serán sometidos a la nueva Autoridad Reguladora Nuclear (NRA) para su aprobación.

La planta es la única de su clase en Japón. Su construcción comenzó hace trece años, utilizando tecnologías probadas a escala piloto en una instalación en Tokai-mura, que cesó su operación comercial en marzo de 2006 tras haber reprocesado más de 500 elementos combustibles, con un total de 1.340 toneladas de metal pesado.

La construcción de la planta ha sufrido numerosas paradas como resultado de repetidas pruebas. La vitrificación es la última fase y la planta podría comenzar a funcionar si obtiene la autorización de la NRA. Es probable que esto se retrase, pues la NRA acaba de preparar los requisitos que deberán cumplir las instalaciones del ciclo del combustible y los reactores de investigación, según mandato de la Ley aprobada el 27 de junio de 2012. La fecha prevista para la publicación de los requisitos es el 18 de diciembre de 2013.

No se ha anunciado el destino del plutonio separado en el futuro. Japón ha optado por el ciclo cerrado con reactores reproductores pero actualmente va a emplear parte del plu-



Planta de reproceso de Rokkasho (© JNFL)

tonio, producto del reproceso de combustibles japoneses en Francia, para producir combustible MOX que se proyecta utilizar en la central de Takahama-3, con un reactor de agua ligera, en fecha no especificada.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 30 mayo 2013 y *World Nuclear News*, 30 mayo 2013

- ▶ La fusión de los polos y el nivel futuro del mar
- ▶ Operadores en la detección de asteroides
- ▶ La edad media de la Tierra
- ▶ ¿Cómo eran los primeros pájaros?
- ▶ Colaboración española en las investigaciones de asteroides
- ▶ Noticias sobre la producción de tecnecio-99m

## LA FUSIÓN DE LOS POLOS Y EL NIVEL FUTURO DEL MAR

Se tiene la impresión de que el mar seguirá subiendo de nivel en el futuro y que existe el riesgo de que muchas zonas y regiones del mundo puedan ser cubiertas con agua, si la tendencia actual se confirma. Lo que ocurre es consecuencia de creer que el agua de los mares es como un espejo de superficie plana, e ignorar los cambios que se introducen si se tienen en cuenta los valles y colinas formados por las acciones de los vientos, de la fusión y congelación de las aguas, las variaciones por el movimiento del agua producidas por el movimiento de la Tierra, las interacciones de los continentes y muchos otros efectos.

Uno de los primeros investigadores anteriores al siglo XX fue el norteamericano Robert Woodward, que en 1888 calculó los cambios que resultarían de las variaciones en el nivel de las aguas. La idea de los cambios producidos en el océano Atlántico Norte ha sido aceptada universalmente y ha durado hasta apenas unos años antes del siglo XX, en que se estudiaron las variabilidades introducidas teniendo en cuenta todos estos efectos que han sido objeto de las mediciones realizadas por el satélite TOPEX / Poseidon.

Ahora se conocen los fenómenos implicados para explicar lo que ocurre y relacionarlos con los que han ocurrido previamente desde la última glaciación. Las placas de hielo que cubrían América del Norte y Eurasia tenían entonces espesores de 500 metros y continúan fundiéndose, aunque en algunas partes como la Bahía de Hudson todavía siguen subiendo. Por el contrario, la placa de la Antártida disminuirá de peso y de espesor mientras que la de Groenlandia pierde peso más rápidamente. La mayor parte de las costas caerá en el futuro, pero en el caso de América del Sur subirá algo. La pérdida de peso será más acusada en la costa oeste de EE UU.

Un último análisis de 2009 por Robert Kopp, de Princeton University, ha comprobado que esta situación depende de las

condiciones que rodean al sitio en cuestión y que las compensaciones hacen que lo más probable es que el nivel del mar fuera entonces de 8 metros sobre el nivel actual.

*Fuente: New Scientist, 4 mayo 2013*

## OPERADORES EN LA DETECCIÓN DE ASTEROIDES

En 1992, los astrónomos anunciaron que una estrella de neutrones, llamada también estrella pulsada, contenía los primeros planetas conocidos fuera del sistema solar. Dos décadas después, el número ha aumentado casi a 900 y hay más esperando reconocimiento. Muchos de ellos describen órbitas parecidas a las de los planetas solares, pero otros son completamente distintos.

Para su debida comprensión se describen los hitos más importantes ocurridos, desde la primera observación de los investigadores Mayor y Queloz en 1993. No se necesita más que la observación con telescopios equipados con espectrómetros, de forma más o menos detallada en función de sus tamaños y masa.

Dos grupos de investigadores han descubierto muchos de los más importantes. Uno es el denominado HARPS, acoplado al telescopio chileno de La Silla. El segundo es el de la Universidad de California en Berkeley, usando el espectrómetro Hires del observatorio de Mauna Kea, en Hawaii.

Otras instalaciones funcionan en Arizona, Estados Unidos, donde hay ocho telescopios de control remoto, y donde se halló un sol del tamaño del nuestro.

La nave espacial *Kepler* funciona desde 2009, y ha reconocido en sus 3,5 años de observaciones, 150.000 estrellas y hallado desde entonces más de 2.740 candidatos, de los cuales 115 han sido confirmados.

*Fuente: New Scientist, 2 marzo 2013*

- ▶ La fusión de los polos y el nivel futuro del mar
- ▶ Operadores en la detección de asteroides
- ▶ La edad media de la Tierra
- ▶ ¿Cómo eran los primeros pájaros?
- ▶ Colaboración española en las investigaciones de asteroides
- ▶ Noticias sobre la producción de tecnecio-99m



## LA EDAD MEDIA DE LA TIERRA

Nuestro planeta se encuentra ahora en una calma relativa en comparación con la gran actividad que tuvo hace unos 1.100 millones de años, cuando los primeros continentes colisionaron y formaron un gran supercontinente.

La capa superficial de la Tierra, su corteza, está dividida en placas tectónicas que chocan unas contra otras. Cuando dos placas chocan se forma una montaña, una ha bajado y otra ha subido para confundirse con la previa. Esta actividad tectónica ha durado unos 3.000 millones de años y en ella los movimientos ocasionaron variaciones estructurales que dieron lugar a las actuales estructuras.

Martin Van Kranendonk, de la Universidad de New South Wales y Christopher Kirkland, de la Investigación Geológica de Australia Occidental, han reconstruido la historia de la tectónica de placas. Principalmente consideraron 3.200 muestras de rocas de todo el mundo, y compararon sus contenidos en circonio y torio, elementos que se forman más comúnmente en periodos activos. Después, midieron el contenido isotópico del oxígeno de otras 1.200 rocas, un contenido afectado también por los reciclados de las rocas. Comprobaron entonces que la actividad tectónica aumentó desde hace 3.000 millones de años hasta unos 2.000 millones de años después, y desde entonces han bajado. Durante el máximo, todos los continentes se unieron para formar un supercontinente, Rodinia, mucho más alto que el Himalaya.

Van Kranendonk cree que las placas tectónicas se hacían mayores y más gruesas y sus colisiones más violentas; al enfriarse la Tierra las placas se movieron más lentamente, disminuyendo la actividad tectónica.

Otros investigadores, como Kent Condie del Instituto de Minería y Tecnología de New Mexico, hacen notar que el pequeño número de muestras analizadas hace dudar de la teoría básica. Por su parte, Steven Shirey, de la Institución Carnegie de Washington, opina que el calor interno del planeta mantendrá

los movimientos tectónicos hasta que la tierra se incorpore al Sol en 7.000 millones de años.

Fuente: *New Scientist*, 11 mayo 2013



## ¿CÓMO ERAN LOS PRIMEROS PÁJAROS?

Casi todos los paleontólogos están de acuerdo en que los pájaros descienden de los dinosaurios, pero son pocos los que se imaginan el camino correcto por el que se deslizan los pasos intermedios para llegar hasta el final. Esto ha ocurrido con la presencia real de un pájaro que presentaba las propiedades de ambas especies (véase la figura de este ejemplar hallado en la provincia de Liaoning, del que se dice que tiene 170 millones de años).

