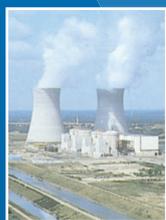
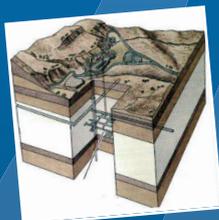




**Las centrales nucleares españolas produjeron en 2008 el 18,3% de la electricidad**



**Francia apuesta por la construcción y operación a largo plazo de sus centrales nucleares**



**Suiza estudia posibles zonas para la construcción de un almacén geológico profundo**

## AVANCE DEL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL EN 2008

El sistema eléctrico español concluyó el año 2008 con una potencia de 94.978 megavatios (MW) y una producción bruta de 321.177 gigavatios.hora (GWh).

Cabe destacar que la producción nuclear fue de 58.756 GWh, es decir, los ocho reactores nucleares españoles en funcionamiento produjeron el 18,29% de la electricidad con sólo un 8,14% de la potencia instalada.

La distribución por fuentes fue la siguiente:

	Potencia instalada, MW	%	Producción, GWh	%	Horas de operación**
Hidráulica	16.658	17,54	21.175	6,59	1.271
Nuclear	7.728	8,14	58.756	18,29	7.603
Carbón	11.869	12,50	49.726	15,48	4.190
Fuelóleo	7.152	7,53	10.858	3,38	1.518
Ciclo Combinado	23.054	24,27	96.005	29,89	4.164
Eólica	15.721	15,55	31.508	9,81	2.004
Otros en Régimen Especial*	12.795	13,47	53.149	16,55	4.154

\* Cogeneración, biomasa, residuos

\*\* Cociente producción/potencia

La demanda eléctrica ha sido de 263.961 GWh, un 1% más que en 2007 y que, corregida según Red Eléctrica por diversos factores laborales y de temperatura, queda en un 0,8%.

En el funcionamiento medio de las fuentes destaca la nuclear. Fue, un año más, la que más horas funcionó con un valor de 7.604 horas, superior en un 5,9% al de 2007 por el menor número de paradas por recarga de combustible.

Destacan también los máximos históricos alcanzados por la energía eólica el 18 de abril en potencia y producción que supuso ese día el 28,2% de la demanda. Sin embargo, su variabilidad ofreció en noviembre coberturas instantáneas de la demanda desde el 43% hasta el 1,15%.

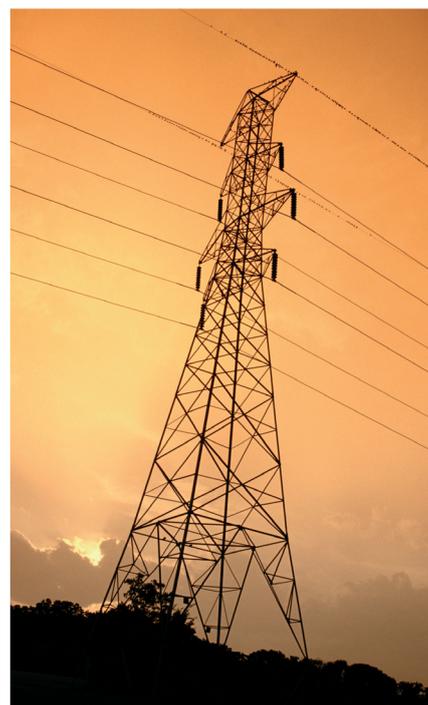
La potencia del sistema peninsular ha aumentado en 4.243 MW, principalmente de energía eólica y solar. La demanda en los sistemas extrapeninsulares ascendió a 15.905 GWh (Canarias 9.392 GWh, Baleares 6.103 GWh, Ceuta 209 GWh y Melilla 202 GWh), que ha sido cubierta por fuelóleo (49%), ciclo combinado (25%), carbón (20%), régimen especial (5%) y grupos auxiliares (1%).

Los intercambios con otros países han resultado en una exportación neta de 11.221 GWh. Las exportaciones han crecido un 19%, principalmente a Portugal (9.585 GWh) y Marruecos (4.217 GWh), y se han reducido las importaciones de Francia en un 30% hasta 2.862 GWh.

Por su parte, la red de transporte ha aumentado en cerca de 750 km, quedando en 34.719 km.

Fuentes: Foro Nuclear. Elaboración propia a partir del Avance Estadístico de la Industria Eléctrica 2008, de Unesa y El Sistema Eléctrico Español. Avance del Informe 2008, de Red Eléctrica de España

**Las centrales nucleares españolas fueron, una vez más, la fuente de energía que más horas funcionó durante el pasado año**



## I+D+i EN EL SECTOR ELÉCTRICO ESPAÑOL

Las empresas Endesa, E.On España, HC Energía, Iberdrola, Red Eléctrica de España y Unión Fenosa, con la colaboración de la consultora internacional Altran, han elaborado un estudio sobre la situación actual de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) en el sector eléctrico español, comparada con la de la Unión Europea y países como China, Estados Unidos y Japón. La coordinación ha sido realizada por la patronal eléctrica, Unesa.

Los aspectos cualitativos han corrido a cargo de destacados profesionales con gran experiencia. Los análisis cuantitativos se han basado en los recursos económicos destinados a I+D+i, en los recursos humanos empleados y en la propiedad industrial generada. Hacia el futuro el análisis detecta la reapertura del debate nuclear, el almacenamiento de la energía, las redes inteligentes, la superconductividad, las energías renovables y su eficiencia y el carbón limpio, incluida la captura y almacenamiento del dióxido de carbono. Igualmente se consideran los mecanismos públicos de apoyo en forma de subvenciones y deducciones fiscales.

El estudio destaca que el sector eléctrico tiene carácter estratégico, con una cifra de negocio en torno al 5% del PIB y un 1% de la población trabajadora. Desde 2003 la inversión económica ha crecido en un 40% hasta 2006, en que la cifra se eleva a 1.236 millones de euros (véase la figura 1), de los que 816 millones son inversiones de la industria eléctrica. El esfuerzo corresponde a valores entre el 1,9% y el 2,4% respecto a la cifra de negocio total y se espera que aumente progresivamente en años posteriores al 2008 hasta el 3,3% en 2017. El esfuerzo económico es paralelo al del personal dedicado a I+D+i que aparece en la figura 2. El número en 2006 es de 13.637 personas.

Si se comparan los esfuerzos de Europa, (donde España contribuye con un 10% y Alemania, Francia y el Reino Unido son los que más aportan), con Japón y Estados Unidos, puede comprobarse el gran esfuerzo de Japón, como más destacado, y el de Europa después (figura 3). Japón es el que dedica más personal, y es el primero entre todos los países del mundo.

En cambio, el país con mayor número de patentes solicitadas a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) es Estados Unidos, seguido de Japón y Europa, con China bastante por debajo e India a mayor distancia aún.

Fuente: I+D+i de la Electricidad en España 2008

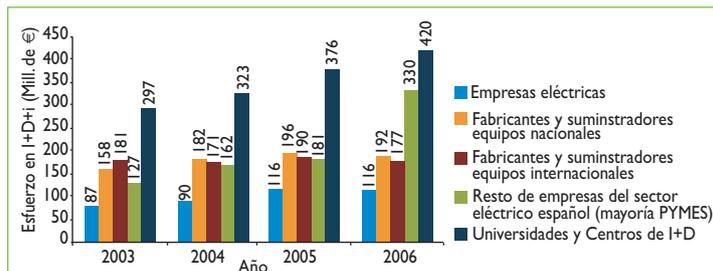


Figura 1

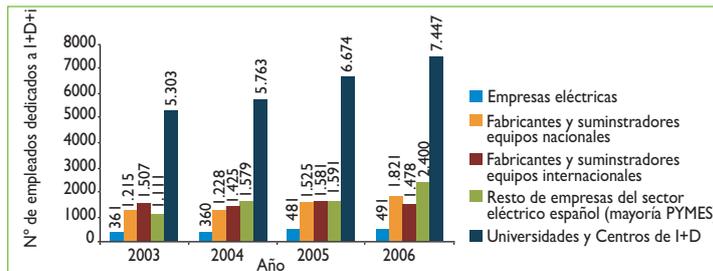


Figura 2

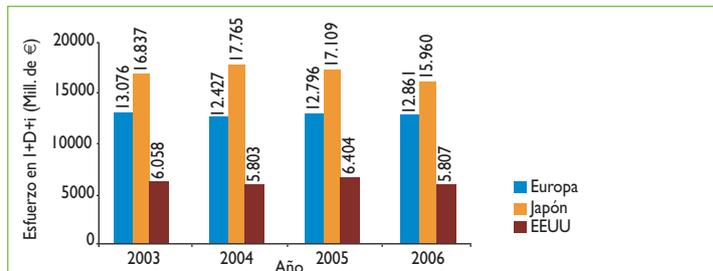


Figura 3

## FRANCIA PODRÍA PROLONGAR EL FUNCIONAMIENTO DE SUS REACTORES HASTA LOS 60 AÑOS

El director financiero de Electricité de France (EDF), Daniel Camus, en una reunión de inversores de EDF en Londres el pasado diciembre destacó las ventajas económicas de la posible prolongación del funcionamiento de los reactores franceses hasta los 60 años, definiendo como "gigantesco" el aumento del flujo de tesorería que se obtendría.

Solamente aumentar de 40 a 60 años la vida de los reactores de la serie de 900 MW crearía un beneficio neto de 1.200 millones de euros por unidad, dijo Camus.

**Francia, con 58 reactores en operación, construye uno nuevo, anuncia la creación de otro más y plantea la operación a largo plazo sus centrales en funcionamiento**

Los 18 reactores de 900 MW alcanzarán los 40 años entre 2015 y 2020. La prolongación evitaría además una masiva inversión en nueva capacidad de generación en Francia, que podría ser dedicada a otros mercados, ya que EDF piensa dedicar entre 12.000 y 20.000 millones de euros a sus ambiciosos proyectos en China, Reino Unido y Estados Unidos.

El parque nuclear de EDF comprende 34 reactores de 900 MW construidos entre 1977 y 1990; 20 reactores de 1.300 MW y 4 de 1.500 MW. Las unidades de 1.300 MW alcanzarán los 40 años entre 2025 y 2034 y los de 1.500 MW a finales del decenio de los 2030.

En las estimaciones se han supuesto inversiones de 400 millones de euros por reactor para mantenimiento y mejoras, pero en los últimos años esta cifra ha sido superada ampliamente.

Fuente: Nucleonics Week, 11 diciembre 2008



## EL AMBICIOSO PROGRAMA NUCLEAR DE INDIA

El Presidente de la Comisión de Energía Atómica de la India, Anil Kakodkar, ha declarado que su país podrá sobrepasar su objetivo energético para 2020, de 20.000 MW nucleares, gracias a que ahora podrá contar con suministros internacionales de tecnología y de combustible. Añadió que India necesita triplicar o cuadruplicar su suministro de energía primaria y multiplicar por cinco o siete la generación de electricidad.

Como prueba, añadió Kakodkar, en el año 2009 podrán conectarse a la red dos o tres unidades con 1.400 o 1.500 MW y el primer re-

**India cuenta en la actualidad con 17 reactores y 6 centrales nucleares más en construcción**

productor rápido, actualmente en construcción, funcionará en 2010 o 2011, según lo programado. Habrá que recurrir, sin embargo, a los suministradores extranjeros una vez que se han levantado las trabas para ello. India pedirá, en todo caso, garantías sobre el suministro de combustible para estas centrales y que el combustible una vez usado pueda ser reprocesado por India. Desde el punto de vista técnico, estos nuevos reactores deben generar electricidad a precios competitivos con los de otras fuentes en el mismo emplazamiento. Los suministradores deben hacer el máximo uso de los bienes y servicios locales para que los costes de la energía producida resulten competitivos.

El primer contacto exterior ha sido con Rusia, que construye dos reactores VVER-1000 en Kudankulam. Rusia suministrará otros cuatro del modelo avanzado VVER-1200 en el mismo emplazamiento y otras seis unidades en otros lugares, dos en el norte de India y cuatro en zonas costeras. Como complemento, ambos países negocian actualmente el suministro adicional de 2.000 toneladas de uranio a India para ayudar a cubrir la demanda de las actuales centrales, para las que la producción de uranio de India es insuficiente. India está también en negociaciones con Australia y Kazajstán con el mismo fin.

Por otra parte, la empresa consultora estadounidense Thorium Power ha llegado a un acuerdo con la empresa india de ingeniería Punj Lloyd para proporcionar servicios de contratación, suministros e ingeniería en todo el ámbito nuclear y especialmente en las centrales nucleares.

Igualmente, la francesa Areva podría entrar en un posible suministro de centrales tipo EPR y la nipoamericana Westinghouse de sus reactores AP-600 y AP-1000.

Fuentes: *Nucleonics Week*, 18 diciembre 2008; *NEI SmartBrief*, 5 diciembre 2008; *Nuclear News*, diciembre 2008 y *NucNet*, 5 diciembre 2008.

## FILIPINAS Y SU REACTOR PARADO DESDE 1986

El reactor nuclear de Bataan en Filipinas, un PWR de 605 MWe, paró indefinidamente en 1985 como consecuencia de una decisión del Gobierno de Corazón Aquino que sustituyó al de Ferdinand Marcos, acusado de corrupción general, y en el caso de Bataan de una elevación del coste desde 500 millones de dólares, presupuestado inicialmente, a 2.300 millones. Otras razones para la parada fueron el temor a una construcción deficiente y a su situación cercana al volcán de Monte Natib y a un cruce de fallas geológicas.

No obstante, el crecimiento de la demanda eléctrica por el progreso económico del país ha hecho que el Gobierno estudie la posibilidad de emplear el reactor parado una vez que se determinen las obras de actualización requeridas para dotarlo de una seguridad suficiente.

El exterior de la central parada hace años refleja el abandono al que ha estado sometida, con las paredes, accesos, escaleras y puertas deterioradas, la sala de control muestra que la instrumentación es muy anticuada y no dispone de un solo ordenador, pero sorprendentemente la turbina y el reactor dan impresión de nuevos.



Central nuclear de Bataan, Filipinas

La rehabilitación del reactor, estimada en unos 1.000 millones de dólares, supondría un ahorro frente a las inversiones alternativas necesarias. Quizá, el mayor obstáculo para ello es el temor a los peligros potenciales de la energía nuclear. Sin embargo, otros países de entorno y condiciones geológicas parecidos, como son Indonesia, Tailandia y Vietnam, tienen planes para utilizar la opción nuclear y, en lo que se refiere a los peligros, los partidarios de su utilización señalan que, a pesar del abandono y la falta de mantenimiento, la central está intacta, habiendo estado sometida a todo tipo de amenazas durante más de 20 años y resistido diversos sismos y tifones.

El Gobierno ha solicitado recientemente al Organismo Internacional de Energía Atómica una evaluación de la situación y de la viabilidad de emplear el reactor parado o de construir uno nuevo.

Fuente: *NEI SmartBrief*, 9 enero 2009

## FUSIÓN NUCLEAR POR CONFINAMIENTO INERCIAL

En la fusión por confinamiento inercial se utilizan láseres pulsados para comprimir pequeñas pastillas de deuterio ( $^2\text{H}$ ) y tritio ( $^3\text{H}$ ) para conseguir densidades muy elevadas en un tiempo extraordinariamente corto. La inercia del combustible hace que permanezca así suficiente tiempo para que se inicie la fusión nuclear.

Este proceso, denominado "ignición central" es análogo al de una bomba de hidrógeno, en que una explosión de fisión comprime cápsulas de deuterio-tritio para originar la ignición termonuclear.

Las instalaciones actualmente en construcción basadas en láseres muy potentes son la Instalación Nacional de Ignición en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore en California, Estados Unidos, y el Láser de Megajulios en la zona de Burdeos, en Francia. La primera, con un presupuesto de 4.000 millones de dólares, debe conseguir una energía en el infrarrojo de 4,2 millones de julios (4,2 MJ) capaz de producir un destello de luz de una potencia de 500 teravatios, hacia 2010. La segunda iniciará los experimentos al año siguiente.

Diez países europeos firmaron el pasado mes de octubre un acuerdo para estudiar durante tres años la mejor forma de disponer de una instalación de demostración. A este proyecto, denominado HIPER, le seguirá la construcción de un prototipo de reactor comercial.



Láser en el Instalación Nacional de Ignición (NIF) del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore de California.

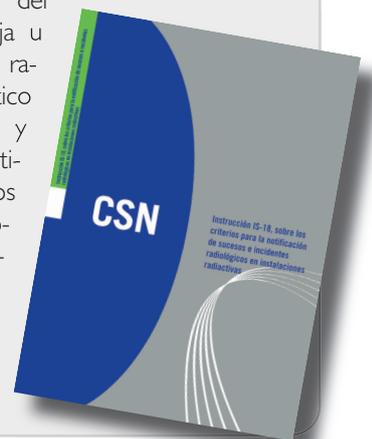
Al mismo tiempo que se investigará la "ignición central" se estudiará también la llamada "ignición rápida", en que un pulso de energía de muy corta duración produce la ignición de una pastilla de combustible que ya ha sido comprimida mediante una fusión convencional por confinamiento inercial. La instalación francesa PETAL (Petawatt Aquitaine Laser) la producirá con un láser de 3,5 kJ acoplado con otro láser de alta potencia, primero de cuatro sistemas de ocho haces que formarán finalmente el Láser de Megajulios.

Se estima que cuando el proyecto HIPER alcance la fase de construcción hacia 2014 la inversión necesaria será análoga a la del ITER.

Fuente: Nuclear Engineering International, noviembre 2008

## Conferencias y publicaciones

- ✓ **Jornada sobre "Mix Energético en España"**. Organiza Intereconomía Conferencias. Madrid, 26 febrero 2009. Entre otros ponentes intervendrán la Secretaria de Estado del Cambio Climático, Teresa Ribera, y la Presidenta de Foro Nuclear, M<sup>a</sup> Teresa Domínguez. Información e inscripciones: 902 10 00 91. Información: [www.intereconomiaconferencias.com](http://www.intereconomiaconferencias.com)
- ✓ **Conferencia sobre los "Aspectos éticos en el uso de las distintas energías"**. Pedro Linares, Universidad Pontificia de Comillas. El acto se celebrará el 26 de febrero a las 17 horas, en el Instituto de España (San Bernardo 49, Madrid). Más información: 91 522 48 85 / [www.insde.es](http://www.insde.es)
- ✓ **Nuclear Power Plant Operating Safety Handbook**. Electricité de France, 2004 édition.
- ✓ **Instrucciones del Consejo de Seguridad sobre:** criterios de protección física (15-09); criterios de notificación de sucesos en centrales nucleares (15-10); licencias de personal de operación de centrales nucleares (15-11); requisitos de cualificación y formación del personal sin licencia en centrales nucleares (15-12); criterios radiológicos para la liberación de emplazamientos de instalaciones nucleares (15-13); inspección residente del CSN en centrales nucleares (15-14); vigilancia de la eficacia del mantenimiento en centrales nucleares (15-15); periodos de archivos de documentos y registros de las instalaciones radiactivas (15-16); homologación de cursos de formación y acreditaciones del personal que dirija u opere equipos de rayos X de diagnóstico médico (15-17) y criterios para la notificación de sucesos e incidentes radiológicos en instalaciones radiactivas (15-18).



## COMIENZA EL DESMANTELAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ZORITA

La central nuclear José Cabrera en Almonacid de Zorita, Guadalajara, un PWR de 150 MW, fue parada en abril de 2006 tras 38 años de funcionamiento. La primera fase del proceso de clausura es el desmantelamiento de la central que se inicia por la retirada de los combustibles usados y su traslado a lo que se denomina Almacén Temporal Individualizado (ATI).

Desde la parada, los 377 elementos combustibles han estado sumergidos en el agua de la piscina de combustible para que se reduzca su radiactividad y su generación de calor. Su traslado comenzó el pasado 19 de enero de 2009. El proceso se realiza con el máximo cuidado para evitar que durante la manipulación el personal reciba dosis de radiación superiores a las permitidas. Para ello, inicialmente todas las operaciones se hacen bajo agua. Se introduce en la piscina una cápsula metálica que se llena con 32 elementos combustibles y se coloca bajo agua en un contenedor de transferencia que protege de la radiación al personal que lo maneja. Una vez extraído este contenedor de la piscina, la cápsula se cierra mediante una tapa soldada. Después, el contenedor de transferencia con la cápsula se traslada a un pozo de transferencia donde la cápsula se coloca en un contenedor de almacenamiento de acero revestido de más de un metro de hormigón.

Estos contenedores, en número de 12, se llevarán al ATI que, básicamente, consiste en una losa de hormigón de 40x10 m y más de un metro de espesor, situada a unos 200 metros del edificio de contención de la central. Una doble valla impide el acceso del personal no autorizado. Para el traslado del contenedor se emplea un vehículo oruga con un pórtico del que pende el contenedor. El coste total del ATI se eleva a unos seis millones de euros. Se prevé que el traslado de cada contenedor dure unos quince días y que la operación termine en el verano de 2009.

Una vez realizadas estas operaciones, Unión Fenosa Generación, entidad propietaria de la central, transferirá la titularidad a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa). Se estima que en el proceso de desmantelamiento se originarán unas 104.000 toneladas (t) de residuos, de las que 4.000 se gestionarán como residuos radiactivos en el almacén de baja y media actividad de El Cabril, en la provincia de Córdoba, y 200 t quedarán almacenadas temporalmente en el ATI.

Una vez terminado el desmantelamiento, la propiedad de las 65 hectáreas de la central retomarará a Unión Fenosa Generación.

Fuente: Unión Fenosa Generación y Foro Nuclear, enero 2009

## NUEVO ALMACÉN DE RESIDUOS RADIATIVOS EN ESTADOS UNIDOS

El pasado 14 de enero el organismo regulador del estado de Tejas otorgó la licencia para albergar residuos radiactivos a la empresa Waste Control Specialists. El emplazamiento de este nuevo almacén, el primero autorizado en los últimos 30 años, estará en el condado de Andrews en la frontera de Tejas y Nuevo Méjico.

Inicialmente sólo admitirá residuos de baja actividad en sus niveles más bajos y la empresa ha dicho que comenzará sus actividades en este almacén a mediados de 2010. Aunque la autorización se limita a residuos de Tejas y Vermont, el organismo regulador estaría dispuesto a autorizar el almacenamiento en él de residuos de otros estados.



Vista del almacén de residuos de baja actividad de El Cabril, Córdoba

La autorización permite también que la empresa opere una instalación dedicada a almacenar residuos de baja actividad procedentes de Agencias o Departamentos federales como el Departamento de Energía (DOE).

Fuente: Nuclear News Flashes, 14 enero 2009

## CHINA ADQUIERE URANIO DE AUSTRALIA Y KAZAJSTÁN

En su toma de posesión el pasado noviembre, el Ministro australiano de Energía, Martin Ferguson, comentó favorablemente los primeros envíos de uranio a China por las ventajas económicas y ecológicas de estas exportaciones.

No se han dado a conocer los detalles de las cantidades ni de los precios de estas ventas, permitidas por el acuerdo bilateral de dichos países. El uranio exportado estará sometido a un régimen estricto de no proliferación y se dedicará exclusivamente a fines pacíficos, en instalaciones no militares sometidas al acuerdo de garantías del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Por otra parte, Kazajstán va a participar en la construcción de nuevas centrales nucleares en China según un acuerdo por el que Kazajstán suministrará uranio a China. En este marco, Kazatomprom constituirá una empresa común con las empresas estatales de China Guangdong Nuclear Power y China National Nuclear para explotar los yacimientos del noreste de Kazajstán, Akmolinskaya (producción unas 500 toneladas anuales de  $U_3O_8$ ), del oeste, Kyzylordinskaya (750 toneladas) y del este, Zhalpak (750 toneladas). Kazajstán tendrá un 51% de la empresa y China el 49%.

Fuente: Forum Atomique Suisse, diciembre 2008

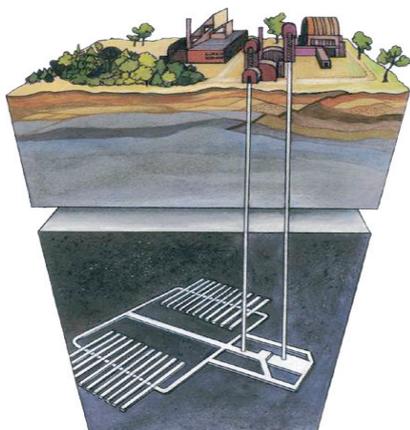
**Kazajstán, además de suministrar uranio a China, participa en la construcción de reactores nucleares en el país**

## SUIZA DEFINE UN POSIBLE REPOSITORIO PROFUNDO

El pasado noviembre la Oficina Federal de Energía (OFEN) y la Sociedad Cooperativa nacional para el Almacenamiento de Residuos Radiactivos (NAGRA) han dado a conocer las regiones suizas cuyas propiedades geológicas permitirían la instalación de almacenes profundos de residuos radiactivos.

Se proponen para el almacenamiento de residuos de alta actividad las zonas de Weinland en Zurich, la zona septentrional de Lägeren y la zona de Bözberg. Para los residuos de baja y media actividad, además de las tres anteriores, se citan las regiones de Südranden, sur del Jura, y Wellenberg.

**La opinión pública y los distintos agentes sociales suizos participarán en las decisiones del almacén profundo para realizarlo con la máxima transparencia.**



Esquema de un Almacén Geológico Profundo

NAGRA ha hecho notar que para esta selección se han seguido los criterios técnicos y científicos fijados por el plan aprobado por el Consejo Federal y que se ha dado prioridad a la garantía de la seguridad a largo plazo.

El presidente de NAGRA, Thomas Ernst, ha declarado que los cantones, las comunidades y las poblaciones tomarán parte en las futuras decisiones, que serán totalmente transparentes, sobre los emplazamientos definitivos.

Fuente: Flash Nucléaire Suisse, noviembre 2008

## IDEAS SOBRE RESIDUOS DEL NUEVO SECRETARIO DE ENERGÍA DE ESTADOS UNIDOS

Cuatro horas después de que Barack H. Obama tomara posesión como el 44º Presidente de Estados Unidos, el Senado confirmó a Steven Chu como Secretario de Energía. Steven Chu, premio Nobel de Física y director del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, fue uno de los siete nominados que se confirmaron simultáneamente.



El pasado 13 de enero, para su confirmación por el Senado, fue entrevistado por el Comité de Energía y Recursos Naturales, ante el que declaró que la energía nuclear es una "parte importante" de la cesta energética del país, ya que constituye el 70% de la electricidad sin emisión de CO<sub>2</sub> que se produce en Estados Unidos. Añadió que el país necesita un plan a largo plazo para el destino final de los residuos nucleares y que se necesita más investigación sobre reproceso para reducir el volumen y la toxicidad de los residuos radiactivos que requieran almacenaje definitivo.

Agregó Chu que "el reciclado (reproceso y reutilización del uranio y plutonio) es algo que no requiere una solución ahora o en diez años" y lo comparó a la captura del CO<sub>2</sub> en el caso del carbón, ya que cree que se construirán centrales de carbón cuando aún se esté investigando.

Para resumir sus ideas dijo que el tema de los residuos nucleares no impedirá la construcción de nuevos reactores en Estados Unidos.

Fuentes: Nucleonics Week, 15 enero 2009; Nuclear Energy Overview, 22 diciembre 2008 y NEI SmartBrief, 14 enero 2009

## Publicaciones

### ✓ Consejo de Seguridad Nuclear. Colección otros documentos.

- El almacenamiento temporal a largo plazo de los residuos radiactivos: seguridad y sostenibilidad (32.2008).
- Aprendizaje y adaptación a los requisitos sociales para la gestión de los residuos radiactivos (33.2008).
- Planteamiento de una toma de decisiones escalonada para la gestión de los residuos radiactivos a largo plazo (34.2008).
- Evolución del papel y la imagen del regulador en la gestión de los residuos radiactivos (35.2008). Traducido de NEA-OCDE.

### ✓ La sûreté des installations du cycle du combustible: leçons tirées du retour d'expérience et évolutions. Revue Générale Nucléaire, num. 5, 41-52. Risques: incendie, d'origine chimique, de criticité, de contamination, d'irradiation, de radiolyse, de dégagement thermique, d'agression externe. Niveaux de défense en profondeur, les systèmes de sûreté. Approche probabiliste de sûreté. Évolution des risques: conversion, enrichissement, fabrication, retraitement, entreposage. Applicabilité de la nouvelle sûreté de réacteurs.

## LA TECNOLOGÍA NUCLEAR MEJORA LA PRODUCTIVIDAD Y LA SALUD DEL GANADO

Las técnicas nucleares se utilizan cada día más en la Agricultura a medida que surgen necesidades específicas. En el caso de la producción animal estas técnicas sirven para mejorar la nutrición, reproducción y salud del ganado. Por ejemplo, los radioinmunoensayos se emplean para medir la concentración de moléculas específicas en una muestra biológica, en marcar los microbios de los estómagos de los rumiantes, en evaluar el empleo de los alimentos y en analizar la conversión de los alimentos en nutrientes y su incorporación.

Otros ensayos, como el denominado Elisa (inmunsorbente enzimático) o la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se utilizan para identificar los anticuerpos desarrollados como reacción a los agentes patógenos y para detectar y caracterizar los patógenos por marcado del ADN, para confirmar caracteres genómicos dados (más leche, carne con menos grasa, tolerancia a ciertas enfermedades) y para determinar parentesco u origen.

Los isótopos estables, las vacunas irradiadas y la técnica de la emisión de positro-

nes ofrecen grandes posibilidades hacia el futuro. El marcado con carbono-13 o nitrógeno-15 se emplea para seguir el metabolismo de hidratos de carbono, proteínas o nutrientes. La dilución con agua deuterada se emplea cada vez más para determinar en el ganado vacuno los contenidos en carne, en grasa y en agua de las reses o la ingestión de la leche por los terneros, mediante la espectrometría de masas o infrarroja.

La espectrometría de masas se utiliza en estudios fisiológicos y para determinar el origen geográfico de los productos animales, lo que sirve en algunos casos para restringir las zonas afectadas por ciertos patógenos, parásitos o epidemias. En ocasiones, sirve también para comprobar el papel de las aves migratorias en la dispersión de algunas enfermedades.

La inactivación de vacunas por irradiación produce patógenos muertos cuyo seguimiento sirve como pauta del comportamiento de los patógenos vivos y así se abre una nueva vía para conocer mejor enfermedades o parásitos del ganado.

Las técnicas nucleares se utilizan para la diagnosis de tumores en animales, el freno de parásitos, epidemias o la identificación de anticuerpos



Recientemente se han introducido en la práctica veterinaria algunas técnicas médicas. Una de ellas es el PET o tomografía por emisión de positrones, que se utiliza para la diagnosis de tumores en animales de gran valor como caballos de carreras y reproductores.

Fuente: Nuclear Technology Review 2008. OAEA, Viena 2008

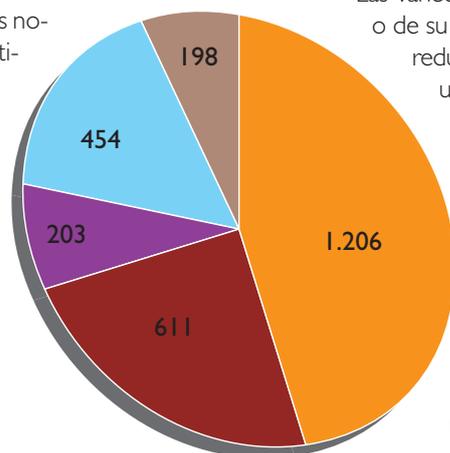
## MUTACIONES INDUCIDAS POR TÉCNICAS NUCLEARES

El empleo en Agricultura de mutaciones inducidas para mejorar las cosechas es el método preferido para lograr variedades que den resultados superiores a los utilizados anteriormente. En la actualidad se utilizan unas 3.000 variedades mutantes, con la distribución de aplicaciones de la figura adjunta.

La primera generación de mutantes, de acuerdo con las necesidades de aquel tiempo, trataba de mejorar el rendimiento de las cosechas por medio de una mayor eficiencia en el uso de nutrientes o en mayores resistencias a condiciones adversas de las propias plantas o del ambiente. Al conseguirse estos objetivos con aumentos notables de las cosechas, dichos objetivos cambiaron al tratar de obtener valores añadidos que permitieran la diversificación de los empleos finales, consiguiendo mayores beneficios o condiciones alimentarias específicas. Estos valores requieren generalmente cambios mínimos en los genes, lo que se puede conseguir por mutagénesis inducida.

Un ejemplo de estos valores inducidos han sido dos variedades de cebada más nutritivas, con menores contenidos de ácido fítico que las corrientes, lo que mejora la disponibilidad de hierro, cinc y calcio. Mediante su empleo en la alimentación animal puede ahorrarse lo que cuestan los suplementos que es necesario aportar para contrarrestar los efectos del ácido fítico, y se evitan los efectos ambientales del exceso de fósforo que producen los animales alimentados con cebada de mayor contenido en ácido fítico sobre los terrenos y las aguas.

Las variedades mutantes de soja mejoran sus valores nutricionales o de su cultivo. Una de ellas, la Sakuhei 4, fija el nitrógeno, lo que reduce la necesidad de fertilizantes. Otra, la Yumenori, tiene un alto contenido de glicina y otra, la Ichihime, carece de lipoxigenasa, una enzima natural relacionada con la génesis de enfermedades tales como el asma y cardíacas.



VARIETADES MUTANTES EN AGRICULTURA, 2007. FAO/OIEA

■ Cereales  
■ Otros  
■ Leguminosas  
■ Flores  
■ Oleaginosas

Fuente: Nuclear Technology Review 2008 OIEA

## LA TÉCNICA DE LOS INSECTOS ESTÉRILES SE EXTIENDE

Los esfuerzos para aumentar y extender la lucha para controlar determinadas plagas de insectos mediante la técnica de los insectos estériles (TIE) continúan dando excelentes resultados.

El aumento de producción de machos estériles por irradiación para combatir la enfermedad del sueño que transmite la mosca tse-tse se ha logrado en Abisinia en una instalación en la localidad de Kaliti, cerca de la capital Addis Abeba. Los dos primeros módulos de la instalación

comenzaron a funcionar el 2007 y cuando se concluya el módulo número 7 se dispondrá de, al menos, siete millones de hembras capaces de engendrar unos 700.000 machos estériles por semana, suficientes para cubrir un área entre 4.500 y 7.500 kilómetros cuadrados.



Expertos internacionales frente a la nueva bioplanta para el control de plagas de Caudete de las Fuentes, Valencia © Generalitat Valenciana

Otra aplicación importante en gran escala es la lucha para la erradicación de la mosca mediterránea *Ceratitis capitata*, que es la mayor plaga de los cítricos y constituye uno de los mayores impedimentos para su exportación. Esto afecta principalmente en España a la Comunidad Valenciana que exporta el 80% de su cosecha.

Por ello, se ha inaugurado el pasado abril en Valencia la segunda mayor instalación del mundo que producirá de 500 a 600 millones de machos estériles por semana, lo que reducirá además el empleo de insecticidas.

Una tercera instalación piloto utilizando la TIE funciona en Sudáfrica para luchar contra la falsa polilla *Thaumotobia leucotreta*, que constituye la principal plaga para los cítricos de este país. La industria de los cítricos estudia la viabilidad de una gran instalación.

En otro orden de cosas se estudia también en Sudáfrica la aplicación de los isótopos estables al conocimiento de algunos insectos, como la langosta del desierto, que son un buen ejemplo de plagas transfronterizas.

Fuente: Nuclear Technology Review 2008, OIEA

## Publicación



**Trends in Radiation Sterilization of Health Care Products.** OIEA, 261 págs. Disponible en: [www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1313\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1313_web.pdf)

## ONCOLOGÍA Y MEDICINA NUCLEAR

El tratamiento del cáncer requiere la comprensión de la compleja interacción entre los diversos factores que intervienen en el crecimiento del cáncer. La clave para el tratamiento individualizado de los pacientes a fin de obtener su más rápida y mejor curación es la comprensión de las propiedades específicas del cáncer en cada persona a nivel celular genético y molecular.

La tomografía por emisión de positrones (PET) ha contribuido en gran manera a modernizar el tratamiento médico del cáncer. Clasificar un cáncer por su localización anatómica ha conducido a que se obtengan diferentes resultados en distintos pacientes con el mismo tratamiento. Hay actualmente medios de conocer el porqué de que esto ocurra y se ha descubierto que cánceres en distintas partes del cuerpo pueden ser más similares que otros parecidos en el mismo órgano, lo que depende del tipo de mutación que produce el cambio. El conocimiento detallado de los procesos patológicos que ofrece el PET puede ser utilizado para el diseño del medicamento que lleve a la terapia más apropiada.

En esta terapia la Medicina comienza a explorar tratamientos combinados de quimioterapia, agentes moduladores inmunológicos y moléculas buscadoras de los tumores (péptidos, anticuerpos u oligonucleótidos) para mejorar las curaciones. Los tratamientos con moléculas marcadas con radisótopos tienen numerosas ventajas para tratar tanto cánceres sólidos localizados o diseminados como para cánceres de tipo sanguíneo.

Los avances tecnológicos en la planificación, tratamiento y forma de emplear la radiación han hecho posible la irradiación de los tumores mediante una aproximación espacial en tres dimensiones que permite modular tanto la intensidad como la frecuencia y variar la dosis de radiación de forma casi puntual, con lo que se puede evitar que llegue a los tejidos sanos. Técnicas avanzadas permiten tener en cuenta el movimiento de los órganos en su función.

Además de estos resultados, las nuevas fuentes de cobalto-60 de grandes tasas de dosis permiten el uso de braquiterapia con menos necesidad de sustitución. En algunos casos, la adición de agentes farmacéuticos a la radiación mejora la supervivencia de los pacientes en el tratamiento de muchos cánceres corrientes.

Fuente: Nuclear Technology Review, 2008 OIEA

## Socios FORO NUCLEAR

AMPHOS XXI - AREVA NP ESPAÑA - ASOCIACIÓN NACIONAL DE CONSTRUCTORES INDEPENDIENTES - C.N. ALMARAZ - C.N. ASCÓ - C.N. COFRENTES - C.N. JOSÉ CABRERA - C.N. TRILLO 1 - C.N. VANDELLÓS II - ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS EN ÁREAS CON CENTRALES NUCLEARES - ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD - 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 - DOMINGUIS - EMPRESARIOS AGRUPADOS - ENDESA - ENSA - ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS - ETS INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID - ETS INGENIEROS DE MINAS DE MADRID - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BILBAO - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID - ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA - GENERAL ELECTRIC INTERNATIONAL - GHESA - HC ENERGÍA - IBERDROLA - INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL - INITEC NUCLEAR S.A. - INSTITUTO DE INGENIERÍA DE ESPAÑA - LAINSA L.A.I. - LAINSA S.C.I. - MINERA DE RÍO ALAGÓN S.L. - NUCLENOR - PROINSA - SEOPAN - SERCOBE - SIEMSA ESTE - TAMOIN POWER SERVICES - TECNATOM - TECNIBERIA - TECNICAS REUNIDAS S.A. - UNESA - UNIÓN FENOSA - WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES