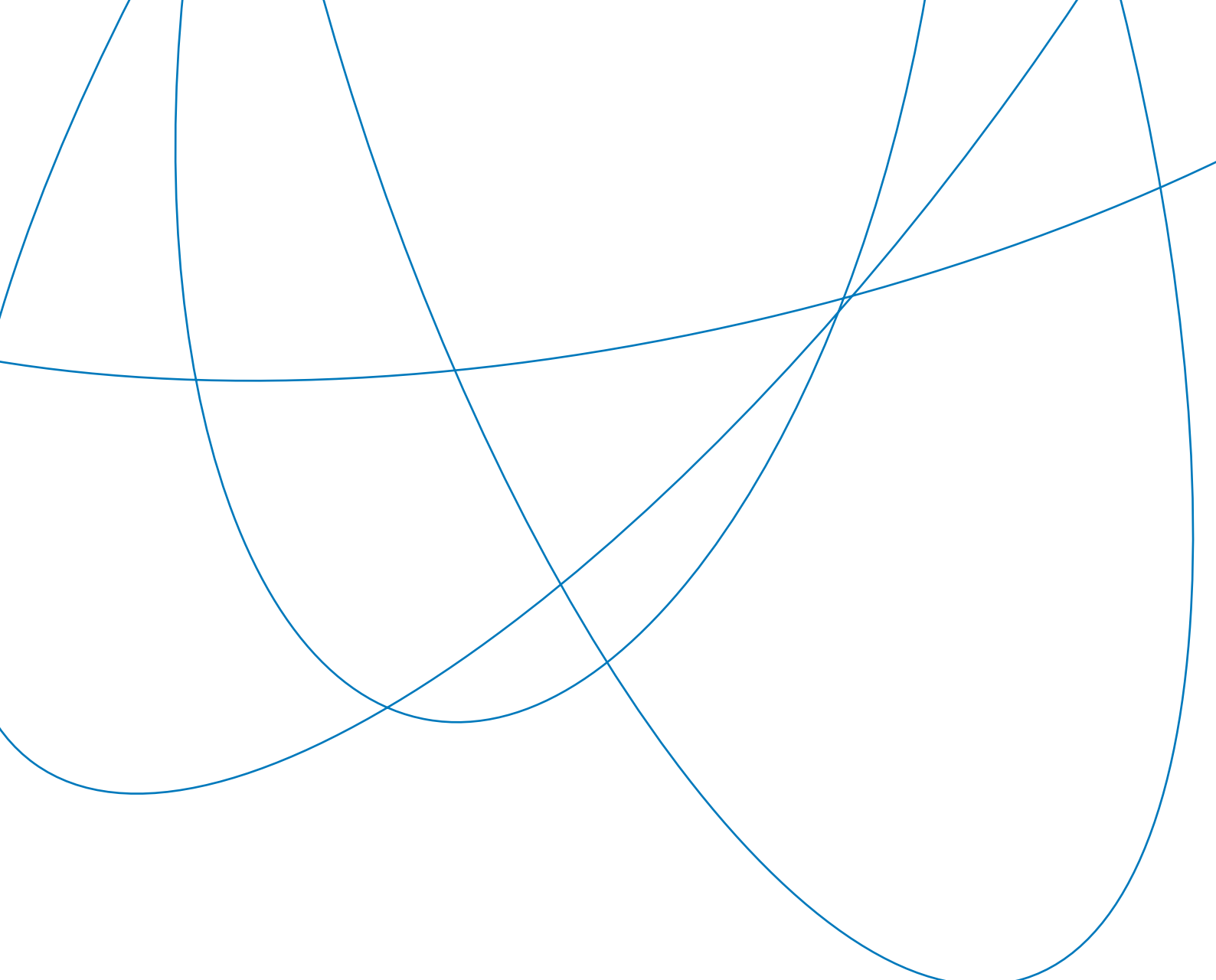


RESULTADOS Y PERSPECTIVAS NUCLEARES

2011, un año de energía nuclear



RESULTADOS Y PERSPECTIVAS NUCLEARES

2011, un año de energía nuclear

Carta de la Presidenta	4
Datos destacables del año 2011	6
1. Las centrales nucleares españolas	8
1.1 Titularidad	8
1.2 Producción	9
1.3 Potencia	10
1.4 Indicadores de funcionamiento	11
1.5 Autorizaciones de explotación	12
1.6 Paradas de recarga	13
1.7 Aspectos destacables y perspectivas para el año 2012	14
2. Otras instalaciones nucleares españolas	24
2.1 Fábrica de elementos combustibles de Juzbado	24
2.2 Centro de almacenamiento de residuos de baja y media actividad de El Cabril	25
3. Desmantelamiento de instalaciones y gestión de residuos radiactivos	27
3.1 Gestión de los residuos de baja y media actividad	27
3.2 Gestión del combustible gastado	28
3.3 Desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera	29
3.4 Desmantelamiento de la central nuclear de Vandellós I	30
4. Opinión pública en España	31
5. Instalaciones nucleares en el mundo	32
5.1 Principales acontecimientos en la Unión Europea	36
5.2 Principales acontecimientos en Estados Unidos	49
5.3 Principales acontecimientos en otros países	51
5.4 Acontecimientos en la central nuclear japonesa de Fukushima Daiichi tras el terremoto y posterior tsunami del 11 de marzo	59
5.5 Consecuencias tras el accidente de Fukushima Daiichi	63
Socios de Foro de la Industria Nuclear Española	66

Carta de la Presidenta



En 2011 los ocho reactores nucleares en operación en España han generado el 19,64% de la electricidad consumida. Este informe resume lo que ha supuesto la energía nuclear en el sistema eléctrico español, así como la situación de la tecnología nuclear en España y en el resto del mundo.

El año 2011 ha sido un año marcado por los sucesos acontecidos en marzo en la prefectura de Fukushima. Un terremoto y posterior tsunami devastaron esta zona de Japón, dañando los reactores nucleares de la central de Fukushima Daiichi. Tras estos sucesos, los programas nucleares en el mundo no se han visto prácticamente alterados. Estados Unidos ha autorizado la construcción de dos unidades nuevas tras tres décadas sin nuevas construcciones; en Europa se continúa con la construcción de seis unidades en cuatro países (Francia, Finlandia, Bulgaria y Eslovaquia), y lo mismo ocurre con otros programas como en China e India. Únicamente, y de forma puntual, algunos países tomaron decisiones como retrasar o cerrar instalaciones nucleares. Tal es el caso de Alemania, con una decisión de cierre en 2022 de sus centrales nucleares, e Italia, que eligió no seguir adelante con el programa nuclear que había anunciado.

Si bien los programas no se han visto alterados, los sucesos de Japón han sido objeto de análisis por organismos internacionales, supranacionales y por todos los organismos reguladores de los países con centrales nucleares en operación. El objeto es obtener lecciones aprendidas de los sucesos acontecidos en la central de Fukushima Daiichi. En este contexto, la Unión Europea decidió poner en marcha pruebas de estrés en los reactores nucleares que operan en la UE. El objetivo es reevaluar los márgenes de seguridad ante sucesos extremos como los ocurridos en Japón.

En España, las conclusiones de estas pruebas confirman la existencia de márgenes suficientes, garantía de las condiciones de seguridad en que operan y la solidez de sus diseños. Sin embargo, dentro de los programas de mejora continua se implantarán las modificaciones de diseño que se consideren relevantes para el incremento de estos márgenes de seguridad disponibles.

Retomando de nuevo la operación de las centrales nucleares españolas, 2011 ha sido un año excelente. Con una potencia de 7.786 MW, equivalentes al 7,32% del total español, los reactores nucleares han suministrado a la red 57.687 GWh. La producción nuclear ha descendido respecto al año anterior debido a las paradas por recarga que han realizado todos los reactores durante el año. No obstante, la energía nuclear ha sido la máxima contribuyente a la producción total de energía eléctrica. Estos datos refuerzan el buen comportamiento del parque nuclear español, que debe ser un pilar estratégico en nuestro sistema energético.

Un paso importante en la estrategia de mantener la energía nuclear ha sido ya dado por el Gobierno, que ha manifestado su voluntad de que Santa María de Garoña continúe en operación, solicitando un informe al respecto al Consejo de Seguridad Nuclear con el fin de definir los aspectos técnicos y administrativos necesarios para dar viabilidad a la continuidad de la operación de esta central nuclear.

Un hito relevante para la energía nuclear en España es la elección del emplazamiento para la construcción del Almacén Temporal Centralizado (ATC). El 30 de diciembre de 2011, el Gobierno eligió Villar de Cañas, Cuenca, para alojar esta instalación que tendrá un alto valor tecnológico y será un importante motor económico y de empleo en la zona donde se ubica. Este almacén supone un impulso y proyección importante para el futuro nuclear de España.

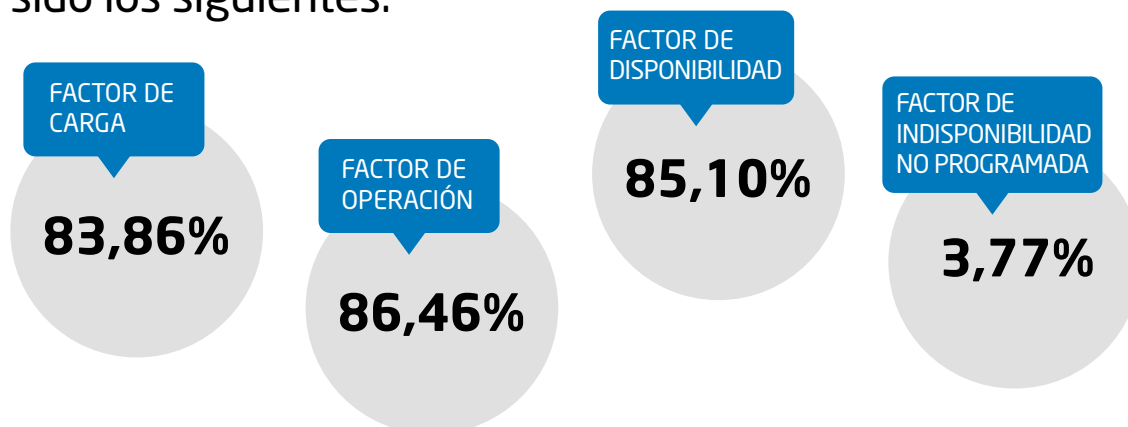
Quiero felicitar a todos los que han contribuido a la buena operación del parque nuclear español y al progreso y planificación nuclear en España, y dar las gracias a los socios de Foro Nuclear por su apoyo y estímulo. Desde esta institución confiamos en un futuro prometedor para la industria nuclear española que es, sin duda, un referente a nivel nacional e internacional por su desarrollo y competitividad.



María Teresa Domínguez Bautista
Presidenta de Foro de la Industria Nuclear Española

La **producción eléctrica** de origen nuclear ha supuesto el **19,64%** de la producción eléctrica total (293.737 GWh).

Los indicadores de funcionamiento globales de las centrales nucleares españolas han sido los siguientes:



Han parado para **recarga los 8 reactores** del parque nuclear español.

La **potencia total instalada** del parque de generación eléctrica en España **es de 106.306 MW**, de los que 7.786,1 MW corresponden a la potencia de los ocho reactores nucleares, lo que representa **un 7,32% del total** de la capacidad instalada en el país.

La producción del parque nuclear ha representado **más del 40% de la electricidad libre** de emisiones generada en el sistema eléctrico español.

Se han renovado las autorizaciones de explotación de las centrales nucleares **de Cofrentes, Ascó I y Ascó II.**

1. Las centrales nucleares españolas



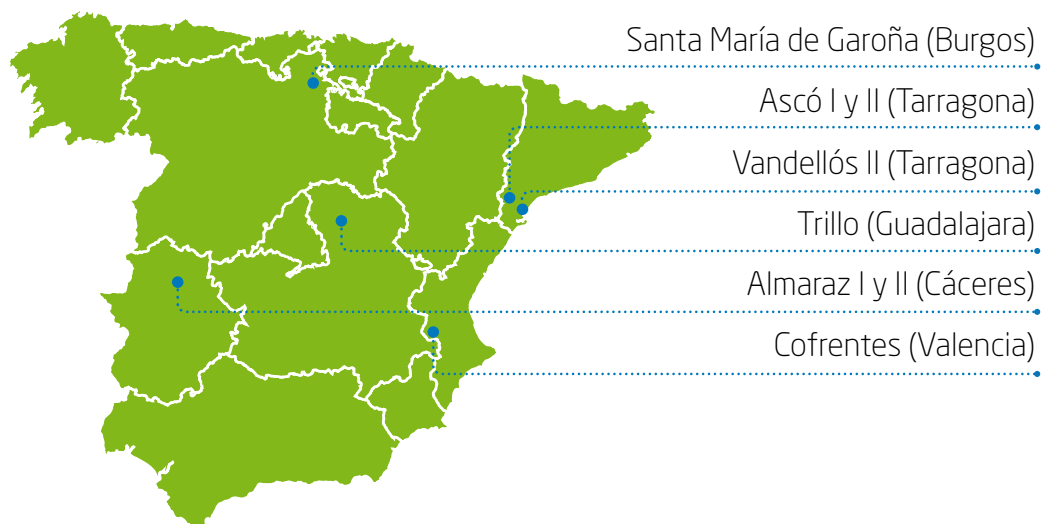
1.1 TITULARIDAD

Las empresas propietarias de las centrales nucleares españolas son las siguientes:

Central nuclear	Empresa propietaria	%
Santa María de Garoña	Nuclenor(*)	100
Almaraz I	Iberdrola	53
	Endesa	36
	Gas Natural Fenosa	11
Almaraz II	Iberdrola	53
	Endesa	36
	Gas Natural Fenosa	11
Ascó I	Endesa	100
Ascó II	Endesa	85
	Iberdrola	15
Cofrentes	Iberdrola	100
Vandellós II	Endesa	72
	Iberdrola	28
Trillo	Iberdrola	48
	Gas Natural Fenosa	34,5
	HC Energía	15,5
	Nuclenor(*)	2

(*) Nuclenor está participada por Iberdrola 50% y Endesa 50%.

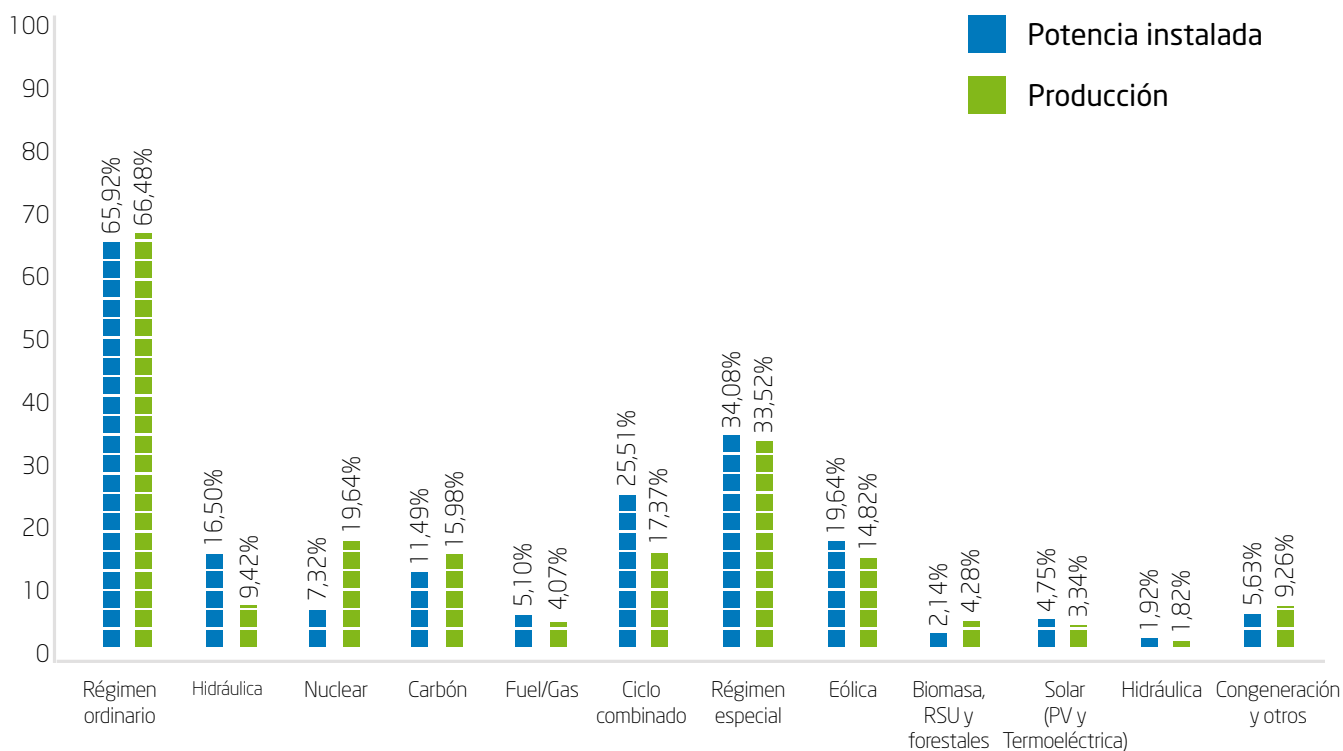
Situación de las centrales nucleares en España



1.2 PRODUCCIÓN

Durante el año 2011, la energía eléctrica producida en los ocho reactores nucleares españoles ha sido de 57.687 millones de kWh, lo que representa el 19,64% del total de la producción eléctrica del país, que ha sido de 293.737 millones de kWh.

La producción nuclear ha supuesto el 40% de la electricidad libre de emisiones generada en el sistema eléctrico español. La contribución en términos de potencia y de producción de las distintas fuentes de generación diferenciada en régimen ordinario y régimen especial, durante el año 2011 ha sido la siguiente:



Fuente: Elaboración propia a partir de UNESA – Avance Estadístico de la Industria Eléctrica 2011 y de REE – El Sistema Eléctrico Español – Avance del Informe 2011.



1.3 POTENCIA

A 31 de diciembre, la potencia total instalada del parque de generación eléctrica en España es de 106.306 MW, un 2,95% más que en 2010, de los que 7.786,1 MW brutos corresponden a la potencia de los ocho reactores nucleares, lo que representa un 7,32% del total de la capacidad instalada en el país.

La potencia bruta instalada de cada una de las centrales nucleares es la siguiente:

Central nuclear	Potencia (MWe)
Santa María de Garoña	466
Almaraz I	1.035,3
Almaraz II	980
Ascó I	1.032,5
Ascó II	1.027,2
Cofrentes	1.092
Vandellós II	1.087,14
Trillo	1.066
Total	7.786,1

Datos a 31 de diciembre de 2011.



1.4 INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO

Los indicadores de funcionamiento, durante el año 2011, han sido los siguientes:

Central nuclear	Producción (GWh)	Factor de Carga (%)	Factor de Operación (%)	Factor de Disponibilidad (%)	Factor de Indisponibilidad No Programada (%)
Santa María de Garoña	3.747,54	91,80	92,46	91,90	1,58
Almaraz I	7.832,06	86,36	89,20	88,08	0,69
Almaraz II	8.017,33	87,90	91,22	88,48	2,61
Ascó I	6.987,74	77,26	79,30	78,03	9,19
Ascó II	7.467,62	82,99	86,30	84,63	4,42
Cofrentes	7.900,46	82,59	86,35	84,56	0,90
Vandellós II	7.327,98	76,95	79,35	78,85	7,56
Trillo	8.367,53	89,61	90,64	90,41	1,52
Total	57.648,26	83,86	86,46	85,10	3,77

Fuente: UNESA y elaboración propia.

- **Factor de Carga:** Relación entre la energía eléctrica producida en un período de tiempo y la que se hubiera podido producir en el mismo período funcionando a la potencia nominal.
- **Factor de Operación:** Relación entre el número de horas que la central ha estado acoplada a la red y el número total de horas del período considerado.
- **Factor de Disponibilidad:** Complemento a 100 de los factores de Indisponibilidad Programada y No Programada.
- **Factor de Indisponibilidad Programada:** Razón porcentual entre la energía no producida por paradas o reducciones de potencia programadas atribuibles a la propia central y la energía que se habría generado en el mismo período funcionando a la potencia nominal.
- **Factor de Indisponibilidad No Programada:** Relación entre la energía que se ha dejado de producir por paradas o reducciones de potencia no programadas atribuibles a la propia central en un período de tiempo y la energía que se hubiera podido producir en el mismo período funcionando a la potencia nominal.

Durante el año 2011, se han producido un total de cuatro paradas automáticas no programadas y el número de paradas no programadas ha sido de cinco, tres menos que en el año anterior.

1.5 AUTORIZACIONES DE EXPLOTACIÓN

Durante el año 2011, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo ha renovado las autorizaciones de explotación de las centrales nucleares de Ascó I, Ascó II y Cofrentes.

El periodo de funcionamiento de una central nuclear no tiene un plazo fijo. Las autorizaciones de explotación se renuevan periódicamente tras la evaluación del Consejo de Seguridad Nuclear y la aprobación del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Central nuclear	Fecha de autorización actual	Plazo de validez	Fecha de próxima renovación
Santa María de Garoña	5/07/2009	4 años	-
Almaraz I	8/06/2010	10 años	junio 2020
Almaraz II	8/06/2010	10 años	junio 2020
Ascó I	22/09/2011	10 años	septiembre 2021
Ascó II	22/09/2011	10 años	septiembre 2021
Cofrentes	20/03/2011	10 años	marzo 2021
Vandellós II	26/07/2010	10 años	julio 2020
Trillo	16/11/2004	10 años	noviembre 2014





1.6 PARADAS DE RECARGA

Las paradas de recarga de las centrales nucleares españolas llevadas a cabo durante el año 2011 y las próximas previstas se resumen en la tabla siguiente:

Central nuclear	Año 2011	Próxima prevista
Santa María de Garoña	1 al 29 de mayo	-
Almaraz I	12 de junio a 21 de julio	noviembre 2012
Almaraz II	21 de noviembre de 2010 a 25 de enero	mayo 2012
Ascó I	19 de marzo a 2 de junio	octubre 2012
Ascó II	12 de noviembre a 13 de enero de 2012	julio 2013
Cofrentes	25 de septiembre a 13 de noviembre	septiembre 2013
Vandellós II	29 de enero a 4 de junio	mayo 2012
Trillo	5 de mayo a 3 de junio	mayo 2012

La parada de recarga es el periodo de tiempo que la central aprovecha para desarrollar el conjunto de actividades necesarias para la renovación del combustible nuclear.

Durante este periodo también se llevan a cabo las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de todos los sistemas, componentes, estructuras e instalaciones de la central.

En función de las características de cada central, el ciclo de operación, es decir, el tiempo entre cada parada de recarga, es de 12, 18 ó 24 meses.

1.7 ASPECTOS DESTACABLES Y PERSPECTIVAS PARA EL AÑO 2012

Durante el año 2011, el hito más destacado ha sido la realización de las pruebas de resistencia establecidas por la Unión Europea para las instalaciones nucleares después de los acontecimientos ocurridos en la central nuclear japonesa Fukushima Daiichi.

A continuación, se detallan las actividades más destacables para cada una de las centrales nucleares españolas durante el año 2011 y los objetivos previstos para el año 2012.

Central nuclear de Santa María de Garoña

Durante 2011, la producción bruta de energía eléctrica en la central nuclear de Santa María de Garoña fue de 3.747,54 millones de kWh. Con unos factores de carga y de operación superiores al 91%, sitúa a la central por encima de la media de los reactores nucleares de su misma tecnología a nivel mundial.



Los hechos más destacados durante el año 2011 son los siguientes:

- **Parada de recarga**

El 1 de mayo comenzó en la central nuclear de Santa María de Garoña una parada programada de recarga y mantenimiento finalizándose el 29 de mayo. Se alcanzó el 100% de potencia el 30 de mayo. Durante su desarrollo se realizaron más de 3.500 trabajos en la instalación, con la intervención de 1.622 profesionales de 60 empresas -la mayoría situadas en el área de influencia de la central- con más de 56.000 horas.hombre de dedicación.

Se sustituyeron 121 elementos combustibles y se realizaron inspecciones en el interior de la vasija del reactor, actuando entre otros sistemas y equipos, en la turbina y en el generador. Una vez finalizados los trabajos se realizaron cerca de 800 pruebas previas al arranque de la central.

El 26 de mayo durante el proceso de arranque de la planta, y en la prueba programada de sobrevelocidad de turbina, se produjo la parada automática del reactor. Una vez analizada la causa y realizados los ajustes y cambios oportunos, la central continuó las correspondientes pruebas previstas para su conexión de nuevo a la red eléctrica.

La central notificó al Consejo de Seguridad Nuclear un total de seis sucesos operativos, tal como está previsto en las especificaciones técnicas de funcionamiento. Todos ellos han sido clasificados como nivel 0 (sin significación para la seguridad) en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares y Radiológicos (INES).

Nuclenor trabaja para que Santa María de Garoña opere más allá de julio de 2013



• Cultura de seguridad

El 17 de noviembre se desarrolló el correspondiente ejercicio anual de emergencia interior. En esta ocasión, el simulacro comenzó con la declaración de un terremoto de intensidad superior a la base de operación en la zona próxima a la instalación. En esta situación se contempló la pérdida exterior de energía eléctrica, así como la inoperancia de equipos y sistemas de emergencia, lo que originó la pérdida total de la electricidad en la planta. El Consejo de Seguridad Nuclear supervisó directamente el ejercicio.

En el mes de febrero un equipo de WANO (World Association of Nuclear Operators) desarrolló una misión destinada a mejorar áreas como el liderazgo o el refuerzo del comportamiento de los trabajadores de la central de Santa María de Garoña. De esta manera, Nuclenor, propietaria de la instalación, continúa con la mejora de la cultura de seguridad dentro del Plan de Actuación 2011/2013.

• Certificados y reconocimientos

Nuclenor recibió el 24 de noviembre de 2011 el sello OGECÓN por promover, desarrollar y aplicar la gestión del conocimiento para impulsar tanto la competitividad como la mejora continua en el trabajo. Esta iniciativa es impulsada desde el año 2004 por el Observatorio de Gestión del Conocimiento de la Confederación de Asociaciones Empresariales de Burgos (FAE), junto a la Universidad de Burgos y Cajacirculo.

Por otro lado, Nuclenor renovó en el mes de marzo la certificación que la acredita como Empresa Familiarmente Responsable después de superar la auditoría realizada por AENOR.

• Colaboración con el entorno

En el año 2011, se mantuvieron reuniones con los alcaldes del entorno de la central pertenecientes a la asociación AMAC. En esta última se informó sobre la presentación del informe final de las pruebas de resistencia entregado por todas las centrales españolas al CSN.

• Reuniones y seminarios profesionales. Participación en misiones técnicas.

Nuclenor participó en una misión *Peer Review* (revisión internacional por homólogos) de WANO en la central suiza de KKL, realizada del 28 de marzo al 15 de abril. Intervino el jefe de la sección de Química, Radioquímica y Medioambiente. Su labor consistió en realizar un seguimiento de las áreas de química, radioquímica y control de efluentes, así como el almacenamiento y etiquetado de productos químicos de acuerdo con los objetivos establecidos por este organismo internacional.

Perspectivas de futuro

Durante el año 2011, Nuclenor continuó con las iniciativas tendentes a lograr la continuidad del funcionamiento de la central de Santa María de Garoña más allá de julio de 2013, contemplado en el actual permiso de funcionamiento, cuya Orden Ministerial fue recurrida por Nuclenor ante la Audiencia Nacional.

En este sentido, el 14 de julio de 2011 la Audiencia falló en contra del recurso presentado por la empresa y otras entidades e instituciones. El día 19 del mismo mes, el Consejo de Administración de Nuclenor acordó interponer contra la sentencia un recurso de casación ante el Tribunal Supremo que se formalizó el día 26 de diciembre de 2011.

Con independencia de las iniciativas legales llevadas a cabo hasta la fecha, Nuclenor tiene fijadas tres prioridades para los próximos años:

- Mantener una operación impecable de la central nuclear de Santa María de Garoña, incorporando las inversiones y mejoras para la modernización y puesta al día de la planta que garanticen una operación segura y fiable.
- Cumplir escrupulosamente los límites y condiciones establecidos para el funcionamiento de la instalación por parte de las autoridades competentes en cada momento.
- Mantener y potenciar todas las iniciativas y acciones necesarias en defensa de los legítimos intereses de la empresa y de sus empleados.

Central nuclear de Almaraz

Durante el año 2011, la producción bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Almaraz ha sido de 15.849 millones de kWh.

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I ha sido de 7.832,06 millones de kWh y desde el 1 de mayo de 1981 hasta el 31 de diciembre de 2011 lleva acumulados 210.361,45 millones de kWh. La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II ha sido de 8.017 millones de kWh y desde el 8 de octubre de 1983 hasta el 31 de diciembre de 2011, lleva acumulados 205.401,91 millones de kWh.



Los hechos más destacados durante el año 2011 son los siguientes:

• Parada de recarga

La unidad I comenzó las actividades de recarga el 12 de junio y, de acuerdo al programa previsto, fue conectada a la red eléctrica nacional el 21 de julio. En esta ocasión han participado más de 1.200 personas adicionales procedentes de 70 empresas de servicios y se han ejecutado más de 8.000 actividades diferentes.

La unidad II fue desconectada el 21 de noviembre de 2010 de la red eléctrica nacional, para dar comienzo a los trabajos de la decimonovena recarga de combustible y mantenimiento general. Entre los trabajos realizados se encuentran los relacionados con el aumento de potencia de Almaraz II. Este reactor finalizó los trabajos de esta parada de recarga y mantenimiento el 25 de enero de 2011.



- **Cultura de seguridad**

El 16 de junio se celebró el XI Comité de Información de la central nuclear de Almaraz, presidido por el Subdirector General de Energía Nuclear del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Durante la sesión, de carácter informativo y divulgativo, la Dirección General de Protección Civil y Emergencias explicó el funcionamiento del Plan de Emergencia Nuclear Exterior de la central (PENCA); el Subdirector General de Energía Nuclear, detalló la Ley sobre Responsabilidad Civil por daños nucleares o producidos por materiales radiactivos, y el área de Relaciones Institucionales del CSN introdujo el funcionamiento del nuevo Comité Asesor, destacando la importancia de la transparencia y el acceso a la información y la participación pública.

En el mes de septiembre tuvo lugar la Auditoría de Renovación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) realizada por AENOR, de acuerdo con la norma UNE-EN-ISO 14001:2004. El informe del equipo auditor destaca que el sistema está correctamente implantado, dando cumplimiento a los requisitos de la norma de referencia, así como los esfuerzos realizados por la organización encaminados a la mejora continua, la formación y experiencia del personal con responsabilidades ambientales y su compromiso medioambiental.

El 1 de diciembre se realizó el Simulacro Anual de Emergencia Interior iniciándose a las 10:30 horas por amenaza de intrusión en área protegida. Además, se contempló la parada automática del reactor por pérdida de tensión en barras normales, un incendio en la zona de tanques y la pérdida de agua de alimentación auxiliar en sistemas del circuito primario, que elevaron la emergencia a Categoría IV "Emergencia General". El simulacro duró más de tres horas y estuvo supervisado por el Consejo de Seguridad Nuclear.

La unidad II de la central nuclear de Almaraz ha realizado trabajos para incrementar su potencia

Perspectivas de futuro

La central nuclear de Almaraz contempla la realización de las paradas de recarga de combustible y mantenimiento general en ambas unidades. La unidad II comenzará la vigésima parada de recarga en el mes de mayo de 2012 y la unidad I comenzará la vigésima segunda parada de recarga en el mes de noviembre de 2012.

Durante el año 2011, se desarrollaron varias iniciativas en el área de formación consistentes en la implantación de Aulas-Taller y un Simulador de Factores Humanos, que redundarán en la mejora de la formación, tanto del personal de plantilla como de las empresas colaboradoras. Está previsto que estén operativos a finales del 2012.



Central nuclear de Ascó

Durante el año 2011, la producción bruta de energía eléctrica de las dos unidades de la central nuclear de Ascó ha sido de 14.456 millones de kWh.

Durante 2011, la producción bruta de energía eléctrica de Ascó I y Ascó II ha sido de 6.988 y 7.468 millones de kWh, respectivamente.

Los hechos más destacados durante el año 2011 son los siguientes:

La unidad I de la central nuclear de Ascó se conectó a la red eléctrica el día 2 de junio tras finalizar la vigésima primera parada de recarga de combustible. Durante la parada se sustituyeron 64 de los 157 elementos combustibles. Además de esta tarea y de acuerdo a la planificación realizada, se llevaron a cabo, con resultado satisfactorio, las más de 10.800 órdenes de trabajo. De éstas, destaca especialmente la sustitución de los cuatro recalentadores separadores de humedad (MSR's) por unos de mayor eficiencia. Otros trabajos relevantes de la parada fueron los llevados a cabo en los generadores de vapor.

La unidad II se conectó a la red eléctrica el día 13 de enero de 2012, tras finalizar la vigésima parada de recarga de combustible. De esta manera, finalizaron con resultados satisfactorios los trabajos de renovación de 56 de los 157 elementos combustibles que se alojan en el reactor y las tareas de mantenimiento preventivo, correctivo y modificaciones de diseño previstas en las más de 13.000 órdenes de trabajo, entre las que destaca especialmente la inspección de las penetraciones de la tapa de la vasija (que garantiza la integridad de la barrera de presión constituida por la tapa de la vasija y se ejecuta para comprobar que no hay pérdidas de refrigerante del primario) y la inspección de los generadores de vapor.

- **Renovación de la autorización de explotación**

Las dos unidades de la central nuclear de Ascó recibieron el 23 de septiembre la Orden Ministerial que autoriza la explotación de la central para un periodo de diez años, hasta el mes de septiembre de 2021.



El Almacén Temporal Individual (ATI) de Ascó estará listo a finales del año 2012

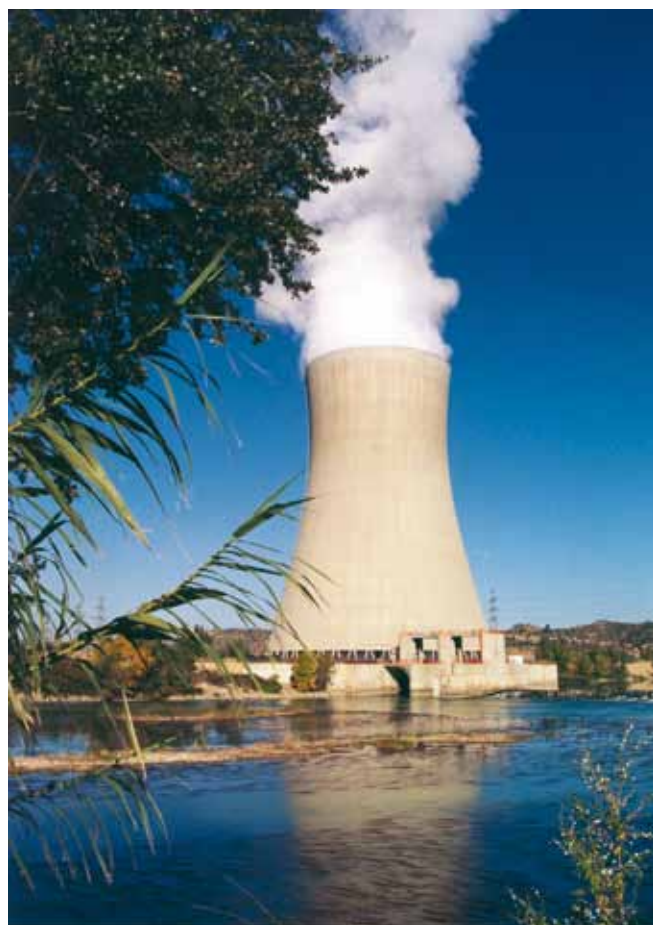
- **Cultura de seguridad**

Durante el 2011, la central nuclear de Ascó acogió diferentes visitas técnicas y de apoyo por parte de expertos de organismos internacionales con el objetivo de seguir en el camino de la mejora continua de la instalación. En este sentido, en el mes de febrero un equipo de INPO (Institute of Nuclear Power Operators) realizó una visita de apoyo y asesoramiento para observar las prácticas de trabajo en la planta.

Asimismo, en el mes de septiembre la central acogió una misión *Peer Review* de WANO (Asociación Mundial de Operadores Nucleares). Durante tres semanas, 30 expertos de 9 nacionalidades distintas evaluaron las prácticas empleadas en la central y las compararon con las mejores prácticas internacionales mediante un completo análisis de áreas clave. Las conclusiones de esta evaluación han permitido a la central identificar áreas de mejora y desarrollar planes de acción concretos para cada una de ellas.

Durante el mes de octubre, se realizó una TSM (misión técnica de apoyo) por parte de un equipo de WANO formado por expertos en diversas áreas relacionadas con factores humanos.

Por otro lado, en el mismo mes, se realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior. Este ejercicio permitió comprobar satisfactoriamente la coordinación de todo el personal involucrado, las vías de comunicación y el correcto funcionamiento del Plan de Emergencia Interior del emplazamiento.



- **Nuevo centro de información**

La Asociación Nuclear Ascó - Vandellós II (ANAV) inauguró el 28 de noviembre el nuevo centro de información que representa una de las apuestas más decididas de ANAV para profundizar en su política de transparencia y de acercamiento de sus actividades a la sociedad y, muy especialmente, al entorno inmediato de sus instalaciones. Este nuevo equipamiento, diseñado como un espacio interactivo de divulgación de la energía y del funcionamiento de una central nuclear, da respuesta al objetivo múltiple de ANAV de atender a la demanda existente de visitas a la planta y generar, al mismo tiempo, un valor añadido que complemente la oferta de atracción de visitantes de la comarca de la Ribera d'Ebre.

Perspectivas de futuro

La central nuclear de Ascó inició durante 2011 la fase de ejecución del proyecto del Almacén Temporal Individualizado (ATI) que albergará el combustible gastado de las dos unidades. La central amplía así su capacidad de almacenamiento mientras no esté disponible el Almacén Temporal Centralizado (ATC).

El ATI constará de dos plataformas con catalogación antisísmica. Cada una de ellas tendrá capacidad para 16 contenedores de almacenaje de combustible en seco. Cada uno de estos contenedores, a su vez, podrá alojar hasta 32 elementos combustibles. Está previsto que la nueva instalación entre en funcionamiento a finales de 2012.

Central nuclear de Cofrentes

Durante el año 2011, la producción bruta de energía eléctrica ha sido de 7.900,58 millones de kWh.

Los hechos más destacados durante el año 2011 han sido los siguientes:

- Parada de recarga

El 25 de septiembre dio comienzo la decimo octava recarga de combustible, que supuso la contratación de 1.300 profesionales y la realización de 13.800 trabajos durante los 49 días que duró. Complementando los trabajos asociados a la sustitución del combustible nuclear, se llevaron a cabo otros trabajos de modernización y mantenimiento, entre los que cabe destacar: inspección y revisión de la vasija del reactor y sus componentes internos; cambio del motor y revisión de válvulas del lazo B de recirculación; sustitución de las bombas de refuerzo de condensado, del computador de procesos SIEC y del regulador de velocidad del grupo diésel de la división II; revisión general de la turbina de baja presión B, del generador eléctrico principal y del grupo diésel de la división I y sustitución parcial del relleno de las torres de tiro natural.



- Cultura de seguridad

En 2011 se notificaron once sucesos al Consejo de Seguridad Nuclear. Todos ellos fueron calificados como nivel 0 (sin significación para la seguridad) en la escala INES, y se debieron al funcionamiento anómalo de algún componente o sistema. El 15 de febrero se produjo la intrusión de un grupo de activistas en la zona de las torres de refrigeración, área no vital de la instalación. Este hecho fue calificado como suceso de nivel 0. Ninguno de los sucesos supuso riesgo para los trabajadores, la población ni el medio ambiente, como el mismo Consejo de Seguridad Nuclear recoge en sus informes.



El Ministerio de Industria concedió en marzo de 2011 a la **central nuclear de Cofrentes** la autorización de explotación por diez años más

- **Renovación de la autorización de explotación**

En marzo de 2011, el Ministerio de Industria concedió la renovación de la autorización de explotación a Cofrentes por un periodo de diez años, hasta marzo de 2021.

Perspectivas de futuro

La central nuclear de Cofrentes va a seguir operando dentro de los márgenes de seguridad establecidos, tras haber completado un ciclo excelente, con el objetivo de continuar mejorando sistemas y componentes, así como lograr la excelencia en la vía profesional.

Se iniciará también la preparación de los trabajos para la próxima recarga, con el fin de mantener la instalación siempre en línea con los más altos estándares de seguridad y a la vanguardia tecnológica dentro de la industria nuclear.

Todos los planes de Cofrentes para 2012 se ajustan a la misión que recoge su Plan de Gestión: producir energía eléctrica de forma segura y fiable, respetando el medio ambiente y manteniendo su rentabilidad. Para ello, en dicho Plan se establecen una serie de programas de mejora para reforzar los recursos e inversiones en las áreas que se considere necesario, incluyendo: mantenimiento, formación de personal, análisis de experiencia operativa, renovación de equipos y dotación de plantillas.

En febrero de 2012, se recibirá el *Follow-Up* del *Peer Review* (seguimiento de la revisión internacional entre homólogos) realizado en 2009. Consiste en la visita de un grupo de expertos de WANO (Asociación Mundial de Operadores Nucleares) para verificar las acciones de mejora implantadas en la central que se propusieron en la anterior revisión.

Central nuclear de Vandellós II

Durante el año 2011, la producción bruta de energía eléctrica ha sido de 7.327,98 millones de kWh.

Los hechos más destacados durante el año 2011 son los siguientes:

- **Parada de recarga**

La central nuclear de Vandellós II realizó durante el 2011 los trabajos programados en la décimo séptima recarga de combustible. Durante la parada se llevaron a cabo más de 7.000 órdenes de trabajo. Entre éstas, destaca, además de la renovación de 61 de los 157 elementos combustibles, la sustitución del transformador principal. Otras tareas significativas fueron las ejecutadas en el sistema de agua de salvaguardias tecnológicas (EJ) y la inspección de las torres de salvaguardias y ventiladores.

En la ejecución de estos trabajos participaron unos 1.300 profesionales, la mitad de los cuales reside en las comarcas de Tarragona, que pertenecen a unas 75 empresas, la mayoría de ellas ubicadas en el área de influencia de la central.



- **Cultura de seguridad**

Durante el año 2011 la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) ha seguido avanzando en la implantación de cada una de las líneas de actuación del Plan de Refuerzo Organizativo, Cultural y Técnico (PROCURA). Asimismo, se ha continuado con la implantación del Plan de Cambio Cultural a través de la definición de actuaciones troncales comunes a todo ANAV.

Por otro lado, en línea con los objetivos marcados de revisión independiente por parte de organismos internacionales, se ha seguido en contacto con INPO, WANO y OIEA. En este sentido, cabe destacar la visita en el mes de mayo de un grupo de expertos del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que realizaron, en el mes de mayo, el seguimiento de las recomendaciones y las sugerencias de mejora realizadas durante la Misión Internacional OSART (Operational Safety Review Team), que tuvo lugar en 2009. Los resultados finales de esta misión certificaron el compromiso de la central nuclear de Vandellós II con la seguridad nuclear y la mejora continua. Además, en el mes de octubre, un equipo de WANO formado por expertos en diversas áreas relacionadas con factores humanos realizó una TSM (misión técnica de apoyo).

Finalmente, el día 26 de mayo la central nuclear Vandellós II realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI) de la instalación. El ejercicio permitió comprobar la coordinación de todo el personal que tiene asignadas funciones en el PEI, así como el correcto funcionamiento de las vías de comunicación con los diferentes organismos que forman parte de la organización de emergencia en caso que sea necesaria su intervención.

En la última parada de recarga de la central nuclear de Vandellós II se realizaron 7.000 órdenes de trabajo y se empleó a 1.300 profesionales adicionales a la plantilla de la central

Perspectivas de futuro

Durante el próximo año 2012, la central nuclear de Vandellós II llevará a cabo la décimo octava recarga de combustible. Entre las actividades previstas destacan el cambio del rotor del alternador, del interruptor principal, la inspección de los tubos guía de las barras de control y mejoras en la grúa polar.

Respecto a los aspectos de cultura de seguridad, ANAV finalizará la implantación de todas las actuaciones incluidas en el Plan PROCURA y se llevará a cabo una evaluación externa de Cultura de Seguridad por parte del equipo de la experta internacional Sonia Haber.

Finalmente en 2012, expertos internacionales evaluarán las acciones implantadas por la central nuclear de Vandellós II derivadas de la misión internacional WANO *Peer Review* que se llevó a cabo en octubre de 2010.



Central nuclear de Trillo

Durante el año 2011, la producción bruta ha sido de 8.367,5 millones de kWh, y desde el inicio de la operación en 1988, lleva acumulados 188.696,82 millones de kWh.

Los hechos más destacados durante el año 2011 han sido los siguientes:

- **Parada de recarga**

La vigésimo tercera parada de recarga de combustible y mantenimiento general de la instalación comenzó el 5 de mayo y finalizó el 3 de junio. Ha contado con el apoyo de más de 1.000 personas, pertenecientes a más 50 empresas de servicios, para ejecutar los trabajos propios de la recarga y las diferentes actividades de mantenimiento.

- **Cultura de seguridad**

El 7 de abril se celebró el XI Comité de Información de la central nuclear de Trillo, convocado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. En la sesión abierta de carácter informativo y divulgativo se presentó el Plan de Emergencia Nuclear de Guadalajara (PENGUA) por parte de la Subdelegada del Gobierno en Guadalajara y el Subdirector de Planificación, Operaciones y Emergencias de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.

El 30 de junio se efectuó el Simulacro Anual de Emergencia Interior en el que participó el personal de la planta. En toda la situación no se superó la Categoría III "Emergencia en el Emplazamiento". En el simulacro se reprodujo, de la forma más real posible, las secuencias de un hipotético accidente y en esta ocasión, estando la planta parada para recarga, se simuló una emergencia causada por un terremoto, que provocó la pérdida de alimentación eléctrica exterior y de parte de las fuentes de energía eléctrica interiores (generadores diésel). También se simuló un incendio de grandes dimensiones en uno de los generadores diésel, y problemas en la evacuación de calor del circuito primario, así como una réplica del terremoto. La realización de este simulacro ha servido para comprobar la consecución de los objetivos establecidos en el mismo.



Del 19 al 26 de septiembre tuvo lugar la Auditoría de Renovación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) realizada por AENOR, de acuerdo con la norma UNE-EN-ISO 14001:2004. El informe del equipo auditor destaca que el sistema está correctamente implantado dando cumplimiento a los requisitos de la norma de referencia, así como los esfuerzos realizados por la organización encaminados a la mejora continua, la formación y experiencia del personal con responsabilidades ambientales y su compromiso medioambiental.

Perspectivas de futuro

Durante el año 2012, se realizará la vigésimo cuarta parada para recarga de combustible que tiene previsto su comienzo en el mes de mayo.

También se llevará a cabo el proyecto de renovación del centro de información. El nuevo centro incorporará las últimas tendencias de centros similares, a través de múltiples elementos de novedosa tecnología, con dispositivos de imagen, sonido, maquetas, pantallas táctiles inspiradas en los teléfonos móviles de última generación, así como fotografías y paneles de gran formato, estando prevista su inauguración en el segundo semestre del año.

2. Otras instalaciones nucleares españolas

2.1 FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO

En el año 2011, Enusa ha suministrado a las centrales nucleares españolas, Almaraz II, Ascó II, Trillo, Vandellós II y Cofrentes un total de 151 toneladas de uranio (tU) en distintos grados de enriquecimiento, lo que equivale a 1.268 toneladas de uranio natural en forma de UF₆, 1.026 miles de UTS (unidades técnicas de separación) y 1.503 toneladas de concentrados de uranio (U₃O₈).

En este mismo año, Enusa ha fabricado 341,4 toneladas uranio, de las cuales 234,3 tUeq se han dedicado a la exportación.

Se han fabricado 1.029 elementos combustibles, 532 para reactores de agua a presión PWR y 497 para reactores de agua en ebullición BWR. Constituyen un récord tanto en la cantidad fabricada como en el de toneladas destinadas a la exportación.

Cantidades anuales, en tU, fabricadas 1985-2011



Fuente: Enusa Industrias Avanzadas, S.A.

La fabricación acumulada desde el inicio se muestra en el gráfico siguiente:

Fabricación acumulada desde 1985 hasta 2011

	PWR	BWR	Total
tU	4.101	1.584	5.685
Elementos combustibles (unidades)	9.270	8.855	18.125

Fuente: Enusa Industrias Avanzadas, S.A.

2.2 CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD DE EL CABRIL

Desde el inicio de las actividades del centro de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad de El Cabril en Hornachuelos (Córdoba) en 1992 hasta el 31 de diciembre de 2011 la instalación ha recibido un total 33.720,7 metros cúbicos de residuos. Este volumen supone el 65,90% de la capacidad total de almacenamiento.

De las 28 celdas de almacenamiento que dispone, en diciembre de 2011 se encontraban completas y cerradas las 16 estructuras de la plataforma norte de la instalación y dos estructuras de la plataforma sur.

Durante 2011 El Cabril ha recibido un total de 1.956,55 m³ de residuos de baja y media actividad.

Residuos radiactivos de baja y media actividad recibidos en 2011



Almacenamiento de residuos de muy baja actividad

En 2011 se recibieron un total de 84 expediciones con 1.272,12 metros cúbicos de residuos de muy baja actividad (1.206,34 metros cúbicos procedentes de las centrales nucleares y 65,78 metros cúbicos de

instalaciones radiactivas), que se almacenaron en la estructura específica para estos materiales, que comenzó a funcionar en El Cabril en octubre de 2008, y que al finalizar el año 2011 alcanzaba el 9,99% de ocupación.



3. Desmantelamiento de instalaciones y gestión de residuos radiactivos

3.1. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

Los residuos de baja y media actividad procedentes de la operación de las centrales nucleares son acondicionados por las mismas, debiendo cumplir los criterios de aceptación establecidos para su almacenamiento definitivo en el Centro de Almacenamiento de Residuos de Baja y Media Actividad de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, Enresa, en El Cabril (Córdoba). Estos residuos se almacenan de forma temporal en las instalaciones que las propias centrales nucleares tienen en sus emplazamientos, a la espera de su traslado a El Cabril.

Durante el año 2011 se han producido 760,73 m³ de residuos y 927,66 m³ fueron retirados por Enresa. En la siguiente tabla se muestran los volúmenes de residuos generados por cada central y retirados por Enresa, así como el grado de ocupación de los almacenes temporales.

Volumen de residuos radiactivos de baja y media actividad (m ³)			
Central nuclear	Generados	Retirados	Grado de ocupación (%) (*)
Santa María de Garoña	69,74	129,36	41,20
Almaraz I	88,44	142,08	30,29 (**)
Almaraz II	88,44	142,08	30,29 (**)
Ascó I	99,88	53,90	20,77
Ascó II	82,94	5,50	20,73
Cofrentes	212,74	377,96	38,21
Vandellós II	71,72	50,38	10,39
Trillo	46,86	26,40	10,68
TOTAL	760,73	927,66	

Fuente: UNESA y elaboración propia.

(*) Datos a 31 de diciembre de 2011.

(**) Existe un único almacén para las dos unidades de la central nuclear de Almaraz.

3.2. GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO

Las centrales nucleares españolas se han diseñado para almacenar temporalmente el combustible gastado en las piscinas construidas al efecto, dentro de sus propias instalaciones. Si se produce la saturación de la capacidad de almacenamiento de dichas piscinas, se procede a almacenar el combustible gastado en un almacén temporal en seco.

A 31 de diciembre de 2011, la cantidad de combustible gastado almacenado temporalmente en las centrales nucleares españolas era de 3.539,59 toneladas de uranio.

La distribución en cada una de las centrales y el año previsto de saturación de las piscinas en cada una de ellas (teniendo en cuenta que existe la obligación legal por seguridad de dejar una reserva de capacidad igual a la de un núcleo completo) es la siguiente:

Central nuclear	Combustible irradiado almacenado (tU)	Grado de ocupación (%)	Año previsto de saturación
Santa María de Garoña	353,20	80,68	2019
Almaraz I	586,00	76,74	2021
Almaraz II	553,00	72,37	2022
Ascó I	499,47	91,09	2013
Ascó II	488,83	89,87	2014
Cofrentes	647,33	77,91	2021
Vandellós II	411,76	67,08	2020
TOTAL	3.539,59		

Fuente: Elaboración propia. Datos a 31 de diciembre de 2011.

La central nuclear de Trillo, cuenta desde 2002 con un almacén temporal en seco. Durante el año 2011 se ha realizado la carga de un contenedor ENSA-DPT, fabricado por la empresa Equipos Nucleares, con un total de 21 elementos de combustibles gastados, con lo que a 31 de diciembre de 2011 se encuentran en el Almacén Temporal Individualizado 21 contenedores con un total de 441 elementos combustibles (209 tU).

Enresa está construyendo un Almacén Temporal Individualizado para los reactores Ascó I y II y en abril de 2008 publicó, a través del BOE, las bases del concurso para el diseño de los contenedores para este almacén, con el objetivo de estar operativo en el segundo trimestre de 2012.



Enresa ha comenzado el **desmantelamiento** de los **componentes radiológicos** de José Cabrera

3.3. DESMANTELAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR JOSÉ CABRERA

El desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera ha terminado el año 2011 con el inicio de uno de sus hitos más importantes, el desmontaje de los componentes radiológicos de la planta, tras recibir, el 10 de noviembre, la autorización del Consejo de Seguridad Nuclear a los nuevos sistemas de ventilación de los edificios de contención y auxiliar. Estos primeros trabajos se han centrado en el desmontaje de los sistemas de vapor principal, los sistemas de tratamiento de residuos gaseosos y los sistemas de instrumentación nuclear para el seguimiento de la potencia del reactor.

Para realizar el desmantelamiento de las partes activas de la central, durante 2011 ha sido necesario acometer distintas actividades previas. Por un lado, se ha convertido el antiguo edificio de turbina, una vez desmontados todos sus equipos y componentes, en un edificio destinado a acondicionar los residuos procedentes del reactor, denominado EAD (Edificio Auxiliar de Desmantelamiento).

Esta adaptación ha requerido la modificación de diferentes sistemas, tanto en este edificio auxiliar de desmantelamiento como en el propio edificio de contención. También, para desarrollar una óptima gestión de materiales, se ha instalado y calibrado un medidor de bajo fondo o "box counter" que servirá para determinar con exactitud el contenido radiológico de los materiales procedentes de áreas activas.

Desde el inicio del proyecto, y hasta el 31 de diciembre de 2011, se han gestionado 3.729 toneladas de materiales convencionales y 267 toneladas de material desclasificable, procedente de zonas radiológicas, pero susceptible de ser tratado como convencional, una vez verificada la ausencia de contaminación radiológica.





3.4 DESMANTELAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS I

La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos finalizó el 30 de junio de 2003 el desmantelamiento de la Instalación Vandellós I hasta el nivel 2. Durante el año 2004 se preparó la instalación para la fase de latencia, tanto desde el punto de vista funcional como de estructura organizativa y de personal, en la que se entró oficialmente el 18 de enero del año 2005.

Los trabajos de mantenimiento y vigilancia de la planta gestionada por Enresa consisten en el seguimiento en continuo de los parámetros físicos de temperatura, humedad y presión del interior del cajón del reactor en estado pasivo y en la realización periódica de pruebas de estanqueidad del cajón y del estado de corrosión de los materiales internos.

Estos trabajos suponen una infraestructura mínima de gestión. Sin embargo, el emplazamiento de la antigua central nuclear constituye una ubicación privilegiada para el desarrollo de programas de investigación y formación sobre el desmantelamiento de otras centrales nucleares.

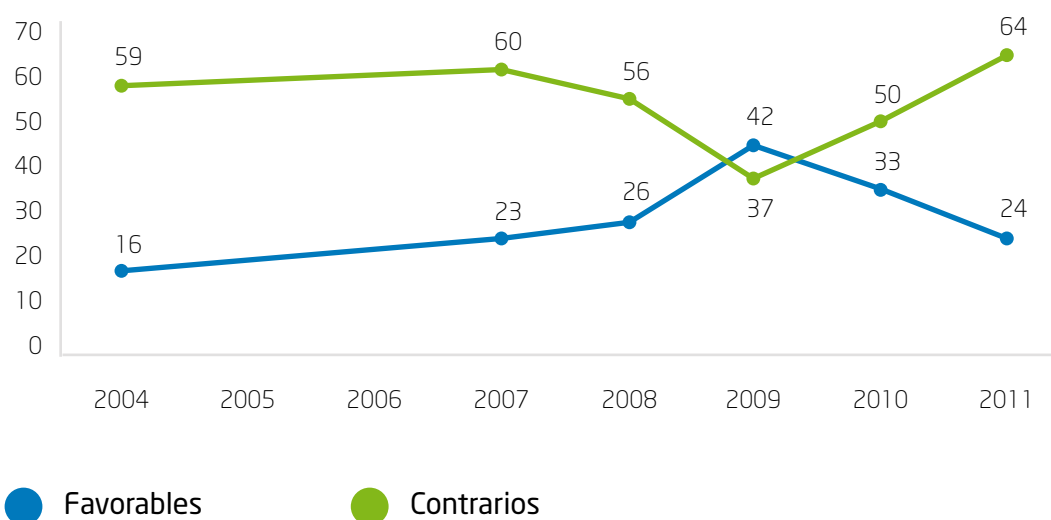
Por ello, Enresa ha firmado con la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona un convenio de colaboración al respecto, que representa un programa específico de I+D constituyéndose a tal fin el Centro Tecnológico Mestral, asentado sobre la investigación de tecnologías, materiales y procedimientos, la formación de futuros profesionales y la comunicación de sus actividades a la opinión pública. Hasta la fecha ya se han llevado a cabo 34 proyectos.

Como parte del Centro Tecnológico Mestral se cuenta en la actualidad con un Espacio Enresa que ha recibido en el año 2011 un total de 3.111 personas, principalmente escolares y colectivos sociales e institucionales. Las visitas al Espacio Enresa reciben información adecuada a cada tipo de colectivo y pueden opcionalmente realizar talleres prácticos, visitar la sala de exposiciones y realizar un recorrido sobre las instalaciones remanentes de la instalación.

4. Opinión pública en España

En junio de 2011, a petición de Foro Nuclear, Ipsos Public Affairs evaluó la posición de los españoles ante el aprovechamiento de la energía nuclear para producir electricidad.

Del estudio se deduce que la opinión pública se sitúa a niveles del año 2007, uno de cada cuatro está a favor y tres de cada cinco en contra de utilizar la energía nuclear para producir electricidad, lo cual es un resultado coherente con lo ocurrido en la central nuclear japonesa Fukushima Daiichi.



A través de las encuestas recogidas a lo largo de los años, queda reflejado que a mayor información, existe más aceptación. Así, en 2011, un 74% de los encuestados consideran que las centrales nucleares españolas funcionan con seguridad.

En 2011 las centrales nucleares funcionan...



Fuente: Ipsos Public Affairs.

5. Instalaciones nucleares en el mundo

A 31 de diciembre de 2011, había 435 centrales en funcionamiento en el mundo en 31 países. La producción de electricidad de origen nuclear ha sido de 2.526,85 TWh, lo que representa aproximadamente

el 17% de la electricidad total consumida en el mundo. Otros 63 nuevos reactores se encontraban en construcción en 15 países.



Los 435 reactores que operan **en el mundo producen** aproximadamente el **17% de la electricidad**. Además, **hay 63** nuevos reactores **en construcción**

País	Reactores en operación	Reactores en construcción	Reactores parados	Producción eléctrica de origen nuclear (TWh)	Electricidad de origen nuclear (%)
Alemania	9	-	27	102,31	17,79
Argentina	2	1	-	5,89	4,97
Armenia	1	-	1	2,36	33,17
Bélgica	7	-	1	45,94	55,96
Brasil	2	1	-	15,64	3,17
Bulgaria	2	2	4	16,31	32,58
Canadá	18	-	7	90,03	15,33
China	16	26	-	87,40	1,85
Corea del Sur	21	5	-	147,68	34,64
Eslovaquia	4	2	3	14,34	54,02
Eslovenia	1	-	-	5,90	41,73
España	8	-	2	57,69	19,64
Estados Unidos	104	1	28	790,22	19,25
Finlandia	4	1	-	22,28	31,58
Francia	58	1	12	421,10	77,71
Hungría	4	-	-	14,71	43,25
India	20	6	-	28,95	3,68
Irán	1	-	-	-	-
Italia	-	-	4	-	-
Japón	50	2	10	156,18	18,14
Kazajistán	-	-	1	-	-
Lituania	-	-	2	-	-
México	2	-	-	9,31	3,55
Países Bajos	1	-	1	3,92	3,60
Pakistán	3	1	-	3,83	3,77
Reino Unido	18	-	28	62,70	17,82
República Checa	6	-	-	26,71	32,96
Rumania	2	-	-	11,74	18,98
Rusia	33	10	5	161,71	17,59
Sudáfrica	2	-	-	12,92	5,19
Suecia	10	-	3	58,02	39,62
Suiza	5	-	1	25,69	40,85
Taiwán	6	2	-	40,52	19,02
Ucrania	15	2	4	84,85	47,20
Total	435	63	144	2.526,85	

Datos a 31 de diciembre de 2011. Fuente: PRIS-OIEA y elaboración propia.



Los reactores que iniciaron su construcción en 2011 son los siguientes:

En India:

- La unidad 7 de la central nuclear de Rajasthan, un reactor de agua pesada a presión de tipo Candu de 630 MW.

En Pakistán:

- La unidad 3 de la central nuclear de Chasnupp, un reactor de agua a presión PWR de 315 MW.

En 2011 se procedió a la parada de los siguientes reactores:

En Alemania:

- Las unidades A y B de la central nuclear de Biblis, dos reactores de agua a presión PWR de 1.167 y 1.240 MW, respectivamente.
- La central nuclear de Brunsbuettel, un reactor de agua en ebullición BWR de 771 MW.
- La unidad 1 de la central nuclear de Isar, un reactor de agua en ebullición BWR de 878 MW.
- La central nuclear de Kruemmel, un reactor de agua en ebullición BWR de 1.346 MW.
- La unidad 1 de la central nuclear de Neckarwestheim, un reactor de agua a presión PWR de 785 MW.
- La unidad 1 de la central nuclear de Philippsburg, un reactor de agua en ebullición BWR de 890 MW.
- La central nuclear de Unterweser, un reactor de agua a presión PWR de 1.345 MW.

En Japón:

- Las unidades 1, 2, 3 y 4 de la central nuclear de Fukushima Daiichi, cuatro reactores de agua en ebullición BWR de 439, 760, 760 y 760 MW, respectivamente.

En Reino Unido:

- La unidad A2 de la central nuclear de Oldbury, un reactor refrigerado por gas GCR-Magnox de 217 MW.



Durante 2011, se procedió a la conexión a la red de los siguientes reactores:

En China:

- La unidad 4 de la central nuclear de Lingao, un reactor de agua a presión PWR de 1.000 MW.
- El reactor rápido experimental (FBR) llamado CEFR de 20 MW.
- La unidad 4 de la central nuclear de Qinshan II, un reactor de agua a presión PWR de 610 MW.

En India:

- La unidad 4 de la central nuclear de Kaiga, un reactor de agua pesada a presión de tipo Candu de 202 MW.

En Irán:

- La unidad 1 de la central nuclear de Bushehr, un reactor de agua a presión PWR-VVER de 915 MW.

En Pakistán:

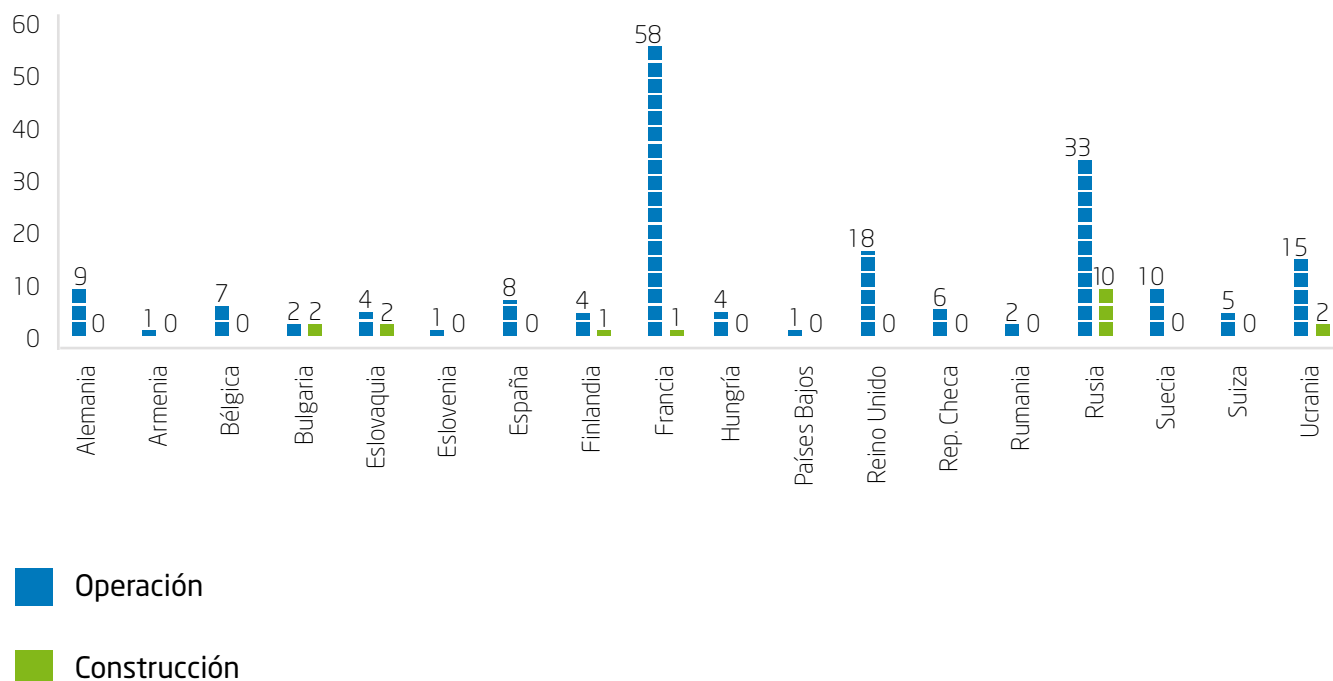
- La unidad 2 de la central nuclear de Chasnupp, un reactor de agua a presión PWR de 300 MW.

En Rusia:

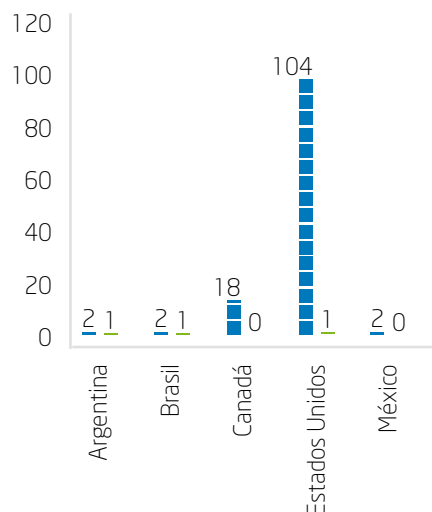
- La unidad 4 de la central nuclear de Kalinin, un reactor de agua a presión PWR-VVER de 950 MW.

Reactores en operación y construcción en el mundo

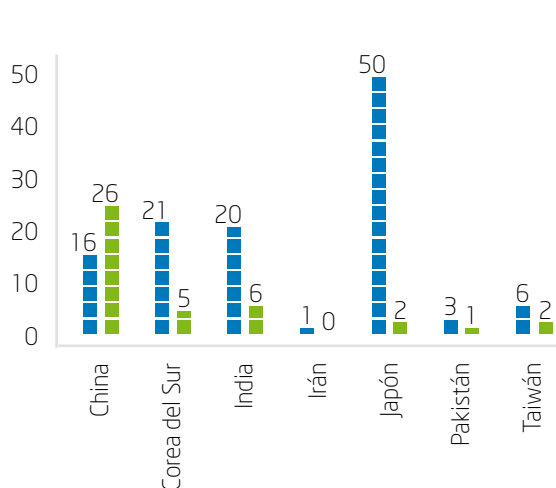
Reactores en Europa (2011)



Reactores en América (2011)



Reactores en Asia (2011)



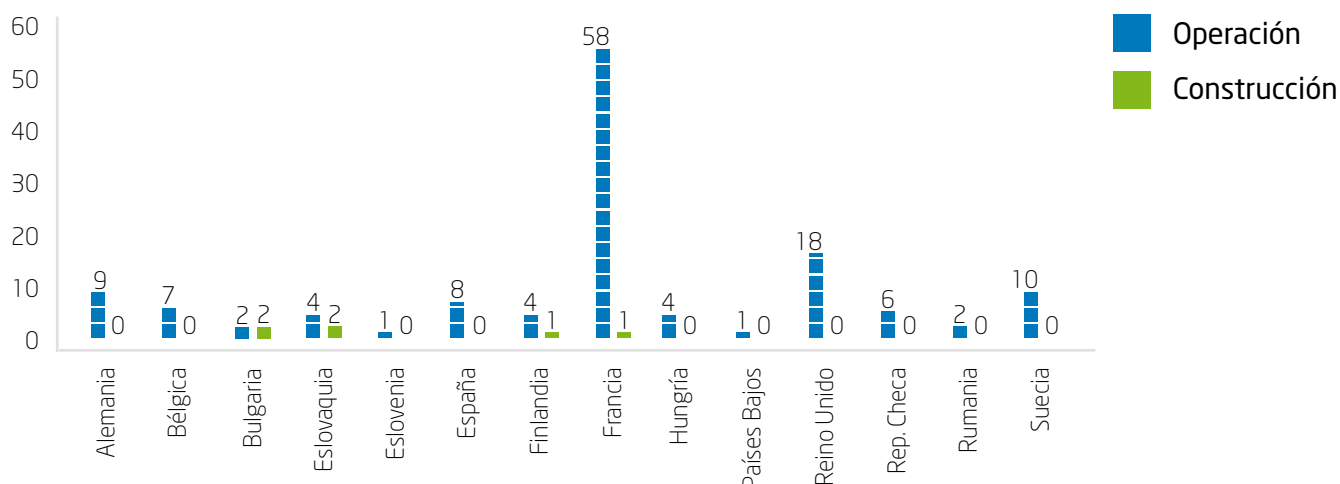
En el continente africano hay dos reactores en operación, pero no hay ninguno en construcción.

5.1 PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN LA UNIÓN EUROPEA

A 31 de diciembre, en la Unión Europea, 14 de los 27 estados miembros tienen centrales nucleares en operación. Hay un total de 134 reactores en funcionamiento, que durante el año produjeron aproximadamente una tercera parte del total de la electricidad consumida en el conjunto de la Unión Europea. Otros seis reactores se encontraban en construcción en 4 países (Bulgaria, Eslovaquia, Finlandia y Francia).

En la Unión Europea 14 de los 27 estados miembros tienen centrales nucleares en operación

Estados miembros de la Unión Europea con reactores nucleares a 31 de diciembre de 2011



Fuente: PRIS-OIEA y elaboración propia.
Datos a 31 de diciembre de 2011



Durante el año 2011, los acontecimientos más destacados en la Unión Europea han sido:

Energy Roadmap 2050

El Comisario de Energía de la Unión Europea, Günther Öettinger, presentó el 15 de diciembre de 2011 la "hoja de ruta" para 2050, en la que se estudian las medidas a tomar para hacer el sector energético sostenible a largo plazo.

Los escenarios presentados incluyen los que corresponden a las tendencias actuales y al crecimiento económico a largo plazo, incluidos los objetivos fijados para 2020 y los mecanismos asociados.

Para el más largo plazo, se presentan varios escenarios con el denominador común de la descarbonización de la economía y consiguiente aumento de la electrificación, imprescindible para cumplir los objetivos de la lucha contra el cambio climático, centrados en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en 2050 hasta un 80%-95% de los niveles de 1990. También se hace hincapié en la necesidad de aumentar la eficiencia energética.

Los escenarios presentados persiguen los objetivos de seguridad de suministro y competitividad, e inversiones asumibles. En todos ellos figura una contribución muy importante de las energías renovables. La energía nuclear, que representa hoy una parte muy destacada de la generación libre de emisiones, está presente en prácticamente todos los escenarios, sobre todo en los de tecnologías diversificadas de suministro y de retraso en la captura y almacenamiento de dióxido de carbono. La participación nuclear se cifra entre un 15% a un 18% en estos escenarios.

El estudio destaca que el suministro debe ser flexible, para lo que debe establecerse un mix en el que las fuentes de suministro se complementen, incluyendo capacidades de base, variables y flexibles. La coordinación de todo ello debe tener en cuenta las características nacionales, y desde luego es necesario un aumento sustancial de la interconexión eléctrica y gasística entre países.

Alemania

Durante 2011, el parque nuclear alemán (inicialmente con 17 reactores y posteriormente con 9) ha producido 102,31 TWh, el 17,79% del total de la electricidad consumida.

En el mes de marzo, la canciller alemana Ángela Merkel decide cerrar todas las centrales nucleares construidas antes de 1980 a raíz del accidente de la central nuclear japonesa Fukushima Daiichi. Esta decisión, que afecta a 8 reactores, ha provocado un incremento de la producción eléctrica con combustibles fósiles, lo que ha llevado a un aumento de emisiones de gases de efecto invernadero y una reorganización de las empresas de servicios públicos del país.

Según la Asociación alemana de Industrias de Energía y Agua (BDEW), Alemania importaba en los primeros momentos de la parada de las centrales, alrededor de 50 GWh.

La decisión adoptada establece el cierre definitivo de seis centrales que estaban paradas temporalmente pendientes de dos informes sobre el impacto de la crisis de Fukushima, más las de Brunsbüttel y Krümmel, paradas desde hace años por reparaciones y que no volverán a funcionar. Las nueve unidades restantes cerrarán en 2021, aunque tres de ellas podrán funcionar un año más si el sistema eléctrico lo necesitara.



La producción de los 21.517 MW nucleares que serán retirados del servicio será reemplazada por mejoras en la eficiencia energética y la puesta en servicio de nuevas centrales de energías renovables, carbón y gas natural. La decisión ya ha sido refrendada por la Cámara Baja y el Senado.

Según un estudio encargado por el Foro Atómico alemán, el coste asociado a este nuevo plan energético se estima en unos 33.000 millones de euros y el precio de la electricidad se elevará en un 33%.

El Foro Atómico alemán ha cifrado en **33.000 millones de euros el coste del cierre de las centrales nucleares alemanas en 2022**

De acuerdo con el Instituto de la Economía Alemana, la decisión de abandonar la energía nuclear, origina costes de 47.300 millones de euros si se hace una sustitución completa mediante hulla; 35.200 millones si es con lignitos y 61.300 millones si se trata de centrales de gas. Si se construyen centrales nuevas habrá que agregar los costes fijos. Con estos números la carga económica es de 47.900 millones de euros si se hace la sustitución de centrales existentes y 62.500 si se incorporan centrales nuevas. En conclusión, la reducción de la vida operativa de las centrales nucleares puede suponer una media de 55.200 millones de euros.

El aumento de los costes repercutirá en un incremento de los precios de la energía eléctrica, lo que preocupa a la industria de sectores intensivos en el uso de la energía, como el metalúrgico, papelerero o químico. Todo ello supone un riesgo importante para la competitividad de la economía alemana. Alemania suele ser un exportador neto de energía, pero las exportaciones a Países Bajos y Suiza se han detenido casi por completo.

En el mes de diciembre, el Tribunal Fiscal de Hamburgo ha fallado a favor de la empresa eléctrica E.ON que había recurrido la imposición de una tasa, devengada en el momento de la carga, de 145 euros por gramo de uranio-235 o plutonio contenido en los combustibles nuevos cargados en los reactores. El Tribunal considera que la tasa es inconstitucional, puesto que no puede considerarse como una tasa al consumo, por el momento del devengo. Por este motivo, de momento, suspende los pagos a efectuar por E.ON y ordena al Gobierno que devuelva a la empresa 96 millones de euros que había pagado.

El Gobierno alemán impuso la tasa en 2010 como parte del acuerdo para prorrogar la vida operativa de las centrales una media de doce años. Cuando el Gobierno revocó este acuerdo después del accidente de Fukushima, no suspendió la aplicación de la tasa que, durante su periodo de aplicación previsto de 2011 a 2016, supondría unos ingresos para el Estado de 2.300 millones de euros cada año.



En Bélgica la energía nuclear proporciona más de la mitad de la electricidad que se consume en el país



Bélgica

Durante 2011, los 7 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 45,94 TWh, el 53,96% del total de la electricidad consumida.

Bélgica tiene siete reactores nucleares en operación: cuatro en la central nuclear de Doel y tres en la central nuclear de Tihange. La energía nuclear proporciona más de la mitad de la electricidad y más de una quinta parte del suministro total de energía primaria.

Ion Beam Applications (IBA) ha firmado un protocolo con Institut National des Radioéléments (IRE) y Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA) para asegurar el suministro de molibdeno-99, precursor del tecnecio-99 metaestable (TC-99m), el radisótopo más utilizado para fines médicos, a partir de 2015.

Bulgaria

Durante 2011, los 2 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 16,31 TWh, el 32,58% del total de electricidad consumida.

Bulgaria ha llegado a un acuerdo con Rusia para completar la central nuclear búlgara de Belene, compuesta por dos unidades del tipo VVER del modelo AES-92, con 1.050 MW cada una. El proyecto prevé la puesta en servicio en 2016 y 2017, respectivamente.

El 12 de mayo de 2011 se inauguró oficialmente un almacén temporal centralizado para combustibles irradiados en la central nuclear búlgara de Kozloduy.

El almacén está proyectado para al menos 50 años. Fue diseñado y construido por un consorcio alemán formado por Nukem Technologies y Gesellschaft for Nuklear Service (GNS), que es responsable del suministro de contenedores de tipo CASTOR y los equipos de manipulación necesarios.

La construcción comenzó en el año 2008. Los combustibles se almacenan en seco y se refrigeran por aire. Actualmente se cuenta con 34 contenedores, a los que seguirán otros 38. La capacidad, cuando la instalación esté en pleno servicio, será de 8.000 elementos combustibles del diseño VVER-400 correspondientes a las cuatro centrales nucleares clausuradas como consecuencia de las condiciones para el acceso de Bulgaria a la Unión Europea y 2.500 elementos de las otras dos unidades que están en servicio.

Eslovenia

Durante 2011, el único reactor nuclear en funcionamiento en el país ha producido 5,90 TWh, el 41,73% del total de electricidad consumida.

En mayo de 2011, Eslovenia se ha convertido en el país miembro número 30 de la Agencia de Energía Nuclear de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Eslovenia tiene la central nuclear de Krsko, un reactor de 666 MW de agua a presión PWR, que inició su operación comercial en 1983 y es co-propiedad con Croacia.

También tiene un centro de entrenamiento de operadores nucleares y un reactor de investigación en el Jozef Stefan Institute, que cuenta con una plantilla de aproximadamente 880 personas.

Finlandia

Durante 2011, los 4 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 22,28 TWh, el 31,58% del total de electricidad consumida.

La construcción de la central nuclear finlandesa de Olkiluoto 3 está cumpliendo el calendario anunciado en junio de 2010. La central estará terminada en 2012, cuando se cargará el combustible. El operador llevará después a cabo la fase de puesta en servicio. Si no hay imprevistos, está prevista la conexión a la red en 2013. Los trabajos de obra civil están terminados y progresa la instalación de tuberías. Se han instalado la vasija de presión, los generadores de vapor y el presionador.

Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) ha lanzado un proyecto de investigación de protección contra las radiaciones transfronterizas en las regiones árticas de Finlandia, Rusia y Noruega en colaboración con Murmansk Marien Biological Institute (MMBI) de Rusia, Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA) de Noruega y el Finnish Meteorological Institute and Pöyry Finland Oy de Finlandia.

El proyecto, conocido como Collaboration Network on EuroArctic Environmental Radiation Protection and Research (CEEPR), es un estudio del estado de contaminación radiactiva en los ecosistemas terrestres y marinos en la región "EuroArctic", especialmente en el norte de Finlandia, Noruega, la península de Kola en Rusia y el mar de Barents.

El proyecto de tres años también tendrá por objeto mejorar la preparación para emergencias y evaluación de riesgos en el caso de accidente nuclear. Los resultados de los estudios de contaminación radiactiva también proporcionarán información actualizada sobre la presencia de sustancias radiactivas en la cadena alimentaria y el ambiente del Ártico.

También esta organización ha realizado un estudio a las centrales nucleares finlandesas de Olkiluoto y Loviisa para observar si están preparadas para los efectos de las inundaciones y otros fenómenos extremos después de lo ocurrido en la central nuclear japonesa Fukushima Daiichi, en el que se concluye que no es necesario realizar mejoras en la seguridad inmediata en las centrales.

Los resultados del informe indican que los fenómenos naturales que causaron el accidente de Fukushima Daiichi, un terremoto de gran magnitud seguido de un tsunami, se consideran imposibles en Finlandia. Sin embargo, STUK indicó que los operadores de las centrales nucleares no deben descuidar la preparación de las mismas para "condiciones naturales excepcionales".

En el mes de noviembre, el consorcio finlandés Fennovoima, cuyo proyecto para construir una central nuclear fue aprobado por el Gobierno y el Parlamento finlandés, ha elegido para esta unidad, después de estudiar hasta 40 emplazamientos posibles, el municipio de Pyhäjoki, en la costa noroccidental de Finlandia. Se trata de la primera decisión de este tipo después del accidente de Fukushima.



Fennovoima solicitó ofertas para construir una unidad de hasta 1.800 MW y espera comunicar su decisión entre 2012 y 2013. El Parlamento le ha concedido un plazo de 6 años para presentar una solución para el almacenamiento de combustible usado.

Los trabajos preliminares en el emplazamiento comenzarán en 2012 y la construcción en 2015. Se prevé la entrada en servicio en 2020.

Francia

Durante 2011, los 58 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 421,10 TWh, el 77,71% del total de la electricidad consumida.

El grupo de control de la defensa naval DCNS planea desarrollar un reactor nuclear civil submarino para abastecer de electricidad a las ciudades costeras o islas pequeñas a través de un acuerdo con Areva, la empresa eléctrica Electricité de France (EDF) y la Comisión francesa de energía atómica Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (CEA). Este proyecto recibe el nombre de Flexblue. La siguiente fase de desarrollo incluye la revisión detallada de las opciones de la tecnología y la producción, el potencial de mercado y la posición competitiva del modelo con otras fuentes de energía. Se espera que estos estudios duren dos años.

El reactor Flexblue sería resistente a 100 metros y un peso alrededor de 12.000 toneladas. Tendría un coste de 100 millones de euros y capacidad entre 50 y 250 MW, generando electricidad suficiente para abastecer a 1.000.000 de personas.

Este proyecto ha surgido como respuesta a la demanda global de energía y la reducción de gases de efecto invernadero. Estos reactores de tamaño pequeño y medio (Small and Medium Sized Reactors, SMRs) son objeto de estudio en Estados Unidos, Japón, Rusia y otros países, encabezados principalmente por empresas con experiencia en energía nuclear de propulsión.



Por otra parte, en el mes de julio, la Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) ha aprobado una extensión de operación de otros diez años para la central nuclear Fessenheim-1, tras una serie de evaluaciones de seguridad, superando los 30 años. Las evaluaciones de seguridad se llevaron a cabo como parte de las revisiones periódicas que se realizan cada diez años y teniendo en cuenta las lecciones aprendidas del accidente de la central nuclear japonesa Fukushima Daiichi.

Fessenheim, en Haut-Rhin, en el este del país, es el reactor nuclear más antiguo en operación comercial en Francia, un PWR de 880 MW. Comenzó su operación en 1978. Fessenheim-1 es el segundo reactor de su clase en recibir una ampliación más allá de los 30 años después de Tricastin-1 (PWR de 955 MW).

En Francia, se está construyendo un tercer reactor de agua a presión EPR de 1.650 MW en Flamanville y se prevé construir un nuevo reactor del mismo tipo en Penly.

Italia

En mayo de 2011, el Consejo de Ministros anunció una moratoria de al menos un año para la construcción de centrales nucleares en el país, como consecuencia de los sucesos de Fukushima.

Italia es el mayor importador de energía eléctrica en todo el mundo, principalmente de Francia y Suiza. Por los exigentes requisitos ambientales en cuanto a las emisiones de CO₂ asociadas a su elevado porcentaje de centrales de combustible fósil, Italia inició en 2010 los pasos para volver a tener un programa nuclear, que había abandonado en 1990 como resultado de un referéndum celebrado en 1987.



El objetivo italiano era disponer en 2020 de una cesta eléctrica de 25% renovables, 25% nuclear y 50% combustibles fósiles. Este programa nuclear, sin embargo, estaba sujeto al resultado de un referéndum, solicitado por el partido Italia dei Valori, que se opone a la renuclearización y que fue autorizado por el Tribunal Constitucional.

Italia, que no tiene centrales nucleares, es el mayor importador de energía eléctrica de todo el mundo

El referéndum se celebró en junio de 2011, meses después de los acontecimientos ocurridos en la central nuclear japonesa Fukushima Daiichi, y el resultado fue un rechazo al plan del Gobierno para recuperar el programa nuclear. Italia se convierte en el único país que ha rechazado dos veces la energía nuclear. El primer referéndum, celebrado después del accidente de Chernóbil, condujo al cierre de todas las centrales nucleares en operación y construcción, lo que fue calificado en 2008 por el entonces ministro de Economía de "un error de 50.000 millones de euros".

Lituania

La situación del mercado eléctrico en la zona del Báltico es comprometida. Como condición para su ingreso en la Unión Europea, Lituania tuvo que clausurar sus dos unidades nucleares en Ignalina, que atendían el 70% del mercado eléctrico lituano.

El Gobierno lituano ha confirmado a la Unión Europea sus planes para construir una central nuclear

Según algunos estudios realizados por Estonia y Rusia, prevén para 2016 un déficit de 900 MW y revelan que en la región báltica se necesitarán de 7.000 a 14.000 GWh al año para 2025. En estas condiciones, los Estados implicados están trazando planes nucleares que, en algunos casos, tropiezan con dificultades técnicas y financieras.

En el mes de diciembre, el Gobierno lituano ha confirmado oficialmente a la Comisión Europea sus planes para construir una nueva central nuclear en Visaginas, conjuntamente con Estonia y Letonia. Esta confirmación es necesaria cuando un país de la Unión Europea contrata una instalación nuclear y debe ser comunicada antes de tres meses a partir del contrato de suministro.

El proveedor elegido ha sido Hitachi-General Electric, que suministrará un reactor de agua en ebullición avanzado (ABWR) de 1.350 MW, con entrada en servicio prevista hacia 2020 y teniendo una participación en la propiedad. Los trabajos preparatorios ya han comenzado, incluyendo los estudios ambientales y de evaluación del emplazamiento.

Países Bajos

Durante 2011, el reactor nuclear Borssele, único reactor en funcionamiento en el país, ha producido 3,92 TWh, el 3,60% del total de electricidad consumida.

El Gobierno ha anunciado su decisión de autorizar a la empresa eléctrica EPZ para utilizar combustible de óxidos mixtos de uranio y plutonio (MOX) en Borssele, un reactor de agua a presión PWR de 482 MW. El borrador de autorización se convertirá en definitivo después de un período de información.

El combustible, con un 5,4% de plutonio fisionable, ocupará el 40% del núcleo. Con ello se reducirá la dependencia del mercado del uranio.



Polonia ha seleccionado en diciembre de 2011 tres posibles emplazamientos para construir dos centrales nucleares en el país

Polonia

El sistema energético está dominado por el carbón, que representa el 55% del suministro de energía primaria y más del 90% de la generación de electricidad. Además, Polonia supera la media de emisión de gases de efecto invernadero de la Unión Europea y se espera que aumente hasta 2020.

El informe "Energy Policies of IEA Countries-Poland 2011 Review" dice que Polonia planea construir al menos tres unidades nucleares en 2030, entrando el primero en operación en 2022. En el futuro, el plan del Gobierno es tener 4.500 MW en 2030. La capacidad exacta y el número de unidades que se construyan dependerá de la tecnología del reactor elegido. Se están considerando varias opciones.

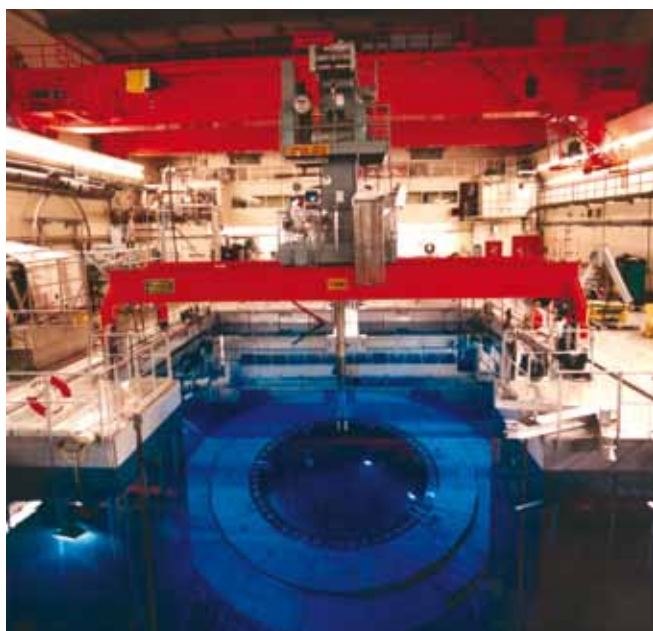
Según las previsiones del Gobierno polaco, la energía nuclear proporcionará alrededor del 7% de la electricidad para el año 2022 llegando al 16% en 2030. Polonia está negociando acuerdos con Francia, Japón, Corea del Sur y Estados Unidos. La elección final de la tecnología será realizada por el consorcio de la construcción de la central, pero el Gobierno ha especificado que será un diseño de Generación III y III+, debido a que ya están certificados para su construcción en la Unión Europea.



La compañía eléctrica polaca Polska Grupa Energetyczna (PGE) ha puesto en marcha dos adjudicaciones para el nuevo programa nuclear del país, la primera es tener un asesor técnico de apoyo en el proceso de inversión y la otra para llevar a cabo un estudio medioambiental y sobre la topografía del emplazamiento. La primera central nuclear tendrá una capacidad de 3.000 MWe.

A finales de 2011, PGE había preseleccionado tres ciudades al norte de Polonia, Choczewo, Gaski y Zarnowiec, como posibles emplazamientos para su primera central nuclear. Todas las ciudades están en la costa del Mar Báltico, en donde PGE tendrá facilidad para el suministro de agua de refrigeración. A finales de 2013 quedará definida la ubicación final y seleccionada la tecnología.

Reino Unido



Durante 2011, los 18 reactores nucleares en funcionamiento en el país produjeron 62,70 TWh, el 17,82% del total de electricidad consumida.

La Cámara de los Comunes ha aprobado su Declaración de Política Nacional Energética. Prevé la retirada de una cuarta parte del parque actual de generación eléctrica para 2020, incluyendo 12 GW fósiles. Se espera que antes de 2030 se retiren de servicio 10 GW nucleares. Como resultado de la necesidad de descarbonizar el sector energético, para 2025 se necesitará una nueva potencia eléctrica instalada de 59 GW, de los cuales unos 16 deberán ser nucleares.

La Declaración de Política Nuclear incluye ocho emplazamientos aptos para la construcción de nuevas centrales nucleares para el año 2025: Bradwell (Essex), Hartlepool (Borough of Hartlepool), Heysham (Lancashire), Hinkley Point (Somerset), Oldbury (Gloucestershire), Sellafield (Cumbria), Sizewell (Suffolk) y Wylfa (Isla de Anglesey).

A raíz del nuevo programa nuclear, el Ministro de Energía afirmó que el 70% de los trabajadores del sector nuclear en Reino Unido se retirará en 2025. Ésto conllevará cambios significativos y la pérdida de experiencia operativa en una industria que está destinada a crecer. También afirmó que las empresas eléctricas tienen planes para instalar 16 GW hasta 2025, con lo que se crearán 30.000 nuevos puestos de trabajo.

El consorcio NuGeneration Ltd (NuGen), formado por Iberdrola (50%) y GDF Suez (50%) tiene el objetivo de construir en Sellafield reactores nucleares con una capacidad de 3.600 MW. El consorcio ha preparado un plan que será remitido a las autoridades competentes con el objetivo de adoptar una decisión en 2015. La central nuclear deberá entrar en servicio en 2023 y tendrá el nombre de Moorside.

Electricité de France (EDF), propietaria de British Energy, titular de las centrales nucleares británicas, excepto las de tipo gas-grafito y uranio natural llamadas Magnox, ha anunciado su intención de prolongar la vida operativa de los 14 reactores del tipo gas avanzados AGR. Por el momento, el esfuerzo se centrará en las centrales de Heysham A y Hartlepool, con dos unidades, de 670 y 650 MW, respectivamente, que comenzaron a funcionar en 1989. EDF prolongará la vida operativa de estas unidades hasta final de 2019, cinco años más que lo actualmente previsto. Para ello realizará un experimento en el Reactor de Prueba de Materiales de Petten, en los Países Bajos, irradiando muestras de grafito usado como moderador en los AGR. En el experimento se acelerará la irradiación de las muestras para simular la operación prolongada en caso de la prórroga, comprobando si el material conserva su integridad.

La operación de los reactores británicos durante periodos adicionales permitirá que las nuevas centrales planificadas en el Reino Unido por varias empresas eléctricas tomen el relevo sin merma de la producción nuclear del país.

Con todos los cambios que se están produciendo en el sector nuclear del país, el Gobierno anunció medidas para desarrollar la legislación para crear un nuevo organismo de regulación nuclear independiente llamado Office for Nuclear Regulation (ONR), que asumirá las funciones realizadas actualmente por el regulador nuclear civil del Gobierno Health and Safety Executive (HSE). El Gobierno también ha declarado que los gastos que conlleve la creación del nuevo regulador serán a cargo de los operadores de las instalaciones nucleares y no de fondos públicos.

EDF Energy, por medio de su subsidiaria New Build Generation Co., ha iniciado ya el proceso con la presentación de una solicitud a la Oficina de Regulación Nuclear para el desarrollo de la central de Hinkley Point. Se trata de la primera solicitud para una central nuclear presentada en el Reino Unido en los últimos 20 años.

Como consecuencia del accidente de Fukushima, el ex-Secretario de Energía, Chris Huhne, encargó al Inspector Nuclear en Jefe de la Oficina de Regulación Nuclear británica (OMR), Mike Weightman, una revisión general de todos los reactores británicos en operación por si pudiera haber un impacto sobre el trabajo realizado para las evaluaciones generales de seguridad (GDA) de los reactores considerados para las nuevas construcciones.

Según se ha anunciado, no hay razones para cambiar los criterios que especifican los programas de certificación de diseños de los reactores EPR de Areva y AP-1000 de Westinghouse ni las estrategias de selección de los emplazamientos para nuevas centrales nucleares en el país. La revisión del informe Weightman, publicada el 11 de octubre de 2011, confirma que no hay problemas importantes que modifiquen los planes existentes, tanto para las certificaciones de diseño como para los criterios de emplazamiento. No obstante, existen 38 recomendaciones después de lo acontecido en Japón.

República Checa

Durante 2011, los 6 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 26,71 TWh, el 32,96% del total de electricidad consumida.

La empresa eléctrica CEZ ha sacado a licitación la selección de tres candidatos para terminar la construcción de las unidades 3 y 4 de la central nuclear de Temelín. El documento de licitación requiere el suministro de dos bloques completos de las centrales nucleares en llave en mano, incluyendo elementos combustibles para nueve años de operación.

También define los requisitos técnicos y comerciales, incluyendo los criterios de evaluación pertinentes y el procedimiento de evaluación de la oferta global. Los ofertantes tienen que cumplir con la legislación checa y con los requisitos aplicables de la Unión Europea y los de seguridad del Organismo Internacional de Energía Atómica y la Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental. Los diseños presentados deberán estar licenciados en sus países de origen o en alguno de los países de la Unión Europea.



El plazo es hasta julio de 2012 y el candidato seleccionado se anunciará a finales de 2013. La construcción empezará en 2016.

La república Checa tiene seis reactores en operación, cuatro VVER-440 en la central nuclear de Dukovany, inmersos en un proceso de modernización que se completará en 2015, y dos reactores VVER-1000 en la central nuclear de Temelin. CEZ estudia construir nuevas unidades en este emplazamiento para 2030.

5.1.1. OPINIÓN PÚBLICA EN LA UNIÓN EUROPEA

Los estudios de opinión pública realizados en la Unión Europea tras el accidente de Fukushima Daiichi han tenido distintos resultados según los países. En algunos como Alemania y Suiza la oposición a la energía nuclear ha crecido de manera significativa, mientras que en otros donde existen planes para construir reactores como Reino Unido, Finlandia o Francia, la mayor parte de la población sigue apostando por el uso de la energía nuclear.

El estudio de opinión pública, realizado por Ipsos Mori en mayo de 2011, indica que en nueve países (Bélgica, Francia, Alemania, Reino Unido, Hungría, Italia, Polonia, España y Suecia) de los 27 Estados Miembros menos de una quinta parte de quienes se oponen a la energía nuclear ha sido por influencia de Fukushima Daiichi.

Antes de que ocurriera el accidente, la aceptación de la energía nuclear por parte de la sociedad iba incrementándose por la preocupación medioambiental y la seguridad de suministro eléctrico. No obstante y a pesar de estos resultados desglosados por países, habrá que esperar al próximo “Eurobarómetro sobre Seguridad y Residuos Radiactivos” de 2012, que ofrecerá información actualizada de la opinión de los europeos tras Fukushima Daiichi.

Los resultados del “Eurobarómetro, actitudes hacia los Residuos Radiactivos”, publicado en 2008 mostraba que desde el Eurobarómetro de 2005 existía una evolución gradual y significativa a favor de la energía nuclear. En 2008 había tantos ciudadanos a favor de la energía nuclear (44%) como en contra (45%); frente al 55% que se mostraban en contra y el 37% a favor en 2005. Los resultados del “Eurobarómetro sobre Seguridad Nuclear” de abril de 2010 revelaron que el 56% de los ciudadanos de la Unión Europea querían que la energía nuclear se mantuviera o se incrementara, un 8% más que los datos de 2007.

- **Francia:** El país de la UE con más reactores nucleares ha contado en general con una opinión pública más bien favorable a esta tecnología. Después del accidente de Fukushima Daiichi, Francia realizó un estudio de opinión llevado a cabo por BVA/Win-Gallup International. Este estudio mostró que sigue habiendo un 58% de la sociedad a favor de la energía nuclear, si bien la misma encuesta realizada antes de Fukushima Daiichi señalaba que un 66% de la sociedad era partidario de esta tecnología.



- **Reino Unido:** En el Reino Unido hay que recordar que se han preseleccionado ocho emplazamientos para la construcción de nuevas centrales nucleares. De acuerdo con la encuesta realizada por Ipsos Mori en diciembre de 2010, el 70% de los británicos apoyaban un mix eléctrico equilibrado con energía nuclear. Esta misma encuesta se desarrolló en agosto de 2011 y se redujo al 68%.
- **Suecia:** El estudio de opinión pública llevado a cabo por Ipsos Mori en mayo de 2011 muestra que Suecia está dividida respecto a la energía nuclear, ya que un 50% apoya esta tecnología, mientras que otro 50% está en contra. El país, que ya tiene diez reactores operativos, planifica construir más.
- **Alemania:** El Gobierno alemán decidió, a raíz de Fukushima Daiichi, prescindir de la energía nuclear en el año 2022. Si en marzo de 2008 una encuesta de opinión pública llevada a cabo por TNS Emmid mostró que prácticamente la mitad de los alemanes (49%) estaba a favor de operar a largo plazo los reactores del país, en junio de 2011 la encuesta realizada por el Instituto Emmid reveló que el 57% de los ciudadanos alemanes consideran que la decisión de cerrar las centrales nucleares es positiva.
- **Suiza:** Antes de Fukushima Daiichi el Gobierno suizo decidió reemplazar los reactores existentes por otros nuevos. Sin embargo, a raíz de lo ocurrido en Japón pensó en no sustituirlos y cerrarlos en el horizonte 2034. Una encuesta llevada a cabo por Demoscope publicada en febrero de 2010 señalaba que el 55% de la población apoyaba la construcción de nuevas unidades, mientras que el 41% estaba en contra. Tras Fukushima Daiichi, una nueva encuesta publicada en mayo muestra que el 80% de la población está de acuerdo con la decisión del Gobierno de ir cerrando las centrales nucleares del país.
- **Hungría:** De acuerdo con el “Eurobarómetro de Residuos Radiactivos” del año 2008, los húngaros eran los ciudadanos de la Unión Europea más partidarios de la energía nuclear (63%). Una encuesta realizada en mayo de 2011 por Ipsos Mori muestra que el apoyo a la energía nuclear se ha reducido tras el accidente ocurrido en Japón. El 41% mostraba su apoyo a esta tecnología, si bien es necesario precisar que las preguntas del Eurobarómetro e Ipsos eran distintas.
- **Polonia:** Polonia, que no tiene centrales nucleares, ha preseleccionado tres posibles emplazamientos para construir nuevos reactores. A finales de 2013 seleccionará el emplazamiento. La encuesta de Ipsos Mori de mayo de 2011 refleja que una mayoría de los polacos, un 57%, está a favor de la energía nuclear.



5.2 PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN ESTADOS UNIDOS

Los hechos más destacados en Estados Unidos durante el 2011 han sido los siguientes:

Funcionamiento del parque nuclear

Durante el año 2011, las 104 centrales nucleares en operación han producido 790,22 TWh, un 2% inferior a la del año 2010. Esta producción ha supuesto el 19,25% del total de la electricidad consumida en el país.

Aproximadamente una tercera parte de la producción eléctrica en Estados Unidos se realiza con fuentes libres de emisiones contaminantes. La energía nuclear suministra más del 70% de electricidad libre de emisiones.

Catorce de los 104 reactores alcanzaron factores de carga por encima del 100%. Esto es posible porque el factor de carga viene determinado por las condiciones de funcionamiento durante el verano, época del año en la que los sistemas de refrigeración de las plantas son menos eficientes. En períodos fríos como el invierno, algunas centrales eléctricas accionadas por vapor pueden compensar los índices de producción del verano y, como resultado, el factor de carga es superior al 100%.

Renovación de Autorizaciones de Explotación

Durante el año 2011, y siguiendo el proceso iniciado en años anteriores, el organismo regulador nuclear estadounidense, Nuclear Regulatory Commission (NRC), ha renovado las autorizaciones de funcionamiento por un plazo adicional de 20 años, lo que eleva la autorización inicial hasta 60 años de operación, en las siguientes centrales:

- La central nuclear Hope Creek, un reactor de agua en ebullición BWR de 1.376 MW.
- Las dos unidades de la central nuclear Salem, dos reactores de agua a presión PWR de 1.228 y 1.170 MW, respectivamente.
- Las dos unidades de la central nuclear Prairie Island, dos reactores de agua a presión PWR de 566 y 640 MW, respectivamente.
- Las tres unidades de la central nuclear Palo Verde, tres reactores de agua a presión PWR de 1.414, 1.414 y 1.346 MW, respectivamente.
- La central nuclear Vermont Yankee, un reactor de agua en ebullición BWR de 650 MW.
- La central nuclear Kewaunee, un reactor de agua a presión PWR de 581 MW.

Con esta renovación, en Estados Unidos hay 71 reactores en 30 emplazamientos diferentes que cuentan con licencia para funcionar 60 años. Hay, además, otras 15 solicitudes que se encuentran en revisión por la NRC, y se esperan diez solicitudes más en los próximos seis años. De esta forma, más del 90% del parque nuclear de Estados Unidos dispondrá de autorizaciones de explotación para la operación a largo plazo.

En Estados Unidos hay 71 reactores que tienen licencia para operar 60 años

En el año 2011, de las 15 solicitudes pendientes de aprobación para renovar la licencia por un periodo de 20 años, se han presentado las siguientes:

- Las dos unidades de la central nuclear Limerick Generating Station, dos reactores de agua en ebullición BWR de 1.194 MW.
- La central nuclear Grand Gulf Nuclear Station, un reactor de agua en ebullición BWR de 1.333 MW.
- La central nuclear Callaway, un reactor de agua a presión PWR de 1.236 MW.

A diferencia de lo que ocurre en España donde las autorizaciones de explotación se renuevan periódicamente para un plazo de diez años, en Estados Unidos las autorizaciones de funcionamiento se conceden desde el inicio de la operación de las centrales por un plazo de 40 años. Posteriormente, pueden solicitar aprobación para operar 20 años adicionales.

El organismo regulador estadounidense, la NRC, ha aprobado 140 incrementos de potencia desde la década de 1970



Aumentos de potencia

Las centrales nucleares estadounidenses continúan aumentando la capacidad de producción de electricidad. Las mejoras se realizan por diversos medios, que suelen basarse en cambios de los generadores de vapor y de las turbinas o por el empleo de instrumentación más precisa, que ajusta el cálculo de la potencia térmica, tras calibrar el flujo de neutrones y medir el caudal de agua de refrigeración con una mayor exactitud.

En los planes de incremento de potencia se estima para reactores de agua en ebullición (BWR) un margen del 20% y para los de agua a presión (PWR) del 10%.

En total, desde principios de la década de 1970, la NRC ha aprobado 140 aumentos de potencia, con un incremento de 18.584,2 MWt equivalentes a más de 6.194 MWe. Durante el año 2011 se han concedido 5 autorizaciones para un total de 1.155 MW térmicos equivalentes a 385 MWe. En la actualidad se encuentran en revisión 18 solicitudes por otros 1.453 MWe adicionales, y en los próximos cinco años, la NRC espera recibir 17 peticiones para el aumento de otros 3.597 MWt, lo que equivaldrá a unos 1.199 MW eléctricos.

Opinión pública

En el mes de octubre, seis meses después del accidente de la central nuclear japonesa de Fukushima Daiichi, la mayoría de los estadounidenses consideran la energía nuclear como parte del mix energético y apoyan la extensión de vida de las centrales nucleares existentes siempre y cuando cumplan con las normas de seguridad.

La encuesta, encargada por el Nuclear Energy Institute (NEI), muestra que la mayoría opina que está de acuerdo con que se construyan nuevas centrales nucleares próximas a otras ya en operación. NEI ha afirmado que el apoyo ha disminuido en referencia al nivel histórico que se alcanzó en 2010, pero que sigue siendo mucho mayor que los que están en contra. El 62% de los encuestados están a favor del uso de la energía nuclear como una de las formas para proveer de electricidad a Estados Unidos frente a un 35% que se opone. Según la encuesta, los ciudadanos que están a favor de la energía nuclear son muy superiores a los que se oponen en una proporción de dos a uno, el 28% a favor frente al 13% en contra.

A pesar del accidente de Fukushima Daiichi, el 67% de la población cree que las centrales nucleares estadounidenses son muy seguras. Este dato es idéntico al obtenido en una encuesta realizada en febrero de 2011, un mes antes del terremoto y tsunami que causó el accidente de la central nuclear japonesa.

5.3. PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN OTROS PAÍSES



Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - Durban 2011

Del 28 de noviembre al 9 de diciembre de 2011 se celebró la Cumbre de Durban en Sudáfrica, cuyo objetivo fue suscribir acuerdos para renovar el Protocolo de Kioto y establecer un calendario para adoptar un acuerdo global jurídicamente vinculante. En definitiva, se pretendía establecer y definir los compromisos de reducción de emisiones contaminantes.

Las conclusiones de la Cumbre han sido que los representantes de 194 países miembros de la Convención Marco para el Cambio Climático han coincidido en la urgente necesidad de elevar el nivel de esfuerzo colectivo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de forma que se limite el crecimiento de la temperatura global a 2°C.

Las negociaciones entre los delegados dieron lugar en el último minuto a un acuerdo de mínimos que apunta al establecimiento a medio plazo de un régimen legal vinculante para todos los países. Para ello se ha constituido un grupo de trabajo encargado de elaborar un plan de reducción global de emisiones que sea aprobado lo antes posible, pero no más tarde de 2015, y que entre en vigor en 2020. También se ha llegado a un acuerdo para prorrogar la vigencia del Protocolo de Kioto desde 2013 a 2017. Para ello, los gobiernos de 35 países desarrollados o en transición a la economía de mercado presentarán antes de 1 de mayo de 2012 sus objetivos cuantitativos de limitación de emisiones para ese período.

Los mecanismos actuales del Protocolo seguirán vigentes, con algunas mejoras, como la inclusión de los proyectos de captura y almacenamiento de carbono en el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Tres países (Canadá, Japón y Rusia) han comunicado que no participarán en este nuevo compromiso y Estados Unidos no ha ratificado el Protocolo, con lo que el nuevo esfuerzo es en gran medida europeo.

Por otra parte, los delegados acordaron poner en marcha los programas de apoyo a los países en desarrollo acordados en la conferencia de Cancún en 2010. Estos programas incluyen el Fondo Verde del Clima, que está recibiendo ya compromisos de aportación y podría estar listo en 2012 para el acceso de los países en desarrollo en sus esfuerzos para establecer su propio futuro limpio y adaptarse al cambio climático. El Comité de Adaptación, de 16 miembros, coordinará las acciones adaptativas a escala global y el Mecanismo de Tecnología deberá estar en operación en 2012 para ayudar a los países necesitados a acceder a las tecnologías limpias.

Hechos más destacados en otros países durante 2011

Argentina finalizó en 2011 la construcción de la central nuclear de Atucha-2

- **Argentina:** Durante 2011, los 2 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 5,89 TWh, el 4,97% del total de la electricidad consumida.

Nucleoeléctrica Argentina SA (NA-SA), operador de la central nuclear de Embalse, ha firmado un acuerdo con la compañía eléctrica canadiense Atomic Energy of Canada Limited (AECL) para la extensión de la operación durante otros 25 o 30 años. La central nuclear de Embalse tiene un reactor canadiense de agua pesada a presión de 600 MW suministrado por AECL, que inició su operación comercial en 1984.

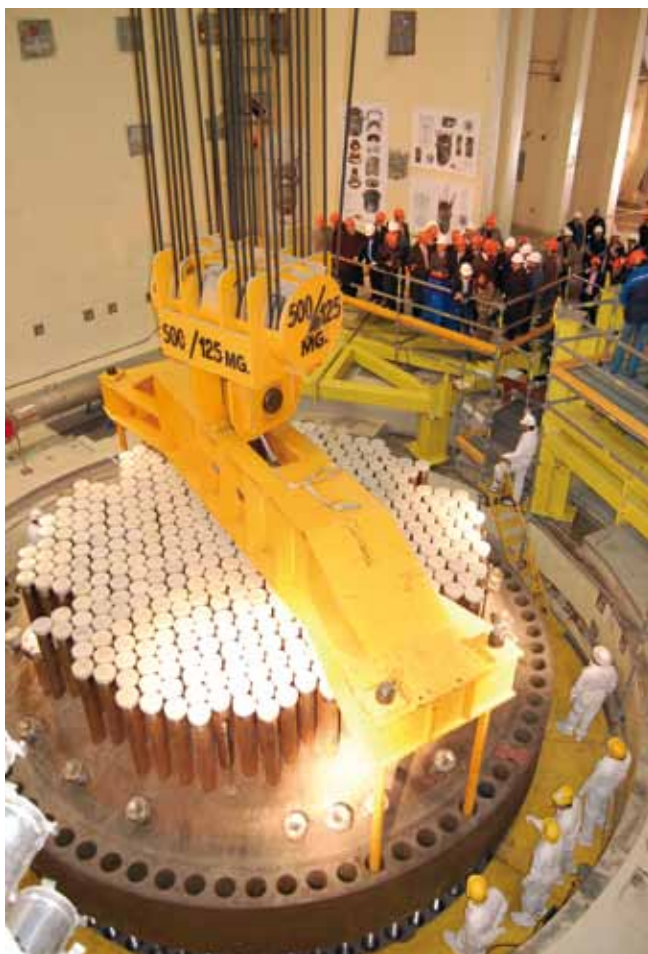
Un hito importante en el país durante el año 2011 ha sido el fin de la construcción de la central nuclear de Atucha-2, un reactor de agua pesada a presión PHWR de 750 MW.

La central fue contratada por Nucleoeléctrica Argentina a Siemens hace 30 años. Los trabajos comenzaron en 1981 pero sufrieron diversos retrasos y paradas, y se suspendieron en 1994 por razones políticas y económicas, cuando la construcción había alcanzado el 80%. El proyecto fue reactivado en 2006 como parte de un impulso a la construcción de centrales nucleares por parte del Gobierno y el combustible y el agua pesada se fabricarán en Argentina. Se realizarán verificaciones y pruebas de más de 566 subsistemas de la central, con el objetivo de comenzar la operación comercial en 2012. Cuando esto suceda, Atucha-2 será la mayor central del país e incrementará la participación nuclear en la producción eléctrica hasta un 10%.

- **Brasil:** Durante 2011, los 2 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 15,64 TWh, el 3,17% del total de la electricidad consumida.

Brasil ha firmado un acuerdo con Argentina para construir en cada país un reactor de investigación para distintos fines como parte de un amplio programa nuclear de cooperación. Estos reactores se dedicarán a la producción de radisótopos, investigación del combustible y de materiales irradiados.

Según este acuerdo, los reactores tendrán diseños similares al reactor australiano OPAL (Open Pool Australian Light-water), que fue diseñado y construido por la compañía argentina INVAP. Los reactores serán de 30 MW y usarán combustible de uranio con bajo enriquecimiento. Ambos países pretenden con este acuerdo ahorrar el 20% de los costes generales debido a la producción de equipos comunes de las instalaciones.





- **China:** Durante 2011, los 16 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 87,40 TWh, el 1,85% del total de la electricidad consumida.

A principios de año se estableció el duodécimo Plan Quinquenal 2011-2015, que fija para 2015 una potencia nuclear instalada de 40 GW, con una producción superior a 300 TWh. En el Plan Quinquenal se establece además que comience la construcción de 38 GW nucleares adicionales, con lo que para 2020 habrá entre 70 y 80 GW nucleares en operación, el doble de lo previsto en la programación anterior. Este programa implica construir en los próximos años ocho unidades al año, lo que supone un esfuerzo industrial y educativo de primer orden.

Sin embargo, tras los acontecimientos producidos en Japón, el duodécimo Plan Quinquenal ha sido suspendido mientras se estudia un Plan de Seguridad Nuclear. El Plan de Seguridad ha comenzado con las centrales en operación y ha continuado con las unidades en construcción, y seguirá con las entidades que actúan en el diseño de ingeniería y fabricación de equipos. Se espera que se refuercen los requisitos contra sismos e inundaciones y otros conceptos que afectan a las bases de diseño. El aplazamiento no afecta a los reactores en construcción, pero sí a los 38 GW adicionales que debían recibir nuevas autorizaciones. Los trabajos previos que habían comenzado en estas centrales han disminuido su ritmo.

Hong Kong Nuclear Investment Company (HKNI), una de las empresas propietarias de la central nuclear de Guangdong en el sur de China, ha hecho público un informe titulado "Licensing Operational Events (LOEs)", en el que aparecen de forma mensual todos los incidentes calificados por la Escala Internacional de Sucesos Nucleares y Radiológicos (INES) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). La compañía quiere así impulsar la transparencia de su gestión y fortalecer la comunicación de la empresa con el público.



Corea del Sur,
con **21 reactores**
en operación, es un
país exportador
de tecnología
nuclear a países
como Emiratos
Árabes Unidos

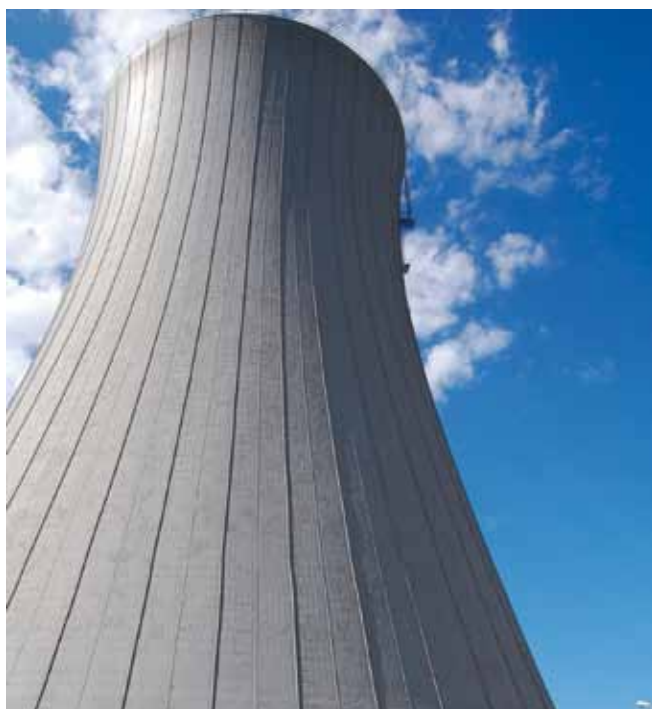


- **Corea del Sur:** Durante 2011, los 21 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 147,68 TWh, el 34,64% del total de la electricidad consumida.

Durante el año 2011, Corea del Sur ha continuado con sus planes nucleares para el mercado doméstico y la exportación. El país, muy deficitario en recursos naturales, considera que la energía nuclear es una opción de futuro. Por otra parte, el gran esfuerzo tecnológico e industrial que ha llevado a un parque nuclear de 21 unidades que funciona con un excelente rendimiento ha dado sus frutos y Corea es hoy un exportador de centrales nucleares, como confirma su contrato con los Emiratos Árabes Unidos (UAE), firmado a finales de 2009.

El Gobierno coreano presentó una “hoja de ruta” en varias fases para situarse como exportador al nivel de Estados Unidos y Francia. El plan añade casi un millón de empleos y amplía las ventas a unos 11.000 millones de euros. En la primera fase, el país alcanzará la plena capacidad de suministro tras incorporar los sistemas digitales de instrumentación y control, los códigos principales de diseño y las bombas de refrigerante primario. Estos recursos se emplearán en las centrales de Shin Ulchin-1 y 2, que constarán de reactores coreanos APR-1400, para entrar en servicio en 2016 y 2017.

En la segunda fase se incorporará un nuevo concepto de reactor con características de seguridad mejoradas. La tercera fase, que terminará en 2022, incluirá el desarrollo del nuevo reactor I-Power (Innovativo, Pasivo, Optimizado, Mundial, Económico en siglas inglesas) que, según el portavoz coreano, tendrá el mejor comportamiento operativo del mundo, con una vida de diseño de 80 años.



La Corporación de **Energía Nuclear de los Emiratos** ha presentado la **solicitud para construir dos centrales nucleares** en el país

- **Egipto:** Desde los años setenta, existen planes para iniciar un programa nuclear. Se han realizado numerosos estudios sobre posibles emplazamientos y firmado acuerdos de cooperación con los principales países proveedores de tecnología nuclear. También se ha contado con la cooperación del Organismo Internacional de Energía Atómica para formar la necesaria infraestructura para iniciar los planes.

El emplazamiento de El-Dabaa, situado en la costa mediterránea a unos 200 km al oeste de El Cairo, se ha considerado durante muchos años. El Gobierno proyecta construir una central con cuatro unidades de 1.000 MW, con puesta en servicio de la primera en 2019.

Se ha aplazado la petición de ofertas para la construcción de su primera central nuclear hasta que la situación política en el país quede estabilizada. Mientras tanto se han ido configurando consorcios industriales con vistas a participar en la construcción. De momento no se conoce cuándo se volverá a iniciar el proceso de petición de ofertas.

- **Emiratos Árabes Unidos:** Sólo un año después de la concesión del contrato para la construcción de cuatro unidades nucleares en el país a un consorcio coreano, la Corporación de Energía Nuclear de los Emiratos (ENEC) ha presentado a la Autoridad Reguladora Federal de los Emiratos (FANR) la solicitud de autorización para la construcción de las dos primeras unidades.

Estas centrales, denominadas Braka-I y Braka-II, tendrán reactores de 1.400 MW y comenzarán a funcionar en 2017 y 2018 respectivamente. Las dos restantes, en el mismo emplazamiento, serán objeto de una nueva solicitud de construcción, y están programadas para entrar en servicio en 2019 y 2020. Braka está situada en la parte occidental de Abu Dhabi.

El 24 de enero de 2011, una misión del Organismo Internacional de Energía Atómica anunció que la infraestructura nuclear creada en los Emiratos no presenta problemas significativos y destacó el progreso alcanzado por el país en la cooperación y la Autoridad Reguladora, la buena cultura de seguridad y los aspectos de gestión, educativos e industriales.

En el mes de octubre, ENEC solicitó a la Autoridad Reguladora Federal de los Emiratos Árabes la aprobación del vertido del hormigón inicial de las unidades I y II de Braka.



- **India:** Durante 2011, los 20 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 28,95 TWh, el 3,68% del total de la electricidad consumida.

La Corporación de Energía Nuclear de India (NPCIL) ha firmado un acuerdo con Francia para la construcción de dos unidades del reactor a presión europeo (EPR) de 1.650 MW en Jaitapur, en la costa occidental de India entre Bombay y Goa. Estos dos reactores serán los primeros de los seis que se construirán en el mismo emplazamiento. El programa de construcción de las seis unidades abarca un periodo de 15 a 17 años, y se prevé que la primera de las dos unidades contratadas entre en servicio en 2018.

Las autoridades indias apoyan los planes de expansión nuclear que apuntan a unos 20.000 MW nucleares en 2020 y hasta 60.000 MW en 2032, con una fuerte proporción de reactores de tecnología importada de agua ligera, y un futuro en el que se utilizarán reactores reproductores, tanto de uranio como de torio.

El Gobierno indio anunció en octubre de 2011 una nueva Ley de Seguridad Nuclear con la creación de un organismo regulador independiente y la invitación a misiones OSART del Organismo Internacional de Energía Atómica y reconsideró algunos aspectos de sus planes nucleares, después de los sucesos de Fukushima. Los 19 reactores existentes ya habían sido sometidos a revisiones de seguridad. Una nueva revisión por comités de la Nuclear Power Corp. of India determinó la capacidad de las centrales para hacer frente a situaciones fuera de la base de diseño y recomendó medidas para incrementar la seguridad.

- **Irán:** La central nuclear de Bushehr, primera central nuclear del país, se conectó a la red el 3 de septiembre de 2011. Es un reactor VVER de 915 MW construido por Atomstroyexport en Bushehr, donde había comenzado la construcción de dos unidades alemanas cuyo contrato fue cancelado en 1979 como consecuencia de la revolución islámica. La nueva central está sometida a las salvaguardias del OIEA y el combustible será aportado y retirado después de su uso para su almacenamiento en Rusia. La central será inicialmente operada por un consorcio ruso-iraní, para pasar a manos iraníes gradualmente en tres años.

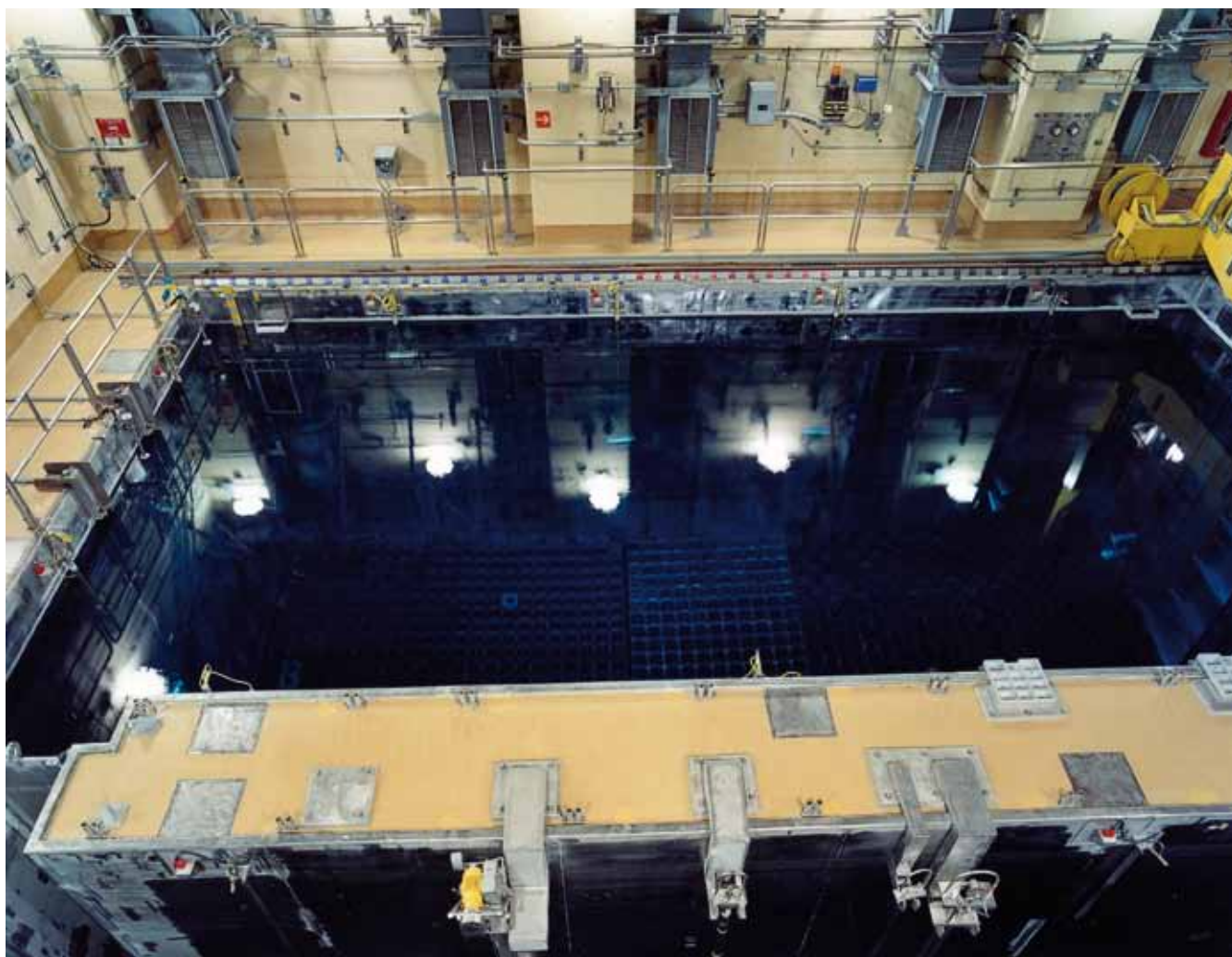
Debido a los acontecimientos del 11 de marzo en Japón y los acuerdos dispuestos para realizar pruebas de resistencia a todas las centrales nucleares, en el mes de noviembre, la central nuclear de Bushehr paró temporalmente hasta realizar dichas pruebas, estimando que funcionará a pleno rendimiento en febrero de 2012.

Irán planea contar con dos unidades en Bushehr, aunque el emplazamiento puede albergar hasta cuatro reactores.

- **Jordania:** Jordan Atomic Energy Commission (JAEC) ha anunciado que tiene la intención de construir su primer reactor de 1.000 MW después de un proceso de licitación en el que se han seleccionado tres modelos de reactor: Candu-6 (700 MW) de Atomic Energy of Canada Limited, VVER-1000 de Atomstroyexport de Rusia y Atmea-1 de 1.100 MW del consorcio de la empresa francesa Areva y la empresa japonesa Mitsubishi Heavy Industries, dejando la opción para una segunda unidad. La primera unidad entraría en operación en 2019.

Jordania espera concluir la evaluación de las ofertas recibidas para su primera central nuclear en el primer semestre de 2012. La evaluación la lleva a cabo un comité nacional dirigido por la Comisión de Energía Atómica, utilizando directrices desarrolladas por la consultora australiana Worley Parsons.

Las autoridades jordanas ya han elegido el emplazamiento de Majdal, a unos 40 kilómetros al nordeste de Amman, capital del país.



- **Marruecos:** El Centro Nacional de Energía, Ciencia y Técnicas nucleares marroquí (CNESTEN), el Instituto de Radioelementos belga (IRE) y el centro nacional de investigación nuclear (SCK-CEN) han firmado un acuerdo de cooperación tripartita en el campo de la ciencia y la tecnología nuclear permitiendo así una mayor vinculación científica y técnica entre los dos países, que han estado colaborando desde hace varios años en las aplicaciones de la tecnología nuclear en sanidad e investigación.

El acuerdo abarca una amplia gama de áreas como la producción de radisótopos, formación, vigilancia radiológica del medio ambiente, ciencias de los materiales, aplicaciones de los reactores de investigación, así como el tratamiento de residuos radiactivos. Con este acuerdo se espera desarrollar suficientemente la tecnología nuclear en el país para introducir la producción de electricidad de origen nuclear entre 2020 y 2025.

El CNESTEN, que realiza investigaciones sobre aplicaciones de la tecnología nuclear en sanidad, medioambiente e industria, tiene un reactor TRIGA II de 2 MW, con fines de formación, investigación, producción de isótopos y otras aplicaciones, que comenzó su construcción en 2004 y se completó en 2009.

- **México:** Durante 2011, los 2 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 9,31 TWh, el 3,55% del total de la electricidad consumida.

En el mes de marzo, la central nuclear mexicana de Laguna Verde, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad de México (CFE), ha conectado a la red sus dos unidades, tras un programa de modernización y ampliación de potencia contratado con un consorcio formado por la empresa española Iberdrola Ingeniería y Construcción, con una pequeña participación de Alstom México.

La central, situada cerca de Veracruz, cuenta con dos reactores del tipo de agua en ebullición BWR de 682 MW que entraron en funcionamiento en 1989 y 1994 respectivamente. El proceso de modernización, de gran amplitud, se ha desarrollado desde 2007 y ha implicado el diseño, la ingeniería, el suministro de materiales y equipos, la instalación, el montaje y puesta en servicio. Las unidades tienen ahora una potencia eléctrica de 820 MW.

- **Pakistán:** Durante 2011, los 3 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 3,83 TWh, el 3,77% del total de la electricidad consumida.

La Comisión de Energía Atómica de Pakistán (PAEC) y la Corporación Nuclear Nacional China (CNNC) han firmado un acuerdo para el suministro a Pakistán de una nueva unidad nuclear de 1.000 MW, que será construida en el emplazamiento de Chashma, al lado del río Indo.

Pakistán tiene planes nucleares que incluyen llegar a 8.800 MW nucleares en 2030. Actualmente dispone una unidad canadiense de agua pesada PHWR y uranio natural llamada KANUPP y dos unidades PWR de 325 MW, Chasnupp 1 y 2 en servicio desde 2000 y 2011. Una tercera unidad, Chasnupp 3, está en construcción avanzada en el mismo emplazamiento.

Todas estas unidades están sometidas al régimen de salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica.

- **Rusia:** Durante 2011, los 33 reactores nucleares en funcionamiento en el país han producido 161,71 TWh, el 17,59% del total de electricidad consumida.

La empresa eléctrica Inter RAO ha firmado un acuerdo con Rosenergoatom para exportar la electricidad generada en la futura central nuclear Baltic en Kaliningrado durante un periodo de 20 años. El primero de los dos reactores VVER de 1.200 MW está programado que entre en operación en 2016 y el segundo en 2018. Esta central se encuentra en el distrito de Neman, en el enclave ruso de Kaliningrado entre Polonia y Lituania. Este proyecto es el primero del programa ruso para nuevas construcciones en el que se buscan empresas extranjeras para su participación. A finales de año, Rosenergoatom ha recibido la licencia de Rostekhnadzor que le autoriza a construir la unidad 1 de la central nuclear de Kaliningrado.

Como hitos importantes del 2011, Rusia ha concluido acuerdos de suministro de unidades nucleares en varios países con los que había sostenido negociaciones previas: dos unidades VVER-1000, de 1.060 MW, en Tianwan, en la provincia china de Jiangsu; dos unidades VVER del modelo AES-2006, de 1.200 MW, en Ostrovetsk, la nordeste de Bielorrusia para entrar en servicio en 2017 y 2018 respectivamente y dos unidades VVER de 1.000 MW en Rooppur, en Bangladesh. Se proyecta que la primera unidad entre en servicio en 2018.



5.4. ACONTECIMIENTOS EN LA CENTRAL NUCLEAR JAPONESA FUKUSHIMA DAIICHI TRAS EL TERREMOTO Y POSTERIOR TSUNAMI DEL 11 DE MARZO

El 11 de marzo de 2011 tuvo lugar frente a la costa nororiental de Japón un terremoto de grado 9 de la escala de Richter, el mayor de la historia en Japón. El tsunami que siguió al terremoto fue muy importante y alcanzó alturas de ola entre 10 y 23 metros.

Las 14 unidades nucleares cercanas al epicentro del terremoto pararon de forma automática. La más afectada fue la de Fukushima Daiichi, propiedad de TEPCO, compuesta por seis unidades de tipo BWR. Sólo las unidades 1, 2 y 3 estaban en funcionamiento cuando ocurrió el terremoto y pararon automáticamente, cesando así las fisiones nucleares. Los reactores 4, 5 y 6 estaban parados por recarga de combustible y mantenimiento.

Tras el terremoto, las centrales nucleares quedaron sin suministro eléctrico exterior y entraron en servicio los generadores diésel de emergencia para alimentar los servicios esenciales, especialmente la refrigeración de emergencia. Sin embargo, el tsunami posterior dejó fuera de servicio los generadores y las unidades quedaron sin energía eléctrica, dejando de funcionar los sistemas de seguridad y la instrumentación. Las unidades 5 y 6, situadas a cierta distancia de las cuatro primeras, lograron utilizar sus generadores y no sufrieron daños importantes.

Desde ese momento, los combustibles usados de las tres primeras unidades, generando un calor residual inferior al 1%, quedaron sin refrigeración. La ausencia de refrigeración produjo vapor y descenso del nivel del agua, dañando parte de los elementos, que quedaron parcialmente al descubierto. El circonio de las vainas de las varillas de combustible reaccionó con el vapor de agua para producir hidrógeno que, tras su venteo al edificio del reactor, produjo explosiones que dañaron la parte superior de los edificios.

Las acciones del personal de las centrales y otras instituciones se centraron en:

- Aportar agua de refrigeración, incluso del mar, con adición de ácido bórico, absorbente de neutrones, a las vasijas de los reactores, estructuras de contención primaria y piscinas de almacenamiento.
- Conectar líneas eléctricas de redes exteriores para, tras comprobar su estado, alimentar los servicios de refrigeración de emergencia y la instrumentación.
- Practicar aberturas en los techos de las unidades 5 y 6 para ventear cualquier producción de hidrógeno y tener acceso para verter agua de refrigeración, si fuese necesario.
- Bajo las condiciones del estado de alerta, fue evacuada la población dentro de un radio de 20 kilómetros, y se instó a la población entre 20 y 30 kilómetros a que permanecieran en el interior de los edificios.

En el mes de mayo de 2011, se produjo una reclasificación del accidente de Fukushima. El accidente de la unidad 4 de Chernóbil fue clasificado en 1986 con el nivel 7 de la Escala INES, por la destrucción total del reactor y las graves consecuencias de contaminación y dosis de radiación a grandes distancias del emplazamiento. El accidente de Fukushima ha sido reclasificado por la autoridad reguladora japonesa (NISA) con el nivel 7 de la escala INES, tras una clasificación provisional de nivel 5 para las unidades 1, 2 y 3. La base para la reclasificación ha sido la emisión conjunta de radiactividad al exterior. Con la información disponible, se estimó, sin embargo, que el material radiactivo liberado es entre 10 y 20 veces menor que el de Chernóbil.



En el mes de junio, se seguía evaluando las consecuencias del terremoto y posterior tsunami que afectaron a la central y los trabajadores continuaban realizando los máximos esfuerzos para la refrigeración de los reactores y el control de la situación. Incluso lograron acceder a los edificios de los reactores de las unidades 1, 2 y 3.

Por otro lado, comenzaron los preparativos para disponer de una cubierta, de forma temporal, por encima del edificio del reactor 1 para evitar la difusión de sustancias radiactivas. Esta cubierta tiene 47 m de longitud, 42 de anchura y 55 m de altura.

En el mes de julio, el problema más urgente era la evacuación segura del agua contaminada acumulada en las partes bajas de los edificios de los reactores y las galerías de conexión con las instalaciones exteriores. Esta agua procedía de la refrigeración en circuito abierto de los reactores y piscinas de combustible irradiado. Los operarios lograron finalmente instalar y poner en marcha unos equipos de tratamiento de agua, que toman esta agua, la descontaminan y la reinyectan para refrigerar los reactores en circuito cerrado. Por otra parte, mediante filtración del aire se ha logrado reducir la radiación en el interior de los edificios, así como su elevada humedad, y se han abierto las puertas, permitiendo el acceso de los operadores, debidamente protegidos, para efectuar tareas de limpieza y de instalación de equipos.



En el mes de septiembre, los trabajos para la estabilización de la central de Fukushima Daiichi cumplían la “hoja de ruta” establecida por TEPCO para llegar a la situación de “parada fría” de los reactores, refrigeración estable de las piscinas de combustible irradiado y mitigación de las consecuencias radiológicas. Las acciones que realizados fueron:

- La refrigeración de los reactores se realizó con recirculación de agua descontaminada.
- Se logró reducir la temperatura hasta 80-100°C en las vasijas de las tres primeras unidades (la vasija de la cuarta unidad no contenía combustible en el momento del accidente).
- Se logró disminuir el agua contaminada presente en los sótanos y conductos de conexión de los edificios y se puso en ejecución un sistema de almacenamiento y tratamiento de los residuos resultantes de la descontaminación.
- En las piscinas de combustible irradiado de las cuatro unidades se llegó a una refrigeración estable, por intercambiadores de calor, se inyectó antioxidantes e instaló unidades de desalación.
- En las contenciones primarias se inyectó nitrógeno para impedir posibles explosiones de hidrógeno.
- Continuó la construcción de cubiertas protectoras herméticas para los edificios de las unidades afectadas por las explosiones de hidrógeno del mes de marzo, la construcción de barreras anti-tsunami y subterráneas para impedir la llegada al mar de aguas subterráneas contaminadas, así como en la retirada de escombros radiactivos.

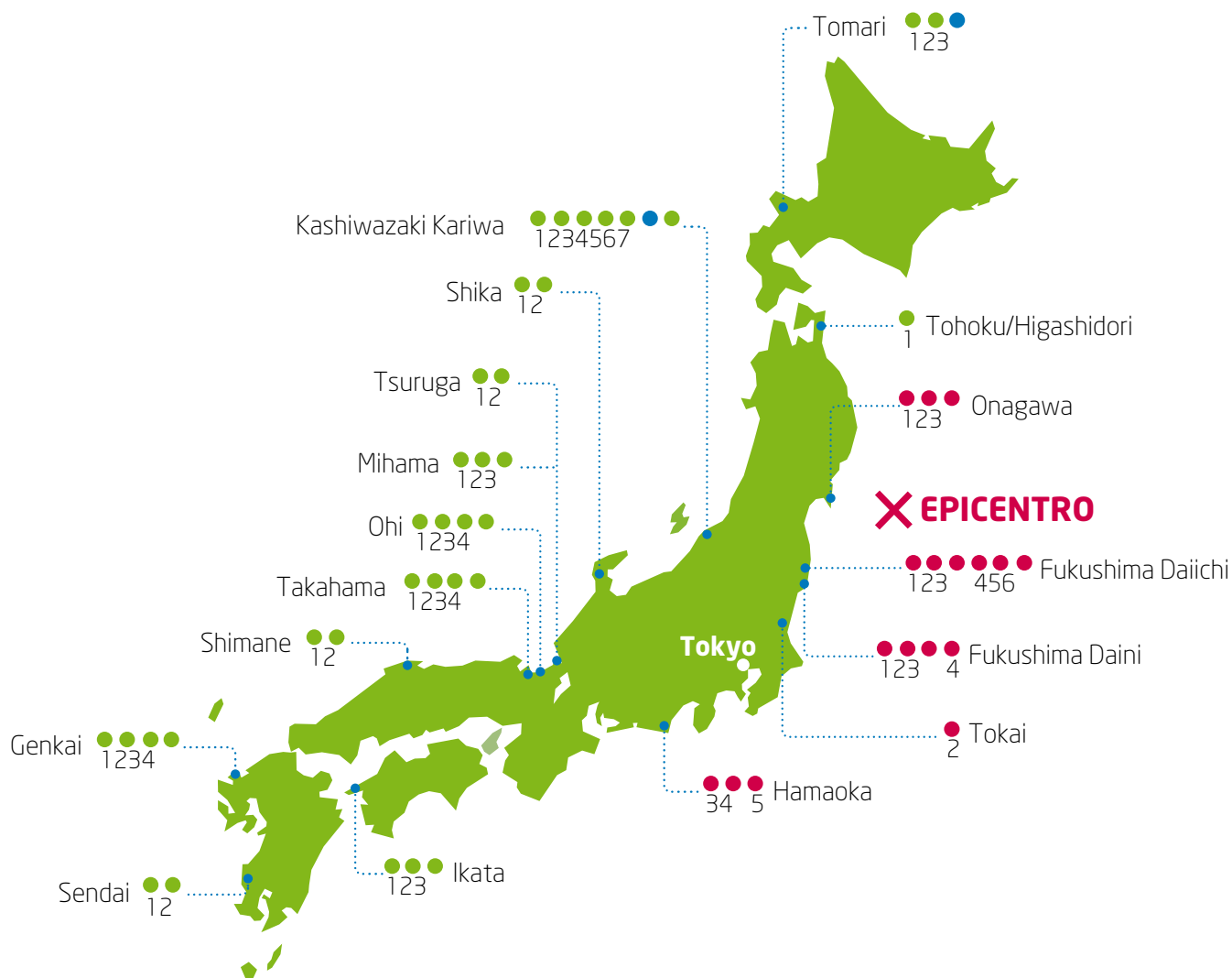
En el mes de diciembre, el Gobierno japonés anunció que las unidades 1, 2 y 3 de la central nuclear de Fukushima Daiichi han alcanzado el estado de “parada fría”, cumpliendo así los objetivos de la segunda fase de las operaciones en la central. La temperatura de las vasijas y recintos de contención primaria permanecen por debajo de los 100°C y se mantiene la refrigeración de forma estable. Se continúa con la refrigeración en circuito cerrado de las piscinas de combustible gastado, conseguida en los primeros meses tras el accidente, procediéndose a extraer la sal existente en el agua acumulada, procedente de las inyecciones del agua del mar de los primeros días.

También se extrajeron los escombros radiactivos de los edificios para facilitar la circulación de robots que proporcionarán información sobre parámetros de interés en las zonas de alta radiación. Se completó la construcción del forro de protección del edificio de la unidad 1 y se proyectó los correspondientes a los otros edificios. Con ello se contribuyó a reducir las dosis de radiación en el emplazamiento. Las emisiones de sustancias radiactivas se redujeron de manera que los niveles de radiación en la periferia de la central permanecían de forma estable por debajo de 1 milisievert por año.

Para el futuro, la compañía propietaria TEPCO y el Gobierno japonés, ha establecido un nuevo programa de trabajo que consta de una primera fase, con una duración de tres años, en la que se extraerán los combustibles usados de todas las piscinas, seguida de una segunda fase en la que se repararán las contenciones y se llenarán con agua. Esta fase durará unos seis años. Posteriormente se procederá a la eliminación del combustible fundido de las tres primeras unidades, lo que podrá durar 25 años.

El Gobierno japonés tiene previsto, con el apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica, revisar la situación radiactiva en un radio de 20 kilómetros para iniciar la desclasificación de zonas. En las que la exposición sea inferior a 20 mSv por año podrá iniciarse el regreso de la población evacuada, con las debidas precauciones y con la ayuda del Gobierno, que colaborará por otra parte en la descontaminación y reconstrucción de zonas en donde la exposición sea mayor, sin llegar a los 50 mSv por año.

Estado actual de las centrales nucleares en Japón



- En funcionamiento: 2,27 GWe (2 unidades).
 - Interrupción de los controles periódicos y otros: 30,70 GWe (35 unidades).
 - Apagado debido al tsunami y la solicitud del Gobierno: 15,99 GWe (17 unidades).
- TOTAL: 48.96 GWe (54 unidades).

Datos a marzo de 2012.



5.5. CONSECUENCIAS TRAS EL ACCIDENTE DE FUKUSHIMA DAIICHI

Pruebas de resistencia tras el accidente en la central nuclear japonesa Fukushima Daiichi

Los acontecimientos producidos en Japón y las consecuencias sobre la central nuclear de Fukushima Daiichi han puesto de nuevo de actualidad el debate sobre la utilización de la energía nuclear en las cestas energéticas de los distintos países.

En España, el 25 de mayo el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear aprobó la primera Instrucción Técnica Complementaria (ITC-1), de acuerdo a los criterios definidos por la Unión Europea (a través de WENRA y ENSREG), que contemplaba un programa de pruebas de resistencia, para la revaluación de la seguridad de las centrales nucleares españolas. Estas pruebas, consisten en reevaluar la seguridad de los sistemas de protección de las instalaciones nucleares españolas, con el fin de evidenciar los márgenes de seguridad existentes e incorporar las mejoras adicionales para mitigar accidentes por encima de las bases de diseño.

El 30 de junio el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear aprobó la segunda Instrucción Técnica Complementaria (ITC-2), ampliando los criterios de WENRA y ENSREG, y establecía los requisitos para mitigar las consecuencias derivadas de un ataque externo, de cualquier índole, en las centrales nucleares españolas. El objeto y alcance de esta ITC establece las medidas que los titulares de las instalaciones deben adoptar para la extinción de grandes incendios de origen externo, la refrigeración del núcleo y de la piscina de combustible gastado, la protección de la contención y la minimización de vertidos radiológicos al exterior.

El 31 de octubre se presentaron al Consejo de Seguridad Nuclear los informes finales de las pruebas de resistencia realizados en todas las centrales nucleares españolas. Estos estudios han sido desarrollados por las instalaciones nucleares para reevaluar, en su caso, los márgenes de seguridad con los que operan las plantas nucleares en nuestro país, para hacer frente a sucesos operativos extremos como terremotos, inundaciones, temporales o pérdidas prolongadas de alimentación eléctrica que van más allá de sus bases de diseño.

El proceso seguido en la aplicación de estas instrucciones se resume en el siguiente calendario:

- 15 de agosto: los titulares remiten al CSN los informes preliminares relativos a la ITC-1.
- 15 de septiembre: el CSN envía a la Comisión Europea el análisis preliminar de estos informes.
- 31 de octubre: los titulares remiten al CSN los informes definitivos relativos a la ITC-1.
- 22 de diciembre: el CSN aprueba el informe final de las pruebas de resistencia a las centrales nucleares españolas y lo envía a la Comisión Europea.



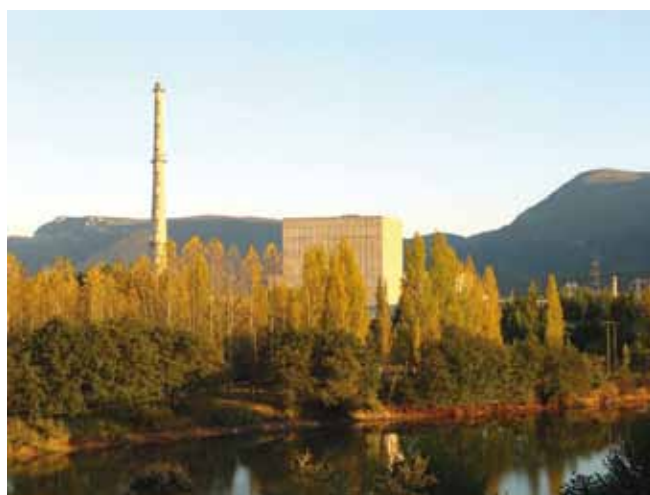
Las pruebas de estrés han permitido reevaluar los márgenes de seguridad de las centrales nucleares en la Unión Europea

Las pruebas de estrés a las centrales nucleares españolas muestran la solidez de sus diseños y sus altos márgenes de seguridad

De la evaluación realizada por el Consejo de Seguridad Nuclear se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Los informes presentados por los titulares cumplen con las especificaciones de las pruebas de resistencia elaboradas por WENRA/ENSREG y dan una respuesta adecuada a las correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) emitidas por este organismo.
- No se ha identificado ningún aspecto que suponga una deficiencia relevante en la seguridad de estas instalaciones y que pudiera requerir la adopción urgente de actuaciones en las mismas.
- Los informes de los titulares concluyen que actualmente se cumplen las bases de diseño y las bases de licencia establecidas para cada instalación.
- Las comprobaciones y estudios realizados ponen de manifiesto la existencia de márgenes que aseguran el mantenimiento de las condiciones de seguridad de las centrales más allá de los supuestos considerados en el diseño. Adicionalmente, para incrementar aún más la capacidad de respuesta frente a situaciones extremas, los titulares proponen la implantación de mejoras relevantes y el refuerzo de los recursos para hacer frente a emergencias.
- Las mejoras identificadas se realizarán en varias etapas, en función de sus características técnicas y de los plazos necesarios para su implantación.
- La evaluación del CSN ha identificado acciones y estudios complementarios para asegurar que todos los aspectos quedan adecuadamente tratados y que las acciones propuestas son eficaces.

Estas conclusiones muestran las condiciones de seguridad en las que operan las centrales nucleares españolas, la solidez de sus diseños y sus márgenes de seguridad. Las centrales nucleares están sólidamente preparadas para hacer frente a los sucesos postulados en sus bases de diseño, siendo éstas adecuadas y conservadoras. Las centrales nucleares disponen de márgenes para afrontar los sucesos analizados en escenarios más extremos que los de sus bases de diseño. En el análisis de detalle, las centrales han identificado posibles mejoras cuya implantación podría aumentar los márgenes de seguridad existentes para situaciones extremas.



La obtención de los resultados satisfactorios en este ejercicio ha sido posible gracias a:

- El acierto en la selección y caracterización de los emplazamientos donde se construyeron las centrales nucleares que se basaron en unas bases de diseño que siguen siendo plenamente válidas.
- La evaluación y mejora continuada de la seguridad que se realiza en las centrales nucleares desde el origen de los proyectos, que ha implicado sucesivas y significativas mejoras en equipamientos, procedimientos y gestión de la seguridad en nuestras instalaciones.
- La disponibilidad y profesionalidad de un equipo de trabajo que sin escatimar esfuerzos y recursos ha realizado estos análisis con rigor y diligencia.

En la Unión Europea se han realizado pruebas de estrés o resistencia en los 134 reactores nucleares en funcionamiento para reevaluar sus márgenes de seguridad, lo que permitirá analizar el comportamiento, más allá de las bases de diseño, ante una serie de situaciones extremas que pudieran poner en riesgo la seguridad de las mismas.



Adicionalmente, otros países no pertenecientes a la UE -Armenia, Bielorrusia, Croacia, Rusia, Suiza, Turquía y Ucrania- también van a llevar a cabo en sus 53 reactores nucleares dichas pruebas de estrés. Algunos de estos países no tienen aún reactores en sus territorios, pero sí planes de instalación. La motivación para adherirse a este ejercicio reside en el carácter transfronterizo de las posibles consecuencias de accidentes nucleares y en la necesidad de armonizar las normas y los requisitos de seguridad.

En Alemania, la decisión adoptada no puede ser trasladada a otros países por su carácter coyuntural, la situación geográfica del país, su capacidad de interconexión en la red internacional y la existencia de recursos naturales propios (gran cantidad de reservas de carbón). Con la base sólida y tecnológica alemana y su enorme experiencia nuclear es de esperar que esta decisión sea reversible y no definitiva. En los últimos años, la política energética alemana ha sufrido importantes modificaciones de tipo político y puede que esta decisión se vuelva a replantear teniendo en cuenta los retos energéticos, ambientales y económicos en el medio y largo plazo.

En Finlandia, un informe del 16 de mayo de 2011 confirmó que no hay necesidad de modificaciones a corto plazo, existiendo suficiente precaución contra inundaciones en sus centrales nucleares.

En Italia, el intento de renuclearización perseguido por el Gobierno italiano durante los dos últimos años, que incluía la construcción de varias centrales nucleares como solución a los problemas planteados por la escasez de recursos energéticos, fue rechazado por el público italiano en el referéndum celebrado los días 12 y 13 de junio.

En el Reino Unido, el informe Weightman ha confirmado que se cumplen las condiciones de seguridad de las centrales del país y ha indicado que se va a continuar con el programa de construcción de nuevas centrales nucleares.

En Suiza, el Gobierno ha presentado una propuesta para el cierre del parque nuclear (formado por cinco unidades) en el año 2034. La decisión tendrá que ser aprobada en el parlamento y posteriormente refrendada en referéndum.

SOCIOS DE FORO NUCLEAR

AREVA	GRUPO DOMINGUIS
BERKELEY MINERA ESPAÑA	HC ENERGÍA
BUREAU VERITAS	IBERDROLA
CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ	INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL
CENTRAL NUCLEAR ASCÓ	KONECRANES AUSIÓ
CENTRAL NUCLEAR COFRENTES	NUCLENOR
CENTRAL NUCLEAR TRILLO	PROINSA
CENTRAL NUCLEAR VANDELLÓS II	SENER
COAPSA CONTROL	SIEMSA
EMPRESARIOS AGRUPADOS	TAMOIN POWER SERVICES
ENDESA	TECNATOM
ENSA	TÉCNICAS REUNIDAS
ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS	UNESA
GAS NATURAL FENOSA	VINCI ENERGIES
GE- HITACHI NUCLEAR ENERGY	WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN
GHESA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES

SOCIOS ADHERIDOS

ANCI (Asociación Nacional de Constructores Independientes)	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid
AEC (Asociación Española para la Calidad)	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia)
AMAC (Asociación de Municipios en Áreas con Centrales Nucleares)	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia
Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Barcelona	Fundación Empresa y Clima
CEMA (Club Español del Medio Ambiente)	Instituto de la Ingeniería de España
Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España	Oficemen (Agrupación de Fabricantes de Cemento de España)
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética de la Universidad de Cantabria	SEOPAN (Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional)
ENERMIT de la Universidad de Extremadura	SERCOBE (Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid	Tecnibería (Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid	
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao	UNESID (Unión de Empresas Siderúrgicas)



Boix y Morer, 6 - 3º 28003 MADRID

Tel. +34 915 536 303

Fax +34 915 350 882

correo@foronuclear.org

@ForoNuclear

www.foronuclear.org