Este fósil, al que se le ha asignado el nombre de *Aurornis Xui*, es uno más en la cadena dinosaurio-ave que terminará en el famoso *Archaeopteryx*, cuyo estatus ha sido definido como tal.

La acogida por los expertos ha sido dudosa y se ha debatido desde el principio. En la revista *Science* del 7 de junio de 2013 se duda incluso su origen por lo

acaecido en anteriores ocasiones en esta zona. Se habla del mercado negro de estos fósiles, cuya legalidad es discutible, ya que no hay suficiente acreditación de su origen.

Fuentes: *Science*, 31 mayo 2013 y 7 junio 2013



*Aurornis Xui* (© *Science Magazine*)

► La fusión de los polos y el nivel futuro del mar

► Operadores en la detección de asteroides

► La edad media de la Tierra

► ¿Cómo eran los primeros pájaros?

► Colaboración española en las investigaciones de asteroides

► Noticias sobre la producción de tecnecio-99m

## COLABORACIÓN ESPAÑOLA EN LAS INVESTIGACIONES DE ASTEROIDES

Nadie lo vio caer a la Tierra, pero el meteorito que explotó recientemente en Rusia ha sido uno de los movimientos más recordados en la historia del espacio y los fenómenos de interacción con el exterior.

Pero aquí las ventajas de la extensión y magnitud de la exfoliación y principalmente de las vistas e imágenes que daban señales de la trayectoria permitieron a los astrónomos reconstruir la órbita y la forma de deslizarse a lo largo del tiempo y llegar así hasta su punto de salida.

La roca había salido de la familia Apolo de los asteroides más cercanos a la Tierra, según los investigadores de la Universidad de Antioquía, Colombia. Esta familia sigue una órbita alargada que de vez en cuando cruza los caminos de la Tierra.

Las órbitas del trazado pueden ser empleadas para comparar si otra u otras pueden seguir el mismo camino, pero debe disponerse de tiempo para ello y generalmente no hay puntos de referencia suficientes para tener en cuenta todas las posibilidades.

Por ello, para disponer de más abundancia de objetivos, el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial de España está revisando sus archivos para, si es posible, encontrar mapas antiguos de choques con asteroides. Desde 2011, unos 3.000 observadores han mejorado los cálculos orbitales de unos 500 objetivos conocidos.

En febrero de 2013 la Agencia Espacial Europea anunció planes para interceptar un asteroide de Apolo llamado Didymos en 2022.

*Fuente: New Scientist, 2 marzo 2013*

## NOTICIAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE TECNECIO-99M

El reactor belga BR2 ha realizado un ciclo adicional de producción de tecnecio-99m para garantizar su producción durante un periodo del 25 de abril al 15 de mayo, mientras el reactor holandés HFR estaba siendo reparado. El reactor de Petten SCK-CEN en Holanda ha suministrado el 60 % de la producción europea desde noviembre de 2012 y debía reanudar su producción en el mes de mayo.

Desde el reactor canadiense de Chalk River, que comenzó a funcionar en la década de los años 1950, sólo el reactor australiano que comenzó a funcionar en 2006 ha sido una excepción. En respuesta a la crisis de 2010 el reactor SCK-CEN aumentó su capacidad y proporciona hoy en día el 25 % del suministro mundial de molibdeno-99, padre del tecnecio-99m.

En 2012 Holanda aprobó la construcción de un nuevo reactor que recibirá el nombre de Pallas, para sustituir al SCK-CEN, pero no se dispondrá de él hasta 2024, fecha en la cual el reactor de Petten tendrá 60 años.

*Fuente: World Nuclear News, 2 mayo 2013*



[www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

## SOCIOS FORO NUCLEAR

AEC • AMAC • 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  
 EDP • 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  
 IBERDROLA • INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL • INSTITUTO DE LA INGENIERÍA DE ESPAÑA  
 NUCLENOR • OFICEMEN • PROINSA • SENER • SEOPAN • SERCOBE • SIEMSA  
 TAMOIN POWER SERVICES • TECNATOM • TECNIBERIA • TÉCNICAS REUNIDAS • UNESA  
 UNESID • VINCI ENERGIES • WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN  
 WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES