



**El Ministerio de Industria, Energía y Turismo selecciona a Villar de Cañas, en Cuenca, para acoger el ATC**



**El Gobierno tiene la voluntad de mantener en operación Santa María de Garoña más allá de 2013**



**La energía nuclear ha sido la tecnología que más electricidad ha producido en España en 2011**

## LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS, MÁXIMAS CONTRIBUYENTES AL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

Las centrales nucleares españolas, con una potencia bruta de 7.786 MW, equivalentes al 7,32% del total español, han suministrado a la red 57.687 gigavatios hora (GWh), un 19,64 % del total aportado por todas las tecnologías. La producción nuclear ha descendido respecto a los 61.990 GWh de 2010 a causa de las paradas para recarga que han realizado todas las unidades durante el año. Aún así, la energía nuclear ha sido la máxima contribuyente a la producción total y ha representado el 40,05% de toda la producción eléctrica no emisora de gases de efecto invernadero.

SISTEMA ELÉCTRICO EN ESPAÑA 2011 (datos provisionales)

	Potencia		Producción		Horas/año (promedio)
	MW	%	GWh	%	
Régimen Ordinario	70.084	65,92	195.278	66,48	
Hidráulica	17.538	16,50	27.668	9,42	1.577
<b>Nuclear</b>	<b>7.786</b>	<b>7,32</b>	<b>57.687</b>	<b>19,64</b>	<b>7.409</b>
Carbón	12.212	11,49	46.937	15,98	3.843
Fuelóleo/Gas	5.425	5,10	11.943	4,07	2.201
Ciclo Combinado	27.123	25,51	51.043	17,37	1.881
Régimen Especial	36.222	34,08	98.459	33,52	
Eólica	20.881	19,64	43.532	14,82	2.084
Biomasa, RSU y forestales	2.271	2,14	12.564	4,28	5.532
Solar (FV y termoeléctrica)	5.048	4,75	9.807	3,34	1.942
Hidráulica	2.036	1,92	5.351	1,82	2.628
Cogeneración y otros	5.986	5,63	27.205	9,26	4.544
<b>TOTAL</b>	<b>106.306</b>	<b>100</b>	<b>293.737</b>	<b>100</b>	

En 2011 la producción eléctrica bruta ha descendido desde 302.117 GWh hasta 293.737 GWh, como consecuencia de la crisis económica. Continúa el saldo exportador a los países vecinos, por un total de 6.086 GWh, inferior al del año anterior, habiéndose vuelto a ser importadores con respecto a Francia.

En el cuadro anexo puede verse la contribución de todos los tipos de central al suministro eléctrico. Además de la importante contribución y gran regularidad de las centrales nucleares, que han funcionado una media de 7.409 horas, puede observarse la reducida producción hidráulica (un 28,4% inferior a la de 2010, por la menor pluviometría) y la gran producción de las centrales de carbón (un 82% superior a la del año anterior). La elevada potencia eólica, a causa de su intermitencia, ha funcionado sólo una media de 2.084 horas. Los ciclos combinados han funcionado menos de 2.000 horas.

Fuentes: Foro Nuclear a partir del Avance Estadístico de 2011 de UNESA y del Avance del Informe de 2011 de REE

## FUNCIONAMIENTO DE SANTA MARÍA DE GAROÑA DESPUÉS DE 2013

El Consejo de Ministros del 5 de enero de 2012 tomó la decisión de prorrogar, siempre que esté técnicamente justificado el funcionamiento de la central nuclear de Santa María de Garoña más allá del 6 de julio de 2013, fecha prevista para su parada definitiva en la Orden Ministerial de julio de 2009.

Para ello, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) decidió solicitar el informe preceptivo del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) sobre las "condiciones técnicas y posibilidad de prolongación de la vida útil" de la central.

El CSN recibió el 19 de enero de 2012 la solicitud para que exprese si desde su punto de vista existe impedimento para modificar la

**El Ministerio de Industria, Energía y Turismo ha solicitado al CSN un informe acerca de la modificación de la Orden Ministerial vigente sobre Garoña para su posible continuidad**

Orden actual y, en su caso, informe sobre los límites y condiciones que estime oportuno establecer para renovar la autorización de explotación vigente por un periodo de seis años. Solicita también un informe sobre la documentación que el titular ha de presentar acompañando su solicitud y el plazo para tal presentación.

Fuentes: Nuclenor, 5 enero 2012 y Consejo de Seguridad Nuclear, 19 enero 2012

## LAS CENTRALES NUCLEARES EN EL MUNDO A LO LARGO DE 2011

El año 2011 ha quedado marcado por el accidente nuclear ocurrido en Fukushima, que ha influido de formas muy diversas en varios países nucleares. Al acabar el año hay 435 unidades en operación, comparadas con 441 al comienzo de 2011. La potencia neta instalada ha descendido desde 374,7 GW hasta 368,2 GW.

Durante el año han entrado en servicio siete unidades nucleares, con un total de aproximadamente 4.000 MW:

- Kaiga-4, en India, con un reactor Candu de 202 MW, conectado a la red el 19 de enero.
- Chasnupp-2, en Pakistán, con un reactor PWR de 300 MW suministrado por China, conectado a la red el 14 de marzo.
- Lingao-4, en China, con un reactor PWR de 1.000 MW del diseño normalizado chino, conectado el 3 de mayo.
- CEFR, en China, reactor experimental rápido, de 20 MW, que comenzó su operación el 21 de julio.
- Bushehr, en Irán, con un VVER de 915 MW de diseño ruso, conectado el 3 de septiembre.
- Kalinin-4, en Rusia y Qinshan II-4 en China (ver este número de Flash).

Por otra parte, se han retirado definitivamente del servicio 13 unidades, con un total de unos 11.000 MW:

- Oldbury-2, en el Reino Unido, reactor de tipo Magnox de 217 MW, el 30 de junio.
- Las unidades 1, 2, 3 y 4 de Fukushima-Daiichi, en Japón, con un total de 2.719 MW.
- Las centrales de Biblis A y B, Brunsbüttel, Isar-1, Krümmel, Neckarwestheim-1, Philippsburg-1 y Unterweser, con un total de 8.336 MW, como inicio del programa de desnuclearización de Alemania.

Ha comenzado, en cambio, la construcción de dos nuevas unidades, Chasnupp-3 en Pakistán y Rajasthan-7 en India, y continúa la construcción de 63 unidades en todo el mundo. Sin embargo, la iniciación de nuevas construcciones se ha retrasado mientras se terminan las pruebas de resistencia de muchos países y se reevalúan los planes nucleares anunciados o en estudio.

Fuentes: IAEA-Pris y World Nuclear News, 3 enero 2012

## CHINA CONECTA A LA RED LA ÚLTIMA UNIDAD DE QINSHAN

La unidad 4 de la central china de Qinshan, Fase II, se conectó a la red el 25 de noviembre de 2011 y se prevé su entrada en servicio comercial en los primeros meses de 2012. La nueva unidad ha sido diseñada, construida y gestionada por primera vez por entidades chinas, encabezadas por el titular, China National Nuclear Corporation (CNNC).



Conexión de la unidad 4 de Qinshan en la sala de control (Foto: WNN)

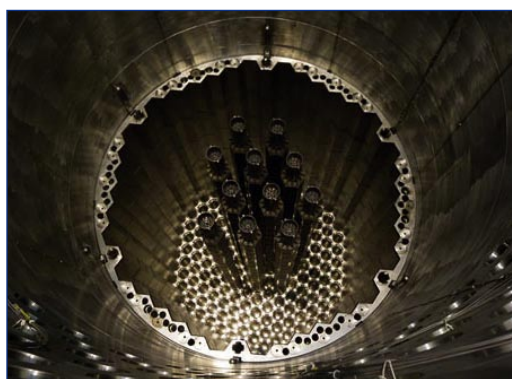
La central dispone de un reactor CNP-600, un PWR de 650 MW de dos lazos y, junto con su gemela Qinshan II-3, que entró en servicio en octubre de 2010 y las unidades anteriores, generarán 2.600 MW, con cerca de 20 TWh al año.

Fuentes: Nuclear Energy Overview, 7-13 octubre 2011 y World Nuclear News, 30 noviembre 2011

## LA CENTRAL RUSA DE KALININ-4, CONECTADA A LA RED

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) señala que la unidad 4 de la central rusa de Kalinin fue conectada a la red el 24 de noviembre de 2011.

La construcción de la unidad Kalinin-4, con un reactor VVER-1000 situado a 300 km al noroeste de Moscú, cuya construcción comenzó en 1986, se interrumpió en 1991 cuando el avance de los trabajos era sólo del 20%. La construcción se reanudó en 2007 y la vasija se instaló dos años después. En octubre de 2011 se cargaron los 163 elementos combustibles de su núcleo y dos semanas después, el 8 de noviembre, se alcanzó la criticidad.



El núcleo del reactor de Kalinin-4 (Foto: Rosenergoatom)

En la construcción de la central, a cargo de la empresa Atomenergoproekt, se utilizaron algunos componentes pesados que habían sido fabricados para la central búlgara de Belene, cuya construcción está parada.

Cuando la central entre en servicio comercial, será la unidad nº 33 en operación en la Federación Rusa.

Fuentes: World Nuclear News, 9 noviembre 2011; Forum Nucléaire Suisse E-Bulletin, 14 noviembre 2011 e IAEA-Pris

## COMUNICACIONES A LAS NACIONES UNIDAS SOBRE REQUISITOS NUCLEARES

La mayor parte de los países que tienen centrales nucleares en operación o que consideran construirlas han comunicado a las Naciones Unidas (ONU) que los nuevos y más estrictos requisitos de seguridad no impedirán la expansión de la energía nuclear.

Los representantes de varios países manifestaron en una reunión en septiembre de 2011 que, al mismo tiempo que aceptan que el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) refuerce las normas de seguridad, consideran que la energía nuclear es necesaria para atender los incrementos de demanda y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

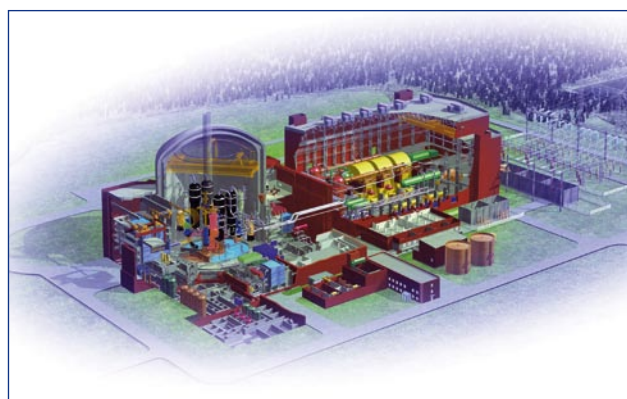
- Estados Unidos declaró que su país considera a la energía nuclear como una opción energética vital, con las adecuadas normas de seguridad y medidas para atender emergencias, protegiendo la salud pública.
- Japón, el país afectado directamente por el accidente de Fukushima, ha reorganizado su estructura administrativa, separando el organismo regulador de la agencia encargada de su promoción.
- India solicita que las Naciones Unidas den una señal positiva y clara a favor de la energía nuclear, reforzando al mismo tiempo el papel del OIEA en materia de seguridad. Su país tiene un plan firme de agregar a su red 20 GW nucleares para 2020 y 60 GW para 2030. Ha establecido también un organismo regulador independiente.
- Finlandia, que está comprometida con un ambicioso plan nuclear, reclama el establecimiento de un sistema internacional de responsabilidad civil por daños nucleares y su marco legal universal, al tiempo que exhorta a revisar y auditar las medidas de seguridad.
- Lituania, que ha elegido recientemente el proveedor para su proyecto de Visaginas, reclama también que los nuevos proyectos sean sometidos a una evaluación estricta de seguridad que, en opinión de su Presidente, no se está llevando a cabo en países vecinos.
- Pakistán proyecta ampliar su capacidad nuclear desde los 750 MW actuales hasta unos 8.800 MW en 2030. El país está evaluando la seguridad de sus centrales actuales y estableciendo una infraestructura de educación, seguridad y respuesta a accidentes.
- Corea del Sur separará también los organismos encargados de la promoción industrial y tecnológica y la Comisión de Seguridad Nuclear, que será un organismo independiente.
- Bangladesh confía en que el OIEA establezca un fondo de seguridad nuclear, sustentado por aportaciones voluntarias para ayudar a países nucleares en caso de crisis nucleares. El país ha contratado recientemente su primera central nuclear (ver *Flash* de diciembre 2011).
- Malaysia podría poner en servicio su primera unidad en 2021, seguida por una segunda un año después. En la actividad lleva a cabo un estudio detallado de la infraestructura necesaria y negocia acuerdos internacionales al respecto.

Fuente: *Nucleonics Week*, 29 septiembre 2011

## OLKILUOTO-3 ENTRARÁ EN SERVICIO EN AGOSTO DE 2014

TVO ha anunciado que la entrada en operación comercial de la central finlandesa de Olkiluoto-3, con un reactor EPR de 1.600 MW, suministrado llave en mano por un consorcio formado por Areva y Siemens a Teollisuuden Voima Oy (TVO) será en agosto de 2014.

Según había manifestado el Ministro de Energía francés, Eric Besson, tras una visita al emplazamiento el 10 de octubre de 2011, la construcción estaba completa al 80%, con la contención terminada y los equipos principales montados, y podrá cargarse el combustible en 2012, para una entrada en servicio en 2013.



Modelo 3D de la futura central de Olkiluoto-3 (Foto: [www.buinguyenhoang.com](http://www.buinguyenhoang.com))

Sin embargo, el gestor del proyecto por parte de TVO, Jouni Silvennoinen, manifestó el 12 de octubre que la puesta en marcha se retrasaría hasta 2014, más de cuatro años después de la fecha contratada. Esta afirmación se basaba en datos del consorcio sobre problemas en la instrumentación y control y retrasos en la instalación de tuberías y sistemas eléctricos. El organismo regulador finlandés, STUK, consideraba también que no estaba terminada la demostración de la independencia de la instrumentación y control digital de los sistemas de seguridad, primera en su clase, respecto a los demás sistemas de control de la central.

El consorcio Areva-Siemens y TVO están en un proceso de arbitraje (ver *Flashes* de junio y septiembre de 2010 y febrero de 2011) sobre la adjudicación de los sobrecostos impuestos por los retrasos. TVO considera que los retrasos han sido consecuencia de una ingeniería incompleta y una construcción defectuosa, mientras que el consorcio sostiene que TVO y el regulador STUK han incumplido los plazos de revisión de la documentación sometida, imponiendo retrasos en el programa. Areva y Siemens han provisionado 2.600 y 700 millones de euros, respectivamente, para hacer frente a la posible resolución del conflicto, y estas cifras podrían incrementarse. Los trabajos en la central prosiguen, sin embargo, sin interrupción y se espera que se cumpla la nueva fecha anunciada por TVO.

Fuentes: *Nuclear News Flashes*, 11 y 12 octubre 2011; *World Nuclear News*, 12 octubre y 21 diciembre 2011 y *Nucleonics Week*, 13 y 20 octubre 2011

## LA CERTIFICACIÓN DEL API000 ABRE EL CAMINO PARA NUEVAS CENTRALES NUCLEARES EN EEUU

El proyecto del reactor API000 de Westinghouse, que había sido aprobado por la Comisión Reguladora Nuclear estadounidense (NRC) en 2006, hubo de ser modificado para una nueva certificación, para introducir cambios en el diseño, incluyendo requisitos exigidos por la NRC, tales como la resistencia del edificio de blindaje en caso de impacto de aviones. El presente diseño ha sido finalmente aprobado por decisión unánime de los cinco consejeros de la NRC, y su certificación ha entrado en vigor con efectos inmediatos gracias a su publicación en el Registro Federal el 30 de diciembre de 2011.

Este reactor, perteneciente a la llamada Generación III, está diseñado con un gran número de características pasivas y un alto margen de seguridad. Por el momento hay cuatro unidades en construcción en China, pero para proyectos en Estados Unidos se necesita la certificación del diseño genérico antes de conceder autorizaciones combinadas de construcción y operación (COL) para centrales específicas, solicitadas por los titulares.

La reciente certificación permite que la NRC pueda autorizar las COL solicitadas por siete empresas, para 14 unidades. Dos de ellas han comenzado ya trabajos preliminares y esperan las autorizaciones para iniciar la construcción:

- Southern Nuclear Operating Co. tiene muy avanzados los trabajos previos para la central de Vogtle, en Georgia, con dos unidades API000 de 1.100 MW, e incluso cuenta con las armaduras preparadas para iniciar el hormigonado de la losa del reactor, lo que marca el comienzo oficial de la construcción.
- South Carolina Electric and Gas, por su parte, tiene en marcha la excavación y preparación del emplazamiento para dos unidades API000 en V.C. Summer, en Carolina del Sur.

La concesión de las dos COL se espera que tenga lugar a primeros de este año, con lo que el hormigonado podría comenzar en febrero de 2012, y las cuatro unidades podrán

estar en servicio para el año 2020. Según ha declarado el Instituto de Energía Nuclear (NEI), no habrá probablemente más unidades nuevas en servicio para esa fecha, pero podría haber más reactores en construcción; ello representa un retraso respecto a previsiones anteriores, explicable por la situación económica y los actuales precios del gas de esquistos bituminosos. Según el NEI, el programa de avales para la financiación por parte del Departamento de Energía no está funcionando con fluidez: la única oferta de aval para la central de Vogtle está aún en negociación desde 2010. La industria necesitaría la creación de un banco de desarrollo de infraestructuras o energético. En todo caso, la financiación para Vogtle y Summer puede no necesitar los avales por estar situados en estados con tarifas reguladas por comisiones de servicios públicos favorables a la ampliación de la capacidad nuclear y las centrales nucleares ofrece estabilidad de precios durante 60 años y ventajas sustanciales en caso de que se impongan límites a la emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuentes: Nucnet, 16 junio 2011; Nuclear News Flashes, 26 julio 2011, 22 diciembre 2011 y 30 enero 2012; Nucleonics Week, 22 diciembre 2011 y World Nuclear News, 23 diciembre 2011

### Publicaciones y conferencias

- ✓ **Carbon Pricing, Power Markets and the Competitiveness of Nuclear Power.** Elaborado por la Nuclear Energy Agency (NEA). [www.oecd-na.org](http://www.oecd-na.org)
- ✓ **Policies for the future. 2011 Assessment of country energy and climate policies. Executive Summary.** Elaborado por World Energy Council. [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)
- ✓ La Comisión de Programas de la Sociedad Nuclear Española, en colaboración con el Instituto de la Ingeniería de España y la Universidad Pontificia de Comillas, organiza ciclos de conferencias sobre **“El accidente de la Central Nuclear de Fukushima Daiichi”**. Estarán impartidas en los meses de febrero, marzo y abril por Luis Enrique Herranz (CIEMAT), Eduardo Gallego (UPM) y Juan Carlos Lentijo (CSN). Más información: [www.sne.es/agenda](http://www.sne.es/agenda)
- ✓ La Jornada sobre **“Las centrales nucleares en 2011. Experiencias y perspectivas”** que celebra anualmente la Sociedad Nuclear Española tendrá lugar en la ETSI Industriales de Madrid el 1 de marzo a las 9:00 h. La sesión especial tratará el tema “Encrucijada Energética en Europa”. Información y confirmaciones: [www.sne.es/agenda](http://www.sne.es/agenda)



Representación del reactor AP1000 de Westinghouse  
(Foto: [www.ap1000.westinghousenuclear.com](http://www.ap1000.westinghousenuclear.com))

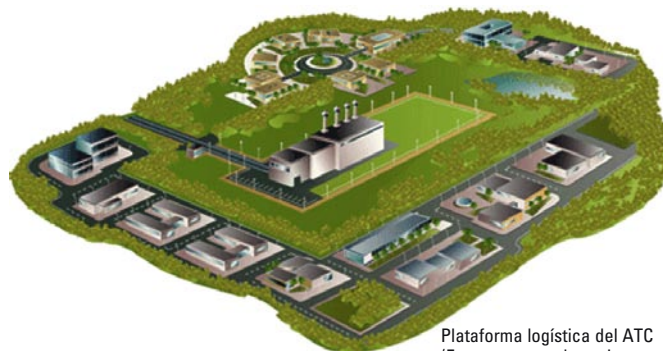
## EL ATC SE CONSTRUIRÁ EN VILLAR DE CAÑAS, CUENCA

El Almacén Temporal Centralizado es una instalación industrial que **almacenará todo el combustible gastado y los residuos radiactivos de alta actividad que se producen en España**

El Almacén Temporal Centralizado (ATC) para combustibles usados y residuos radiactivos de alta actividad se construirá en la localidad conquense de Villar de Cañas, según el acuerdo del Consejo de Ministros de 30 de diciembre de 2011, publicado en el Boletín Oficial del Estado el 20 de enero de 2012.

Este acuerdo pone fin al proceso de selección de emplazamientos entre los candidatos que respondieron a la convocatoria pública de la entonces Secretaría de Estado de Energía el 29 de diciembre de 2009. La Comisión Interministerial creada al efecto estudió en detalle la documentación aportada por los candidatos en un proceso transparente y estableció un orden de preferencia según la adecuación de cada emplazamiento y de su entorno desde los puntos de vista técnicos, ambientales y socioeconómicos.

El ATC, una instalación indispensable en un país que tiene instalaciones nucleares, será construido y gestionado por la Empresa



Plataforma logística del ATC  
(Foto: [www.emplazamientoatc.es](http://www.emplazamientoatc.es))

Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa), que llevará a cabo las tareas de recepción y almacenamiento de los combustibles usados de todas las centrales nucleares españolas, incluidas las clausuradas, y los residuos de alta actividad vitrificados, como los procedentes del reproceso de los combustibles de Vandellós-I. Está previsto que funcione 60 años, aunque está diseñado para 100. La descripción del ATC está contenida en el *Flash* de febrero 2010. En la figura adjunta se representa el esquema de la instalación.

Fuentes: MINETUR, 30 diciembre 2011; Enresa, Sociedad Nuclear Española y Foro Nuclear, 30 diciembre 2011; Nucnet, 5 enero 2012; World Nuclear News, 3 enero 2012 y BOE, 20 enero 2012

## LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN HUNGRÍA

La empresa húngara de gestión de residuos radiactivos, Puram, también conocida por el acrónimo húngaro RHK, continúa con sus planes para la gestión de residuos radiactivos en el país, incluyendo los combustibles usados y los residuos de alta y baja actividad procedentes de centrales nucleares y de instalaciones médicas, industriales y científicas.

El presupuesto de Puram para 2012 se ha reducido en un 20% respecto a 2011, en parte por austeridad y en parte por haberse completado ya varias fases de diversas instalaciones.

- El repositorio para residuos de media y baja actividad, NRHT, ubicado en Bataapati, en el suroeste de Hungría, dispone ya de dos cámaras de almacenamiento, que serán autorizadas durante 2012, tras lo cual comenzarán a recibir residuos de la central de Paks, incluyendo 3.000 bidones almacenados en un edificio temporal. Puram invertirá 25,4 millones de dólares en continuar la construcción de cámaras adicionales.
- Por otra parte, Puram invertirá cerca de 4 millones de dólares en construir cuatro nuevas cámaras en su almacén temporal de combustibles usados (KKAT), donde ya existen 16. Las nuevas cámaras alojarán 2.018 conjuntos combustibles, que se agregarán a los 7.027 ya almacenados.
- El presupuesto de Puram incluye también unos 800.000 dólares en la preparación para un repositorio geológico profundo para combustibles usados y residuos de alta actividad. Las actividades, después de una parada prolongada por falta de fondos, recomenzarán en 2013. El repositorio, que podrá entrar en servicio dentro de unos cincuenta años, estará ubicado cerca de Boda, en las montañas de Mecsek, suroeste de Hungría.
- Por último, están previstos unos 1.700.000 dólares para modernizar el repositorio de Puspokszilagy para residuos de hospitales, industria e instituciones científicas.

Fuente: *Nucleonics Week*, 22 diciembre 2011

## CONTRATO DE AREVA PARA SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE EN EEUU

Areva ha firmado con la empresa estadounidense Xcel Energy un importante contrato integrado que suministrará a la central nuclear de Monticello, en Minnesota, combustibles y servicios asociados que comprenden el uranio, la conversión a hexafluoruro, el enriquecimiento y el diseño y fabricación de los elementos combustibles, así como los servicios de ingeniería asociados.

Areva suministrará seis recargas comenzando en 2015, y se encargará también de adaptar el reactor (un BWR de 572 MW) para utilizar el combustible de diseño propietario de la empresa francesa. El contrato, por un importe de 360 millones de euros, marca la primera utilización del combustible de Areva en el parque nuclear de Xcel, que cuenta con una potencia instalada de 16.000 MW en ocho estados de la Unión.

Fuentes: Areva, 4 enero 2012 y Nucnet, 5 enero 2012

## ESTUDIOS SOBRE INTEGRIDAD DE RESIDUOS Y COMBUSTIBLES EN REPOSITORIOS GEOLÓGICOS

Los estudios realizados en Europa sobre el comportamiento a muy largo plazo de combustibles usados y residuos vitrificados colocados en repositorios profundos revelan que este método de disposición final será efectivo durante millones de años.

Esta conclusión se ha obtenido de dos estudios internacionales:

- El programa franco-belga Glamor, realizado de 2002 a 2006 y coordinado por la entidad belga SCK-CEN, evaluó las incertidumbres de modelos de disolución de los vidrios en agua pura, sin materiales adicionales. El resultado del análisis revela que puede esperarse que los bloques de residuos retengan su integridad durante más de 100.000 años y que las tasas de disolución al final del periodo pueden ser 10.000 veces menores que al principio.
- El programa Micado, realizado entre 2007 y 2012 y coordinado por el laboratorio francés Subatech, reunió la experiencia de organismos y empresas ocupadas en la gestión de residuos radiactivos en Alemania, Bélgica, España, Francia, Reino Unido, Suecia y Suiza. Llevó a cabo análisis sobre los modos de emisión de radionucleidos de las vainas de los combusti-

bles encapsulados y de los vidrios durante diferentes intervalos de tiempo: los primeros miles de años, durante los cuales las cápsulas permanecen intactas; los siguientes centenares de miles de años, en los que se puede esperar que las cápsulas se deterioren y emitan hidrógeno, y finalmente los periodos mucho más largos, en los que las cápsulas ya no serían fiables.

El programa llegó a la conclusión de que la tasa de disolución de las vainas y de los vidrios sería sólo de 0,02 a 5 microgramos por m<sup>2</sup> y día durante los dos últimos periodos y que por tanto la mayor contribución a la dosis no vendría de las pastillas de combustible, con lo que los elementos eliminados tendrían una vida muy superior a un millón de años.

Los estudios expresan la convicción de que la disposición final en repositorios geológicos es el método más factible para los residuos radiactivos. A esto hay que agregar que la radiotoxicidad de los residuos reprocessados será similar a la del mineral de uranio en 10.000 años, que los elementos volátiles decaen mucho antes y que hay que tener en cuenta el largo camino que deben recorrer los radionucleidos liberados para llegar a la superficie.

Fuente: *World Nuclear News*, 21 octubre 2011

## EL PRECIO AL CONTADO DEL URANIO DESCENDE MODERADAMENTE EN 2011

Durante el año 2011 se ha visto un moderado descenso en el precio al contado del uranio, que ha pasado de unos 62 dólares por libra de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> a primeros de año hasta unos 53 dólares a continuación de los acontecimientos de Fukushima-Daiichi, manteniéndose después con fluctuaciones entre 50 y 60 dólares, para cerrar el año a 52 dólares la libra. Se prevé que la demanda descienda a corto y medio plazo por el cierre anunciado de las centrales japonesas y alemanas, hasta que vayan entrando en servicio las nuevas construcciones.

No ha tenido un gran efecto la compra por la compañía Traxys North America de todo el hexafluoruro de uranio que el Departamento de Energía (DOE) cede al grupo Fluor-B&W como pago por los servicios de descontaminación y limpieza acelerada de la planta de enriquecimiento de Portsmouth (Ohio), actualmente clausurada. El DOE limita las cesiones a 1.605 toneladas de uranio en cada uno de los años 2011, 2012 y 2013, sin pasar de 450 toneladas en ningún trimestre, con lo que no aumentará la oferta drásticamente.

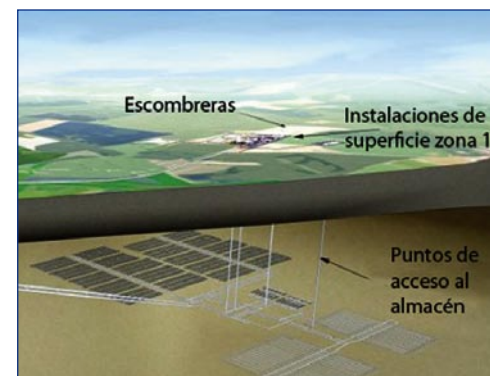
Algunos analistas opinan que el temor a reducciones de la oferta está compensando el descenso de la demanda. Los precios para transacciones a medio y largo plazo no quedarán afectados, puesto que disminuirán las contribuciones secundarias, como las procedentes de desmantelamiento de armas o las disposiciones de inventarios, y se mantienen programas nucleares importantes en los países emergentes. Puede pensarse en precios por encima de los 60 dólares por libra.

Fuentes: *Nuclear News Flashes*, 2011

## CONTRATO PARA EL DISEÑO DEL REPOSITORIO PROFUNDO EN FRANCIA

La empresa de gestión de residuos radiactivos Andra ha otorgado un contrato de seis años al Consorcio Gaiya, formado por las empresas francesas Technip e Ingerop, designándolo como contratista principal para el diseño del futuro repositorio geológico profundo, cuya operación está prevista para 2025 en la región de Meuse (Alto Marne, este de Francia).

El repositorio formará parte del Centro Industrial de Almacenamiento Geológico (Cigeo), que será responsable de garantizar el confinamiento de los residuos a largo plazo y asegurar que este almacenamiento sea reversible durante 100 años, como exige la legislación francesa.



Las operaciones subterráneas de Cigeo ocuparán 15 km<sup>2</sup> (Foto: Andra)

La siguiente fase del desarrollo de esta instalación será la planificación de la operación, la previsión del plazo de construcción y del presupuesto, y la preparación de la documentación para solicitar la autorización para construir el repositorio.

Fuente: *NucNet*, 5 enero 2012

## PROGRESO EN EL PROYECTO ALEMÁN WENDELSTEIN 7-X DE FUSIÓN NUCLEAR

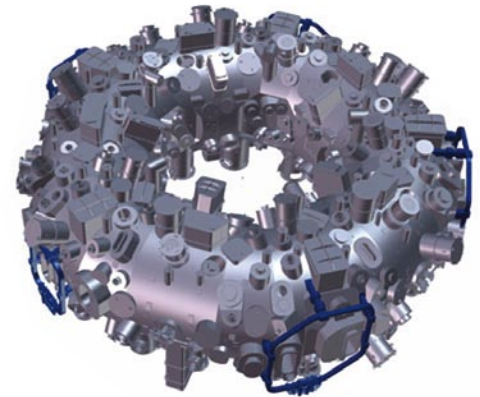
El tokamak y el estelarator se utilizan para que la fusión nuclear confine el plasma a temperaturas del orden de 100 millones de grados. **La diferencia entre ambos se encuentra en el campo magnético**

Según el acuerdo de tres años entre Alemania y Estados Unidos, este último país participará con una aportación de 7,5 millones de dólares a la construcción del estelarator de investigación Wendelstein 7-X que Alemania instalará en Greifswald. La participación alemana se hace por el Instituto Max Planck para la Física de Plasma.

Los investigadores norteamericanos de los institutos de fusión de Princeton, Oak Ridge y Los Alamos contribuirán con bobinas magnéticas suplementarias, instrumentos de medidas y la planificación de algunas partes del revestimiento de la pared.

El último de los cinco grandes módulos se ha instalado en su emplazamiento definiti-

vo. Se prevé que la entrada en servicio sea 2014, y servirá para demostrar la aptitud del estelarator para iniciar y controlar el plasma. Tanto el tokamak como el estelarator deben ser utilizados para que la fusión nuclear confine el plasma a temperaturas del orden de 100 millones de grados, el tiempo necesario para extraer el calor generado. La diferencia entre ambos radica en el campo magnético que sirve para contener el plasma. En el tokamak los campos intervienen en el interior de la cámara tórica. En el estelarator los campos son exteriores al toro. Wendelstein 7-X tiene 50 bobinas superconductoras irregulares, que forman la



Cuba exterior de Wendelstein 7-X. Cinco bobinas magnéticas suplementarias suministradas por Princeton (Foto: IPP)

corona interior, y 20 bobinas planas. Podrá mantener el plasma unos 30 minutos.

Se estima que el diámetro mínimo del estelarator deberá ser de 45 metros.

Fuente: *Bulletin Forum Nucléaire Suisse* 8 y 12, 2011

## EXPLORACIÓN DE NUEVOS MUNDOS EN EL UNIVERSO

El hecho maravilloso de la vida, ¿podría extenderse a otros mundos?, ¿cómo podría comprobarse? Éstas y otras especulaciones han preocupado a muchos astrónomos y a otros expertos en ciencias astrofísicas.

Una de las ideas propuestas es enviar a estrellas prometedoras, dentro de nuestra galaxia, cápsulas con semillas para dispersar bacterias y otros microbios, que puedan encontrar terreno fértil, multiplicarse y diversificarse a otras formas de vida. Sin embargo, estas ideas coexisten con las de detractores que alegan los peligros de infección sobre las formas de vida que pudiera haber en cualquiera de los mundos posibles, aunque procedan de estrellas jóvenes.

Los planes de extensión se han puesto de manifiesto con el posible viaje a Marte, para cuya preparación se ha aislado en la Tierra un cierto número de personas de diversas nacionalidades que simularán las vicisitudes que puedan encontrar en un futuro más o menos próximo.

Hoy se cree que el viaje a otras estrellas, si no imposible, es inviable e inverosímil con nuestras posibilidades. La tendencia a conservar nuestra civilización, lo que llamamos panspermia, es solamente un deseo. El primer intento ha sido el envío de un vehículo japonés que se aceleraría pasando cerca del Sol y desplegando después "velas" solares. Su objetivo sería llegar a otra estrella con un planeta semejante a la Tierra, a encontrar gracias a la misión Kepler lanzada en 2009, donde se pudiera establecer una colonia desde la cual se lanzasen cápsulas con semillas a los

planetas más próximos, y esto serviría para iniciar posteriores lanzamientos. Los problemas técnicos del lanzamiento y de su frenado tienen el problema del tiempo para el que serían útiles. Una estrella cercana como la *Beta Pictoris*, a unos 63 años luz, podría servir de iniciación. A esa distancia, un viaje a ella con una velocidad inicial de 150 km por segundo duraría más de 120.000 años. Hay que establecer un paralelismo con las cuevas y los restos encontrados en éstas, aquí en la Tierra, y la duración que deben tener las esporas y sus vehículos durante millones de años.

El principal efecto que sufrirán todos los vehículos es la radiación de los rayos cósmicos formada por partículas que pueden destruir el ADN y sus derivados. Muchos de los que escriben sobre estos temas asignan entre 500 y 1.000 años luz a nuestras posibilidades. Habrá que aumentar el número de "siembras" hasta el millón o billón para que sean eficaces. Las dificultades de encontrar los objetivos dentro de la inmensidad del cosmos son enormes. Aún para regiones en que se forman estrellas, como en la nube *Ro Ofiuchi*, a unos 500 años luz, las posibilidades aumentan, pero en todos los casos es más fácil enviar bacterias que personas.

Ya en 1966, Carl Sagan expuso la idea de la panspermia para pensar que el origen de nuestra existencia en la Tierra podía consistir en un vehículo espacial que llegó a nuestro planeta procedente de algún lugar del cosmos.

Fuente: *New Scientist*, 5 febrero 2011

## PUEDEN VERSE LA EXPLOSIÓN DE UNA SUPERNOVA

Una supernova detectada en una galaxia próxima está aumentando su brillo y podrá observarse en un futuro próximo con pequeños telescopios en el hemisferio norte.

La explosión tiene lugar a unos 25 millones de años-luz desde la Tierra en la galaxia espiral M101, llamada en inglés *Pinwheel*. Con la denominación PTF11kly, la supernova es un ejemplar muy interesante del tipo de clase Ia. La explosión ocurre cuando una estrella enana blanca se autodestruye de modo violento. La relativa intensidad de estas supernovas de tipo Ia en galaxias cercanas y distantes se utiliza para conocer la historia de la expansión del universo.

Estas medidas contribuyeron al descubrimiento de la energía oscura, la misteriosa fuerza que se cree causante de su aceleración creciente y que sirve para comprender mejor sus efectos.

PTF11kly es la supernova de tipo Ia más cercana que se ha observado desde 1972, y probablemente se podrá observar desde la Tierra con entre una sexta parte y el 50% del brillo de Neptuno.

Fuente: *New Scientist*, 3 septiembre 2011



Explosión de una supernova (Foto: www.snoron.com)

## DIAGNOSIS Y TRATAMIENTOS CON RADISÓTOS

El nucleido más comúnmente empleado en el diagnóstico mediante radisótopos es el tecnecio-99m, emisor gamma a veces usado también para resolver problemas de huesos. El tecnecio es asimilado por los huesos en su proceso de crecimiento. Por ello se concentra en las zonas de crecimiento anormal, especialmente en las articulaciones. Este isómero tiene un periodo de semidesintegración de solo 5 horas, suficientemente prolongado para reconocerlo en una gammacámara y lo suficientemente corto para que los pacientes no reciban una radiación no deseada.

Una cierta escasez de tecnecio por problemas de reactores nucleares de Canadá y Países Bajos, que producen dos terceras partes del suministro mundial, ha demostrado la utilidad y aptitud de este procedimiento.

En medicina se utilizan muchos otros radisótopos de distintos tipos de emisiones (ver tabla adjunta). Los que se desintegran por emisiones  $\beta^+$  se emplean preferentemente para la obtención de imágenes. Los que emiten positrones se aniquilan con un electrón en el material circundante, produciéndose dos rayos gamma que permiten localizar el emisor, lo que es la base del escaneo de la tomografía por emisión de positrones (PET).

Por otra parte, se utilizan haces de protones o de núcleos de carbono para el tratamiento del cáncer con efectos más localizados que la radioterapia con rayos X, lo que se emplea para el tratamiento de tumores profundos del cráneo.

Fuente: *New Scientist*, 1 octubre 2011

Nucleido	Desintegración	Periodo	Empleo
Carbono-11	$\beta^+$	20 min.	Escaneo PET
Circonio-89	$\beta^+$	78 horas	Escaneo PET
Criptón-81 m	$\gamma$	13 seg.	Imagen de funcionamiento del pulmón
Estroncio-89	$\beta^-$	51 días	Terapia de cáncer óseo
Flúor-18	$\beta^+$	110 min.	Escaneo PET
Indio-111	$\gamma$ , captura electrón	2,8 días	Marcado de sangre
Talio-201	$\gamma$ , captura electrón	3 días	Imagen de tumor y corazón
Tecnecio-99m	$\gamma$	6 horas	Imagen de diversos órganos
Yodo-123	$\gamma$ , captura electrón	13 horas	Estudios de tiroides
Yodo-131	$\beta^-$ , $\gamma$	8 días	Terapia del cáncer de tiroides

## Socios FORO NUCLEAR

AEC - AMAC - ANGI - 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 - 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 BARCELONA - 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 - NUCLENOR - OFICEMEN - PROINSA - SENER - SEOPAN - SERCOBE - SIEMSA - TAMOIN POWER SERVICES - TECNATOM - TECNIBERIA - TÉCNICAS REUNIDAS - UNESA - UNESID - WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN - WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES