



Estados Unidos inicia la construcción de los reactores nucleares Summer 2 y Vogtle 3



Iberdrola Ingeniería finaliza la modernización de la central nuclear mejicana de Laguna Verde



Nace una agrupación nuclear en Cantabria para reforzar el sector y abordar grandes retos industriales

Foro Nuclear
Foro de la Industria Nuclear Española

Iberdrola Ingeniería completa la modernización de Laguna Verde

Iberdrola Ingeniería ha anunciado la finalización de los trabajos de modernización y aumento de potencia de la central mejicana de Laguna Verde, en el estado de Veracruz. El contrato para este trabajo fue otorgado en 2007 por la Comisión Federal de Electricidad de Méjico, por un importe de 605 millones de dólares, a un consorcio compuesto por Iberdrola Ingeniería (97%) con una pequeña participación de la francesa Alstom (3%).



Central de Laguna Verde (© Iberdrola).

La central de Laguna Verde consta de dos unidades con reactores de agua en ebullición, que entraron en servicio en 1990 y 1995.

El trabajo ha consistido en la sustitución de equipos de las unidades 1 y 2 de la central por otros de última generación, tras lo cual la capacidad de producción ha aumentado en un 20% hasta alcanzar 1.640 MW. Se han sustituido los condensadores, los separadores y recalentadores de vapor, los turbogrupos, los sistemas de ventilación, calefacción y aire acondicionado, los sistemas auxiliares y eléctricos, transformadores y otros equipos. El consorcio ha realizado el proyecto, la ingeniería, el suministro de equipos, la instalación, el montaje y las pruebas de puesta en servicio. Se espera que las unidades modernizadas operen hasta 2029 y 2034, respectivamente.

El programa de modernización se ha llevado a cabo con las unidades en operación, por lo que las tareas de sustitución se han tenido que realizar durante las paradas de recarga, lo que ha requerido una cuidadosa planificación. En las operaciones han participado hasta 2.000 personas.

Fuentes: Iberdrola Ingeniería, 20 febrero 2013 y World Nuclear News, 21 febrero 2013

Nace en Cantabria una agrupación nuclear para reforzar el sector

Ha nacido, promovida por el Gobierno Regional de Cantabria, la Agrupación Nuclear de Cantabria, en la que participan la Universidad de Cantabria (UC), el Centro Tecnológico de Componentes (CTC) y cinco empresas de la región vinculadas al sector nuclear.

La Agrupación surge para potenciar la presencia de las empresas cántabras en proyectos nucleares domésticos e internacionales, incluyendo, según ha manifestado el presidente regional Ignacio Ortega, la construcción del Almacén Temporal Centralizado (ATC) para combustibles usados y residuos radiactivos, en Villar de Cañas (Cuenca), y el gran proyecto de Reactor Internacional de Fusión ITER, en

Cadarache (Francia), en el que ya participan varias empresas españolas, incluidas algunas cántabras. Hay que mencionar también los trabajos que han de realizarse en las centrales nucleares españolas, derivados de nuevas regulaciones tras el accidente de Fukushima.

En la Agrupación hay que destacar la Universidad de Cantabria, vinculada a la industria nuclear desde hace treinta años a través de su laboratorio de Ciencia e Ingeniería de los Materiales, y el Centro Tecnológico de Componentes (CTC). Por la parte industrial destaca Equipos Nucleares (ENSA), con una larga trayectoria en la fabricación de grandes componentes nucleares y equipos para el alma-

cenamiento y transporte de combustibles usados y que ha obtenido recientemente un importante contrato para el ensamblaje de la cámara de vacío del ITER. Hay que citar también su filial para servicios especializados, Enwesa, y a Leading Enterprises, que ha obtenido otro contrato del ITER para el desarrollo de paneles de recubrimiento interior de la cámara de vacío.

También integran esta agrupación CIC, Consulting Informáticos, que actúa en todas las centrales nucleares españolas y Norca, dedicada a servicios para la calidad, ingeniería y protección radiológica. No se descarta la incorporación de nuevas empresas del sector.

Fuente: Gobierno de Cantabria, 11 marzo 2013

■ Comienza la construcción de las centrales de Summer y Vogtle en Estados Unidos

La construcción de la segunda unidad de la central nuclear de V.C. Summer, en Carolina del Sur, ha comenzado con el hormigonado de la losa de la isla nuclear. La losa, con unos 7.000 m³ de hormigón, y 1,8 m de grosor, mide unos 80x50 metros y el hormigonado quedó terminado el 11 de marzo. En la central de Summer, donde hay ya una unidad en operación, se construirán dos nuevos reactores del tipo AP1000, de 1.117 MW, de Westinghouse. La entrada en servicio de la unidad 2 está prevista para 2017, seguida por la unidad 3 en 2018.

Los propietarios, South Carolina Electric & Gas (SCE&G) y Santee Cooper, firmaron en mayo de 2008 un contrato de ingeniería y suministro con el consorcio formado por Westinghouse y el Grupo Shaw. Actualmente, el Grupo Shaw ha sido adquirido por Chicago Bridge and Iron (CBI), que actúa a través de su filial Stone and Webster.

