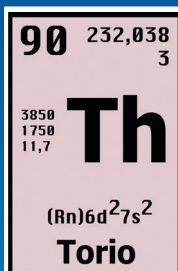


▶ Profesionales de la educación de toda España participan en la trigésima edición de las Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación



▶ Iniciación de trabajos para probar el comportamiento de combustibles de torio en reactores actuales



▶ Piezas de la estructura del núcleo de Zorita, en un proyecto internacional de investigación



## ÉXITO EN LA CELEBRACIÓN DE LAS XXX JORNADAS NACIONALES SOBRE ENERGÍA Y EDUCACIÓN

Las Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación, que organiza anualmente Foro de la Industria Nuclear Española, dirigidas a profesionales de la enseñanza y reconocidas con créditos de formación del profesorado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, se han centrado este año en “Las aplicaciones de la energía nuclear y su influencia en el mundo científico”.

El encuentro, celebrado los pasados 13 y 14 de septiembre en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid, tiene como principal objetivo la formación del profesorado en energía y medio ambiente. Ha contado con la participación de 250 profesores que imparten clases en centros educativos españoles y de todos los niveles, estando mayoritariamente representado el profesorado de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria.

Las radiaciones y sus efectos, los usos de la tecnología nuclear en la agricultura, la medicina, la industria y el medio ambiente, así como la gestión de los residuos radiactivos tanto en España como en la Unión Europea, han sido algunos de los temas tratados en el encuentro. Además del programa técnico, los participantes han tenido la oportunidad de realizar visitas a instalaciones relacionadas con las distintas aplicaciones como laboratorios de investigación, plantas de producción de energía y centros de medicina nuclear.

Para Foro de la Industria Nuclear Española las iniciativas enfocadas al colectivo de la enseñanza son de gran interés y tienen como objetivo que los profesores reciban información actualizada sobre la tecnología nuclear de manos de los mejores expertos en la materia, un aspecto que los docentes han valorado positivamente en las encuestas de satisfacción junto con la selección de los temas tratados, las visitas técnicas y la aplicabilidad de los contenidos de las ponencias en las aulas. El material entregado, así como una galería de imágenes y las presentaciones de los conferenciantes están disponibles en [www.rinconeducativo.org](http://www.rinconeducativo.org)

Fuente: Foro Nuclear, 13 y 14 septiembre 2013



Sumario nuclear ▶

Sumario combustible ▶

Sumario isótopos ▶

- ▶ Éxito en la celebración de las XXX Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación
- ▶ Debate energético en Francia
- ▶ Próxima entrada en servicio de Kudankulam, en India
- ▶ Nuevos reactores de investigación para Argentina y Brasil
- ▶ Francia estudia endurecer la legislación contra intrusiones en centrales nucleares
- ▶ Dos nuevos reactores chinos para Pakistán
- ▶ Comienzan las pruebas para el uso de torio en reactores actuales
- ▶ Revisiones inter pares de las centrales taiwanesas
- ▶ Eslovaquia, decidida a continuar con sus planes nucleares
- ▶ La industria nuclear se prepara para el plan nuclear saudí
- ▶ Nuevas tecnologías para el mercado nuclear británico

◀◀ Volver portada

## DEBATE ENERGÉTICO EN FRANCIA

El debate sobre la transición energética, que comenzó tras la elección del Presidente François Hollande en 2012, ha concluido. Se han celebrado 1.000 debates regionales en los que han participado 170.000 personas, aparte de 1.200 contribuciones en Internet, que han expresado sus opiniones sobre todos los aspectos de la energía. Es la primera vez que la energía nuclear se ha sometido a debate público. La presentación del resumen del debate se fijó para una conferencia de ámbito nacional tras la cual, se elaborará un proyecto de Ley para su discusión en el Parlamento.

No se han llegado a conclusiones claras respecto a la estructura energética recomendada. Particularmente en el sector eléctrico, Francia tiene hoy un parque nuclear que produce 75 % de la electricidad consumida, junto con el 15 % producido por renovables y sólo 10 % por combustibles fósiles, con lo que cumple con creces las condiciones de competitividad, seguridad de suministro y bajas emisiones de CO<sub>2</sub>.

El Presidente Hollande propuso en su campaña electoral una reducción del componente nuclear hasta el 50 % en 2025, comenzando con la retirada del servicio de la central nuclear más antigua, la de Fessenheim, en 2016. Esta sigue siendo por el momento la política oficial, que apunta al mantenimiento de las centrales actuales hasta el límite de sus autorizaciones. Mientras tanto, continúan a buen ritmo las mejoras prescritas en las centrales como consecuencia de Fukushima y se han renovado por diez años las autorizaciones de las unidades de Fessenheim 1 y 2, Bugey 2 y 4 y Tricastin 1.

Por otra parte, una comisión científica de diputados y senadores ha instado al Gobierno francés a retrasar durante varios decenios la reducción de la participación nuclear, sosteniendo que una retirada acelerada de la nuclear y otras tecnologías maduras provocaría un deterioro de la economía y un aumento de los costes de la electricidad. La comisión propone empezar la reducción en 2030 y completarla a fin de siglo, dando tiempo a la incorporación de medidas de eficiencia energética y un desarrollo importante de las renovables.

Fuentes: World Nuclear News, 19 y 31 julio 2013; NucNet, 30 julio y 16 septiembre 2013 y Nucleonics Week, 1 agosto 2013

## PRÓXIMA ENTRADA EN SERVICIO DE KUDANKULAM, EN INDIA

La primera unidad de la central india de Kudankulam, en el estado de Tamil Nadu, en India, alcanzó su primera criticidad el 13 de julio de 2013, según informa el titular, Nuclear Power Corporation of India, Ltd. (NPCIL). La puesta en servicio tendrá lugar próximamente, después de realizar las pruebas preceptivas, la sincronización en la red y el aumento gradual de la potencia producida.



Central nuclear de Kudankulam. (© ipsnews.net)

Kudankulam consta de dos unidades de tipo VVER-1000 de suministro ruso, con 927 MW netos cada una, y es la primera central de agua ligera a presión que se construye en India, que dispone hoy de 19 unidades en operación, con un total de unos 4.400 MW, todas de agua pesada con la excepción de las antiguas unidades de Tarapur 1 y 2, de agua ligera en ebullición. El país construye actualmente siete unidades más, incluyendo Kudankulam.

La construcción de Kudankulam ha sufrido retrasos desde su comienzo en 2002, causados por protestas de diversa índole. El Tribunal Supremo ha opinado “que el país necesita de la energía nuclear para su suministro, que se han observado adecuados requisitos de seguridad y que, por otra parte, se deben retirar los cargos contra ciertos opositores, de forma que se restaure la paz y normalidad en la zona”.

Fuentes: NucNet, 15 julio 2013; Nuclear News Flashes, 15 julio 2013 y World Nuclear News, 15 julio 2013

- ▶ Éxito en la celebración de las XXX Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación
- ▶ Debate energético en Francia
- ▶ Próxima entrada en servicio de Kudankulam, en India
- ▶ Nuevos reactores de investigación para Argentina y Brasil
- ▶ Francia estudia endurecer la legislación contra intrusiones en centrales nucleares
- ▶ Dos nuevos reactores chinos para Pakistán
- ▶ Comienzan las pruebas para el uso de torio en reactores actuales
- ▶ Revisiones inter pares de las centrales taiwanesas
- ▶ Eslovaquia, decidida a continuar con sus planes nucleares
- ▶ La industria nuclear se prepara para el plan nuclear saudí
- ▶ Nuevas tecnologías para el mercado nuclear británico



## NUEVOS REACTORES DE INVESTIGACIÓN PARA ARGENTINA Y BRASIL

La empresa argentina Invap suministrará dos reactores de investigación a Argentina y Brasil, mediante un contrato firmado con los dos países. Los reactores serán análogos al OPAL, que Invap suministró en su día a la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nucleares (Ansto).

Los contratos, por un valor total de 12 millones de dólares, han sido firmados por Invap con la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) de Argentina y la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) de Brasil, respectivamente.

Los reactores serán utilizados para la producción de radisótopos con fines médicos, así como para investigación con haces de neutrones y pruebas de irradiación de materiales y combustibles nucleares avanzados. Con estas nuevas unidades los dos países podrán atender el 40% de la demanda mundial de radisótopos. Los dos reactores serán designados como Reactor Multipropósito Brasileño (RMB) en Brasil y RA-10 en Argentina.

El RMB será construido en Iperó, en São Paulo, y comenzará a funcionar en 2018. Ya se ha firmado un contrato con la empresa brasileña Intertechne para el diseño básico de los edificios, sistemas e infraestructura del reactor. No se ha informado por el momento sobre la ubicación y cronograma de construcción del RA-10.

La construcción de estos reactores está enmarcada en el acuerdo de cooperación entre Argentina y Brasil en el campo de la energía nuclear para usos pacíficos, incluyendo el

“Argentina y Brasil construyen reactores de producción de radisótopos para aplicaciones médicas”

enriquecimiento del uranio, los buques de propulsión nuclear y los reactores de potencia. Bajo sus auspicios se formó en 2010 la Comisión Binacional de Energía Nuclear (COBEN).

Fuente: World Nuclear News, 9 mayo 2013



## FRANCIA ESTUDIA ENDURECER LA LEGISLACIÓN CONTRA INTRUSIONES EN CENTRALES NUCLEARES

Los ministros franceses de Energía e Interior han manifestado que se necesita una nueva legislación para endurecer la penalización por intrusiones en instalaciones nucleares. El Gobierno investiga la intrusión por parte de 29 manifestantes de Greenpeace en el complejo de Tricastin, en el sudeste de Francia, el pasado mes de julio.

Según ha manifestado Electricité de France, los intrusos no llegaron a penetrar en las zonas de alta seguridad, pero desplegaron pancartas con mensajes antinucleares.

En opinión de los ministros franceses hay que establecer una diferencia clave entre manifestaciones pacíficas con fines mediáticos e intrusiones que amenacen con atacar la integridad de las instalaciones. En Francia, actualmente todas las intrusiones se caracterizan como “violación de propiedad privada”, lo que para los ministros es “totalmente inadecuado”.

Fuente: Nucleonics Week, 18 julio 2013

- ▶ Éxito en la celebración de las XXX Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación
- ▶ Debate energético en Francia
- ▶ Próxima entrada en servicio de Kudankulam, en India
- ▶ Nuevos reactores de investigación para Argentina y Brasil
- ▶ Francia estudia endurecer la legislación contra intrusiones en centrales nucleares
- ▶ Dos nuevos reactores chinos para Pakistán
- ▶ Comienzan las pruebas para el uso de torio en reactores actuales
- ▶ Revisiones inter pares de las centrales taiwanesas
- ▶ Eslovaquia, decidida a continuar con sus planes nucleares
- ▶ La industria nuclear se prepara para el plan nuclear saudí
- ▶ Nuevas tecnologías para el mercado nuclear británico



## DOS NUEVOS REACTORES CHINOS PARA PAKISTÁN

El Gobierno pakistaní ha firmado con la entidad China National Nuclear Corporation (CNNC) un contrato para el suministro llave en mano de dos unidades nucleares del tipo ACP-1000, de unos 1.100 MW, que estarán situadas en un emplazamiento costero cercano a Paradise Point, en la provincia de Sindh, a unos 25 km de Karachi. El importe del contrato asciende a unos 9.600 millones de dólares. Los reactores ACP-1000 son una evolución de las primeras unidades construidas en China con tecnología francesa. CNNC tiene ahora el derecho de uso de la tecnología y ha establecido para este suministro contratos con otras entidades chinas, encabezadas por su filial Zhongyuan Engineering Company. Se trata de la primera venta internacional de este tipo de reactor por parte china.

Pakistán aprobó recientemente los fondos necesarios para este contrato. El país dispone actualmente de una pequeña central de agua pesada y dos unidades chinas de 300 MW en Chashma, en la provincia norteña de Punjab.

Pakistán no ha firmado el Tratado de No-Proliferación Nuclear y está excluida de los suministros de equipos y tecnologías nucleares por parte del Grupo de Proveedores Nucleares (Nuclear Suppliers Group). Pakistán y China consideran que el suministro chino de las dos nuevas unidades estará amparado por los acuerdos entre los dos países vigentes desde hace muchos años y que, en todo caso, estará sometido a salvaguardias internacionales específicas.

Fuentes: *World Nuclear News*, 11 julio y 10 septiembre 2013 y *Forum Nucléaire Suisse E-Bulletin*, 17-23 julio 2013



## COMIENZAN LAS PRUEBAS PARA EL USO DE TORIO EN REACTORES ACTUALES



Trabajadores en el reactor de Halden ©Thor Energy)

Han comenzado los trabajos para probar el comportamiento de combustibles de torio en reactores actuales. Para ello se han introducido en el reactor de investigación de Halden, en Noruega, ocho pastillas cerámicas compuestas por óxido de torio, con un 10% de óxido de plutonio, como iniciador de las fisiones. Se postula que este combustible pueda constituir una variante del actual combustible MOX, pero con ventajas como la no formación de nuevo plutonio a partir del uranio y mejores características de seguridad, por la mayor conductividad térmica y punto de fusión.

La empresa noruega Thor Energy, que lidera el proyecto, considera que la utilización de este combustible contribuirá a reducir la existencia de plutonio, tanto de origen militar como procedente de los combustibles irradiados en reactores comerciales. Los ensayos durarán cinco años, durante los cuales se estudiarán los cambios en la estructura cerámica, el comportamiento a alta temperatura y la interacción con los materiales de envainado. En la fabricación y ensayo de las pastillas colaboran institutos y organizaciones de Alemania, Noruega y el Reino Unido.

Esta nueva utilización del torio se agrega a programas iniciados hace varias décadas en Canadá, China y, sobre todo, India, cuyas grandes reservas de torio justifican su interés por contar con reactores reproductores térmicos basados en este material fértil y el reciclado del uranio-233 fisiónable producido.

Fuentes: *World Nuclear News*, 21 junio 2013 y *New Scientist*, 10 noviembre 2012

- ▶ Éxito en la celebración de las XXX Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación
- ▶ Debate energético en Francia
- ▶ Próxima entrada en servicio de Kudankulam, en India
- ▶ Nuevos reactores de investigación para Argentina y Brasil
- ▶ Francia estudia endurecer la legislación contra intrusiones en centrales nucleares
- ▶ Dos nuevos reactores chinos para Pakistán
- ▶ Comienzan las pruebas para el uso de torio en reactores actuales
- ▶ Revisiones inter pares de las centrales taiwanesas
- ▶ Eslovaquia, decidida a continuar con sus planes nucleares
- ▶ La industria nuclear se prepara para el plan nuclear saudí
- ▶ Nuevas tecnologías para el mercado nuclear británico



## REVISIONES INTERPARES DE LAS CENTRALES TAIWANESAS

Según anunció el Consejo de Energía Atómica de Taiwan (AEC), se va a realizar una revisión inter pares de las tres centrales nucleares en operación en Taiwan y de la unidad de Lungmen, actualmente en construcción. El equipo que realizará la revisión estará compuesto por nueve expertos de la Dirección General de Energía de la Comisión Europea (CE), responsable de la cooperación internacional y de la arquitectura de la seguridad nuclear.

El Ministerio de Asuntos Exteriores de Taiwan ha solicitado ayuda internacional para las revisiones de estructura nuclear. El país no puede contar con la ayuda del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), por no ser miembro de las Naciones Unidas.

Una primera revisión fue completada recientemente por seis expertos independientes elegidos con la ayuda de la Agencia de Energía Nuclear (NEA) de la OCDE. El equipo comprobó que las pruebas de resistencia llevadas a cabo en Taiwan se habían ejecutado con arreglo a los criterios de la asociación de reguladores europeos, ENSREG. El informe, presentado a AEC en abril, toma nota de las mejoras realizadas o proyectadas en las tres centrales, pero señala numerosos puntos donde se necesitan mejoras adicionales, especialmente en estudios sísmicos y de respuesta ante tsunamis e inundaciones.

La nueva revisión inter pares que va a ejecutar el equipo de la Unión Europea en septiembre incluirá una visita a la central de Maanshan y la unidad en construcción de Lungmen y analizará el informe nacional de AEC y los estudios sobre las centrales que se publicarán previamente. El informe del equipo de la CE será también publicado un mes después de la visita.

*Fuente: Nucleonics Week, 18 mayo 2013*



## ESLOVAQUIA, DECIDIDA A CONTINUAR CON SUS PLANES NUCLEARES

El Gobierno eslovaco ha aprobado un incremento de 260 millones de euros en los fondos presupuestados para la construcción de las unidades 3 y 4 de la central nuclear de Mochovce. Este incremento ha sido decidido por el titular de la central, la empresa eslovaca Slovenské Elektrárne, y es parte del aumento presupuestario necesario para terminar la central teniendo en cuenta los nuevos requisitos internacionales, que asciende a 800 millones de euros, llevando el total a 3.800 millones. La empresa estatal italiana Enel, propietaria del 66% de Slovenské Elektrárne, ha condicionado su permanencia en el proyecto a la asignación de estos fondos suplementarios, que procederán de recursos propios de la compañía, sin recurso a contribución estatal. Las dos unidades son del tipo VVER V-213 de diseño ruso, de 440 MW, y deben entrar en servicio en 2014 y 2015, respectivamente.

La construcción de la central procederá, según el plan establecido, a pesar de la reciente sentencia del Tribunal Supremo, que ha ordenado la reapertura del proceso de autorización por la Autoridad Reguladora (ÚJD), a instancias de Greenpeace, para permitir que esta organización presente sus comentarios y objeciones. ÚJD facilitará toda la documentación necesaria, pero no ordenará mientras tanto la interrupción de los trabajos, en vista del interés público y los problemas inminentes en el suministro de electricidad en el país.

Según ha manifestado el Secretario General de la Sociedad Nuclear eslovaca, Juraj Klepáč, el país está decidido a llevar adelante su plan nuclear, pese a las dificultades en encontrar socios adecuados, y en formar una nueva generación de profesionales cualificados. Klepáč destacó en una entrevista el papel que esta entidad debe desempeñar para asegurar que el público comprenda la necesidad de la participación nuclear en la cesta energética.

*Fuentes: Nucleonics Week, 4 julio y 8 agosto 2013, y NucNet, 29 julio y 6 y 22 agosto 2013*

▶ Éxito en la celebración de las XXX Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación

▶ Debate energético en Francia

▶ Próxima entrada en servicio de Kudankulam, en India

▶ Nuevos reactores de investigación para Argentina y Brasil

▶ Francia estudia endurecer la legislación contra intrusiones en centrales nucleares

▶ Dos nuevos reactores chinos para Pakistán

▶ Comienzan las pruebas para el uso de torio en reactores actuales

▶ Revisiones inter pares de las centrales taiwanesas

▶ Eslovaquia, decidida a continuar con sus planes nucleares

▶ La industria nuclear se prepara para el plan nuclear saudí

▶ Nuevas tecnologías para el mercado nuclear británico



## LA INDUSTRIA NUCLEAR SE PREPARA PARA EL PLAN NUCLEAR SAUDÍ

Arabia Saudí está estableciendo una estructura de generación eléctrica que incluya tecnología nuclear y solar. Proyecta disponer de 17 GW nucleares y 40 GW solares para 2032. El primer reactor entraría en servicio en 2022 y el programa nuclear supondrá una inversión superior a 80.000 millones de dólares.

El país dispone ya de acuerdos internacionales de cooperación y negocia en la actualidad un acuerdo de cooperación nuclear con Estados Unidos, que permita la provisión de tecnología, combustibles, equipos y servicios a Arabia Saudí. El país ha constituido una Agencia responsable de la gestión y supervisión de las construcciones nucleares y de la gestión de residuos (Ka-care) y tiene acuerdos para la formación de expertos en las disciplinas nucleares.

En anticipación de este ambicioso programa se están formando coaliciones industriales que optarán a ser los proveedores de tecnología, servicios y equipos.

- La empresa eléctrica estadounidense Exelon Nuclear Partners (ENP), filial de Exelon, el mayor productor nuclear de EE UU, con más de 19.000 MW nucleares, ha firmado un acuerdo de intenciones con la japonesa Toshiba y su asociada Westinghouse para crear una propuesta conjunta para construir centrales nucleares en Arabia Saudí, utilizando la tecnología avanzada de agua a presión AP-1000 de Westinghouse, que se utiliza en nuevas construcciones en EE UU y China o, alternativamente, el reactor avanzado de agua en ebullición ABWR de Toshiba.
- Por otra parte, ENP ha formado otra alianza similar con General Electric-Hitachi para ofertar el suministro a Arabia Saudí de reactores de agua en ebullición del tipo ABWR, de experiencia probada, o ESBWR, nuevo diseño avanzado de características pasivas.

Fuentes: World Nuclear Association, septiembre 2013; World Nuclear News, 15 julio y 9 septiembre 2013 y Nucleonics Week, 12 septiembre 2013



## NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL MERCADO NUCLEAR BRITÁNICO

Las futuras centrales nucleares británicas, para las cuales están ya autorizados varios emplazamientos, tendrán diferentes tipos de reactores a decidir por los titulares de los mismos. Hasta el momento el programa más avanzado es el de EDF Energy, que ha completado los pasos necesarios para la construcción de dos reactores de tipo de agua a presión EPR en Hinkley Point, y posteriormente Sizewell, estando pendiente un acuerdo final sobre condiciones económicas con el Departamento de Energía y Cambio Climático (DECC) antes de la decisión definitiva de proceder a la construcción.

Por su parte, la empresa Horizon, hoy propiedad de la japonesa Hitachi, ha decidido utilizar el Reactor Avanzado de Agua en Ebullición (ABWR) de Hitachi-General Electric para las centrales de Wylfa y Oldbury, y está dando los primeros pasos en su programa, comenzando por el proceso de certificación del diseño (GDA), que está en marcha (*ver Flash de abril 2013*). Horizon ha otorgado en el mes de mayo un importante contrato a Hitachi-General Electric para el proyecto inicial del reactor para Wylfa, que será una referencia importante para el proceso de certificación y para el establecimiento de acuerdos industriales para la futura construcción, si el titular toma en su momento la decisión de construir la central.

Recientemente se ha firmado un acuerdo entre la empresa estatal rusa Rosatom, la finlandesa Fortum y la británica Rolls-Royce para estudiar la posible construcción en el Reino Unido de reactores rusos del tipo de agua a presión VVER. Estos reactores funcionan hoy en once países. Fortum, que opera dos reactores de este tipo en la central de Loviisa, en Finlandia, aporta su experiencia en la construcción y operación, y Rolls-Royce ofrecerá su conocimiento del proceso regulador británico para preparar las oportunas solicitudes de certificación al Organismo Regulador y establecer relaciones con la industria británica. Ya existe un acuerdo de cooperación nuclear entre Rusia y el Reino Unido, y Rosatom Overseas, filial de Rosatom para el negocio internacional, ha entrado como miembro en la Asociación de la Industria Nuclear del Reino Unido (NIA).

Fuentes: Nucleonics Week, 1 agosto y 19 septiembre 2013; Nuclear News Flashes, 15 mayo 2013; NucNet, 16 mayo y 6 septiembre 2013 y World Nuclear News, 16 mayo y 5 septiembre

► Zorita forma parte de un proyecto internacional de investigación

► Futuros combustibles de metano de Japón

► Medidas contra la contaminación en Fukushima

► Regulación de instalaciones del ciclo de combustible nuclear en Japón

► Fuerte caída en los precios del uranio en julio de 2013

## ZORITA FORMA PARTE DE UN PROYECTO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN

Ocho piezas procedentes de la segmentación de los internos del reactor de la central nuclear de José Cabrera (*ver Flash de julio 2013*) se encuentran ya en Suecia para ser analizadas con motivo del proyecto de investigación sobre la estructura del núcleo del reactor (*Zorita Internals Research Project*). El objetivo es determinar el comportamiento de los materiales que han sido activados por un flujo neutrónico durante un largo periodo de tiempo.

Para el envío de estas piezas de 40 kg de peso a los laboratorios de la empresa sueca Studsvik, la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) ha utilizado un contenedor cilíndrico especial, que viajó por carretera hasta el puerto de Santander, desde donde salió por mar rumbo al país nórdico.

En la carga y expedición de las piezas se emplearon cerca de dos semanas de trabajo, en las que hubo que realizar ligeras modificaciones en el Edificio Auxiliar de Desmantelamiento (EAD) de la central, encaminadas a permitir la entrada del contenedor en el recinto de contención y la carga bajo agua de las muestras de material.



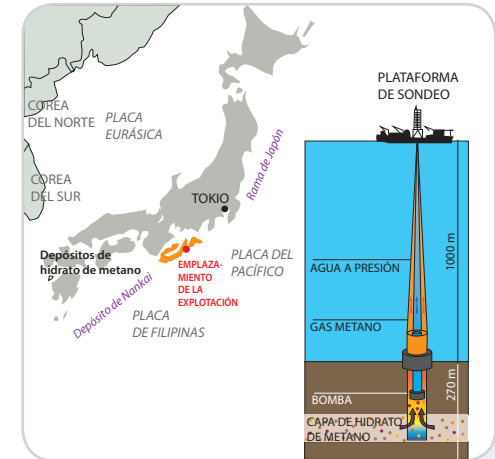
Desde Enresa consideran que la central nuclear en desmantelamiento de José Cabrera, más conocida como Zorita, está ofreciendo una oportunidad única para estudiar cómo cambian con el tiempo y la radiación los principales componentes de un reactor nuclear, aspecto en el que la comunidad científica y técnica internacional ha mostrado un gran interés.

Contenedor con piezas de internos (© Enresa)

Fuente: Enresa, 31 julio 2013

## FUTUROS COMBUSTIBLES DE METANO DE JAPÓN

Por primera vez, Japón va a ensayar la producción de metano a partir de los hidratos de metano congelados, moléculas de metano rodeadas de agua y estabilizadas por las presiones y bajas temperaturas de sus alrededores. El metano se obtendría por disminución de las presiones y temperaturas en equipos especiales colocados en el sedimento, según el esquema de la figura adjunta.



Este tipo de yacimientos son abundantes en islas y en el permafrost y algunos expertos opinan que la energía almacenada en ellos es del mismo orden que las reservas de combustible totales del mundo. Existen instalaciones de ensayo en Estados Unidos, India, Corea del Sur y Rusia, pero Japón es el primero que lo hará en condiciones reales, en la costa oriental al sur de Tokio.

Hay precedentes de ello en la antigüedad. Un corrimiento de tierra en Noruega produjo hace ocho años un tsunami de 4 metros y, a consecuencia de ocurrir en una zona de temperaturas más altas con el metano almacenado, se fundieron los hidratos y ello dio lugar al tsunami.

También se medirán los movimientos de los terrenos y las cantidades de metano, así como lo que ocurriría en fenómenos anormales tales como terremotos.

Fuente: New Scientist, 9 marzo 2013

► Zorita forma parte de un proyecto internacional de investigación

► Futuros combustibles de metano de Japón

► Medidas contra la contaminación en Fukushima

► Regulación de instalaciones del ciclo de combustible nuclear en Japón

► Fuerte caída en los precios del uranio en julio de 2013



## MEDIDAS CONTRA LA CONTAMINACIÓN EN FUKUSHIMA

La situación radiológica en Fukushima está bajo control, según ha manifestado el Primer Ministro, Shinto Abe, y tal y como se detalla en la actualización presentada recientemente al Organismo Internacional de Energía Atómica por la Autoridad Reguladora Nuclear japonesa (NRA).

Los trabajos programados en el cronograma general siguen su curso. Los tres núcleos dañados y las cuatro piscinas de almacenamiento de combustible están adecuadamente refrigerados y las temperaturas mantenidas entre 30 y 45 °C. En noviembre comenzará la retirada de combustibles de la piscina de la unidad 4 y se está limpiando de escombros la de la unidad 3.

Después del problema surgido en agosto, cuando se registró una fuga de 300 toneladas de agua radiactiva, parcialmente descontaminada, de un depósito de almacenamiento, se han tomado medidas que incluyen el trasvase del agua residual a otros tanques y la recogida de agua fugada y suelo afectado para su tratamiento. Se han tomado numerosas muestras de las zonas cercanas a otros tanques y se ha encontrado un pequeño número de puntos de radiación alta, pero sin indicios de fugas. En todos los casos los niveles de radiación han disminuido fuertemente después de las medidas de sellado que se han tomado. No hay indicios de que la contaminación haya llegado al mar. De hecho, la contaminación derivada de la fuga está limitada a la zona del puerto, de unos 0,3 km<sup>2</sup>, fuera de la cual es inferior a 10 becquerelios por litro, lo que permite su uso público. El Gobierno japonés ha asumido un papel activo en estas tareas.

El agua de refrigeración de los reactores se toma de un depósito de inyección que recoge agua existente en los sótanos de los edificios de reactores y turbinas procedente de la refrigeración, incluyendo la inicial que incluyó agua del mar, y del ingreso de unas 400 toneladas diarias de agua subterránea de los acuíferos

cercanos, que entran por grietas producidas por el terremoto. El agua se somete a un proceso de desalación y extracción del cesio radiactivo antes de su reinyección y el agua residual se almacena en centenares de tanques para su tratamiento posterior.

“ El riesgo de la radiación en Fukushima para la salud es despreciable, y la preocupación indebida por los posibles efectos es más dañina que la radiación misma”, opina Gerry Thomas, del Imperial College de Londres



Comienza ahora la construcción de un recinto hermético para rodear los edificios de los cuatro reactores y sus turbinas, con el fin de impedir el ingreso de aguas subterráneas y el escape de agua radiactiva de los sótanos. La técnica empleada, ya probada en proyectos de construcción, es la congelación del terreno inmediatamente circundante hasta una profundidad de 30 metros mediante pozos verticales colocados cada metro en los que se inyectará líquido criogénico. Además, se instalará el nuevo sistema ALPS para la separación de emisores beta y otros radionucleidos, y su eventual evacuación cuando su nivel radiactivo lo permita. La inversión en estas medidas ascenderá a unos 480 millones de dólares.

Por otra parte, progresa a buen ritmo la descontaminación de los núcleos de población vecinos, que incluyen once municipios en las Zonas Especiales de Descontaminación, a unos 20 km de la planta y dosis acumuladas anuales superiores a 20 mSv, y 100 más en las Zonas de Descontaminación Intensiva, con dosis superiores a 1 mSv anual. De las primeras, a cargo del Gobierno, ha terminado la descontaminación del municipio de Tamura y terminarán tres más a fines de marzo de 2013. En las segundas, a cargo de los municipios, con apoyo técnico y económico del Gobierno, se desarrollarán los trabajos entre dos y cinco años.

Fuentes: Nucleonics Week, 22 y 29 agosto y 5 y 12 septiembre 2013; NucNet, 28 agosto y 2, 5, 12, 18 septiembre 2013; World Nuclear News, 27 agosto y 3, 18 y 20 septiembre 2013 y Updated status of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, NRA, septiembre 2013



► Zorita forma parte de un proyecto internacional de investigación

► Futuros combustibles de metano de Japón

► Medidas contra la contaminación en Fukushima

► Regulación de instalaciones del ciclo de combustible nuclear en Japón

► Fuerte caída en los precios del uranio en julio de 2013



## REGULACIÓN DE INSTALACIONES DEL CICLO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR EN JAPÓN

La Comisión Reguladora Nuclear de Japón (NRA) ha elaborado los requisitos que han de cumplir las instalaciones del ciclo del combustible nuclear y los reactores de investigación, incluido el prototipo de reactor reproductor rápido MONJU. Las nuevas reglas, después de un período de recepción de comentarios del público hasta mediados de agosto, serán promulgadas y entrarán en vigor para el 18 de diciembre de 2013, siguiendo un proceso paralelo al de las centrales nucleares, que ha permitido la presentación de solicitudes para la reactivación de doce unidades nucleares, que están siendo ya procesadas por la NRA.

La nueva normativa cubre las reglas relativas a la respuesta ante accidentes severos y los planes de los titulares de las instalaciones para impedirlos. Los accidentes a analizar incluyen terremotos, tsunamis, tornados, erupciones volcánicas, ataques terroristas, escapes de productos químicos y acumulaciones de hidrógeno.

Los requisitos afectarán a dos instalaciones de reproceso de combustibles usados: la de Rokkasho, actualmente en construcción, y la experimental de Tokai-Mura, hoy fuera de servicio de forma permanente. También afectará a siete instalaciones de fabricación de combustibles, incluida la de combustible MOX en construcción en Rokkasho, 22 reactores de investigación, un almacén de combustible usado, cuatro instalaciones de almacenamiento de residuos radiactivos y 211 instalaciones que utilizan combustible nuclear para investigación, de las que quince son de gran tamaño.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 24 julio 2013 y World Nuclear News, 25 julio 2013



## FUERTE CAÍDA EN LOS PRECIOS DEL URANIO EN JULIO DE 2013

El precio del uranio ha caído más de 5 dólares por libra de  $U_3O_8$  durante el mes de julio de 2013, quedando en 34,50 \$/lb  $U_3O_8$ , posiblemente como consecuencia del exceso de oferta después de la desconexión de las centrales japonesas. Este nivel es análogo al de noviembre de 2005, antes de la escalada que lo llevó a 118 \$/lb en junio de 2007. La producción de uranio, sin embargo, ligada en su mayoría a contratos a largo plazo, se mantiene e incluso aumenta, tanto en Estados Unidos como internacionalmente. Los analistas predicen que los precios continuarán a niveles bajos durante los próximos meses, aunque a mediados de agosto se registró un repunte hasta 35 \$/lb  $U_3O_8$ .

Por otra parte, el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE) ha decidido incrementar sus ventas en el mercado desde el equivalente a 1.777 toneladas de uranio anuales hasta 2.705 durante los próximos años, desviándose así de su anterior política de limitar sus ventas al 10% de las necesidades estadounidenses, a fin de no distorsionar el mercado. El material procederá de las existencias del DOE en forma de hexafluoruro de uranio de distintos enriquecimientos, e incluso en forma de metal, y se destinará a consumidores industriales e incluso como medio de pago a empresas del sector encargadas de la descontaminación y limpieza de instalaciones del DOE retiradas del servicio y en fase de desmantelamiento.

La reacción de la industria ante este anuncio no ha sido favorable, puesto que supone un aumento de la oferta que puede deprimir los precios del mercado. Sin embargo, se considera positivo que se establezca un límite cuantitativo y temporal, aunque sea mayor que el anterior.

Fuentes: Nucleonics Week, 11 julio y 22 agosto 2013 y Nuclear News Flashes, 30 julio 2013

► Abundancia de otros mundos

► La radiación es muy alta entre Marte y la Tierra

► Las zonas españolas más expuestas al radón

► Las baterías de litio en desuso

► Los albores de la humanidad

## ABUNDANCIA DE OTROS MUNDOS

Una vez que se supo que el Sol es una estrella y que los planetas giran a su alrededor, era natural sospechar que en otras estrellas ocurriera lo mismo. La confirmación vino más tarde, a finales del siglo XX, cuando los astrónomos encontraron señales de que otros cuerpos giraban también alrededor de púlsares y otras estrellas. Hoy se estima que nuestra galaxia tiene por lo menos tantos planetas como estrellas. Se han detectado más de 900 y se investigan varios miles.

Las observaciones han demostrado que la existencia de planetas es normal y que su disposición es muy variada. Al contrario que el sistema solar, la mayoría de los sistemas planetarios observados consisten en uno o dos planetas mayores que la Tierra, girando en órbitas más cercanas a su estrella.

En un futuro próximo, los astrónomos pretenderán hallar y caracterizar planetas habitables. El equipo del astrónomo William Borucki ha detectado dos pequeños planetas, entre 1,4 y 1,6 el tamaño de la Tierra, en la llamada “zona habitable” de una estrella más pequeña y fría que la Tierra. La zona habitable se define como el anillo alrededor de una estrella donde un planeta rocoso con atmósfera de CO<sub>2</sub>, agua y nitrógeno puede contener agua líquida en su superficie.

Otros astrónomos opinan que nuestro uso del término “habitable” debe ser extendido a otras posibilidades, como las atmósferas ricas en hidrógeno y la existencia de poca agua. La “habitabilidad” debe definirse caso por caso y buscar en cada uno de ellos las posibilidades de continuidad de la vida en su sentido más amplio.

Por lo que se refiere a descubrimientos de sistemas planetarios, todos los meses el telescopio orbital Kepler detecta cientos de potenciales exoplanetas cerca de la constelación del Cisne y hay nuevas misiones espaciales en marcha. Algunos periodistas como Yudhijit Bhattacharjee y Daniel Clery han presentado las principales técnicas planteadas y su posible aplicación actual.

Fuente: Science, 3 mayo 2013

## LA RADIACIÓN ES MUY ALTA ENTRE MARTE Y LA TIERRA

Ahora que se habla de visitas a otros planetas, el único destino práctico ha sido la visita a la Luna, para la cual los que pisaron el suelo lunar iban provistos de equipos de respiración, ya que el aire lunar no contiene oxígeno suficiente para poder utilizarlo como en la Tierra.

Cuando se piensa en una visita a Marte hay que considerar que la distancia a recorrer desde la Tierra es de 560 millones de kilómetros.

Sin embargo, al parecer ningún otro planeta reúne las condiciones de habitabilidad suficientes, pero es preciso tener en cuenta la existencia y clase de radiación espacial que se interpone entre los planetas y que varía significativamente en la cercanía de los mismos. Es preciso tener en cuenta los balances de radiación exactos de cada planeta. Si bien esto no es bien conocido para Marte, debemos aplicar la experiencia deducida de nuestros conocimientos de efectos sobre las personas según las normas de la NASA.

Las partículas energéticas cargadas eléctricamente, como las que llevan el apelativo de “cósmicas”, pueden crear un terreno fértil para que pueda ocurrir todo, además de bloquear la radiación.

Los efectos de la visita de ida y vuelta a Marte serían de 0,331 sievert por trayecto, con un total de 0,662 sievert, a lo que habría que añadir las dosis relativamente pequeñas de la estancia en el planeta. Este número es inferior al de 1.000 mSv definido como límite para toda una vida dedicada de un astronauta y equivale a un riesgo del 3 % de muerte por cáncer y puede compararse a la agregación de dosis puntuales recibidas durante nuestra vida (véase la tabla).

Agregar un blindaje determinado para una reducción de la dosis ayudaría a aumentar el tiempo útil de la misión, pero con las limitaciones consiguientes.

Fuentes: Science, 31 mayo 2013 y New Scientist, 8 junio 2013



(© Science)

► Abundancia de otros mundos

► La radiación es muy alta entre Marte y la Tierra

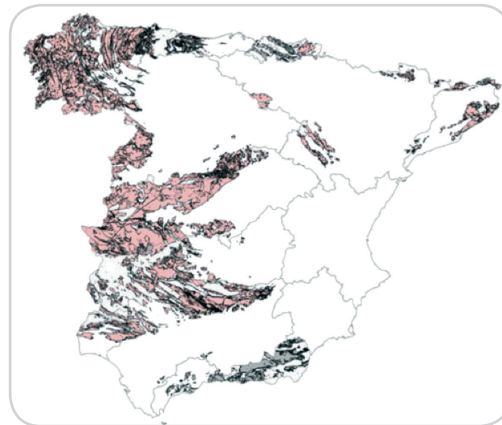
► Las zonas españolas más expuestas al radón

► Las baterías de litio en desuso

► Los albores de la humanidad

## LAS ZONAS ESPAÑOLAS MÁS EXPUESTAS AL RADÓN

La mayor fuente de radiactividad natural es el gas radón. Su origen está en la desintegración de otros dos productos naturales, el radio y el uranio, presentes en los suelos y en materiales de construcción. El radón, por ser gas, emana hasta la superficie y penetra por difusión o convección en las viviendas.



Mapa de la península con las zonas más expuestas al radón  
(© Journal of Radiological Protection)

El mapa representado en la figura adjunta detalla las áreas de España donde el 10% de los edificios presentan niveles de concentraciones de radón iguales o superiores a 300 becquerelios por metro cúbico de aire. En una directiva europea de protección radiológica se recomienda actualmente un límite de 400 becquerelios por metro cúbico de aire, pero este límite va a ser reducido a 300 Bq/m<sup>3</sup>, valor recomendado también por el Consejo de Seguridad Nuclear. Se puede observar que prácticamente toda Galicia, el oeste de Asturias, la parte más occidental de Castilla y León, Extremadura y el noroeste de Andalucía presentan niveles más altos de 300 Bq/m<sup>3</sup>.

Los datos se refieren a 11.000 medidas de exposiciones de hogares. Las concentraciones más elevadas de radón se dan en los sótanos y plantas bajas de los edificios y se reducen a valores próximos a la mitad a partir de la segunda planta.

La sierra de la Comunidad de Madrid y algunas zonas de Cataluña y los Pirineos se desarrollaron a partir de formaciones

de terrenos hercínicos, constituidos principalmente por rocas precámbricas y paleozoicas, con una alta concentración de elementos radiactivos de la cadena del uranio. En comparación con ellas, se observa que los materiales calcáreos y evaporíticos del Terciario o rocas y formaciones aluviales y diluviales del Cuaternario no tienen el mismo carácter.

Fuente: *Matemáticas, Física y Química*, 16 julio 2013 y *Journal of Radiological Protection*, 33.2013

## LAS BATERÍAS DE LITIO EN DESUSO

Estamos familiarizados con las baterías de uso corriente que se emplean una sola vez y se reciclan después en diversas aplicaciones. Es inaplazable pensar en la forma de abordar qué ha de hacerse con las baterías recargables utilizadas en productos electrónicos de consumo, como las de litio, en los LEDs y las modificaciones derivadas del uso de las sustituciones futuras en el campo de la iluminación.

Los cambios se han introducido de forma gradual, pero no siempre se podrán evitar sus efectos. Mención especial merecen los componentes electrónicos, de los que el mejor epígrafe son las baterías de litio que actualmente están presentes en multitud de componentes asociados.

Kang y colaboradores han estudiado este problema abordando los efectos toxicológicos que pueden aparecer, basándose en el creciente uso de su inclusión en aparatos diversos como los teléfonos móviles o celulares que se desechan sin extraer las baterías. Kang estudió el caso de 16 baterías de teléfonos móviles y equipos similares que se desechan para reciclado, incluyendo baterías que contienen litio en diversas formas, además de otros metales como plomo y cobalto. Como resultado comprobaron que es necesario regular el reciclado y posible uso posterior de las baterías para recuperar el litio y evitar su pérdida.

Fuente: *Science*, 3 mayo 2013

- ▶ Abundancia de otros mundos
- ▶ La radiación es muy alta entre Marte y la Tierra
- ▶ Las zonas españolas más expuestas al radón
- ▶ Las baterías de litio en desuso
- ▶ Los albores de la humanidad

## LOS ALBORES DE LA HUMANIDAD



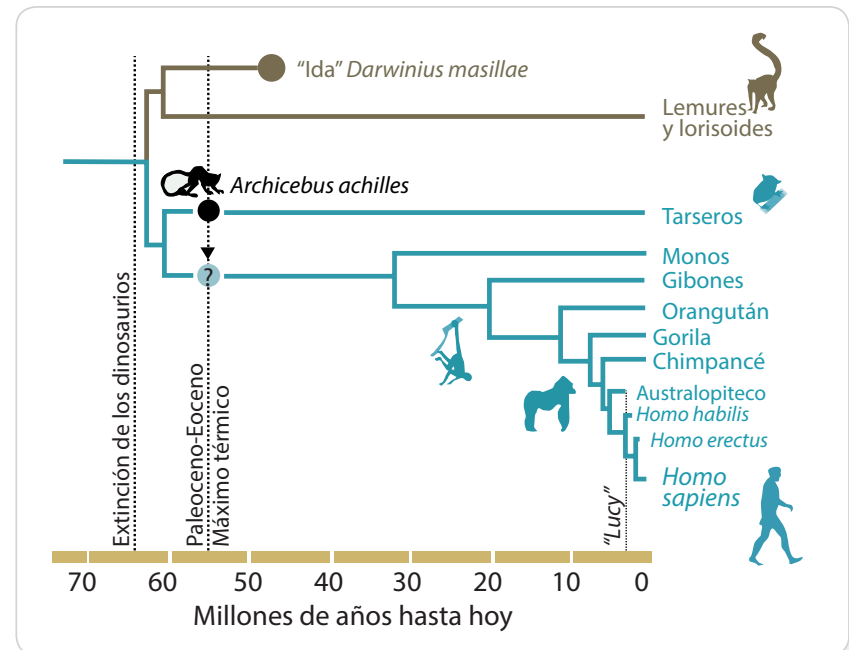
El fósil de *Archicebus achilles* es el más antiguo esqueleto de primate encontrado

El hallazgo en China oriental, al sur del río Yangtze, por el profesor Christopher Beard de Pittsburgh, EE UU, de los restos del *Archicebus achilles*, con una edad de 55 millones de años coloca a China como vanguardia en la historia de la humanidad.

La fuente de este cambio ha sido el descubrimiento de este primer primate (véase la foto) con los molares de un comedor de insectos y las extremidades que justifican su comida y su hábito de disponer de una extremidad con un pie flexible. Su asignación en la evolución de la cultura se detalla en el gráfico. Tras la extinción de los dinosaurios (65 millones de años), la aparición del *Archicebus* y sus derivados sigue las huellas normales del desarrollo. Sin embargo, quedan muchos pasos por dar y ésta es sólo una posibilidad.

Lo que queda tras la aparición del máximo térmico del Paleoceno-Eoceno (PETM) está explicado por medio del máxi-

mo de temperaturas tras el PETM, y los primates parecen adaptarse mejor a las condiciones reinantes de una riqueza grande en todo tipo de circunstancias. Las condiciones meteorológicas y tectónicas permitieron así el desarrollo de la variedad de cambios y su adaptación a las bajadas climáticas que permite explicar el paso dado a las circunstancias de África.



Fuente: *New Scientist*, 8 junio 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