Tan sólo unos días después, se ha iniciado también la construcción de la tercera unidad de la central de Vogtle, en el Estado de Georgia, donde ya operan dos unidades, con el hormigonado de la losa para la isla nuclear de esta unidad. La central es propiedad de Georgia Power, filial de Southern Company, y tres empresas más, y el contrato de suministro y construcción fue otorgado en su día a Westinghouse y el grupo Shaw, hoy CBI. Ya están en el emplazamiento los primeros componentes de la vasija de contención, que serán instalados en cuanto haya fraguado la losa. Se espera que las dos nuevas unidades de Vogtle entren en servicio en 2017 y 2018. Al igual que Summer 2 y 3, Vogtle 3 y 4 recibieron las autorizaciones combinadas de construcción y operación a principios de 2012.

El inicio de la construcción de estas dos unidades marca un hito importante en Estados Unidos, donde no se había comenzado la construcción de nuevas unidades desde hace treinta años.



Hormigonado en Summer © SCE&G.

Fuentes: NucNet, 12 marzo 2013; Nuclear News Flashes, 11 marzo 2013; Nucleonics Week, 14 marzo 2013; World Nuclear News, 12 marzo 2013 y Southern Company, 14 marzo 2013

■ Resistencia sindical al cierre de Fessenheim

Los cuatro principales sindicatos franceses han recurrido ante el Consejo de Estado contra la designación por el Gobierno de un "delegado" encargado de gestionar el cierre de la central nuclear de Fessenheim, la más antigua de Francia, para finales de 2016.

“ Los principales sindicatos franceses se oponen al cierre de la central nuclear de Alsacia, previsto para 2016 ”

Según las declaraciones del 11 de febrero de Virginia Gensel, secretaria general de la Federación de Minas y Energía del sindicato CGT, los sindicatos consideran la designación inválida porque no hay base legal para el cierre de Fessenheim.

Un recurso similar se presentó el 5 de febrero ante el Consejo de Estado por el ayuntamiento de Fessenheim, varias comunidades de vecinos, la Asociación de Ecologistas para la energía nuclear y otras instituciones e individuos, incluyendo empleados de la central y accionistas privados del propietario, Electricité de France (EDF).

Partes interesadas han destacado que EDF no ha solicitado el cierre de la central, condición indispensable para iniciar el proceso. Aunque el Gobierno es titular del 85% de la propiedad de EDF, los derechos del resto de los accionistas deben ser respetados y, en caso de que se dicte una ley al respecto, deberán ser indemnizados. Varios de los demandantes destacaron que "siempre habrá una central que es la más antigua y que el proceso de cerrar Fessenheim podría seguir con el de Bugey y otras, obligando a EDF y sus consumidores a abandonar los beneficios de una fuente de energía segura, económica y no emisora de gases de efecto invernadero".

Fuentes: Nucleonics Week, 14 febrero 2013 y Nuclear News Flashes, 11 febrero 2013

■ Nuevos contratos para propulsión naval nuclear

El Ministerio de Defensa del Reino Unido ha otorgado a la empresa Rolls-Royce un contrato por valor de 800 millones de libras esterlinas (928 millones de euros) para el suministro y mantenimiento durante diez años de sistemas de propulsión nuclear para los submarinos de clase Astute y para los futuros Successor, de nueva generación.

Rolls Royce ha estado implicada en el sector naval nuclear desde 1959. Presta servicios de manejo del combustible, mantenimiento de los reactores, procesos de recarga, ensayos no destructivos, y está preparada para abordar tareas de desmantelamiento y gestión de residuos.

Por otra parte, la empresa estadounidense Babcock & Wilcox (B&W) ha obtenido contratos por un total de más de 510 millones de dólares para la fabricación de componentes para los programas de Defensa de EE UU, incluyendo los equipos de propulsión nuclear para submarinos y portaaviones. El trabajo se realizará en un periodo de ocho años, en las instalaciones de Lynchburg (Virginia), Barberton (Ohio) y Vernon (Indiana).

Fuente: World Nuclear News, 15 febrero 2013

■ Comienza el proceso de certificación del ABWR en el Reino Unido

El Gobierno del Reino Unido ha pedido a la Oficina de Regulación Nuclear (ONR) y a la Agencia Ambiental que comiencen el análisis del proyecto de Reactor Avanzado de Agua en Ebullición (ABWR) que ha propuesto la empresa japonesa Hitachi-General Electric para su construcción en el Reino Unido.

La empresa Horizon, recientemente adquirida por Hitachi, se propone construir dos o tres unidades de este tipo, considerado de Generación III, en cada uno de sus emplazamientos de Oldbury (Gloucestershire) y Wylfa (Anglesey). Para ello necesita que los reguladores británicos otorguen la certificación genérica del proyecto (GDA) después de comprobar que cumplen con todos los requisitos vigentes respecto a la seguridad nuclear, seguridad física y condiciones ambientales.

El ABWR de Hitachi-GE está certificado en EE UU y Japón. Está diseñado a base de grandes módulos que se trasladan al emplazamiento para su montaje, lo que asegura la calidad y el cumplimiento de plazos. El reactor podrá utilizar un núcleo completo de combustible MOX. El proceso de certificación en el Reino Unido puede durar cuatro o cinco años y es previo a la concesión de la autorización de construcción en emplazamientos concretos.

Hitachi se propone establecer a mediados de 2013 un cronograma de construcción para las unidades a emplazar en Wylfa y Oldbury.

Fuentes: Nuclear News Flashes, 15 y 18 enero 2013; Nucleonics Week, 13 diciembre 2012 y 17 enero y 14 febrero 2013 y World Nuclear News, 15 enero 2013

■ La Ley sobre reforma del mercado eléctrico británico, en el Parlamento

Tras dos años de estudio, el Gobierno de coalición del Reino Unido ha acordado los aspectos básicos de la futura Ley de reforma del mercado eléctrico en el país. El proyecto de Ley fue sometido a finales de 2012 al Parlamento, donde será considerado por varios comités y las Cámaras de los Comunes y de los Lores antes de ser aprobado por la Reina durante este año.

La reforma apunta a dar seguridad jurídica a los inversores que les permita comprometer importantes recursos financieros a largo plazo asegurando una rentabilidad razonable y centrando los esfuerzos en tecnologías "limpias", respetuosas con el medio ambiente, incluyendo las renovables y las nucleares, así como el carbón con captura y almacenamiento de CO₂.

Una pieza fundamental de la Ley es el establecimiento de los Contratos por Diferencia que se acordarán entre un nuevo organismo creado al efecto y los futuros operadores de centrales.

■ Primer subcontrato para la construcción de Akkuyu, en Turquía

La empresa rusa de construcción nuclear Atomstroyexport ha otorgado a la sociedad turca Özdogu el primer contrato para la preparación del emplazamiento de la propuesta central de Akkuyu, en la costa meridional de Turquía. El contrato incluye la excavación del terreno, el acondicionamiento del las rocas y la explanación del emplazamiento.



La empresa estatal nuclear rusa Rosatom, matriz de Atomstroyexport, es titular de la central de Akkuyu, tras el acuerdo intergubernamental en 2010 entre Rusia y Turquía para la construcción de cuatro unidades VVER-1200 de tercera generación, con 4.800 MW en total. Mediante el acuerdo, Rosatom ejecutará el proyecto según el principio de construcción, propiedad y operación (BOO por las siglas en inglés), primero de este tipo en el campo nuclear. Rosatom tiene un contrato de suministro de electricidad a precio fijo durante 15 años. Se espera que la primera unidad entre en servicio en 2020.

Por otra parte, Turquía está considerando la construcción de nuevas unidades nucleares por un total de 5.000 MW en Sinop, en la costa del Mar Negro, con un coste estimado de unos 20.000 millones de euros. Varios suministradores están interesados en concurrir para este proyecto, incluyendo consorcios de China, Japón, Corea y Canadá, aunque este último ha sido descartado por las autoridades turcas. El gobierno turco, según ha declarado el ministro de Energía, no dará garantía del Estado para este proyecto, lo que podría dificultar el porvenir de la central.

Fuentes: Nucleonics Week, 14 marzo 2013; NucNet, 22 febrero 2012; Rosatom, 21 febrero 2013 y Presentación Rosatom, OIEA, 2013

El organismo responsable y los productores de energías limpias negociarán un "precio objetivo" para cada tecnología y proyecto. Si el precio de mercado es inferior al precio objetivo, el organismo responsable reembolsará la diferencia a los productores. En caso contrario, los productores pagarán el exceso al organismo para el reembolso a los consumidores. Este mecanismo, que no se considera una subvención estatal a ningún tipo específico de tecnología, se complementará con tasas a las emisiones de carbono.

Paralelamente al estudio parlamentario de la Ley, la Unión Europea estudia la nueva legislación para comprobar si constituye un apoyo financiero compatible con las reglas europeas que autorizan los subsidios estatales para energías limpias.

Fuentes: NucNet, 23, 26 y 29 noviembre 2012; Nuclear News Flashes, 29 noviembre 2012; World Nuclear News, 30 noviembre 2012; Bulletin Forum Nucléaire Suisse, diciembre 2012 y Nucleonics Week, 14 febrero 2013

El coste del cambio energético alemán puede llegar al billón de euros

La transformación del sistema energético alemán, con el apagón nuclear y el recurso masivo a las renovables, junto con el recurso continuado al carbón, podría costar un billón de euros hasta el final de la década de los 2030, según ha manifestado el ministro de Energía y Medioambiente, Peter Altmeyer, en una entrevista con el diario *Frankfurter Allgemeine*. Sólo las primas y subvenciones para apoyar la adopción de las renovables como las eólicas y fotovoltaicas supondrán unos 680.000 millones de euros hasta 2020. Este ministro, junto con el de Economía, Philipp Rössler, propone reducir las subvenciones para nuevas instalaciones para ahorrar 200.000 millones durante

los próximos 20 años. En palabras de Altmeyer, "la transición energética debe ser económicamente viable y asumible".

Por otra parte, la necesaria adaptación de la red de transporte eléctrico para acomodar las nuevas pautas de generación costará entre 27.000 y 42.000 millones de euros, según la Agencia Alemana de Energía (Dena).

Las empresas eléctricas, por su parte, mantienen sus recursos legales por la parada forzada de sus centrales nucleares, así como por la continuación de las tasas sobre el combustible nuclear, que consi-

deran confiscatorias desde su imposición en 2010 a cambio de la extensión de la vida operativa de las centrales, pero que consideran ahora ilegales a la vista de la limitación de la operación ordenada por el Gobierno. El Tribunal Fiscal de Hamburgo dictaminó el 29 de enero de 2013 que la imposición de la tasa apunta sólo a reducir los beneficios de los propietarios, sin que tenga efecto en el consumo de energía y, por tanto, excede la competencia del Gobierno y contraviene la Constitución, con lo que el asunto pasa al Tribunal Constitucional.

Fuentes: *World Nuclear News*, 30 enero y 20 febrero 2013 y *Nuclear News Flashes*, 30 enero 2013

Fennovoima podría elegir un reactor de menor potencia

La Dirección del consorcio finlandés Fennovoima ha tomado importantes decisiones sobre la central nuclear que proyecta construir en Hahnkivi. Sólo diez días después de la compra de la participación del 34% de E.On por la cooperativa Voimaosakeyhtiö SF, propietario mayoritario de Fennovoima (ver *Flash* de marzo 2013), la entidad ha dado por terminado el análisis de las ofertas presentadas al concurso para construir una central de 1.600 MW. Desde ahora mantendrá negociaciones directas con la japonesa Toshiba para la construcción de un ABWR.

Por otra parte, Fennovoima ha anunciado que, tras la retirada de E.On, estudiará la posible conveniencia de construir una unidad más pequeña, del orden de 1.000 a 1.300 MW, para lo que considera como posibles suministradores a Toshiba, Areva o Rosatom.

Según ha anunciado Fennovoima, la entidad está dispuesta a adoptar varias posibilidades de financiación, según el proveedor elegido, incluyendo su posible participación en el consorcio.

Toshiba ha declarado que mantiene su oferta del ABWR-1600 pero está también dispuesta a ofertar un ABWR de 1.300 MW o incluso un AP1000 de su filial Westinghouse, aunque esta empresa había declarado anteriormente que prefería contratos de dos unidades para este modelo. Areva podría ofertar el Atmea PWR de 1.100 MW, desarrollado conjuntamente con Mitsubishi. Rosatom no ha comentado aún su posición.

Fuentes: *World Nuclear News*, 25 febrero 2013; *Nuclear News Flashes*, 25 febrero 2013; *NucNet*, 25 febrero 2013 y *Nucleonics Week*, 28 febrero 2013

Becas, premios y publicaciones



La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte con el apoyo de Obra Social "la Caixa", ponen en marcha **Campus científicos de verano**. Está dirigido a estudiantes de 4º de ESO y 1º de Bachillerato para incentivar el interés en la ciencia, la tecnología y la innovación. Las actividades se celebran del 30 de junio al 27 de julio de 2013. Hay 1.808 plazas convocadas. Más información: www.campuscientificos.es



Premios de la Sociedad Nuclear Española para trabajos, proyectos y tesinas fin de grado, máster o carrera relacionados con la ciencia y/o la tecnología nuclear. El plazo de presentación finaliza el 19 de abril de 2013. Más información: www.sne.es



Combustibles Sostenibles del Siglo XXI. Análisis de la situación y prospectiva de nuevas tecnologías energéticas. Editan: Asociación Nacional de Ingenieros del ICAI y Universidad Pontificia de Comillas.



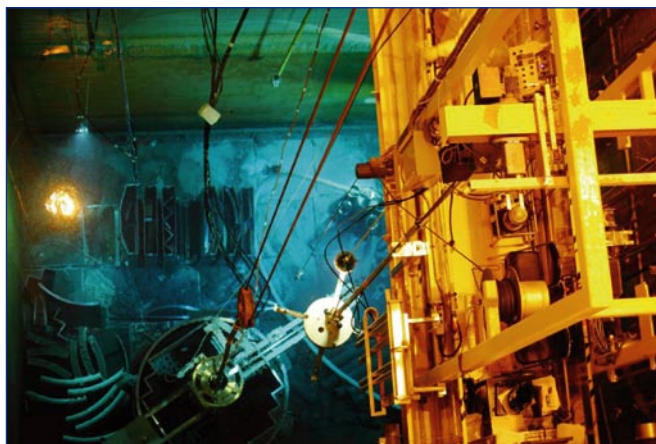
Building New Nuclear: the challenges ahead. House of Commons. Energy and Climate Change Committee. Reino Unido.

■ Tres años de desmantelamiento en José Cabrera

Se han cumplido tres años desde el comienzo de los trabajos de desmantelamiento en la central nuclear de José Cabrera, en Guadalajara. Está a punto de terminar un importante hito: la segmentación de la estructura del núcleo, trabajo realizado bajo agua. Esta tarea se realiza en España por primera vez y constituye una referencia importante a nivel internacional. A continuación, se llevarán a cabo el corte y acondicionamiento de la vasija del reactor, las bombas de refrigerante primario, el generador de vapor y el presionador. Todos estos trabajos se realizarán durante un periodo de dos años.

Los residuos procedentes de estos trabajos y del desmontaje del resto del equipo y de la descontaminación y limpieza de suelos y paredes se acondicionarán y almacenarán en el antiguo edificio de turbina de la central, hasta su envío en contenedores al almacén de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) en El Cabril, para residuos de media, baja y muy baja actividad.

De las 5.300 toneladas de materiales generados en el proceso de desmantelamiento sólo 21 % corresponden a residuos radiactivos de media, baja y muy baja actividad. El resto está constituido por materiales convencionales o desclasificables.



Corte bajo el agua de los componentes internos del reactor (© Enresa).

El emplazamiento, cuyo titular en la actualidad es Enresa, será devuelto a su propietario, Gas Natural Fenosa, cuando terminen los trabajos de desmantelamiento y se obtenga la Declaración de Clausura.

Fuente: Enresa, 11 febrero 2013

■ Tecnología de Enusa para el mercado nuclear chino

Enusa, empresa estatal especializada en el diseño, fabricación y abastecimiento de combustible a centrales nucleares españolas e internacionales, ha firmado un contrato con el fabricante de combustible chino CNNC JianZhong Nuclear Fuel Co.

La empresa española se encargará del diseño, fabricación y suministro de un equipo de alta tecnología para la inspección mediante ultrasonidos de barras combustibles y cuyo diseño es equivalente al de los instalados en la fábrica de combustible que tiene Enusa en Juzbado (Salamanca).

Enusa será la encargada del liderazgo comercial y de aportar la tecnología y Tecnatom, empresa especializada en servicios especiales de ingeniería avanzada, se encargará de fabricar el equipo. El nuevo equipo, que permite detectar la presencia de defectos en las soldaduras de las barras combustibles con gran precisión, comenzará a fabricarse de inmediato para cumplir el plazo de entrega, previsto para finales de 2013.

“ La empresa estatal española fabricará y suministrará a China un equipo de alta tecnología para la inspección mediante ultrasonidos de barras de combustibles ”

Enusa está realizando un importante esfuerzo por mantener su competitividad abriendo nuevas líneas de negocio. Este nuevo contrato supone, en palabras de la compañía, “una importante novedad en la trayectoria de la empresa, ya que es la primera venta en el mercado nuclear chino”. Además, añaden, “se trata de la primera venta de un equipo desarrollado con tecnología propia”.

Enusa, al igual que Tecnatom, forma parte del Grupo Español de Cooperación Nuclear (SNGC por sus siglas en inglés) cuyo objetivo es la promoción del negocio nuclear a nuevos mercados.

Fuente: Enusa, 13 diciembre 2013

■ Hundimiento parcial en el edificio de turbinas en Chernobil, sin consecuencias

Bajo el peso de la nieve, el 13 de febrero se desplomaron una sección del techo y ocho paneles de la pared del edificio de turbinas de Chernobil-4, con un total de unos 600 metros cuadrados. Esto ocurrió en el extremo opuesto al actual sarcófago del reactor, a unos 50 metros de distancia. El sarcófago no ha quedado afectado y no ha habido daños personales ni cambios en el nivel de radiación en el emplazamiento.

Por otra parte, este incidente no tiene repercusión alguna en los trabajos de construcción del nuevo sarcófago, que cuando esté terminado en 2016 cubrirá el edificio del reactor y el de las turbinas.

El incidente se atribuye al fallo de parte de la estructura de soporte del techo, que no pudo ser inspeccionado tras el accidente de 1986 por imposibilidad de acceso al interior del edificio por el nivel de radiación. Se instalará a corto plazo una cubierta provisional en la zona dañada, para impedir la emisión de sustancias radiactivas al exterior y la entrada de agentes atmosféricos en el edificio, hasta que se reconstruya la estructura.

Fuentes: World Nuclear News, 13 febrero 2013; DSP-ChAES, 12 y 26 febrero 2013 y Nucleonics Week, 7 marzo 2013

■ Aumento de capacidad de la planta de enriquecimiento de Georges Besse II

La nueva planta francesa de enriquecimiento de uranio por centrifugación de Georges Besse II, propiedad de Areva y situada en Tricastin, al sureste de Francia, ha aumentado su capacidad según lo programado, alcanzando los 2,5 millones de unidades de trabajo de separación (UTS) al año. La planta fue inaugurada en diciembre de 2010 y comenzó la actividad comercial en 2011 con una capacidad de 1,5 millones de UTS al año.



Fábrica de enriquecimiento Georges Besse II (© Areva).

La operadora de la planta es la Sociedad de Enriquecimiento de Tricastin (SET), propiedad de Areva con un 88%, correspondiendo el 12% restante a EDF-Suez y varias entidades japonesas y coreanas. La tecnología empleada es de la trinacional Urenco (con participación al 33% de empresas del Reino Unido, Países Bajos y Alemania), a través de Enrichment Technology Company (SET) propiedad de Areva y Urenco al 50%, que suministra las centrifugadoras.

La planta consta de dos unidades, llamadas Norte y Sur, situadas a los lados de la antigua planta de enriquecimiento por difusión gaseosa de la empresa Eurodif. Cuando alcance la plena producción en 2016, tendrá una capacidad de 7,5 millones de UTS al año.

Fuentes: *World Nuclear News*, 4 junio 2008; *Société d'Enrichissement de Tricastin*, Areva 2013 y Areva, 16 enero 2013

■ La minería del uranio en Namibia

La empresa Swakop Uranium ha firmado un contrato con el consorcio Husab Project JV para la ingeniería, suministros y gestión de la construcción de la gran mina de uranio a cielo abierto de Husab, en Namibia.

Swakop Uranium es una filial de Taurus Minerals Limited, propiedad de la empresa china Guangdong Nuclear Power Company Uranium Resources Co. Ltd y el Fondo de Desarrollo chino-africano. La firma estatal namibia Epangelo ha comprado un 10% de la propiedad de Husab a Swakop Uranium, por 136 millones de euros.

Por su parte, Husab Project JV es un consorcio formado por la empresa británica de ingeniería AMEC y el grupo italo-surafricano de ingeniería de minas Tenova Bateman.

La mina, ubicada en una zona granítica del desierto

de Namibia, cerca de la costa atlántica, tiene unas reservas estimadas de más de 360 millones de libras de U_3O_8 , equivalentes a 140.000 toneladas de uranio, en un mineral de gran pureza, y se espera que comience sus operaciones en 2015 para producir unas 7.000 toneladas anuales de U_3O_8 durante 20 años. Las reservas en Husab la convertirán en el tercer yacimiento del mundo y su producción superará la del resto de las minas de Namibia.

Por otra parte, Areva ha anunciado que el proyecto de desarrollo de su mina de uranio de Trekkopje en Namibia queda aplazado hasta que mejoren las condiciones del mercado. Los trabajos fueron suspendidos en octubre de 2011, después de una fase piloto llamada MIDI, en la que se comenzó a producir uranio con una meta de 400 toneladas por año, y que debería seguir con

■ Desmantelamiento en emplazamientos nucleares del Reino Unido

La Autoridad de Clausura Nuclear del Reino Unido (NDA) va a convocar un concurso para la adjudicación del desmantelamiento y limpieza de instalaciones clausuradas de centrales comerciales y reactores experimentales.

Las centrales comerciales clausuradas son las de tipo Magnox (excepto la de Wylfa-1, en Anglesey, que estará en operación hasta 2014). Están localizadas en Inglaterra, Escocia y Gales, en nueve emplazamientos, actualmente a cargo de la empresa Magnox Ltd, propiedad de Energy Solutions.

Los antiguos reactores experimentales e instalaciones de investigación están en los emplazamientos en Harwell (Oxfordshire) y Winfrith (Dorset), cuyo desmantelamiento está a cargo de la empresa Research Sites Restoration Ltd. (RSRL), propiedad del Grupo Babcock International.

Los trabajos de desmantelamiento están actualmente en curso en todos estos emplazamientos, pero NDA convoca ahora el concurso para la venta de Magnox Ltd y RSRL, para llevar a cabo el ambicioso programa de desmantelamiento total por un valor de 4.600 a 5.700 millones de euros en los próximos siete años, y 2.300 millones más durante los siguientes dos años.

El concurso será convocado próximamente. NDA ha confirmado que los consorcios que van a concurrir, con los cuales han comenzado las conversaciones, son: Reactor Site Solutions (compuesto por Bechtel y Entergy Solutions), Babcock-Fluor, CAS Restoration (compuesto por CH2M, Areva y Serco) y UK Nuclear Restoration Ltd. (AMEC y Atkins). Se espera que el contrato o contratos sean otorgados en 2014.

Fuentes: *NucNet*, 24 enero y *Nuclear News Flashes*, 30 enero 2013

una fase posterior llamada MAXI. El plan era alcanzar la capacidad máxima de 3.000 toneladas por año a partir de 2013, pero ahora queda en estado de conservación y mantenimiento.

El mineral de Trekkopje es de baja ley y la planta utilizará por primera vez un proceso de lixiviación en pila usando carbonato/bicarbonato de sodio. Se necesitarán 100.000 toneladas de mineral por día para alcanzar la producción prevista. El agua necesaria provendrá de la primera planta de desalación de Namibia, construida por Areva en 2010, en consorcio con la empresa local United Africa Group. Esta planta, que está ya en operación, producirá 20 millones de metros cúbicos de agua al año, de los cuales 6 millones serán suministrados a otras minas de la región así como a la población e industrias locales.

Fuentes: *World Nuclear News*, 12 octubre y 23 noviembre 2012; *Forum Nucléaire Suisse*, 27 noviembre y 10 diciembre 2012; y *NucNet*, 21 noviembre 2012

■ Comienzan las obras del ITER

En 2012 se obtuvo la licencia por las autoridades francesas para construir el proyecto de fusión ITER, y se asignaron las principales partes de la construcción. En 2013 se iniciarán las construcciones correspondientes y en 2014 comenzarán los envíos a Cadarache de los componentes pesados y las actuaciones de los participantes en la construcción.

Los suministros de componentes se reparten entre los siete países participantes del ITER, con el 90% en forma de contribuciones en especie y el 10% restante mediante compras de un fondo común controlado por la organización del ITER.

En 2012 se otorgaron contratos para el emplazamiento, el criostato, la soldadura de la vasija de vacío, la fábrica de helio líquido y la gestión de la logística de los transportes a Cadarache. La Agencia para los suministros europeos F4E ha cancelado el concurso para el suministro de las bobinas poloidales, que se dividirá ahora en contratos más pequeños. En Japón se está desarrollando el divertor, encargado de limpiar el plasma de las "cenizas" de la fusión.

El sistema ITER comprende la instalación principal, el Tokamak, y varias instalaciones externas que incluyen sistemas de vacío, criogénicos, de manipulación remota, suministro de energía, celdas calientes, plantas de tritio y otros. Los principales componentes del Tokamak son los imanes, la vasija de vacío, que pesa 5.000 toneladas, el criostato, el divertor, el revestimiento de primera pared y un complejo sistema de diagnóstico con más de 50 sistemas individuales de medida. Se instalarán 18 bobinas toroidales superconductoras y 6 poloidales. Seis países, con excepción de India, han fabricado 350 toneladas de Nb₃Sn para los conductores. También se han producido en Europa,

China y Rusia 65 toneladas de conductores de NbTi para las bobinas poloidales.

Europa y Corea del Sur fabricarán los sectores en forma de D de la vasija de vacío, con un total de 5.000 toneladas, India proporcionará las placas de blindaje atomilladas en el interior y Rusia y Corea los 44 "puertos" que se soldarán a los sectores. La empresa española Equipos Nucleares (ver *Flash* de febrero 2013) se encargará del desarrollo y ejecución de la soldadura de sectores y puertos en lo que ha sido descrito por Osama Motojima, Director General del ITER, como *landmark* o hito esencial, pues es el primer contrato otorgado para el montaje del Tokamak.

Están en desarrollo y preparación las secciones prototipo de la "primera pared" de berilio, que protegerá interiormente la vasija de vacío del contacto con el plasma, así como el divertor de wolframio.

Por su parte, el criostato del ITER, con 3.800 toneladas de acero (29,3 m x 8,5 m), será la mayor estructura de alto vacío y acero inoxidable del mundo y se fabricará en India.

Los medios de aportación de los 50 MW de energía primaria necesarios para llevar al plasma a la temperatura necesaria para la fusión se ensayarán en una instalación construida por Italia en Padua. En noviembre de 2012 F4E otorgó tres importantes contratos para el suministro de elementos de estos sistemas. El primer sistema de suministro de energía a alta tensión se prevé que llegue a Cadarache a finales de 2015. El edificio del Tokamak, de siete pisos, será uno de los once edificios que compondrán el complejo del ITER.

Fuente: *Nuclear Engineering International*, febrero 2013

■ Según la OMS, el incremento de los riesgos sobre la salud en Fukushima es mínimo

Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre las consecuencias para la salud del accidente de Fukushima concluye que la incidencia adicional de cáncer para la población es muy baja. Los expertos estiman que las dosis puestas en juego en los modelos de radiación, epidemiología, dosimetría y efectos de la radiación sobre la salud pública son mínimas.

Los resultados muestran que los riesgos para la población solo afectan a determinados subsectores muy próximos a Fukushima y solamente en ellos se aconseja un seguimiento de la salud del personal afectado. Para el resto de la población de la prefectura de Fukushima, del Japón y del

resto del mundo no se observa ningún aumento en la incidencia de cáncer.

Los aumentos estimados del riesgo de cánceres específicos para el personal más afectado son:

- 4% en cánceres sólidos para mujeres que eran bebés en el momento del accidente.
- 6% en cánceres de mama en mujeres que eran bebés en el momento del accidente.
- 7% en leucemias en hombres que eran bebés en el momento del accidente.
- 70% en el caso de cáncer de tiroides en mujeres que eran bebés en el momen-

to del accidente, que aplicado al 0,75% de la incidencia normal de ese tipo de cáncer representa un exiguu 1,25%.

El informe, de 172 páginas, hace notar que las dosis no influirán sobre la incidencia de abortos, alumbramientos precoces y otros problemas físicos o mentales que pudieran afectar a bebés nacidos después del accidente. Es el primer análisis completo de los efectos debidos a la radiación como consecuencia del accidente y resume el proceso de dos años de estudio de las implicaciones potenciales para la salud.

Fuente: *Health Risk Assessment from the Nuclear Accident after the Great East Japan Earthquake and Tsunami*, OMS, 2013. www.who.int

■ Algunas aplicaciones biológicas de la radiación

Las proteínas, virus y membranas celulares tienen un alto contenido en elementos de bajo peso molecular y, por ello, los neutrones pueden ser ideales para analizarlos. Los biólogos llevan a cabo estudios con ayuda de expertos en neutrones para descifrar estas estructuras biológicas y la forma en que se desarrollan sus actividades.

Una de las técnicas claves es la llamada deuteración, según la cual algunos o todos los átomos de hidrógeno de una muestra son sustituidos por deuterio (hidrógeno-2), isótopo del hidrógeno en cuyo núcleo un neutrón acompaña al protón. La dispersión de los neutrones en elementos ligeros es tan sensible que puede distinguir los dos isótopos, de tal manera que, comparadas las dos versiones del hidrógeno-1 y del 2, se pueden localizar los átomos de hidrógeno en las reacciones biológicas.

Un área en que se aprovecha esta circunstancia es la introducción de ADN en células receptoras. Así ocurre en terapia génica y en la modificación genética de cosechas y cultivos. Los neutrones introducidos han permitido analizar el transporte del colesterol al pasar a través de las paredes de las células. El colesterol cubre todas las células y ayuda a la incorporación de hormonas a diversos órganos. El mantenimiento de las células es muy destacado y las anomalías están ligadas, por ejemplo, a los fenómenos que acompañan al Alzheimer y a diversas enfermedades cardiovasculares.

En medicina, desde hace tiempo los tratamientos radiológicos emplean productos diversos para diagnosticar y tratar tumores. Los radisótopos permiten, en muchos casos, introducir isótopos radiactivos entre los componentes de las células cancerosas y eliminarlos antes de que sustituyan a las células normales.

Los reactores de investigación se emplean para producir nuevos radisótopos como, por ejemplo, el lutecio-177 y el terbio-161, que fueron preparados en Alemania y Suiza para introducir estos elementos a partir de gadolinio-160.

El terbio-161 emite radiación *gamma*, lo que permite seguirlo desde fuera del cuerpo humano, y también emite electrones de baja energía que pueden destruir las células cancerígenas sin dañar demasiado a las células de los tejidos normales. Tiene además un periodo de desintegración de una semana, por lo que puede ser enviado a los hospitales y es suficientemente corto para no crear problemas de residuos.

Fuente: *New Scientist*, 1 diciembre 2012

■ Nuevo modelo de pilas eléctricas

Un nuevo tipo de pilas eléctricas, denominado batería Nano Tritium, ha sido anunciado por la empresa City Labs como batería betavoltaica de tritio y se estima que durará más de 20 años sin necesidad de recarga. No requiere licenciamiento y sirve para boyas submarinas, implantes médicos y otros medios auxiliares y remotos.



La pila NanoTritium (© City Labs).

La información de la empresa indica un precio del orden de miles de dólares.

Fuente: *City Labs*, 2013

■ El uranio del agua de mar

Una estimación inicial de los yacimientos de uranio del mundo indica que los mares y océanos contienen las mayores reservas de este metal. Sin embargo, la dificultad de su aprovechamiento es que su contenido en el agua de mar es muy bajo, con lo cual el coste de la extracción es muy alto.

El análisis económico de los primeros ensayos realizados por Japón en el pasado siglo revela que los costes eran el doble que los de las explotaciones mineras. Los costes del uranio de los mares serían, en todo caso, el límite de referencia de las explotaciones mineras.

La composición en partes por 1.000 millones es:	
Cloro	1,91×10 ⁷
Sodio	1,08×10 ⁷
Magnesio	1,33×10 ⁶
Calcio	4,22×10 ⁵
Potasio	3,80×10 ⁵
Litio	170
Cinc	4
Uranio	3-3,3
Aluminio	2
Hierro	1-2

Los ensayos japoneses se basan en una cantidad de 4.500 millones de toneladas en el agua del mar, lo que significa que habrá uranio para cientos de reactores en el mundo. Los métodos desarrollados en Oak Ridge permiten evaluar en 146 gramos de uranio por kg de absorbente frente a los 22 gramos de uranio por kg anteriores, con una capacidad de retención siete veces mayor.

La reacción de adsorción con el grupo amidoxima (AO) viene dada por:

$$\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-} + 2\text{AO} \leftrightarrow \text{UO}_2(\text{AO})_2 + 3\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+$$

Los investigadores de Oak Ridge llevaron a cabo sus ensayos en el Laboratorio de Ciencias del Mar del Laboratorio de Pacific Northwest y la Escuela Rosenstiel, con la colaboración de la Universidad de Miami.

Fuente: *NEI Magazine*, enero 2013

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