



Resultados nucleares de 2015 y **perspectivas para 2016**



Resultados nucleares de 2015 y **perspectivas para 2016**

ÍNDICE

1

2

3

¿QUÉ ES FORO NUCLEAR?	7	LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS	12	OTRAS INSTALACIONES NUCLEARES ESPAÑOLAS	32	GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS Y DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES	36
CARTA DEL PRESIDENTE	8						
DATOS DESTACABLES DEL AÑO 2015	10	1.1 PRODUCCIÓN	15	2.1 FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO	34		
		1.2 POTENCIA	15			3.1 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD	38
		1.3 INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO	16	2.2 CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD DE EL CABRIL	35	3.2 GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE IRRADIADO	39
		1.4 AUTORIZACIONES DE EXPLOTACIÓN	17			3.3 DESMANTELAMIENTO DE LAS CENTRALES NUCLEARES JOSÉ CABRERA Y VANDELLÓS I	40
		1.5 PARADAS DE RECARGA	18				
		1.6 ACTUALIDAD DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS	19				

4

ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA 42

4.1 SUMINISTRADORES DE SISTEMAS NUCLEARES 45

4.2 EMPRESAS ELÉCTRICAS 45

4.3 SUMINISTRO DE BIENES DE EQUIPO 46

4.4 EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS 48

5

OPINIÓN PÚBLICA EN ESPAÑA 58

6

PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO 64

6.1 UNIÓN EUROPEA 73

6.2 ESTADOS UNIDOS 82

6.3 OTROS PAÍSES 84

7

SOCIOS DE FORO NUCLEAR 94

SOCIOS ORDINARIOS 96

SOCIOS ADHERIDOS 97

¿QUÉ ES **FORO NUCLEAR?**

Foro de la Industria Nuclear Española es una asociación empresarial que representa al 100% de la producción eléctrica de origen nuclear y al 85% de las principales empresas del sector a nivel nacional. Integra a más de 50 empresas con actividades comerciales en más de 40 países y en su conjunto emplea a 27.500 personas de forma directa e indirecta.

Los principales objetivos son lograr la operación a largo plazo de las centrales nucleares españolas, apoyar la internacionalización de las empresas relacionadas con la industria nuclear y difundir el conocimiento sobre las distintas aplicaciones de la tecnología nuclear.

Foro de la
Industria Nuclear
Española integra
a más de **50**
empresas



CARTA DEL **PRESIDENTE**



Antonio Cornadó

Presidente

En el año 2015, la energía nuclear se ha consolidado como tecnología líder en producción en el sistema eléctrico español y fuente indispensable por su disponibilidad, fiabilidad y la garantía de suministro que ofrece. Los datos recogidos en este informe respaldan la necesidad de seguir una estrategia de mantenimiento y operación a largo plazo del parque nuclear nacional, no sólo por ser una fuente que aporta electricidad de forma constante, segura y fiable, sino también por ser respetuosa con el medio ambiente.

Con una potencia nuclear instalada de 7.864,7 MW, que representa el 7,26% del total, los siete reactores operativos actualmente en España aportaron el 20,34% de la electricidad. Respecto a la producción de electricidad sin emisiones contaminantes, la procedente del parque nuclear nacional ha supuesto, en este último año, el 37% del total; siendo la fuente que más colabora en el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero.

La energía nuclear cumple con los tres principios de la política energética europea: seguridad de suministro, competitividad y sostenibilidad ambiental. Con motivo de la celebración en el mes de diciembre de la Cumbre del Cambio Climático en París (COP21), Foro de la Industria Nuclear Española elaboró el informe técnico "Energía Nuclear y Cambio Climático" que recoge la aportación de esta fuente de electricidad para la mitigación de las emisiones contaminantes, al tratarse de una tecnología que no produce CO₂ en su operación.

Las centrales nucleares españolas evitan cada año la emisión a la atmósfera de entre 45 y 55 millones de toneladas de CO₂, lo que equivale a las emisiones producidas por el total del parque de turismos nacional, unos 22 millones de vehículos. Sin energía nuclear, España estaría muy alejada del cumplimiento de los compromisos medioambientales internacionales adquiridos.

La energía nuclear no sólo se evidencia como una fuente imprescindible en el *mix* energético para frenar el cambio climático. Es, además, una industria estratégica para la economía española por su competitividad y su impacto en el PIB y el empleo, sus inversiones en I+D, sus exportaciones y su contribución tributaria. Así se refleja en el informe elaborado por Foro de la Industria Nuclear Española en colaboración con la consultora PricewaterhouseCoopers sobre el "Impacto socioeconómico de la industria nuclear en España".

Una industria consolidada y generadora de empleo como la nuclear necesita seguridad jurídica y un marco regulatorio estable que aliente y respalde las inversiones necesarias para la operación a largo plazo del parque nuclear nacional. Esta idea ha sido respaldada por la Agencia Internacional de la Energía en su informe *Energy Policies of IEA Countries: Spain 2015 Review* publicado en julio de 2015 y en el que insta al Gobierno español a desarrollar, en el marco de los objetivos de la Unión Europea para 2030, una estrategia energética a largo plazo.

A 31 de diciembre de 2015, había en el mundo 441 reactores en operación distribuidos en 31 países, que produjeron el 11,5% de la electricidad, y 67 más se encontraban en construcción en 16 países. El impulso que vive la energía nuclear a nivel global permite a nuestra industria estar presente en más de 40 países y en cuatro de los cinco continentes, con un ratio de exportación del 70%. Una industria capacitada, experta y tecnológica, con prestigio nacional e internacional, y que Foro Nuclear respalda y apoya.

A través de estas líneas quiero transmitir nuestra satisfacción por el excelente funcionamiento de las centrales nucleares, que una vez más han ocupado el primer puesto en la producción eléctrica, y reafirmar nuestro firme compromiso de seguir apoyando e impulsando el desarrollo de la industria nuclear de nuestro país.

Antonio Cornadó

La producción eléctrica bruta de origen nuclear en 2015 fue de **57.188,03** GWh

DATOS DESTACABLES DEL AÑO 2015

La producción eléctrica bruta de origen nuclear en 2015 fue de 57.188,03 GWh, el 20,34% de la producción eléctrica bruta total.

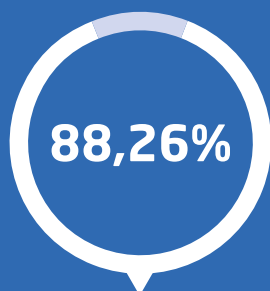
Los indicadores de funcionamiento globales de las centrales nucleares españolas fueron los siguientes:

A 31 de diciembre, la **potencia total instalada del parque de generación eléctrica en España era de 108.298 MW**, de los que 7.864,7 MW correspondían a la potencia del parque nuclear, representando el **7,26% del total de la capacidad instalada en el país**.

La producción eléctrica nuclear supuso el **36,40% de la electricidad sin emisiones contaminantes** generada en España.

A 31 de diciembre, había **441 reactores en situación de operar en el mundo en 31 países**. La producción de electricidad de origen nuclear mundial fue de 2.466,31 TWh, un **2% superior a la del año anterior**. Esta producción representó aproximadamente el 11,5% de la electricidad total consumida en el mundo. Otros 67 nuevos reactores se encontraban en construcción en 16 países.

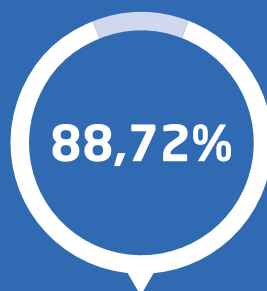
A 31 de diciembre, en el mundo había 103 reactores nucleares a los que los distintos organismos reguladores les han concedido autorización para operar a largo plazo. Representan más del 23% de los reactores nucleares existentes.



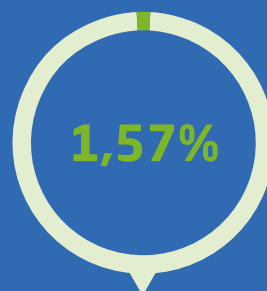
FACTOR DE CARGA



FACTOR DE OPERACIÓN



FACTOR DE DISPONIBILIDAD



FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA

La producción eléctrica nuclear supuso el **36,40% de la electricidad sin emisiones** contaminantes generada en España

441 reactores en situación de operar en el mundo **en 31 países**

67 nuevos reactores se encuentran en construcción en 16 países

La energía nuclear supone el **11,5% de la electricidad total** consumida en el mundo

1

LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

El parque nuclear español está formado por 8 reactores en 6 emplazamientos. Las empresas propietarias y el inicio de la operación de cada una de ellas se reflejan en la siguiente tabla:

Central nuclear	Inicio de la operación comercial	Empresa propietaria	%
Almaraz I	Septiembre 1983	IBERDROLA	53%
		ENDESA	36%
		GAS NATURAL FENOSA	11%
Almaraz II	Julio 1984	IBERDROLA	53%
		ENDESA	36%
		GAS NATURAL FENOSA	11%
Ascó I	Diciembre 1984	ENDESA	100%
Ascó II	Marzo 1986	ENDESA	85%
		IBERDROLA	15%
Cofrentes	Marzo 1985	IBERDROLA	100%
Santa María de Garoña	Mayo 1971	NUCLEONOR*	100%
Trillo	Agosto 1988	IBERDROLA	48%
		GAS NATURAL FENOSA	34,5%
		EDP	15,5%
		NUCLEONOR*	2%
Vandellós II	Marzo 1988	ENDESA	72%
		IBERDROLA	28%

(*) Nucleonor está participada por Endesa 50% e Iberdrola 50%

Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

SITUACIÓN DE LAS CENTRALES NUCLEARES EN ESPAÑA

- ① Santa María de Garoña (Burgos)
- ② Ascó I y Ascó II (Tarragona)
- ③ Trillo (Guadalajara)
- ④ Vandellós II (Tarragona)
- ⑤ Almaraz I y Almaraz II (Cáceres)
- ⑥ Cofrentes (Valencia)

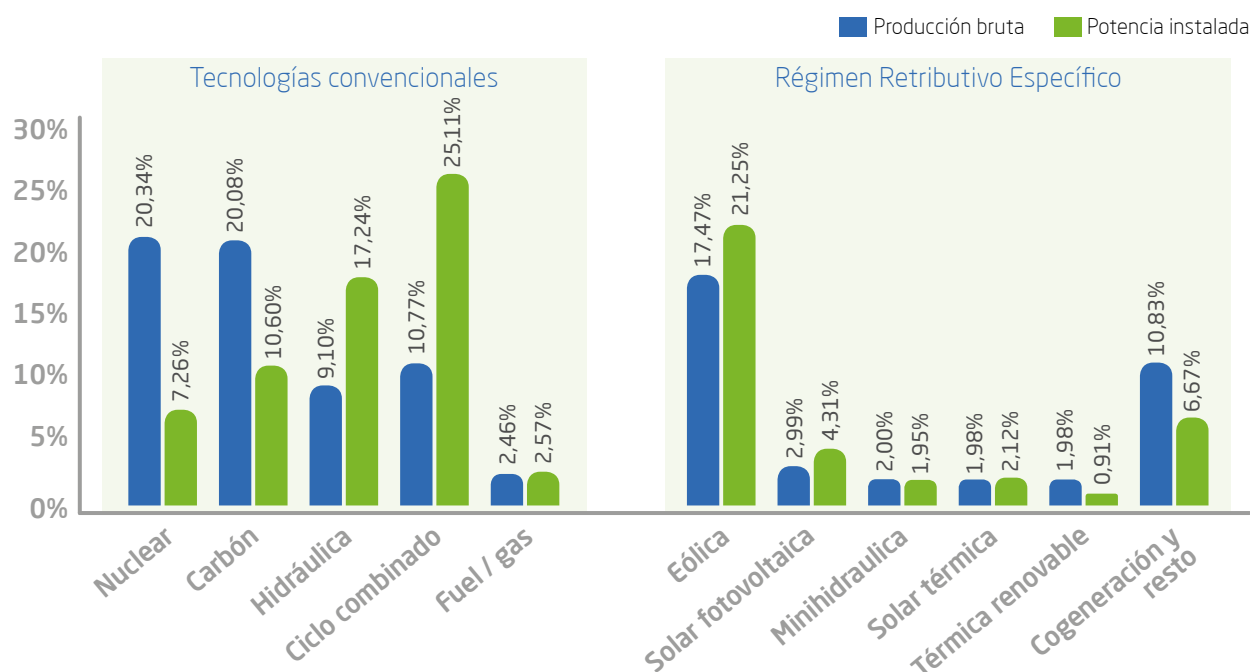


1.1 PRODUCCIÓN

La energía nuclear lideró la producción en 2015, con el **20,34% de la electricidad**

Durante el año 2015, la energía eléctrica bruta producida en el parque nuclear español fue de 57.188,03 GWh, lo que representó el 20,34% del total de la producción eléctrica bruta del país, que fue de 281.207 GWh. La tecnología nuclear fue la fuente que más electricidad generó en el sistema eléctrico español.

La producción nuclear supuso el 36,40% de la electricidad libre de emisiones generada en el sistema eléctrico español. Durante el año 2015, la contribución en términos de potencia y de producción bruta de las fuentes de generación convencionales y las pertenecientes al régimen retributivo específico fue la siguiente:



Fuente: UNESA, REE y Foro Nuclear

1.2 POTENCIA

A 31 de diciembre de 2015, la potencia bruta total instalada del parque de generación eléctrica en España era de 108.298 MW, un 0,14% superior a la de 31 de diciembre de 2014, de los que 7.864,7 MW brutos correspondían a la potencia de los ocho reactores que forman el parque nuclear español, representando el 7,26% 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)
Almaraz I	1.049,4
Almaraz II	1.044,5
Ascó I	1.032,5
Ascó II	1.027,2
Cofrentes	1.092,0
Santa María de Garoña	466,0
Trillo	1.066,0
Vandellós II	1.087,1

Datos a 31 de diciembre de 2015
Fuente: UNESA

1.3 INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO

Los indicadores de funcionamiento son parámetros medibles y representativos del nivel de excelencia en el funcionamiento y en la seguridad operacional de una central nuclear. Están estandarizados y homologados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de Naciones Unidas y la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) para todas las centrales que conforman el parque nuclear mundial.

Los indicadores de funcionamiento demuestran la **excelente operación** de las centrales nucleares españolas en 2015

Durante el año 2015, los indicadores de funcionamiento de las centrales nucleares españolas fueron los siguientes:

Central nuclear	Producción (GWh)	Factor de Carga (%)	Factor de Operación (%)	Factor de Disponibilidad (%)	Factor de Indisponibilidad No Programada (%)
Almaraz I	8.777,46	95,48	98,32	96,62	1,39
Almaraz II	7.927,67	86,65	88,00	87,08	0,00
Ascó I	7.718,31	85,34	88,19	85,01	3,24
Ascó II	8.780,23	97,58	98,82	96,95	2,32
Cofrentes	7.733,13	80,84	83,63	81,63	0,16
Trillo	8.463,39	90,63	91,53	91,26	0,00
Vandellós II	7.787,84	81,78	83,95	83,03	3,90
Total	57.188,03	88,26	90,26	88,72	1,57

Fuente: UNESA y Foro Nuclear

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: Relación entre la energía que se ha dejado de producir 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.

1.4 AUTORIZACIONES DE EXPLOTACIÓN

En España, el período 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 concesión por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Central nuclear	Fecha de autorización actual	Plazo de validez	Fecha de próxima renovación
Almaraz I	08/06/2010	10 años	Junio 2020
Almaraz II	08/06/2010	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
Santa María de Garoña	(*)	---	---
Trillo	17/11/2014	10 años	Noviembre 2024
Vandellós II	26/07/2010	10 años	Julio 2020

(*) La autorización de explotación de la central nuclear de Santa María de Garoña expiró el 6 de julio de 2013. Nuclenor, titular de la instalación, solicitó el 27 de mayo de 2014 la renovación de la autorización de explotación hasta 2031.

Fuente: Foro Nuclear

Central nuclear de Santa María de Garoña



1.5 PARADAS DE RECARGA

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 la misma también se llevan a cabo mejoras en modernización y puesta al día de la central, así como 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 o 24 meses.

Durante la **recarga se renueva el combustible** y se realizan mejoras y actualizaciones en las centrales nucleares

Las paradas de recarga de las centrales nucleares españolas llevadas a cabo durante el año 2015 y las próximas previstas son las siguientes:

Central nuclear	Año 2015	Próxima prevista
Almaraz I	---	Enero 2016
Almaraz II	1 de junio a 11 de julio	Noviembre 2016
Ascó I	31 de octubre a 13 de diciembre	Abril 2017
Ascó II	---	Mayo 2016
Cofrentes	27 de septiembre a 14 de noviembre	Octubre 2017
Trillo	29 de abril a 30 de mayo	Abril 2016
Vandellós II	25 de abril a 21 de junio	Octubre 2016

Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

Trabajos en sala de control durante una recarga



1.6 ACTUALIDAD DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

A continuación, se detallan las actividades más destacadas de cada una de las centrales nucleares españolas durante el año 2015 y los objetivos previstos para 2016.

CENTRAL NUCLEAR DE **ALMARAZ**

Durante 2015, la producción de energía eléctrica bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Almaraz fue de 16.705,12 GWh, constituyendo un nuevo récord en la historia de la central, y superando el anterior del año 2005, con 16.359,97 GWh.

En 2015, las dos unidades de Almaraz han conseguido un **récord de producción eléctrica bruta conjunta**

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I fue de 8.777,46 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en septiembre de 1983 hasta el 31 de diciembre de 2015, lleva acumulados 242.290 GWh. La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II fue de 7.927,76 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en julio de 1984 hasta el 31 de diciembre de 2015, lleva acumulados 237.295 GWh.

Se han implantado diversas mejoras entre las que destacan las relativas a la filtración redundante del edificio de combustible, a la independencia de sistemas eléctricos, a la transición a la NFPA-805 en analizadores continuos de gases disueltos en transformadores, en sistemas de filtración de edificios y mejoras estructurales en unidades de ventilación de equipos de seguridad.

Central nuclear de Almaraz



Se han iniciado los **trámites** para la **construcción del Almacén Temporal Individualizado** para el combustible irradiado de Almaraz

Los hechos más destacados durante el año 2015 son los siguientes:

Gestión del combustible irradiado

La central nuclear de Almaraz está realizando los trámites necesarios con los organismos competentes para la construcción de un Almacén Temporal Individualizado para combustible irradiado. Tendrá capacidad para 20 contenedores de doble propósito (almacenamiento y transporte) del modelo ENUN32P de ENSA.

Parada de recarga

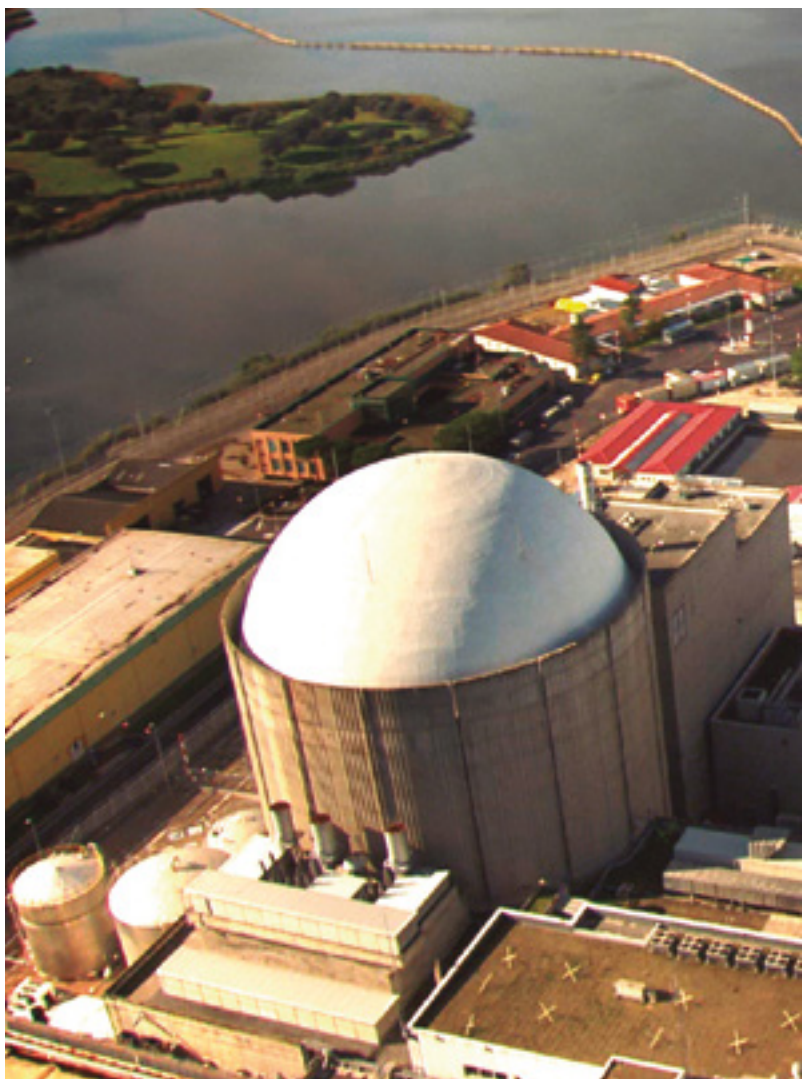
La unidad II comenzó las actividades de la vigésimo segunda parada de recarga el 1 de junio y las finalizó el 11 de julio. En los 39 días de duración, realizada según la planificación del programa general, se contó con la colaboración de 1.200 personas adicionales a la plantilla estable habitual, pertenecientes a diferentes empresas colaboradoras para la prestación de servicios especializados.

Durante la parada de recarga se ejecutaron cerca de 9.000 actividades, entre las que destacan los trabajos de sustitución de 64 elementos de combustible, la inspección por corrientes inducidas de los generadores de vapor, el mantenimiento de ambos trenes de salvaguardias, la inspección de penetraciones del fondo de la vasija del reactor, la modificación de los *cono seal* de la cabeza del reactor, el cambio de cámara del NIS-44, incluyendo conectores y cableado, el cambio de válvulas de seguridad del presionador, la sustitución del motor de una de las bombas de refrigeración del reactor,

la inspección y pruebas eléctricas en alternador y excitatriz, la sustitución de tramos de tuberías y las pruebas correspondientes a la primera recarga del cuarto intervalo de inspección de 10 años.

Cultura de seguridad

En el mes de septiembre, tuvo lugar un curso sobre situaciones de emergencia en centrales nucleares en el que participaron 60 miembros de la Unidad Militar de Emergencias (UME). Estas jornadas son fruto de un protocolo de colaboración entre las centrales nucleares españolas, a través de UNESA, y la UME para mejorar la formación y capacitación de ésta ante situaciones de emergencia con escenarios accidentales de gravedad extrema en las que pudiera ser necesaria su intervención en el interior de los emplazamientos de las centrales.



Estas jornadas comprendieron formación teórica en aula junto con intervenciones prácticas en escenarios simulados, contando además con la presencia *in situ* de personal de la Subdirección de Emergencias del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y la Inspección Residente. Tras la finalización del curso, tuvo lugar una reunión de valoración de resultados con la participación de los mandos de la UME y los responsables del Plan de Emergencia Interior, como coordinadores del curso, para analizar los resultados obtenidos. En la misma se subrayó el cumplimiento de los objetivos marcados y se constató la capacidad de la planta para afrontar condiciones de accidente fuera de las bases de diseño, tanto con medios propios como con el apoyo de la UME.

Central nuclear de Almaraz



Entre el 23 de noviembre y el 4 de diciembre se llevó a cabo la revisión inter pares (*Peer Review*) corporativa de Centrales Nucleares Almaraz-Trillo por un equipo de expertos de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO). El equipo evaluador destacó positivamente varios aspectos, como la presencia y cercanía del equipo directivo en el día a día de las centrales y el esfuerzo por la coordinación entre las centrales nucleares de Almaraz y de Trillo.

Simulacro de emergencia interior anual

El 19 de noviembre se llevó a cabo el simulacro de emergencia interior anual. El escenario planteado alcanzó hasta la Categoría IV (Emergencia General), máxima prevista en el Plan de Emergencia de la Central. La supuesta emergencia se inició con un incendio, por el que se activó el Plan de Emergencia Interior en la categoría I "Prealerta", y se simuló varias incidencias operativas, todas en la unidad I. Adicionalmente, en el transcurso de la emergencia se contempló la atención a un herido por parte de los servicios médicos de la planta, el traslado de otro herido al Hospital Gregorio Marañón de Madrid y la evacuación de todo el personal que no estaba directamente involucrado en la emergencia.

Relaciones externas y actividades de comunicación

Durante 2015, el Centro de Información de Almaraz recibió 5.241 visitantes, el 22% de los cuales pertenece al sector de la enseñanza.

El 21 de abril se celebró la décimo quinta reunión del Comité de Información, presidida por el Subdirector General de Energía Nuclear del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Javier Arana, y la alcaldesa de Almaraz, Sabina Hernández, contando además con la participación del director de la central, José María Bernaldo de Quirós, y de representantes de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias y del CSN.

Perspectivas para 2016

En el mes de enero está prevista la realización de la vigésimo cuarta parada de recarga de la unidad I y en el mes de noviembre se llevará a cabo la vigésimo tercera parada de recarga de la unidad II.

CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ

Durante 2015, la producción de energía eléctrica bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Ascó fue de 16.498,54 GWh.

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I fue de 7.718,31 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en diciembre de 1984 hasta el 31 de diciembre de 2015, lleva acumulados 232.425 GWh.

La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II fue de 8.780,23 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en marzo de 1986 hasta el 31 de diciembre de 2015, lleva acumulados 226.117 GWh.

Los hechos más destacados durante el año 2015 son los siguientes:

Parada de recarga

Entre el 31 de octubre y el 13 de diciembre se llevó a cabo la vigésimo cuarta parada de recarga de la unidad I, con una duración de 43 días.

Durante la recarga se ejecutaron más de 11.000 órdenes de trabajo, la mayoría de las cuales correspondieron a actividades de mantenimiento preventivo de la instalación e inspecciones de equipos y sistemas. Otras actividades estuvieron orientadas a la operación segura y a largo plazo de la central.

Entre las actividades realizadas destacan la inspección de los generadores de vapor mediante corrientes inducidas, la sustitución de los motores de las bombas de refrigeración del reactor "A" y "C" y de dos motores del generador diésel A, la revisión de las turbinas de baja presión y la inspección del fondo de la vasija del reactor con un equipo especializado, así como la puesta en servicio de un nuevo sistema de control digital del reactor. También se han implantado algunas de las modificaciones de diseño finales incluidas en el proyecto de Refuerzo de la Seguridad, como son el nuevo sistema de recombinadores pasivos autocatalíticos de hidrógeno en la contención y una parte de la correspondiente al sistema de venteo filtrado de la misma.

En 2016, Ascó abordará las **modificaciones de diseño finales** correspondientes al proyecto de Refuerzo de la Seguridad

Para poder llevar a cabo todos los trabajos previstos en el tiempo establecido, las empresas que prestan servicio en la parada aportaron más de un millar de trabajadores de diferentes perfiles y especialidades profesionales, aproximadamente la mitad de los cuales son residentes en la provincia de Tarragona, donde se ubica la central.

Cultura de seguridad

Durante 2015, se ha continuado con la realización de distintas actuaciones relacionadas con el proyecto de Refuerzo de la Seguridad, entre las que destacan la construcción en el emplazamiento del Centro Alternativo para Gestión de Emergencias (CAGE), la implantación de ejercicios de formación y simulacros de validación y la realización de formación sobre Guías de Mitigación de Daño Extenso.

En la segunda semana del mes de octubre, se realizó un simulacro conjunto con la Unidad Militar de Emergencias (UME) en las instalaciones de las centrales de Ascó y de Vandellós II, en el marco del convenio de colaboración firmado con UNESA, con objeto de dotar a las centrales nucleares españolas de una fortaleza añadida con la que afrontar emergencias extremas provocadas por sucesos que puedan ir más allá de sus bases de diseño.

La actividad formativa se completó con ejercicios de coordinación de los protocolos de actuación de la UME y de la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) en caso de emergencia, comprobación de las capacidades disponibles y mejora del conocimiento de las instalaciones por parte de la UME.

Simulacro de emergencia interior anual

El 21 de mayo se llevó a cabo el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior, basado en la simulación de un incendio de grandes dimensiones en la unidad II, que requería la asistencia de ayuda externa para su extinción. La evolución del suceso llevó a la planta a declarar la Categoría IV, con impacto radiológico interno y externo.

Con el objetivo de poder comprobar el correcto funcionamiento del plan de actuación ante una emergencia, se activaron todas las organizaciones implicadas en el mismo, así como las vías de comunicación: la Sala de Emergencias (SALEM) del Consejo de Seguridad Nuclear, el Centro de Coordinación Operativa (CECOP) de la Subdelegación del Gobierno en Tarragona y el Centro de Apoyo Técnico (CAT), donde se ubica la Dirección de la Emergencia.

Representantes del Consejo de Seguridad Nuclear y auditores independientes, así como observadores de otras centrales europeas que iban a tomar parte en la revisión inter pares de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO *Peer Review*) de la central, siguieron el desarrollo del simulacro y la respuesta de la organización al escenario hipotético formulado.

El ejercicio permitió comprobar la coordinación de todo el personal involucrado, las vías de comunicación y el correcto funcionamiento del Plan de Emergencia Interior del emplazamiento de la central de Ascó.

Relaciones externas y actividades de comunicación

A lo largo del año 2015 se ha seguido manteniendo el compromiso de ANAV con la información y la divulgación en el entorno de las instalaciones, realizándose diversas reuniones periódicas con los responsables de los municipios.

El Centro de Información de ANAV, situado en la central nuclear de Ascó, recibió durante el año 2.601 visitantes, de los que 1.495 fueron escolares que han participado en los programas educativos organizados por ANAV. El Centro complementa su oferta divulgativa con actividades periódicas como exposiciones temporales y conferencias.

Perspectivas para 2016

En 2016 se realizará en el mes de mayo la vigésimo tercera parada de recarga de combustible de la unidad II, entre cuyas actividades más destacadas se encuentran la implementación de un nuevo sistema de recombinaidores pasivos de hidrógeno en la contención (PAR), la implantación de un nuevo sistema de control digital del reactor y la sustitución del motor de la bomba de refrigeración del reactor "C".

Asimismo, está prevista la puesta en servicio del Centro Alternativo para Gestión de Emergencias (CAGE) y la carga y traslado al Almacén Temporal Individualizado de dos contenedores HI-STORM de combustible irradiado en seco de la unidad I.

Central nuclear de Ascó



Cofrentes acumula **más de 6 años y medio sin paradas automáticas** del reactor

CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

Durante 2015, la producción de energía eléctrica bruta fue de 7.733,13 GWh, con lo que la producción acumulada desde que entró en operación comercial en marzo de 1985 hasta el 31 de diciembre de 2015 es de 245.631 GWh.

La central de Cofrentes acumula más de 6 años y medio sin paradas automáticas del reactor, lo que es uno de los indicativos de su fiabilidad. Desde 2009 a 2015, la central ha operado sin ninguna incidencia de este tipo. Los indicadores del Sistema Integrado de Supervisión de las Centrales, con los que el CSN evalúa de forma sistemática el funcionamiento del parque nuclear español, se han mantenido durante todo el año 2015 en color verde, lo que implica una adecuada respuesta del titular de la instalación.

De acuerdo a la normativa vigente, se han comunicado cinco sucesos, clasificados como nivel cero en la escala INES, que no han tenido significación para la seguridad.

Los hechos más destacados durante el año 2015 son los siguientes:

Parada de recarga

Durante el año 2015, Cofrentes funcionó en conexión continua a la red eléctrica nacional hasta el mes de abril, en que se efectuó una parada programada de 12 días de duración para la sustitución de dos elementos de combustible. La unidad operó sin interrupciones adicionales hasta el 27 de septiembre, en el que se inició la vigésima parada de recarga de combustible, con una duración de 48 días, hasta el 14 de noviembre.

Durante la recarga se sustituyeron 252 elementos de combustible de los 624 que componen el núcleo del reactor, realizándose además un total de 12.391 trabajos de mantenimiento y 51 modificaciones de diseño. Las intervenciones realizadas han permitido actualizar y mejorar la instalación con las últimas tecnologías disponibles, con el objetivo de mantener la central en los más altos estándares internacionales de seguridad y fiabilidad. Para la realización de los trabajos fueron contratados más de 1.300 profesionales de diferentes ámbitos industriales, como apoyo al personal permanente de la instalación.

Los trabajos más significativos desarrollados fueron el rebobinado del generador principal, la modernización del sistema de control de agua de alimentación, la sustitución de un calentador de agua de alimentación, la revisión general del interruptor de generación y la sustitución del relleno de las torres de refrigeración.

Uno de los objetivos estratégicos es mantener las dosis operacionales en los niveles más bajos posibles, por lo que durante la recarga se realizó una descontaminación química en el circuito primario que ha permitido un importante ahorro de dosis al personal que trabaja en la instalación.

Cultura de seguridad

Entre el 16 de febrero y el 6 de marzo se desarrolló una evaluación de la cultura de seguridad por la empresa Human Performance Analysis Corporation y el CIEMAT, utilizando la metodología de la Dra. Sonja Haber y tomando como referencia las dimensiones de la cultura de seguridad que propone el Organismo Internacional de Energía Atómica.

La Dra. Haber presentó los resultados de esta evaluación el 15 de abril y señaló las líneas de actuación que la central de Cofrentes debe acometer para seguir impulsando la cultura de seguridad en la organización.

Con el propósito de mantener los más altos estándares en cultura de seguridad en todos los ámbitos posibles, la empresa propietaria de la central, Iberdrola Generación Nuclear, solicitó una misión de evaluación *Corporate Peer Review* a la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO), en la que se revisaron los procesos de desarrollo de proyectos, ingeniería y cambios de diseño para la planta.

Durante el mes de mayo se desarrollaron unas jornadas de formación sobre gestión de emergencias en las que participó la Unidad Militar de Emergencias (UME), con el objetivo de intercambiar información y conocimientos sobre los protocolos de actuación. Se desarrollaron sesiones teóricas y prácticas para poner en común y probar la compatibilidad de los sistemas de comunicaciones y equipos de ambas organizaciones.

Simulacro de emergencia interior anual

El 18 de junio se efectuó el simulacro de emergencia interior anual de acuerdo a los requisitos establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear. La organización de la central resolvió satisfactoriamente cada uno de los supuestos del escenario planteado.

Relaciones externas y actividades de comunicación

El Centro de Información fue visitado en 2015 por 3.753 personas, de las que alrededor del 50% fueron estudiantes. Desde su apertura hasta el 31 de diciembre de 2015, este centro ha recibido más de 292.000 personas.

El día 17 de junio la dirección de la central participó en la décimo quinta Reunión del Comité Local de Información convocado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y celebrado en el Ayuntamiento de Cofrentes. Durante el mismo se expusieron a los ciudadanos todas aquellas cuestiones relevantes del sector nuclear en general y de la central nuclear de Cofrentes en particular.

Cofrentes ha
actualizado
la instalación
con las **últimas**
tecnologías
disponibles

El delegado del Gobierno en la Comunitat Valenciana, Juan Carlos Moragues, visitó las instalaciones el 27 de septiembre, coincidiendo con el inicio de la parada programada para recarga de combustible, con el fin comprobar los trabajos de revisión, de mantenimiento y de modernización de equipos. En su visita, destacó "la importancia de empresas como Iberdrola que invierten en la Comunitat y generan riqueza y empleo".

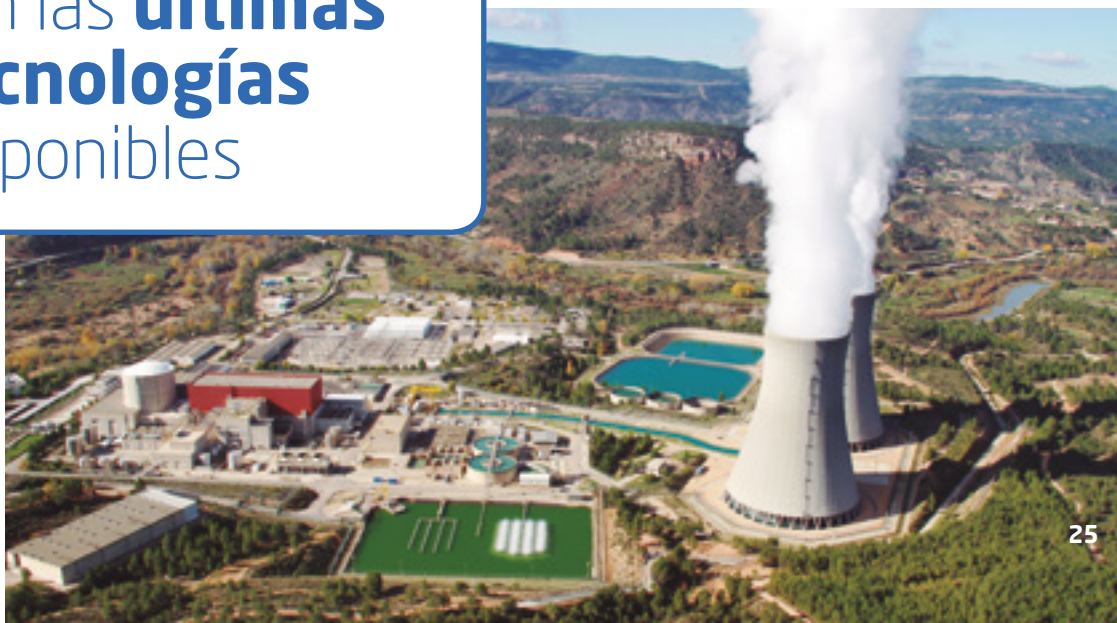
Perspectivas para 2016

Durante el año 2016 se finalizará la construcción del Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE). Este edificio fue requerido por el organismo regulador nuclear español en el ámbito de las pruebas de resistencia, y tiene como objetivo reforzar la seguridad de la central ante un accidente como el ocurrido en la central japonesa de Fukushima, que superase las bases de diseño.

También está prevista la finalización y puesta en servicio de un nuevo Sistema de Protección Contra-incendios de carácter sísmico, que dotará a la central de capacidades más robustas ante la hipotética coincidencia de un terremoto y un incendio.

En el mes de mayo, la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) realizará una misión de seguimiento de la revisión inter pares (*Peer Review*) realizada en 2014, con el objeto de comprobar los avances y mejoras realizadas en diferentes áreas de la central.

Central nuclear de Cofrentes



CENTRAL NUCLEAR DE SANTA MARÍA DE GAROÑA

Durante 2015, la central nuclear de Santa María de Garoña no generó electricidad, aunque mantiene intactas sus capacidades técnicas y organizativas. Desde el 6 de julio de 2013, la planta se encuentra administrativamente en situación de cese de actividad, a la espera de que se den las circunstancias administrativas y regulatorias que posibiliten la vuelta a la operación. Durante el año se ha completado el envío de toda la documentación y los requisitos solicitados por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Nuclenor, titular de la instalación, ha continuado desarrollando las actividades previstas para mantener la central en las mejores condiciones, de forma que se garantiza su seguridad y operatividad bajo la supervisión del CSN. La central ha seguido con las labores de mantenimiento programadas, así como con la implantación de las modificaciones derivadas de los compromisos con el organismo regulador.

Santa María de Garoña se mantiene en **perfectas condiciones** organizativas, técnicas y de seguridad

Central nuclear de
Santa María de Garoña

Durante 2015 se ha estado a la espera del informe medioambiental del proyecto de construcción del Almacén Temporal Individualizado para el combustible irradiado. El Centro de Información ha permanecido inoperante para visitas generales y únicamente ha atendido visitas técnicas.

El 16 de abril se realizó el simulacro anual de emergencia interior, con la participación de todo el personal de la planta. El principal objetivo era comprobar el correcto funcionamiento de los medios y organizaciones disponibles. El ejercicio, iniciado con un simulacro de sabotaje, supuso la representación de una serie de sucesos en el exterior e interior de la planta que finalizaron con una situación de emergencia general en el emplazamiento. Durante el mismo se activó la Sala de Emergencias (SALEM) del Consejo de Seguridad Nuclear, así como el Centro de Coordinación Operativa (CECOP) de la Subdelegación del Gobierno, contemplado en el Plan de Emergencia Nuclear de Burgos.

Perspectivas para 2016

Nuclenor continuará manteniendo la instalación en perfectas condiciones de seguridad, esperando que el organismo regulador evalúe toda la documentación que le ha sido presentada para la operación a largo plazo de la central. Del mismo modo, se continuará cumpliendo con los requisitos de seguridad exigidos.



Trillo ha alcanzado el **octavo año consecutivo sin paradas automáticas** del reactor

CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO

Durante 2015, la producción de energía eléctrica bruta fue de 8.463,39 GWh. La producción de energía eléctrica bruta acumulada desde que entró en operación comercial en agosto de 1988 hasta el 31 de diciembre de 2015 es de 221.941 GWh.

El año 2015 ha supuesto el octavo consecutivo sin que la central haya registrado paradas automáticas del reactor.

En el mes de enero comenzó la construcción del Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE), como establece la correspondiente Instrucción Técnica del Consejo de Seguridad Nuclear. A final de año se había completado prácticamente el 100% de la construcción de la obra civil estructural y en torno al 90% de la fase de montaje mecánico, eléctrico y ventilación.

Los hechos más destacados durante el año 2015 son los siguientes:

Parada de recarga

Entre los días 29 de abril y 30 de mayo tuvo lugar la vigésimo séptima parada de recarga de combustible y mantenimiento general. En los 31 días de duración, se realizaron 5.671 órdenes de trabajo, de las cuales el 52% correspondieron a mantenimiento correctivo y el 48% a mantenimiento preventivo. Entre estas actividades destacan la inspección de elementos combustibles y barras de control y reorganización de accesorios, la revisión eléctrica y mecánica de las redundancias 2 y 6, la prueba de capacidad en baterías de las redundancias 3 y 7 y las revisiones de componentes incluidos en manuales de bombas y válvulas. Además, se ha procedido a la modernización del sistema de control y protección de turbina-*by pass* y a la inspección de sellos, cojinete superior e inferior.

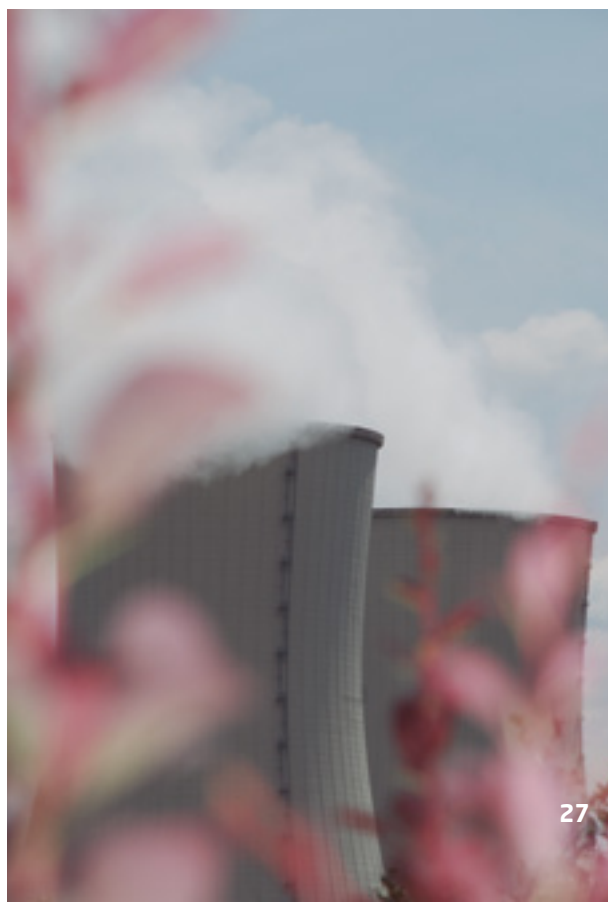
Para esta parada de recarga se incorporaron aproximadamente un millar de trabajadores pertenecientes a más de 40 empresas colaboradoras para la prestación de servicios especializados a la instalación.

Cultura de seguridad

En el mes de octubre tuvo lugar la misión de seguimiento de las áreas de mejora de la revisión inter pares (*Peer Review*) realizada por la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) en el año 2013. Un grupo de expertos realizó un análisis del estado de las acciones de mejora, obteniendo una calificación óptima en el grado de ejecución de las mismas.

A finales del mes de noviembre se llevó a cabo la revisión inter pares (*Peer Review*) corporativa de Centrales Nucleares Almaraz-Trillo por un equipo de expertos de WANO. El equipo evaluó con criterios de excelencia el apoyo y la supervisión que las distintas direcciones funcionales prestan a la central. Por otra parte, se recibió una visita de asistencia técnica del *Institute of Nuclear Power Operations* (INPO) sobre la fiabilidad de equipos y componentes de la planta.

Central nuclear de Trillo



Simulacro de emergencia interior anual

El 24 de septiembre se llevó a cabo el Simulacro de Emergencia Interior anual, en el que se contempló un sismo superior al de base de diseño, ocasionando la pérdida de alimentación eléctrica exterior, una explosión, un incendio, la pérdida de refrigerante del circuito primario y emisión de actividad al exterior. Durante su desarrollo, se recurrió a los procedimientos establecidos al respecto, así como la simulación de la participación del Consorcio de Bomberos de Guadalajara, confirmándose la correcta ejecución de todas las actuaciones de mitigación y control de daños, además de verificar la adecuada coordinación de toda la organización.

Relaciones externas y actividades de comunicación

Desde su puesta en marcha en noviembre de 1981, el Centro de Información de Trillo ha recibido 348.990 visitantes, de los cuales 6.273 lo fueron en el año 2015, la mayoría procedentes de la Comunidad de Madrid y de la Comunidad de Castilla-La Mancha.

El 12 de marzo se celebró la décimo quinta reunión del Comité de Información de la central, convocado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR). Se celebró en la Casa de la Cultura del Ayuntamiento de Trillo y estuvo presidida por el Subdirector General de Energía Nuclear del MINE-TUR. Contó con la participación de responsables de los municipios del entorno, del subdelegado del Gobierno en Guadalajara y del director de la central.

Perspectivas para 2016

A finales del mes de abril, se llevará a cabo la vigésimo séptima parada de recarga de combustible, con una duración estimada de 29 días. En la misma se realizarán trabajos de inspección por corrientes inducidas en barras de control y en el 100% de tubos de un generador de vapor. También se revisarán las válvulas de uno de los lazos de vapor principal y se ejecutarán pruebas de ventilación derivadas de la Autorización de Explotación y la Instrucción Técnica Complementaria ITC14, entre otras.

También está prevista la finalización de los trabajos de la obra civil del Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE) y darán comienzo las pruebas de los diferentes equipos, sistemas y componentes de protección contra incendios, ventilación y comunicaciones.

Construido el 100% de la obra civil estructural del Centro Alternativo de Gestión de Emergencias de Trillo



Central nuclear de Trillo

CENTRAL NUCLEAR DE **VANDELLÓS II**

Durante 2015, la producción de energía eléctrica bruta de Vandellós II fue de 7.787,84 GWh. La producción de energía eléctrica bruta acumulada desde que entró en operación comercial en marzo de 1988 hasta el 31 de diciembre de 2015 es de 211.330 GWh.

Los hechos más destacados durante el año 2015 son los siguientes:

Parada de recarga

Entre los días 25 de abril y 21 de junio tuvo lugar la vigésima parada de recarga de combustible, con una duración de 56 días. Durante la misma se realizaron más de 9.000 órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo y de labores de inspección y de mejoras en la planta. Para ello se contó con 1.000 profesionales adicionales a los trabajadores habituales de la instalación, procedentes de 65 empresas colaboradoras. Más de la mitad eran residentes en la provincia de Tarragona, donde se ubica la central.

Cultura de seguridad

Durante 2015, se implantaron varias modificaciones de diseño relacionadas con el Proyecto de Refuerzo de la Seguridad, entre las que destacan la construcción del Edificio Alternativo para la Gestión de Emergencias (CAGE) en la zona colindante a la plataforma de evacuación aérea y almacén seguro, la implementación del venteo filtrado de la contención y la implantación de recombinadores pasivos de hidrógeno en el recinto de contención.

A lo largo del año se han desarrollado distintas evaluaciones independientes, entre las que destacan el Plan Básico de Inspección del Consejo de Seguridad Nuclear, las auditorías internas realizadas por el servicio de Garantía de Calidad, las visitas para soporte externo de preparación para emergencias de la central de Wylfa del Reino Unido y de estrategia de mantenimiento de los generadores diésel de EDF, y la evaluación *Independent Nuclear Oversight del Endesa Nuclear Oversight Committee* (ENOC), formado por

Vandellós II
ha implantado
**modificaciones de
diseño** relacionadas
con el Proyecto
de Refuerzo de la
Seguridad

expertos nacionales y extranjeros. Estos realizan observaciones en planta mediante interlocución directa con la dirección y las direcciones corporativas, con el propósito de emitir recomendaciones y propuestas de mejora en distintos ámbitos de operación de la central.

Central nuclear de Vandellós II



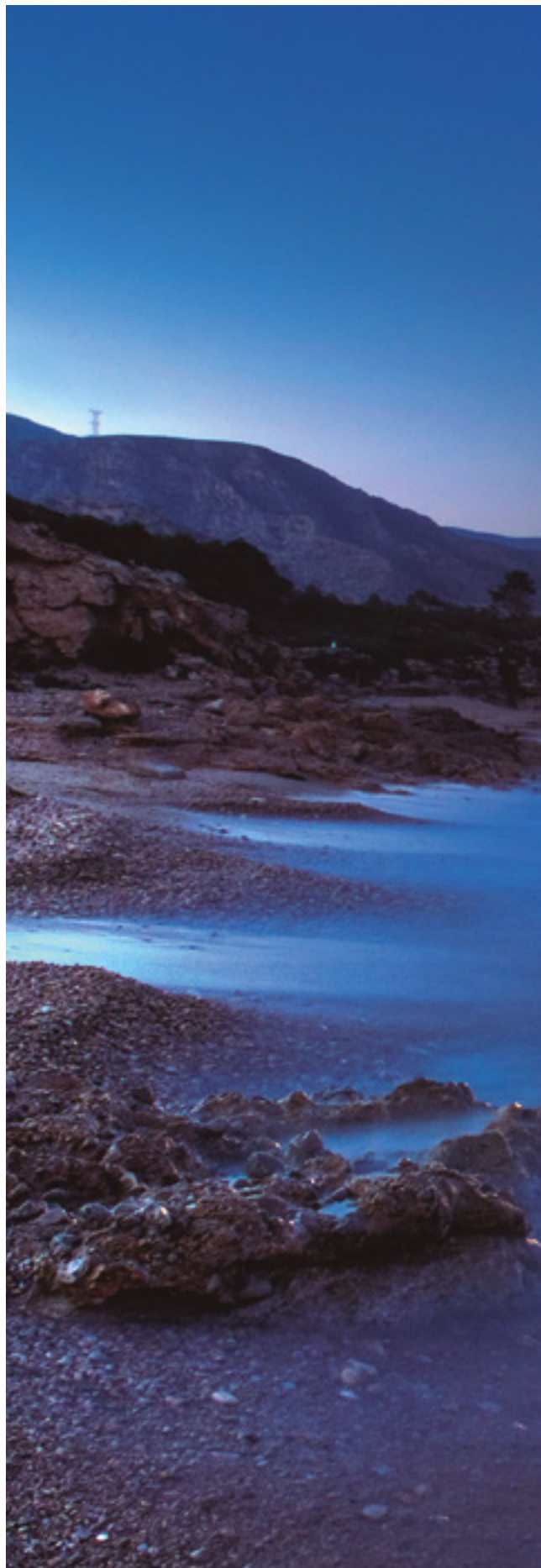
Simulacro de emergencia interior anual

El 22 de octubre se realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI) de la instalación, con un ejercicio basado en la simulación de un terremoto de grandes dimensiones que afectaría a las salvaguardias tecnológicas de la central, que llevó a activar el PEI en sus diferentes niveles hasta llegar a la Categoría IV, Emergencia General. Asimismo, la operatividad del Centro de Apoyo Técnico (CAT) se vio comprometida y se requirió la utilización del CAT Alternativo. En paralelo, se simuló dificultades en el recuento y localización de personas que trabajaban en zona controlada.

Con el objetivo de poder comprobar el buen funcionamiento del plan de actuación ante una emergencia, durante el ejercicio se activaron todas las organizaciones implicadas, así como las vías de comunicación con la Sala de Emergencias (SALEM) del Consejo de Seguridad Nuclear, el Centro de Coordinación Operativa (CECOP) de la Subdelegación del Gobierno en Tarragona y el Centro de Apoyo Técnico (CAT), donde se ubica la Dirección de la Emergencia. El Consejo de Seguridad Nuclear, además de auditores independientes de la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II, siguió el desarrollo del simulacro. El ejercicio permitió comprobar la coordinación de todo el personal que tiene asignadas funciones en el Plan de Emergencia Interior, así como el correcto funcionamiento de las vías de comunicación con los diferentes organismos que forman parte de la organización de emergencia en caso de ser necesaria su intervención.

Perspectivas para 2016

En el mes de octubre está prevista la realización de la vigésimo primera parada de recarga, en la que se llevarán a cabo órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo, inspecciones y mejoras en la central. Entre las actividades principales destacan la renovación de las protecciones eléctricas, la revisión de las bombas de refrigeración del reactor, la revisión general de la turbina y la excitatriz, la inspección del interno inferior de la vasija, la inspección por corrientes inducidas y trabajos de limpieza de los generadores de vapor y la continuación de las fases finales del plan de acción del proyecto de Refuerzo de la Seguridad.



Central nuclear de Vandellós II



2

OTRAS INSTALACIONES NUCLEARES ESPAÑOLAS

OTRAS INSTALACIONES NUCLEARES ESPAÑOLAS

2.1 FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO

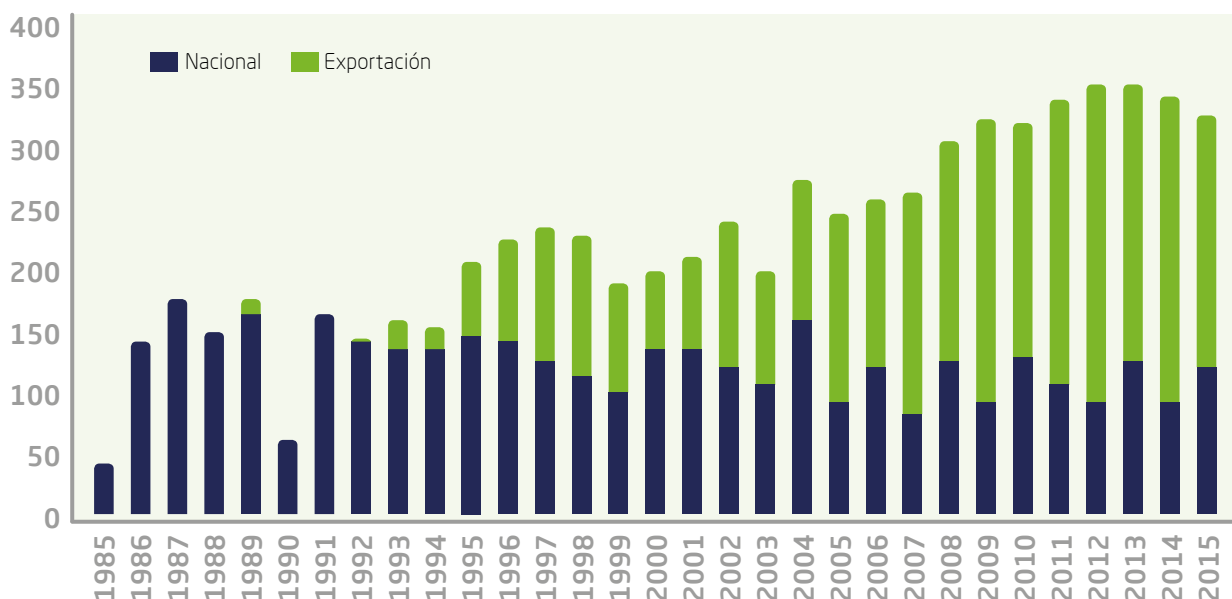
En 2015, el **62%** de los **elementos combustibles** fabricados en Juzbado **se exportó**

En el año 2015, ENUSA Industrias Avanzadas S.A. ha suministrado a las centrales nucleares españolas Almaraz I, Ascó I y II, Trillo y Cofrentes un total de 153 toneladas de uranio (tU) en distintos grados de enriquecimiento, lo que equivale a 1.669 toneladas de concentrados de uranio (U_3O_8), 1.408 toneladas de uranio natural en forma de UF_6 y 1.051 miles de UTS (unidades técnicas de separación, medida de la energía consumida en la separación del uranio en dos partes, una enriquecida y otra empobrecida en el isótopo fisible uranio-235. El número de UTS necesarias es proporcional al grado de enriquecimiento requerido).

La fábrica de elementos combustibles que ENUSA Industrias Avanzadas tiene en Juzbado, provincia de Salamanca, fabricó 328,5 tU, de las cuales 203,6 tU, el 62% del total, se dedicaron a la exportación, para centrales de Francia, Suecia y Bélgica.

En total se montaron 854 elementos combustibles, 616 para reactores de agua a presión (PWR) y 238 para reactores de agua en ebullición (BWR).

Cantidades anuales fabricadas (t U_{eq})



Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.

La fabricación acumulada desde la puesta en marcha de la fábrica se muestra en el cuadro siguiente:

Fabricación acumulada desde 1985 hasta 2015

	PWR	BWR	Total		
	Total	Total	Nacional	Exportación	Total
tU	5.210	1.850	3.840	3.220	7.060
Elementos combustibles (unidades)	11.532	10.337	11.128	10.741	21.869

Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.

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

Desde el inicio de las actividades del centro de almacenamiento de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) de El Cabril en Hornachuelos (Córdoba) en 1986 hasta el 31 de diciembre de 2015, la instalación ha recibido un total 41.931,12 m³, de los cuales 33.568,98 m³ son residuos de baja y media actividad (RBMA) y 8.362,14 m³ son residuos de muy baja actividad (RBBA).

Almacenamiento de residuos de muy baja actividad

En 2015 se recibieron un total de 18 expediciones con 249,61 m³ de residuos de muy baja actividad (15 expediciones con 243,23 m³ procedentes de instalaciones nucleares y 3 expediciones con 6,38 m³ procedentes de instalaciones radiactivas), que se almacenaron en la estructura específica para estos materiales, que comenzó a funcionar en El Cabril en octubre de 2008.

Almacenamiento de residuos de baja y media actividad

Respecto a la ocupación del almacenamiento, de las 28 celdas de almacenamiento para residuos de baja y media actividad (RBMA) de que dispone la instalación, en diciembre de 2015 se encontraban completas y cerradas un total de 20 celdas: las 16 estructuras de la plataforma norte y 4 estructuras de la plataforma sur. Esto supone una ocupación del 73,27% de la capacidad total de almacenamiento de RBMA.

Durante 2015, El Cabril recibió un total de 953 m³ de residuos de baja y media actividad en 169 expediciones (149 expediciones con 945,43 m³ procedentes de instalaciones nucleares y 20 expediciones con 7,57 m³ procedentes de instalaciones radiactivas).

Volumen de residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad recibidos en 2015 (m³)

Procedentes de instalaciones nucleares	1.188,66
Procedentes de instalaciones radiactivas (hospitales, laboratorios y centros de investigación)	13,95
Total	1.202,61

Fuente: Enresa

3

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIOACTIVOS Y DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES

GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS Y DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES

3.1 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

Durante 2015, se produjeron **756,40 m³ de residuos** y 551,75 m³ fueron retirados por Enresa

Los residuos de muy baja, 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 Almacén Centralizado de Residuos de Muy Baja, Baja y Media Actividad de El Cabril. Estos residuos se almacenan de forma temporal en las instalaciones que las propias centrales nucleares tienen en sus emplazamientos, hasta su traslado a El Cabril.

Durante 2015, se produjeron 756,40 m³ de residuos y 551,75 m³ fueron retirados por Enresa. En la siguiente tabla se muestran los volúmenes de residuos generados por cada central nuclear española y retirados por Enresa, así como el grado de ocupación de los almacenes temporales.

Volumen de residuos radiactivos de baja y media actividad (m³)

Central nuclear	Generados	Retirados	Grado de ocupación (%) (*)
Almaraz I (**)	49,77	12,54	48,82
Almaraz II (**)	49,77	12,54	25,03
Ascó I	82,06	37,96	23,05
Ascó II	39,38	41,09	31,53
Cofrentes	288,36	245,66	39,95
Santa María de Garoña	98,46	112,20	42,55
Trillo	46,42	36,96	10,80
Vandellós II	92,18	52,80	19,52
TOTAL	746,40	551,75	

(*) Datos a 31 de diciembre de 2015

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

Fuente: UNESA, centrales nucleares y Foro Nuclear

3.2 GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE IRRADIADO

Las centrales nucleares españolas se diseñaron para almacenar temporalmente el combustible irradiado 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 irradiado en un almacén temporal en seco.

A 31 de diciembre de 2015, el número de elementos combustibles irradiados almacenados temporalmente en las piscinas de las centrales nucleares españolas era de 13.495. La distribución y el grado de ocupación de las piscinas de cada una de las centrales es la siguiente:

Central nuclear	Elementos combustibles irradiados (uds.)	Grado de ocupación (%)
Almaraz I	1.392	84,52
Almaraz II	1.380	83,79
Ascó I	1.228	97,15
Ascó II	1.104	90,44
Cofrentes	4.232	88,54
Santa María de Garoña	2.505	96,01
Trillo	506	80,57
Vandellós II	1.148	79,89
TOTAL	13.495	

Datos a 31 de diciembre de 2015

Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

La central nuclear de Trillo cuenta, desde 2002, con un Almacén Temporal Individualizado en el que, durante 2015, se realizó la carga de dos contenedores ENSA-DPT, fabricados por ENSA, con un total de 42 elementos combustibles irradiados, con lo que a 31 de diciembre de 2015 se encontraban en el Almacén Temporal Individualizado 30 contenedores con un total de 630 elementos combustibles, lo que supone un grado de ocupación del 37,5%.

La central nuclear de Ascó cuenta, desde abril de 2013, con un Almacén Temporal Individualizado para sus dos unidades, en el que, durante el año 2015, se cargaron dos contenedores HI-STORM con 64 elementos combustibles irradiados procedentes de la piscina de la

unidad I y otros dos contenedores HI-STORM con 64 elementos combustibles irradiados procedentes de la piscina de la unidad II, con lo que a 31 de diciembre de 2015 se encontraban en el mismo cuatro contenedores con 128 elementos combustibles de la unidad I y cinco contenedores con 160 elementos combustibles de la unidad II, almacenados en las respectivas losas correspondientes a cada unidad.

La central nuclear de José Cabrera cuenta, desde 2009, con un Almacén Temporal Individualizado para el almacenamiento, en 12 contenedores en seco, de los 377 elementos combustibles irradiados generados durante toda la vida operativa de la central.

3.3 DESMANTELAMIENTO DE LAS CENTRALES NUCLEARES

JOSÉ CABRERA Y VANDELLÓS I

CENTRAL NUCLEAR DE JOSÉ CABRERA

Durante 2015, en el desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera, en la provincia de Guadalajara, finalizaron los trabajos de desmontaje de los componentes del circuito primario de la instalación. Tras las actuaciones acometidas anteriormente en los internos del reactor, el presionador, la bomba principal y la retirada completa del generador de vapor, esta fase del proyecto culminó en el mes de mayo con el corte bajo agua de la vasija del reactor. La vasija era un recipiente de acero al carbono, con forma de cilindro vertical, fondo semiesférico y una tapa superior desmontable, que contenía el núcleo del reactor. La longitud total de la vasija, sin la cabeza, era de 7,39 metros y tenía un diámetro interior de 2,81 metros.

La retirada del circuito primario requirió la aplicación de diferentes técnicas, desde las más convencionales (corte térmico en ambiente para el presionador) hasta las más innovadoras y complejas (corte mecánico bajo agua para los internos del reactor y la vasija), pasando por la aplicación intensiva de distintas técnicas de corte en frío (hilo de diamante y torno orbital para el generador de vapor y las tuberías). La aplicación de unas y otras ha permitido finalizar la completa segmentación y empaquetado de todos estos elementos, lo que supone un avance esencial en los trabajos de desmantelamiento.

El proyecto de desmantelamiento de la central de José Cabrera ya se ha ejecutado en más de un 70% y se ha retirado de la instalación un 99% de la radiactividad existente al inicio del mismo. A partir de ahora, los trabajos se centrarán en la retirada del hormigón de las cavidades del reactor y antiguo foso de combustible gastado, en la descontaminación

de las paredes y los suelos de los edificios de contención y auxiliar, la puesta en marcha de un taller de descontaminación de materiales, así como en el desarrollo de la campañas de caracterización del emplazamiento, que ya comenzaron en 2015 con la realización de medidas superficiales y sondeos de terrenos.

Desde el comienzo de los trabajos de desmantelamiento, en febrero de 2010, hasta el 31 de diciembre de 2015, la masa total de materiales generada es de 9.676 toneladas, de las que 5.958 toneladas corresponden a material convencional, 2.637 toneladas a residuos radiactivos y 1.081 toneladas a material desclasificable (procedente de zonas radiológicas, pero susceptible de ser gestionado como convencional una vez verificada la ausencia de contaminación). Además, en todo este periodo se han enviado 174 expediciones de residuos al centro de almacenamiento de residuos de muy baja, baja y media actividad de El Cabril.

El proyecto de desmantelamiento de José Cabrera **se ha ejecutado en más de un 70%**

Central nuclear de José Cabrera



El desmantelamiento total de Vandellós I se completará en 2028

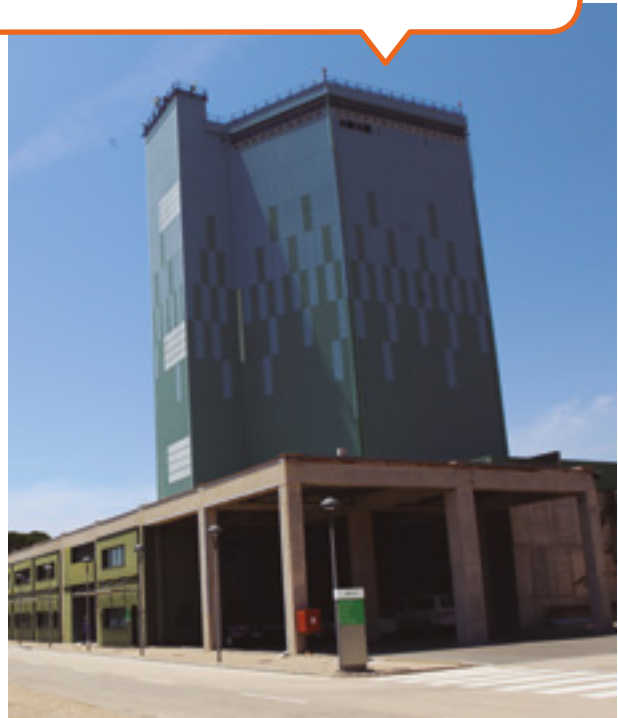
CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS I

La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) llevó a cabo, entre los años 1998 y 2003, el primer desmantelamiento de una central nuclear española. Vandellós I fue desmantelada a Nivel 2, lo que supuso la retirada de todos los edificios, sistemas y equipos externos al cajón del reactor. Este último, ya sin combustible, fue sellado con objeto de afrontar un periodo de espera, denominado fase de latencia, para que el decaimiento de la radiactividad de las estructuras internas haga más factible su desmantelamiento a Nivel 3, desmantelamiento total de la instalación, previsto para el año 2028.

La entrada en fase de latencia en el año 2003 conllevó una considerable reducción de las dimensiones del emplazamiento -la mayor parte, ya desmantelada, será retornada a la compañía propietaria del mismo- que implica, a su vez, una estructura mínima de gestión. Sin embargo, durante este periodo la presencia de Enresa no se limita a las tareas de vigilancia y mantenimiento del cajón del reactor: el Centro Tecnológico Mestral constituye una privilegiada ubicación para el desarrollo de programas de investigación de tecnologías aplicables a los próximos proyectos que ha de abordar Enresa y también de formación de los futuros responsables del desmantelamiento de centrales nucleares.

En la instalación se está desarrollando un plan de acción multidisciplinar a medio plazo (2013-2017), para incrementar el conocimiento de la instalación remanente, su documentación y sus futuros planes de desmantelamiento. Las líneas principales de este plan y las principales acciones llevadas a cabo durante el año 2015 son las siguientes:

- Mejorar el plan de vigilancia y mantenimiento. Después de la realización de las pruebas quinquenales, consistentes en comprobar la estabilidad estructural, controlar el hormigón y sus armaduras, controlar los materiales del interior del cajón mediante inspecciones visuales con cámara, vigilar la atmósfera interna con medidas de tasa de corrosión, temperatura, presión y humedad y controlar la estanqueidad del confinamiento con una prueba de fugas a presión, se ha concluido que se pueden mejorar algunos de los equipos de instrumentación utilizados en las medidas de estabilidad del cajón del reactor y en la prueba de estanqueidad del mismo.
- Seguir los proyectos internacionales de los reactores de uranio natural-grafito-gas, como el de Vandellós I. En este sentido, en 2015 se ha analizado el desmantelamiento llevado a cabo en Fort Saint Vrain (Estados Unidos) y los proyectos que se van a desarrollar en Bugey (Francia) y Latina (Italia). Con estos datos, la ingeniería de Enresa va a hacer una serie de propuestas de desmantelamiento completo para Vandellós I, de donde saldrá la opción definitiva.
- Aprovechar los resultados de experiencias positivas en otros emplazamientos de Enresa, con el fin de consolidar los activos materiales e intangibles en el campo de desmantelamiento.
- Conocer mejor la instalación con vistas a su futuro Nivel 3, haciendo los desarrollos necesarios con el fin de disponer de un anteproyecto de desmantelamiento a Nivel 3 a finales de 2016. Se ha realizado una campaña de caracterización de los internos del cajón del reactor aplicando la tecnología *TruPro*. Consiste en hacer una serie de taladros en las paredes de hormigón del cajón del reactor, extrayendo muestras del acero activado del interior mediante una bomba de vacío, para su análisis en laboratorio.



Central nuclear de Vandellós I

4

ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

Un gran número de empresas españolas ha centrado su actividad en el sector nuclear, adquiriendo su experiencia en el desarrollo del programa nuclear español desde su inicio y creando una industria competitiva y experimentada que apoya la operación de las centrales nucleares españolas y que, en la actualidad, atiende a un mercado internacional en crecimiento.

Las empresas del sector nuclear español están presentes en toda la cadena de valor, desde los estudios iniciales, el diseño conceptual, la construcción, la fabricación de combustible, el desarrollo de ingeniería de operación y mantenimiento, el suministro de equipos y componentes, la participación en nuevos desarrollos y programas de I+D+i, hasta la gestión de residuos nucleares y el desmantelamiento de las instalaciones.

Toda esta estructura industrial ha evolucionado según las circunstancias de cada momento, incorporando nuevas tecnologías adaptadas a las necesidades y requisi-

tos actuales y haciendo posible que empresas del sector nuclear español participen en proyectos nucleares en más de 40 países.

La internacionalización de las actividades nucleares se ha afianzado en los últimos años y se ha visto favorecida por el crecimiento del mercado, la seguridad normativa y la estabilidad regulatoria en aquellos países donde ha expandido su actividad.

La industria nuclear española **apoya la operación** de las centrales nucleares del país y participa en el **desarrollo nuclear mundial**

Depósitos en sala de turbinas



4.1 SUMINISTRADORES DE SISTEMAS NUCLEARES

Las filiales españolas de las empresas suministradoras de sistemas (Areva, GE-Hitachi y Westinghouse) realizan el diseño y construcción de reactores tanto de agua en ebullición BWR como de agua a presión PWR. Ofrecen los productos y servicios necesarios para el man-

tenimiento, la modernización y el control de todos los tipos de reactores nucleares.

Actualmente prestan servicios de apoyo en operación y mantenimiento a las instalaciones nucleares de más de 20 países, como por ejemplo, Alemania, Bélgica, Brasil, Bulgaria, China, Eslovaquia, Eslovenia, Estados Unidos, Finlandia, Francia, India, Japón, México, Reino Unido, Sudáfrica, Suecia y Taiwán.

Ponen en marcha y desarrollan acuerdos con empresas españolas con las que han desarrollado fuertes vínculos tecnológicos, que han permitido que la industria española participe activamente en el desarrollo de proyectos nucleares en todo el mundo.

4.2 EMPRESAS ELÉCTRICAS

Las empresas eléctricas centran su actividad en la producción, el transporte, la distribución y la comercialización de electricidad.

En el sector nuclear, tienen como objetivo trabajar permanentemente por la excelencia en la gestión de las centrales nucleares, comprometiéndose con la operación a largo plazo de las mismas de forma segura y fiable e impulsando el crecimiento en sus zonas de influencia, tanto desde el punto de vista social como medioambiental.

Las compañías eléctricas españolas (EDP, Endesa, Gas Natural Fenosa e Iberdrola) son capaces de participar de forma eficiente en mercados internacionales sometidos a un proceso de creciente integración, globalización y aumento de la competencia.

Recepción de combustible nuevo



4.3 SUMINISTRO DE BIENES DE EQUIPO

Las empresas españolas dedicadas a la fabricación de bienes de equipo se encargan desde la producción de equipos principales hasta turboalternadores, válvulas, grúas, tuberías, calderería o equipos para la manipulación y almacenamiento de combustible, tanto para centrales nucleares españolas como extranjeras, con un reconocido nivel de calidad.

En la actualidad, estas empresas dedican más del 80% de su producción anual a la exportación.

COAPSA

www.coapsa.es

Durante 2015, Coapsa se consolidó como un referente en el mercado nuclear español con la adjudicación de un nuevo proyecto para la modernización de las dos grúas de 130 toneladas para el movimiento de combustible ubicadas en la central nuclear de Almaraz para dar cumplimiento a la normativa reguladora de las instalaciones nucleares.

Generador de vapor

También aumentó su actividad en el resto de centrales nucleares, tanto en el ámbito nacional como internacional, prestando sus servicios para la adquisición o modernización de equipos y ofreciendo servicios de mantenimiento correctivo y preventivo.

ENSA - EQUIPOS NUCLEARES

www.ensa.es

Durante 2015, Ensa continuó con las actividades de fabricación de los generadores de vapor de reemplazo para plantas en Francia y en Estados Unidos y de la tapa de la vasija de reemplazo de la central de Beaver Valley. También comenzó la fabricación de la tapa de la central de Shearon Harris.

Ensa continuó con la fabricación de contenedores de combustible irradiado DPT para la central nuclear de Trillo, del tipo ENUN 52B, Santa María de Garoña y Ascó, y, tras obtener la licencia para almacenamiento, comenzó la fabricación de contenedores ENUN 32P para las centrales nucleares de Trillo y Almaraz. Además, finalizó el diseño del contenedor ENUN 24P para el mercado chino, y está en proceso de obtener el licenciamiento del contenedor para transporte ENUN 32P y del contenedor para almacenamiento y transporte ENUN 24P. Continuó fabricando bastidores de combustible gastado para la empresa francesa EDF y para la empresa coreana KHNP.



En cuanto a servicios, Ensa realizó la carga de contenedores en las centrales nucleares de Trillo y Ascó, la instalación en Cofrentes de la máquina para la inspección de combustible, de diseño y fabricación propia, finalizó los trabajos de desmantelamiento en la central nuclear de José Cabrera y avanzó en la preparación de la central nuclear italiana de Trino.

Para el proyecto internacional de fusión nuclear ITER, entregó los tanques de tritio y desarrolló los procedimientos y técnicas que serán utilizadas durante el montaje de los sectores de la cámara de vacío.

Trabajos de comprobación de una turbina



RINGO VÁLVULAS

www.ringospain.com

Durante 2015, Ringo Válvulas continuó trabajando con todas las centrales nucleares españolas y afianzó su presencia en otros mercados nucleares donde ya estaba presente, como Suecia, Bélgica, Finlandia o Rusia. Firmó un contrato para el sistema de refrigeración alterno para las unidades I y II de la central finlandesa de Olkiluoto, incluyendo válvulas de compuerta, globo y bola de clase nuclear 1 y 2, así como otro contrato de válvulas muy críticas de tres vías de 20 pulgadas de globo y retención para el sistema de seguridad con respuesta rápida de los calentadores de alta presión de la central nuclear rusa de Kalininskaya.

Además de tener la certificación ASME III N & NPT, continuó trabajando para aumentar su número de acreditaciones con el ánimo de continuar con el proceso de expansión en el mercado nuclear internacional, con dos hitos destacables: la consecución de la aprobación por parte de STUK, autoridad nuclear finlandesa, así como la inclusión en la lista de proveedores aprobados de la compañía coreana KHNP.

TAIM WESER

www.taimweser.com

Durante 2015, Taim Weser participó en varios proyectos internacionales en las centrales nucleares de Atucha en Argentina; Berkeley, Dounreay y Sellafield en Reino Unido, Tihange II en Bélgica, JNFL en Japón y en el centro de almacenamiento de residuos de alta actividad de Habog, en Holanda, propiedad de la empresa COVRA, así como en el proyecto de confinamiento de la central nuclear de Chernobyl en Ucrania.

4.4 EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS

Las empresas de ingeniería y servicios españolas han creado una importante capacidad de ingeniería para centrales nucleares, dando apoyo en la gestión de la construcción de nuevos reactores y en la operación y mantenimiento de los que están en funcionamiento. Estas empresas tienen su actividad muy diversificada, exportando más del 60% de su producción anual, alcanzando algunas de ellas cifras próximas al 100%.

Además, también desarrollan actividades de ingeniería y diseño para el proyecto internacional de fusión nuclear ITER, que se está construyendo en Cadarache (Francia).

AMPHOS 21

www.amphos21.com

Durante 2015, Amphos 21 desarrolló proyectos de consultoría en el entorno nuclear para clientes de 10 países. Durante 4 años participará, junto con 27 organizaciones de 9 países de la Unión Europea, Suiza y Japón, en el proyecto europeo de investigación de materiales CEBAMA del programa EURATOM.

Para la Agencia Nacional de Residuos Radiactivos francesa (ANDRA), gestionó y desarrolló su base de datos termodinámica y firmó un contrato para colaborar durante 4 años en proyectos de I+D relacionados con la movilidad de radionucleidos y tóxicos químicos provenientes de los residuos.

Encargada de las simulaciones numéricas para la evaluación del comportamiento de las barreras de ingeniería en el almacén geológico profundo sueco (SFL) de SKB, diseñó aplicaciones computacionales para la realización de cálculos hidráulicos y mecánicos. Con la

Fábrica de combustible de Juzbado, Salamanca



empresa eléctrica finlandesa Posiva, y para el almacén geológico profundo finlandés de Onkalo, realizó modelos numéricos avanzados para predecir el comportamiento a largo plazo de las barreras de ingeniería y de la evolución geoquímica de las aguas subterráneas que proporcionen suficiente soporte a TURVA2020, necesario para solicitar la licencia de operación.

Colaboró con la empresa japonesa Obayashi Corporation en el desarrollo de herramientas de cálculo numérico para la simulación de procesos de degradación del hormigón en instalaciones nucleares. Esta herramienta ya ha sido utilizada para estudiar la durabilidad del hormigón del laboratorio subterráneo en construcción de Mizunami.

DYNAMIS INGENIEROS CONSULTORES

www.dynamisassociates.com

Como empresa especializada en las áreas de ingeniería estructural, ingeniería sísmica, dinámica de suelos y estructuras, gestión de riesgos y gestión de proyectos, durante 2015 participó activamente en proyectos nacionales e internacionales.

En España, realizó análisis sísmicos del Almacén Temporal Centralizado (ATC), en Villar de Cañas (Cuenca), participando en dos edificios principales de dicha instalación (Lotes 2 y 3). Además, realizó la caracterización del comportamiento del suelo definiendo las impedancias dinámicas, en función de la frecuencia, para los Centros Alternativos de Gestión de Emergencias (CAGE) de las centrales nucleares de Trillo y Cofrentes.

En el campo internacional, evaluó la estabilidad sísmica del dique seco *Bassin 9* en Brest, que alberga submarinos nucleares de la armada francesa, introduciendo un avanzado análisis de la interacción suelo-estructura y proponiendo una solución de refuerzos totalmente optimizada.

EMPRESARIOS AGRUPADOS

www.empresariosagrupados.es

Durante 2015, Empresarios Agrupados participó en España en la ingeniería y supervisión de la ejecución del desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera y desarrolló el diseño de detalle del Almacén Temporal Centralizado para Enresa. Además, continuó apoyando a la operación, en particular de las centrales nucleares de Almaraz y Trillo, suministrando sistemas requeridos tras la realización de las pruebas de resistencia post-Fukushima.

A nivel internacional, realizó servicios de consultoría y actividades de la fase de pre-construcción para nuevos proyectos, como en la central eslovena de Krško, donde es responsable de la elaboración de paquetes de cambio de diseño debidos a la mejora del actual sistema de alimentación eléctrica para cumplir con las condiciones de extensión de diseño. En Bulgaria, participó en la dirección del desmantelamiento de las unidades 1 a 4 de la central nuclear de Kozloduy y del proyecto de construcción del nuevo repositorio nacional para el almacenamiento de residuos de baja y media actividad.

En el proyecto internacional de fusión nuclear ITER, Empresarios Agrupados, como parte del consorcio ENGAGE, es responsable de la ingeniería y supervisión de la construcción de sus edificios y estructuras, está ejecutando el diseño, fabricación, cualificación y suministro del Sistema de Control de Seguridad Nuclear (SCS-N). Fue adjudicatario del contrato para el Análisis Termohidráulico y Cálculos de Procesos y Sistemas de



Trabajos de construcción del ITER



Ingeniería del TCWS (*Tokamak Cooling Water System*). Participó con el CIEMAT en el proyecto ENS (*Early Neutron Source*), del consorcio EUROFUSION, cuyo objetivo es la irradiación y la caracterización de los materiales que deberían utilizarse en el futuro reactor de demostración (DEMO).

En investigación, es miembro del consorcio que desarrolla el *Front End Engineering and Design* para el reactor experimental belga Myrrha en SCK Mol y participa, desde 2013, en el proyecto ESNII plus (*Preparing ESNII for Horizon 2020*), del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea, cuyo objetivo es preparar la estructuración y estrategia de implementación de ESNII, para asegurar de forma eficaz la investigación coordinada europea en seguridad de los reactores para la próxima generación de instalaciones nucleares.

ENWESA Operaciones

www.enwesa.com

Durante 2015, Enwesa Operaciones destinó más del 50% de su producción al sector nuclear a través de sus tres áreas de negocio: servicios nucleares, servicios industriales y fabricación.

Participó en las paradas para recarga de combustible de todas las centrales nucleares españolas y en varias centrales francesas, especialmente en Golfech II. También trabajó con continuidad en la prefabricación de componentes para el proyecto ITER y continuó participando en las actividades de desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera. El año 2015 ha sido importante en cuanto a su participación en servicios de mantenimiento en operación de las centrales nucleares.

EULEN

www.eulen.com

Durante 2015, Eulen continuó prestando, de forma permanente, servicios de limpieza industrial, descontaminación, lavanderías y acondicionamiento de residuos para las centrales nucleares de Santa María de Garoña y Ascó I y II. Además, en Ascó I y II realizó servicios de apoyo en recargas, junto con otros trabajos auxiliares como montaje y desmontaje de andamios, estos últimos también durante la operación normal de la planta.

Otros servicios que realizó en el sector nuclear fueron el mantenimiento del aire acondicionado en la central nuclear de Santa María de Garoña, servicios auxiliares y de logística en la central nuclear de Vandellós II, así como servicios de limpieza convencional en la de Almaraz.

Asimismo, se encargó, mediante una unión temporal con la empresa Proinsa, de los servicios de Protección Contra Incendios (PCI) en la central nuclear de Santa María de Garoña. Por último, cabe destacar que el Grupo Eulen prestó otros servicios como el de seguridad, a través de la empresa Eulen Seguridad, en la central nuclear de Almaraz.

FUNDACIÓN CENTRO TECNOLÓGICO DE COMPONENTES

www.ctcomponentes.es

La Fundación Centro Tecnológico de Componentes (CTC) realiza proyectos de I+D+i destinados a la energía nuclear y a otros campos de actividad.

Durante 2015, ha continuado el análisis de útiles de manipulación de muestras en actividades de descontaminación de centrales nucleares. El análisis de cunas

Medición barras de combustible nuclear



de contenedores también ha formado parte del trabajo realizado. CTC ha continuado su actividad en el análisis térmico y estructural de contenedores de nuevo diseño para almacenamiento y transporte de barras de combustible nuclear irradiado y el análisis de utillajes y elementos de elevación para la fabricación de componentes nucleares en calderería pesada.

En la línea de Materiales Avanzados y Nanomateriales trabajó en el desarrollo de nanocompuestos con propiedades de atenuación de radiaciones *gamma*. Para ello, se han empleado matrices de base polimérica e inorgánica, como el cemento.

Por otro lado, se ha estudiado y verificado la capacidad de derivados del grafeno para la captura de isótopos radiactivos en aguas contaminadas. Los resultados obtenidos han sido de gran interés y pueden ser el origen del desarrollo de una nueva tecnología para la descontaminación de aguas con elementos radiactivos.

GAS NATURAL FENOSA ENGINEERING

www.gasnaturalfenosa.com

Durante 2015, Gas Natural Fenosa Engineering continuó dando apoyo a Enresa en la ingeniería para el desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera, la ingeniería de apoyo al departamento de residuos de alta actividad en la gestión del combustible irradiado y residuos especiales para su almacenamiento y transporte al Almacén Temporal Centralizado (ATC) y en proyectos de caracterización de residuos de baja y media actividad y de residuos especiales. Asimismo, en el ATC, continuó con el desarrollo de la ingeniería de detalle del almacén de espera de contenedores de combustible gastado y del almacén de residuos especiales.

También desarrolló servicios especializados en las centrales nucleares de Almaraz y Trillo en las áreas de combustible irradiado y simulación, análisis probabilista de seguridad, protección radiológica y residuos y factores humanos.

En I+D, continuó con su participación en el proyecto de evaluación de envejecimiento de hormigones de la central nuclear de José Cabrera en el marco de los proyectos de la plataforma tecnológica CEIDEN.

A nivel internacional, continuó trabajando en el desmantelamiento de la central nuclear búlgara de Kozloduy.

GD ENERGY SERVICES

www.gdes.com

Durante 2015, GD Energy Services realizó trabajos de apoyo en planta durante las paradas para recarga de las centrales nucleares de Almaraz, Trillo, Cofrentes y Vandellós II. Destacan las limpiezas de fondos de piscina del reactor mediante sistema teleoperado (Demos©) que, con el filtrado sumergible, consigue ahorros de dosis en las operaciones en cavidad en Trillo y Cofrentes. Por primera vez, se ha limpiado la brida del reactor mediante equipo teleoperado (TrackRing©) en Trillo. Otros trabajos fueron la limpieza química en Vandellós II para eliminar la corrosión bajo depósito y el tratamiento de legionella en las torres de refrigeración de Almaraz.

En desmantelamiento, a través de la unión temporal de empresas Monlain, se terminaron los trabajos de apoyo a Westinghouse para el corte de la vasija de la central nuclear de José Cabrera, y fue adjudicataria de los trabajos de desmontaje del blindaje biológico y del hormigón que rodea dicha vasija, con una duración aproximada de 18 meses.

Continuó con su expansión internacional aumentando su presencia en Francia con distintos contratos, como la aplicación de un sistema de mejora de la estanqueidad de las paredes del doble recinto del edificio de contención de las centrales nucleares de Cattenom 1 y Flamanville 1 y 2 para los próximos 5 años.

En Reino Unido, continuó con su contrato marco de servicios de desmantelamiento de las centrales de Dounreay y Winfrith, y participa en varios consorcios que están optando a grandes proyectos de desmantelamiento como el del generador de vapor (SGHWR) de la central de Winfrith.

En Italia, la asociación GDES-ENSA está finalizando la primera fase del proyecto de desmantelamiento del circuito

primario de la central nuclear de Trino, consistente en la realización del proyecto ejecutivo. En México utilizó por primera vez un sistema teleoperado para la limpieza del fondo de la cavidad y la piscina de herramientas de la central nuclear de Laguna Verde.

GEOCISA

www.geocisa.com

Durante 2015, la División Nuclear de Geocisa realizó los Planes de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) como laboratorio principal en las centrales nucleares en desmantelamiento Vandellós I y José Cabrera, y en la instalación de almacenamiento de residuos de El Cabril y como laboratorio de control de calidad para las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II.

Inició la fase preoperacional del PVRA del Almacén Temporal Centralizado (ATC) como laboratorio principal, y continuó como laboratorio de apoyo a los Servicios de Protección Radiológica de José Cabrera y Vandellós I en el ámbito de las medidas radiológicas para la caracterización, desclasificación y liberación de terrenos y superficies, y con la explotación del Laboratorio de Verificación de la Calidad de los Residuos (LVCR) de El Cabril.

Llevó a cabo el adiestramiento químico en caracterización de resinas, aguas y suelos para el personal de la central nuclear búlgara de Kozloduy.

En el campo de la dosimetría por bioensayo, continuó con la vigilancia en excretas de los trabajadores expuestos de la central nuclear José Cabrera, participando anualmente en la intercomparación organizada por PROCORAD y CIEMAT y en el ejercicio organizado durante el año por la agencia federal alemana de protección radiológica *Bundesamt für Strahlenschutz* (BfS).



IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

www.iberdrolaingenieria.com

Durante 2015, Iberdrola Ingeniería y Construcción inició la construcción de los Centros Alternativos de Gestión de Emergencias (CAGE) de las centrales nucleares de Cofrentes, Almaraz y Trillo y la actualización de la caracterización sísmica de los emplazamientos en respuesta a las Instrucciones Técnicas Complementarias del Consejo de Seguridad Nuclear, realizado conjuntamente para todos los emplazamientos, en coordinación con UNESA. El objetivo es la revaluación de la sismicidad de cada emplazamiento empleando la metodología SSHAC-3.

Finalizó la ingeniería de detalle de los edificios de almacén de espera de contenedores y del módulo de almacenamiento de residuos especiales del ATC, así como la información necesaria para la revisión 1 del Estudio Preliminar de Seguridad.

En Francia, continuó la fabricación seriada de la bobinas toroidales y finalizó la fabricación del prototipo escala 1/6 del *First Wall Panel*. En Reino Unido, fue adjudicataria de Hitachi-GE Nuclear Energy para el diseño e ingeniería de detalle de las estructuras de toma de agua de dos unidades ABWR en la central nuclear de Wylfa, lo que da continuidad a los trabajos que llevaba realizando en los últimos años.

En diciembre de 2015, Energoatom y la Comisión Europea firmaron el *Provisional Acceptance Certificate* de la incineradora de residuos radiactivos de la central nuclear ucraniana de Zaporozhye, tras pasar con éxito los test de 120 horas. Tras conseguir el permiso de construcción por parte de las autoridades búlgaras, se iniciaron los trabajos civiles y de montaje para la planta de tratamiento de residuos radiactivos mediante tecnología del plasma en la central búlgara de Kozloduy.

El **70% de las actividades** de algunas empresas nucleares españolas está dedicado a la **exportación**

IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA

www.idom.com

A nivel nacional, los hitos más relevantes de Idom Ingeniería y Consultoría en 2015 fueron el diseño, ingeniería y dirección de obra de los Centros Alternativos de Gestión de Emergencias (CAGE) de las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II, el diseño del taller de mantenimiento de contenedores para el Almacén Temporal Centralizado de Enresa, los servicios de ingeniería para la implantación del venteo filtrado de la contención de Areva en las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II, así como el desarrollo de la segunda fase de gestión de vida de las centrales nucleares de Almaraz, Trillo, Ascó y Vandellós II.

En el campo internacional, destacó el diseño de la sala de control de emergencias para la central eslovena de Krško, realizado conjuntamente con Tecnatom, y de un colimador y un brazo robotizado para el reactor experimental francés Jules Horowitz. Para el proyecto internacional de fusión ITER, se encargó del diseño e ingeniería de la integración de diagnósticos y realizó análisis mecánicos, neutrónicos, termohidráulicos y fluidodinámicos.

Dentro de las actividades realizadas en Reino Unido destacan los estudios de fiabilidad y análisis de riesgos de fallo para el reactor de investigación de fusión JET.

Pastillas de combustible de uranio



Embarque generadores de vapor





MEDIDAS AMBIENTALES

www.medidasambientales.com

Durante 2015, Medidas Ambientales realizó en España análisis radiológicos para todas las centrales nucleares en operación y en fase de desmantelamiento, así como para el almacén de residuos de baja y media actividad de Enresa en El Cabril y la antigua Fábrica de Uranio de Andújar.

Además, continuó su labor como laboratorio principal, de emergencia y de dosimetría ambiental en los Planes de Vigilancia Radiológica Ambiental de las centrales del parque nuclear español, y continuó con los programas de muestreo y análisis hidrogeológico y vigilancia de aguas subterráneas en las centrales nucleares de Santa María de Garoña, Co-frentes y José Cabrera, esta última en desmantelamiento.

Fue adjudicataria del control de calidad del Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental del Almacén Temporal Centralizado y comenzó la implantación del proyecto piloto para la monitorización en tiempo real de parámetros radiológicos y ambientales en la central nuclear de Santa María de Garoña.

NUSIM

www.nusim.com

Durante 2015, Nusim continuó con su proceso de internacionalización, con la ejecución del contrato de una Planta de Solidificación de Residuos NORM en Abu Dhabi para la empresa emiratí Takreer, así como el equipamiento completo de protección radiológica de ese mismo complejo industrial. También se superaron las pruebas de recepción de los equipos de manipulación de bidones, manipulación de contenedores *High Integrity Containers* y de compactado, suministrados a la central nuclear mexicana de Laguna Verde.

Presentó ofertas para el tratamiento de residuos en distintos países, tanto en el equipamiento de centrales nucleares, en países como China y México, como en plantas de solidificación vinculadas a la industria petrolera y gasista en el área del Golfo Pérsico.

A nivel nacional, ejecutó varios contratos con centrales nucleares, destacando el corte de la tapa de la vasija del reactor en el desmantelamiento de José Cabrera, cuya realización superó las pruebas realizadas por el Consejo de

Seguridad Nuclear, así como la planta de reprocesado de residuo histórico con Microcel, desarrollada por la empresa para la central de Santa María de Garoña y la planta de secado de concentrados en bidones blindados con el uso de microondas para la central nuclear de Cofrentes, que ya han comenzado su explotación con residuos reales.

Además, siguió suministrando sus equipos de manipulación, compactación, reducción de volumen por microondas, tratamiento de líquidos, así como protección radiológica, tanto para centrales nucleares españolas como de otros países.

PROINSA

www.proinsa.eulen.com

Durante 2015, Proinsa prestó apoyo permanente en servicios de protección radiológica a las centrales nucleares de Ascó I y II, Vandellós II y Santa María de Garoña, tanto durante la operación como durante las paradas de recarga. Asimismo, desarrolló diversos servicios específicos para Enresa y el CIEMAT. Realizó las actividades destinadas a la liberación de instalaciones y terrenos como servicios de desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares.

Ejecutó todos los servicios relacionados con las emergencias nucleares y radiológicas y con el protocolo de colaboración sobre vigilancia radiológica de los materiales metálicos. Impartió diversos cursos relacionados con la protección radiológica, incluyendo cursos para personal de instalaciones radiactivas, cursos específicos para centrales nucleares y monográficos de protección radiológica para distintas instituciones oficiales.

SIEMSA

Siemsa es una empresa con gran experiencia en la prestación de servicios de ingeniería, montaje y mantenimiento en el sector energético, especialmente en el nuclear, habiendo colaborado en las centrales de Trillo, Almaraz, Cofrentes y Ascó-Vandellós II desde el año 1996.

En los últimos veinte años, ha dado servicio en trabajos de mantenimiento, modificaciones de diseño, ingeniería y protección radiológica, tanto en los periodos de ope-

ración como en las paradas de recarga de las plantas. Su alto compromiso en materia de seguridad le ha hecho posible obtener excelentes resultados en aspectos como seguridad laboral, protección radiológica y ejecución técnica.

Durante 2015, las principales actividades se centraron en el montaje y mantenimiento eléctrico de alta y baja tensión, instrumentación y control y sistemas de analizadores de proceso.

TECNATOM

www.tecnatom.es

Durante 2015, en España, además de las actividades de inspección en las centrales nucleares durante las paradas de recarga y la continuidad de los programas de formación del personal de operación de las centrales, Tecnatom consolidó su presencia en el proyecto del Almacén Temporal Centralizado de Enresa y renovó los contratos de servicios de dosimetría en El Cabril y en el desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera. Además, continuó con la gestión del Centro de Apoyo a Emergencias (CAE) de las centrales nucleares españolas.

A nivel internacional, realizó la inspección de las tapas de las vasijas de las unidades 1, 2 y 4 de la central de Doel y de la unidad 3 de la central de Tihange en Bélgica, la inspección mecanizada de la vasija de Ringhals 1 en Suecia, y varias inspecciones en la central nuclear de Laguna Verde en México y en la central nuclear de Angra 1 en Brasil, donde tiene un contrato multiciclo para servicios en parada. Igualmente suministró varios equipos de inspección de combustible nuclear en China y firmó acuerdos de colaboración a nivel internacional con empresas en España, China, Estados Unidos y Argentina.

Tecnatom consiguió un contrato para el diseño y suministro de la sala de control de emergencia de la central eslovena de Krško. Se encargó de la formación del personal en operación y la gestión de accidentes en la central nuclear emiratí de Barakah. Fue adjudicataria de un contrato para la inspección de la vasija del reactor británico de Sizewell B y un contrato marco para prestar servicios de recarga en la central nuclear rumana de Cernavoda.

TÉCNICAS REUNIDAS

www.tecnicasreunidas.es

Durante 2015, Técnicas Reunidas, a través de su división especializada y única en el área de transferencia de calor, diseño y suministró equipos nucleares clasificados de reemplazo para diversas centrales nucleares españolas, como Almaraz y Vandellós II y para centrales e instalaciones nucleares extranjeras de reciente construcción, como Taishan 1&2 (China), Flamanville (Francia), Bohunice (Eslovaquia) y el reactor experimental francés Jules Horowitz.

La empresa ofertó paquetes "llave en mano" (isla de turbina y balance de planta) con un alcance completo de ingeniería, suministros y construcción, así como paquetes con un alcance significativo en la isla nuclear (edificios y sistemas de tratamiento de residuos radiactivos, los generadores diésel de emergencia, módulos completos, cambiadores de calor, paquetes de ingeniería, etc.) para centrales nucleares de nueva construcción que se están licitando en diferentes países.

VIRLAB

www.virlab.es

Durante 2015, Virlab, al ser un centro europeo de referencia para la calificación de equipos frente a vibraciones y choques mediante su ensayo sobre plataformas vibrantes, dedicó más de un 75% de su producción al campo de la energía, destacando su capacidad para calificar equipos y componentes para centrales nucleares. Mediante un acuerdo firmado con Tecnatom, califica equipos para centrales nucleares de todo el mundo.

Continuó trabajando para clientes europeos, principalmente de Francia, Bélgica, Italia y Alemania, además de Turquía, lo que representó un incremento constante de la facturación del laboratorio, como ya se venía produciendo en los últimos años. Realizó ensayos para todas las centrales nucleares españolas y belgas y para la mayoría de las centrales nucleares francesas.

Trabajos en bombas de agua de circulación



5
—

OPINIÓN PÚBLICA EN ESPAÑA

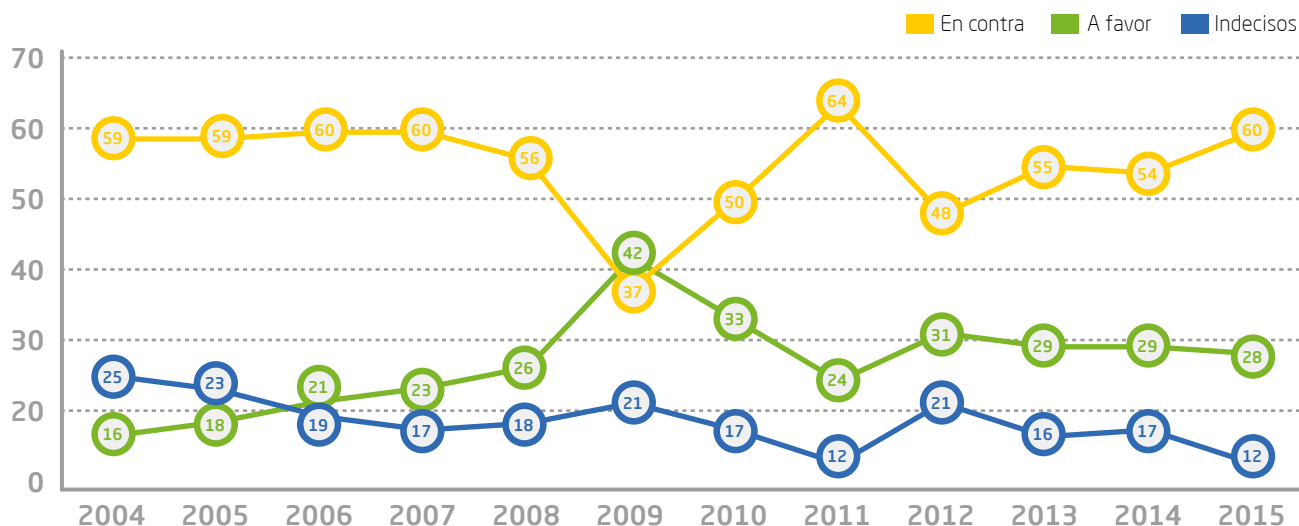
OPINIÓN PÚBLICA EN ESPAÑA

Foro de la Industria Nuclear Española realiza anualmente, con el apoyo de la empresa de investigación de mercados Ipsos, un estudio sobre la opinión de los españoles ante la energía nuclear, contextualizando el análisis con la energía en su conjunto, el consumo, la producción eléctrica y el medio ambiente.

En 2015, la encuesta se realizó del 5 al 15 junio a una muestra de 1.000 personas (error: $\pm 3,2$ p.p.) a nivel nacional, mediante entrevista telefónica con cuestionario y asistida por ordenador.

Los principales resultados de este estudio reflejan que el 28% de la población se declara a favor de las centrales nucleares; el 60%, contrario a la producción de electricidad en las mismas y el 12% se muestra indeciso. En comparación con los datos de años anteriores, el porcentaje de las personas a favor de la energía nuclear se mantiene estable, mientras que los indecisos han disminuido y se han incorporado al tanto por ciento de las personas en contra de la energía nuclear.

¿Cómo se considera: a favor, en contra o ni a favor ni en contra de la producción de electricidad en centrales nucleares?



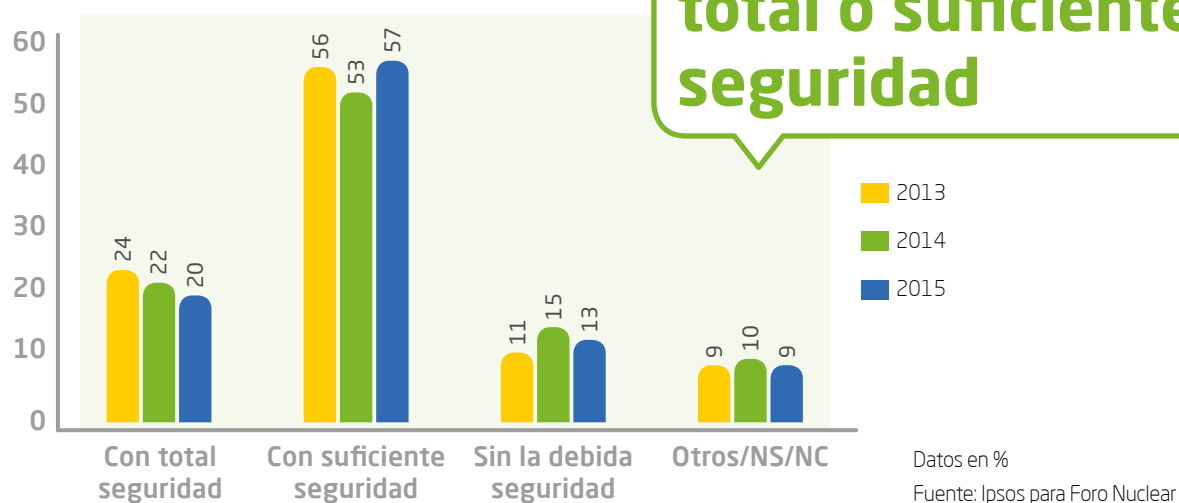
Datos en %

Fuente: Ipsos para Foro Nuclear

Teniendo en cuenta que un elevado tanto por ciento está en contra de la producción de electricidad en centrales nucleares, destaca la confianza en la seguridad de las mismas. Así, el 20% de los españoles percibe que funcionan con total seguridad y el 57% con suficien-

te seguridad. Es decir, el 77% de la población española opina que las centrales nucleares funcionan con total o suficiente seguridad. No se desconfía de los técnicos ni de la tecnología.

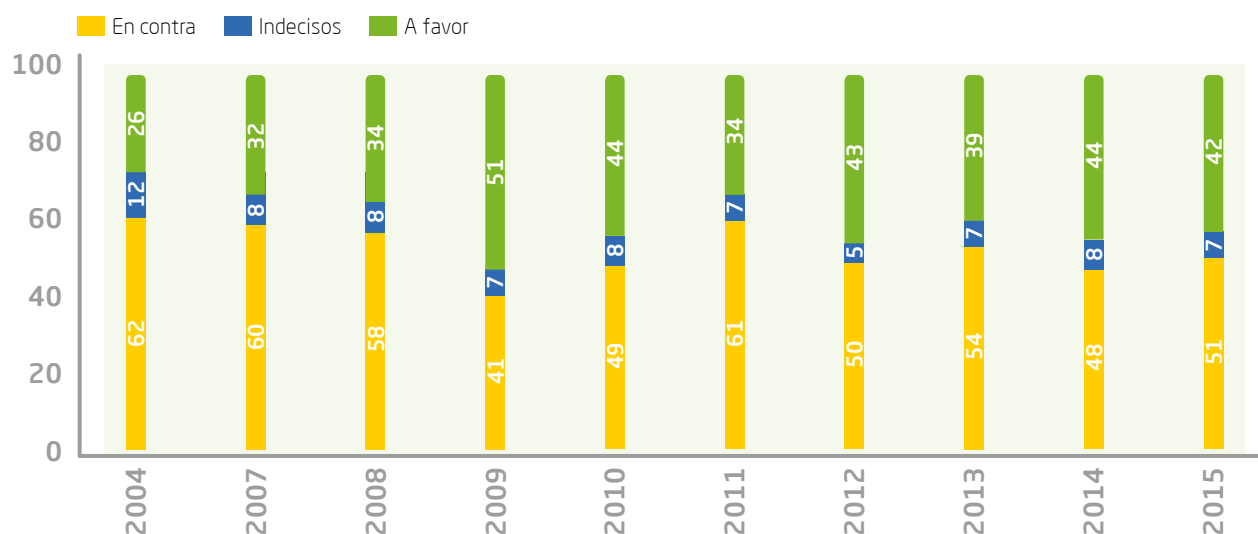
El 77% de la población española opina que las centrales nucleares funcionan con **total o suficiente seguridad**



Cuando al encuestado se le informa de que la aportación nuclear al sistema eléctrico es de un 20%, el rechazo disminuye y sube la aceptación hasta el 42%.

Es decir, algunos indecisos se definen "a favor" (7%) y algunos que eran contrarios cambian de opinión (9% del total).

En España, hoy, el 20% de la energía eléctrica que consumimos se produce en las centrales nucleares. Con esta información, respecto a las centrales nucleares estaría...

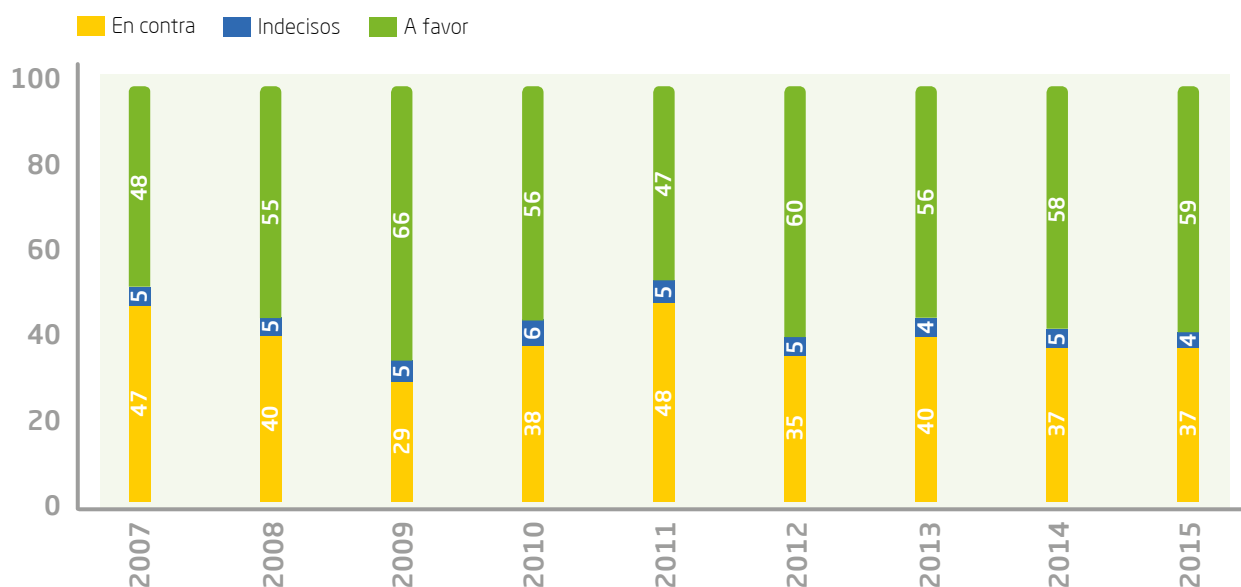


Datos en %
Fuente: Ipsos para Foro Nuclear

Una de las conclusiones del estudio de 2015 es que la aceptación de la energía nuclear mejora considerablemente cuando se introducen factores de conocimiento sobre su aportación al sistema eléctrico, su no contaminación o la gestión de residuos. A mayor información

mayor aceptación. Cuando se ofrece información sobre el hecho de que las centrales nucleares no producen emisiones de CO₂, el rechazo a esta tecnología disminuye y el 59% de la población se muestra a favor de su uso.

La producción de energía en las centrales nucleares es limpia, es decir, no contamina, no emite gases de efecto invernadero. Con esta información, respecto a las centrales nucleares estaría...



Datos en %

Fuente: Ipsos para Foro Nuclear

Las encuestas reflejan que a **mayor información** sobre la energía nuclear existe **más aceptación**

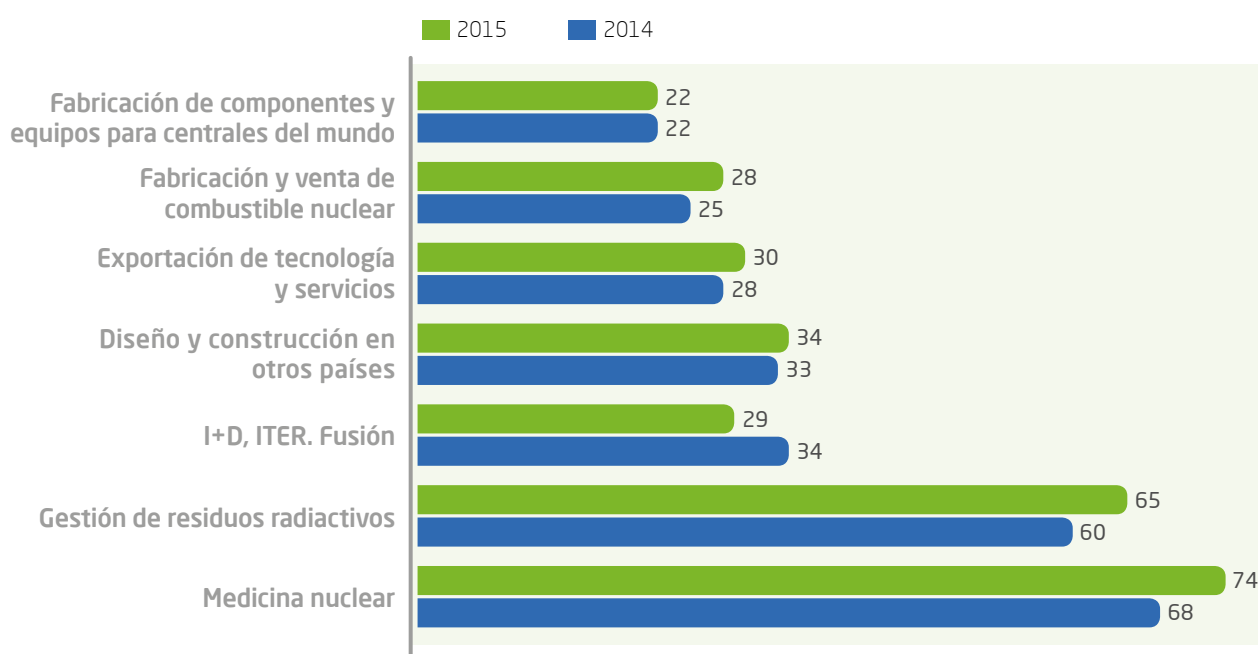
Respecto a la continuidad del parque nuclear español, el 28% "construiría" nuevas centrales, "si fuesen necesarias"; el 45% permitiría su funcionamiento "hasta la fecha prevista de cierre"; y el 23% "planificaría su cierre ya", al margen de su período de funcionamiento

previsto. Casi la mitad prefiere que sigan funcionando hasta "la fecha prevista de su cierre, la establecida cuando se construyó". La otra mitad se reparte entre los que construirían nuevas y los que las cerrarían de forma inmediata.

En relación al conocimiento sobre las actividades de la industria nuclear española, se relaciona con una de las aplicaciones más populares de la tecnología nuclear

(medicina) y también con la gestión de residuos. En menor medida se asocia la industria nuclear española a la exportación, fabricación de componentes, etc.

Sugeridas las actividades ("Otras personas entrevistadas nos han mencionado las principales actividades de la industria nuclear española: se las leo y para cada una de ellas, para que usted me diga si la conoce, si le suena o sabe que es una actividad de esta industria"), la industria nuclear española se dedica a...



Datos en %

Fuente: Ipsos para Foro Nuclear



6

PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO

PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO

A 31 de diciembre de 2015, en el mundo había 441 reactores en situación de operar en 31 países. La producción de electricidad de origen nuclear fue de 2.466,31 TWh, un 2% superior a la del año anterior.

Esta producción representa aproximadamente el 11,5% de la electricidad total consumida en el mundo. Otros 67 nuevos reactores se encontraban en construcción en 16 países.

País	Reactores en situación de operar	Reactores en construcción	Reactores parados	Producción eléctrica de origen nuclear (TWh)	Electricidad de origen nuclear (%)
Alemania	8	---	28	86,81	14,09
Argentina	3	1	---	6,52	4,83
Armenia	1	---	1	2,57	34,51
Bélgica	7	---	1	24,57	37,53
Bielorrusia	---	2	---	---	---
Brasil	2	1	---	14,81	2,76
Bulgaria	2	---	4	15,38	31,32
Canadá	19	---	6	98,37	16,60
China	31	24	---	170,35	3,03
Corea del Sur	24	4	---	157,19	31,73
Emiratos Árabes Unidos	---	4	---	---	---
Eslovaquia	4	2	3	14,08	55,90
Eslovenia	1	---	---	5,37	38,01
España	7	---	3	57,18	20,34
Estados Unidos	99	5	33	797,17	19,50
Finlandia	4	1	---	22,32	33,74
Francia	58	1	12	416,80	76,34
Hungría	4	---	---	14,95	52,67
India	21	6	---	34,64	3,53
Irán	1	---	---	3,54	1,27
Japón	43	2	17	4,34	0,52
México	2	---	---	11,17	6,79
Países Bajos	1	---	1	3,86	3,67
Pakistán	3	2	---	4,33	4,40
Reino Unido	15	---	30	63,89	18,87
República Checa	6	---	---	25,33	32,53
Rumania	2	---	---	10,69	17,33
Rusia	35	8	5	195,21	18,59
Sudáfrica	2	---	---	10,96	4,73
Suecia	10	---	3	54,37	34,33
Suiza	5	---	1	22,10	33,48
Taiwán	6	2	---	35,14	16,32
Ucrania	15	2	4	82,30	56,49
Total	441	67	152	2.466,31	

Datos a 31 de diciembre de 2015

Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

Los **más de 440 reactores** mundiales **generan el 11,5%** de la **electricidad** consumida

Durante 2015, iniciaron su construcción siete reactores:

China: la unidad 3 de la central de Fangchenggang, un reactor de agua a presión PWR HPR-1000 de 1.000 MWe; las unidades 5 y 6 de la central de Fuqing, dos reactores de agua a presión PWR HPR-1000 de 1.000 MWe; las unidades 5 y 6 de la central de Hongyanhe, dos reactores de agua a presión PWR ACPR-1000 de 1.000 MWe; y la unidad 5 de la central de Tianwan, un reactor de agua a presión PWR CNP-1000 de 1.000 MWe.

Emiratos Árabes Unidos: la unidad 4 de la central nuclear de Barakah, un reactor de agua a presión PWR APR-1400 de 1.400 MWe.

Durante 2015, se conectaron a la red diez reactores:

China: la unidad 3 de la central de Nindge, un reactor de agua a presión PWR CPR-1000 de 1.080 MWe; la unidad 2 de la central de Fuqing, un reactor de agua a presión PWR CNP-1000 de 1.080 MWe; la unidad 2 de la central de Fangjiashan, un reactor de agua a presión PWR CPR-1000 de 1.080 MWe; la unidad 1 de la central de Fangchenggang, un reactor de agua a presión PWR CPR-1000 de 1.080 MWe; la unidad 1 de la central de Changjiang, un reactor de agua a presión CNP-600 de 650 MWe; la unidad 3 de la central de Hongyanhe, un reactor de agua a presión CPR-1000 de 1.119 MWe; y las unidades 2 y 3 de la central de Yangjiang, dos reactores de agua a presión CPR-1000 de 1.080 MWe.

Corea del Sur: la unidad 2 de la central de Shin-Wolsong, un reactor de agua a presión PWR de 960 MWe.

Rusia: la unidad 4 de la central nuclear de Beloyarsk, un reactor reproductor rápido BN-800 de 864 MWe.

Durante 2015, se procedió a la parada definitiva de siete reactores:

Alemania: la central nuclear de Granfenrheinfeld, un reactor de agua a presión PWR de 1.275 MWe.

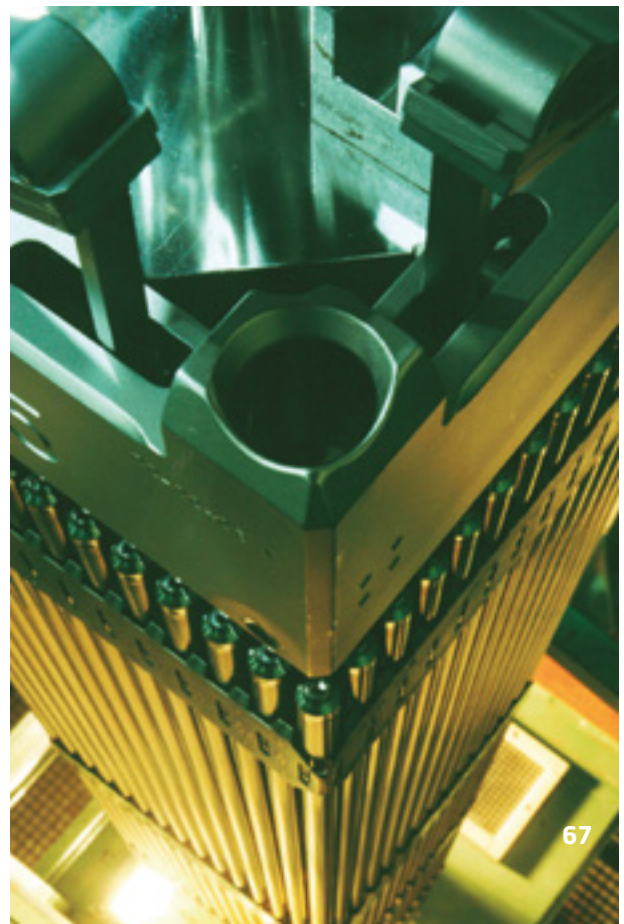
Japón: la unidad 1 de la central de Genkai, un reactor de agua a presión PWR de 559 MWe; las unidades 1 y 2 de la central de Mihama, dos reactores de agua a presión PWR de 340 MWe y 500 MWe, respectivamente; la unidad 1 de la central de Shimane, un reactor de agua en ebullición BWR de 460 MWe; y la unidad 1 de la central de Tsuruga, un reactor de agua en ebullición BWR de 357 MWe.

Reino Unido: la unidad 1 de la central de Wylfa, un reactor refrigerado por gas GCR de 530 MWe.

Durante 2015, reanudaron su operación dos reactores:

Japón: las unidades 1 y 2 de la central de Sendai, dos reactores de agua a presión de 890 MWe.

Elemento combustible



OPERACIÓN A LARGO PLAZO

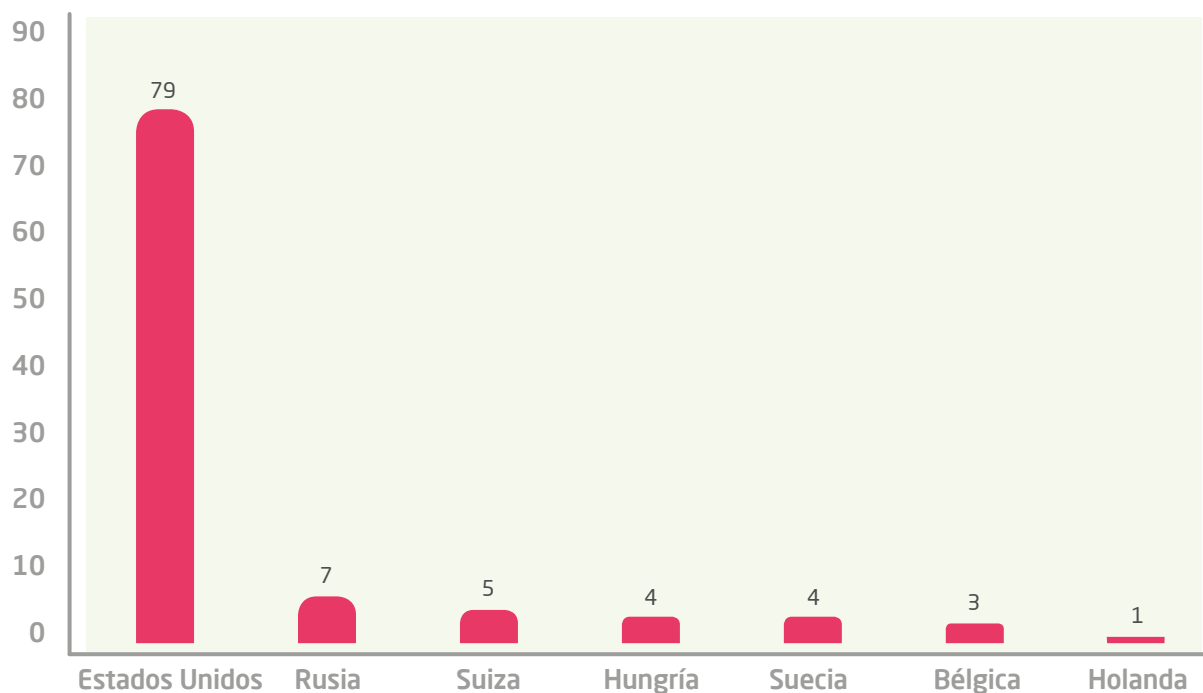
La operación a largo plazo es el funcionamiento continuado de una central nuclear, manteniendo su nivel de seguridad, más allá del periodo inicialmente considerado en su diseño. Es una práctica habitual en distintos países del mundo y constituye una estrategia acertada para poder cumplir simultáneamente con los aspectos básicos del desarrollo sostenible, ya que garantiza la independencia y la diversificación del abastecimiento energético y ayuda a la mitigación del cambio climático.

Distintos estudios internacionales reflejan que es técnicamente viable operar las centrales nucleares más allá de su plazo de diseño, manteniendo los niveles de seguridad y fiabilidad exigidos por las legislaciones nacionales e internacional.

La **operación a largo plazo** es una **estrategia energética acertada** que se aplica en muchos países del mundo

Así, a 31 de diciembre de 2015, en el mundo había 103 reactores nucleares a los que los distintos organismos reguladores les han concedido autorización para operar más allá de 40 años. Representan más del 23% de los reactores nucleares existentes en el mundo, y se reparten de la manera siguiente:

Reactores con autorización de operación a largo plazo en el mundo



Datos a 31 de diciembre de 2015

Fuente: Foro Nuclear con datos de PRIS-OIEA, NEA, NRC, Rosatom, ENSI, HAEA, FANC y EPZ

REACTORES EN SITUACIÓN DE OPERAR Y EN CONSTRUCCIÓN EN EL MUNDO

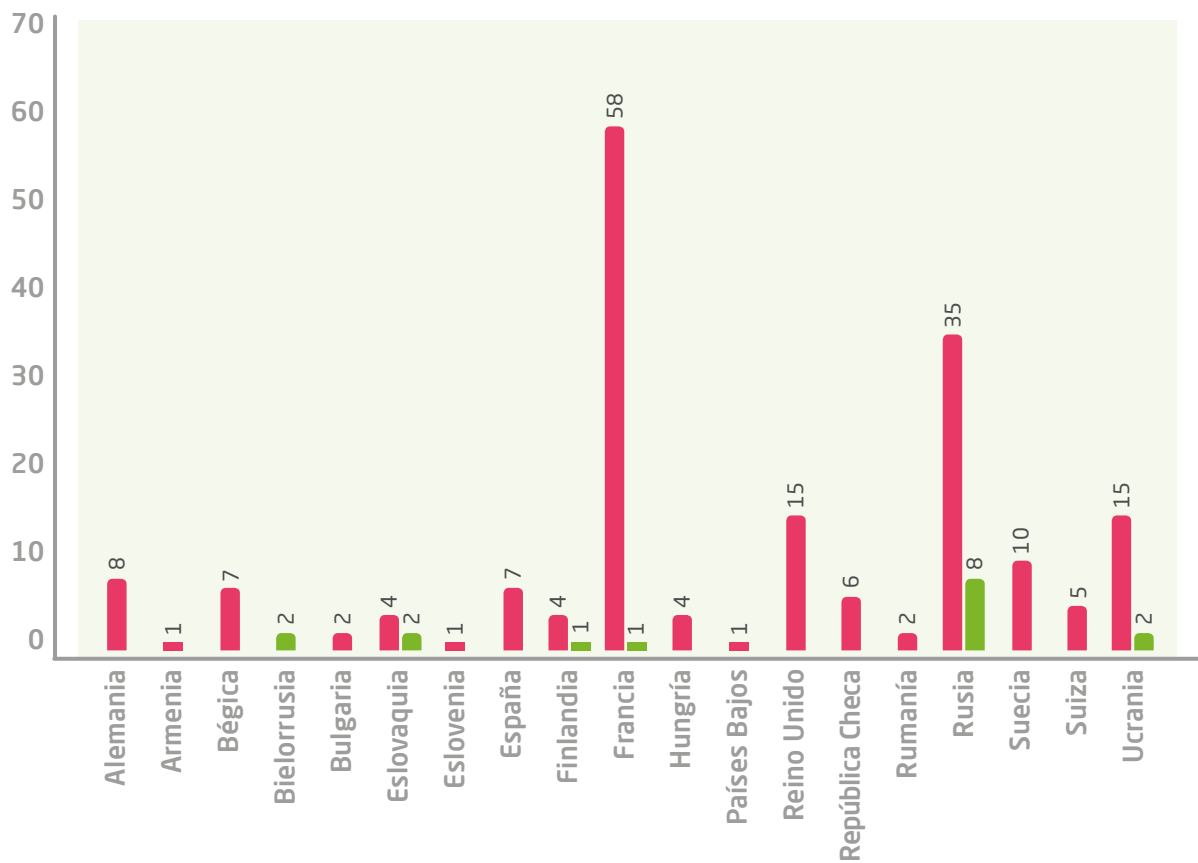
Reactores en Europa

En Europa hay 185 reactores en operación y 16 en construcción.

Datos a 31 de diciembre de 2015

Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

■ Operación ■ Construcción



Chequeo de equipos en una central nuclear



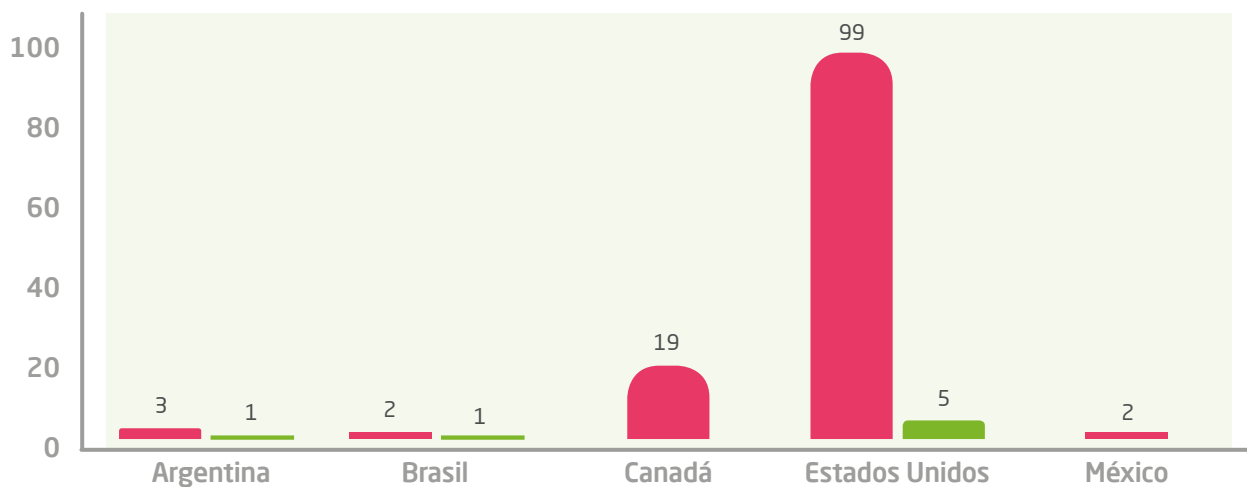
Reactores en América

En América hay 125 reactores en operación y 6 en construcción.

Datos a 31 de diciembre de 2015

Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

■ Operación ■ Construcción



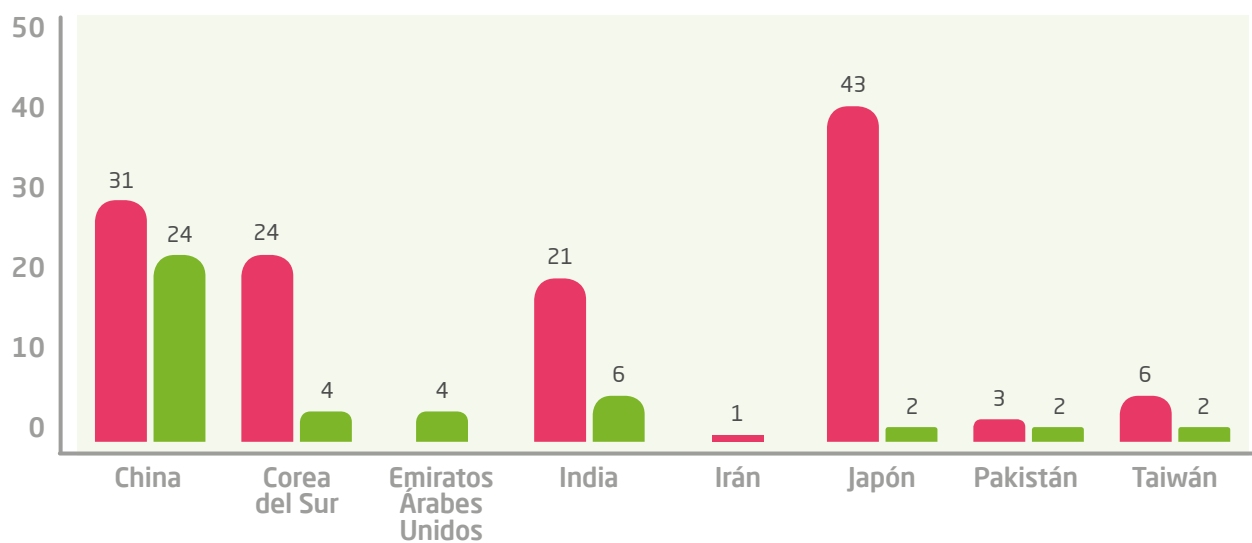
Reactores en Asia

En Asia hay 129 reactores en situación de operar y 44 en construcción.

Datos a 31 de diciembre de 2015

Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

■ En situación de operar ■ Construcción



Reactores en África

En África hay dos reactores en operación (unidades 1 y 2 de la central nuclear de Koeberg en Sudáfrica), y ninguno en construcción.

INFORMES DESTACADOS DE ORGANISMOS INTERNACIONALES PUBLICADOS DURANTE 2015

Informe *World Energy Outlook 2015* de la Agencia Internacional de la Energía de la OCDE

Según el informe de prospectiva *World Energy Outlook 2015*, presentado en noviembre por la Agencia Internacional de la Energía, las principales condiciones para un desarrollo más rápido de la energía nuclear incluyen la promoción de incentivos a todos los tipos de soluciones bajas en carbono que proporcione certidumbre financiera a la inversión. Los gobiernos que deseen implementar la energía nuclear deben reconocer su seguridad de suministro, su fiabilidad y su predictibilidad.

De acuerdo con el Escenario de Nuevas Políticas, la producción eléctrica de origen nuclear crecerá del 11% en 2013 al 12% en 2040, teniendo en cuenta los programas de apoyo a las energías renovables y las mejoras en eficiencia energética, la promoción de combustibles y vehículos alternativos, el precio de las emisiones de carbono, la reforma de las ayudas a la energía, y la introducción, expansión o abandono de la energía nuclear.

La producción con carbón disminuirá del 41% al 30% y con gas se incrementará del 22% al 23%. Las energías renovables continuarán expandiéndose rápidamente, convirtiéndose en la primera fuente de generación eléctrica conjunta a principios de la década de 2030, y representando más de una tercera parte en 2040.

La previsión para todas las tecnologías bajas en carbono (renovables, nuclear y captura y almacenamiento) es más positiva en el Escenario 450, en el que conjuntamente representan el 46% de la demanda de energía primaria en 2040. Una de las principales conclusiones del WEO 2015 es la necesidad de limitar el incremento medio de temperatura global en 2 °C a finales del presente siglo, para lo cual será necesaria una inversión de 13,5 billones de dólares en todas las fuentes bajas en carbono y en eficiencia energética. De esta cantidad, 1,5 billones se dedicarán a la inversión en nuevas centrales nucleares o en la mejora de las actuales, desde 2015 a 2040, con una cifra de 60.000 millones de dólares anuales. Esto supondrá una adición de 218 GW nuevos a los 381 GW actualmente existentes, el 57% de los cuales se construirán en China. Por otra parte, el Escenario 450 contempla que la potencia nuclear instalada crecerá hasta los 837 GW.

Informe *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050* del Organismo Internacional de Energía Atómica de Naciones Unidas

En el mes de agosto, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) publicó su informe *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050*, planteando dos escenarios que reflejan hipótesis subyacentes contrarias, aunque no extremas, acerca de los diferentes factores impulsores que apoyan el desarrollo de la energía nuclear.

Extremos barras de combustible



El Organismo Internacional de Energía Atómica de Naciones Unidas considera que la **energía nuclear** es **esencial** en la lucha contra el **cambio climático**

En el escenario bajo, la potencia nuclear global pasará de 376,2 GW en 2014 a 385,3 GW en 2030, cifra menor que los 400,6 GW del informe del año 2014. Esto se debe a algunas consecuencias del accidente de Fukushima, como el cierre anticipado de algunos reactores, el retraso o la posible cancelación de algunas nuevas unidades y los mayores costes debidos a cambios en los requisitos reguladores, fundamentalmente en el escenario alto.

La potencia en América del Norte disminuirá de 112,1 GW en 2014 a 92 GW en 2030, y en Europa occidental se reducirá casi a la mitad, de 113,7 GW a 62,7 GW. Sin embargo, aumentará en Europa oriental de 49,7 GW a 64,1 GW, en Oriente Medio y en el Sudeste Asiático de 6,9 GW a 25,9 GW y en el Lejano Oriente de 87,1 GW a 131,8 GW.

Según el OIEA, el escenario bajo "representa expectativas que asumen el mercado actual, una continuidad en la tendencia tecnológica y de los recursos y pocos cambios adicionales en leyes, políticas y regulaciones específicas que afectan a la energía nuclear".

En el escenario alto, la potencia nuclear global aumentará hasta 631,8 GW en 2030, cifra sustancialmente menor que los 699,2 GW estimados en 2014. En este caso, la potencia desciende ligeramente en Europa occidental, de 113,7 GW a 112 GW, aumentando en América del Norte de 112,1 GW a 139,7 GW, en Europa oriental de 49,7 GW a 93,5 GW y en Oriente Medio y el Sudeste Asiático de 6,9 GW a 43,8 GW. En el Lejano Oriente, la capacidad nuclear aumentará más del doble, pasando de 87,1 GW en 2014 a 219 GW en 2030.

El informe indica que "las hipótesis del escenario alto prevén la continuidad del crecimiento de las tasas actuales de demanda económica y eléctrica, especialmente en el Lejano Oriente, incluyéndose también los cambios en la políticas nacionales debidas al cambio climático".

A más largo plazo, se estima que en 2050 la potencia nuclear mundial será de 371 GW en el escenario bajo, inferior a la del año 2014, y de 964 GW en el escenario alto.

Informe *Climate Change and Nuclear Power 2015* del Organismo Internacional de Energía Atómica de Naciones Unidas

En el mes de octubre, el Organismo Internacional de Energía Atómica publicó su informe *Climate Change and Nuclear Power 2015*, en el que se indica que la energía nuclear puede ser un aliado esencial en la lucha contra el cambio climático si su capacidad de producción crece hasta 1,7 veces en el año 2030 y hasta 2,5 veces en 2050.

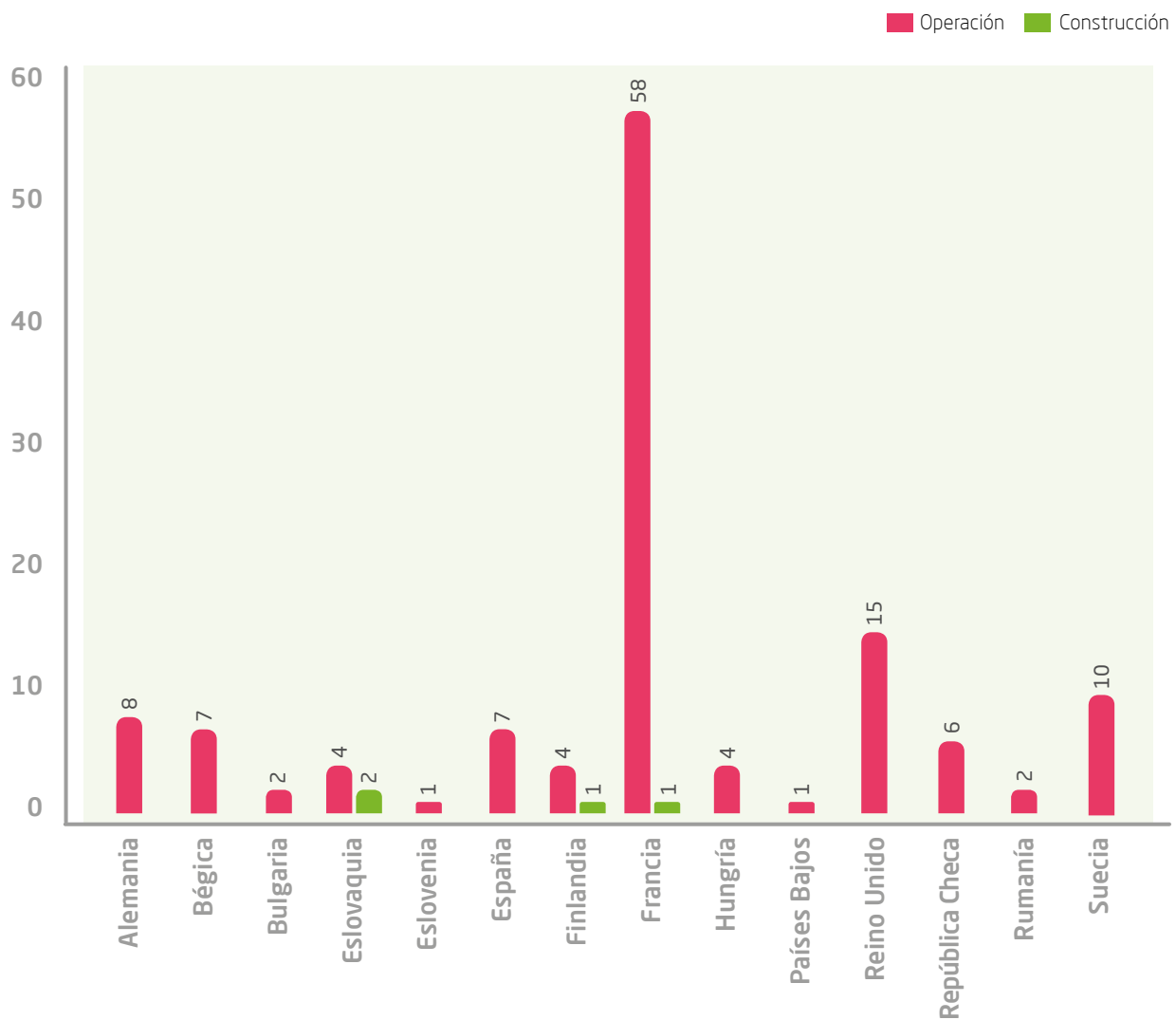
El informe señala que "la energía nuclear no produce ninguna emisión de gases de efecto invernadero o contaminantes en su operación y sólo emisiones muy bajas durante todo su ciclo de vida". Recuerda que la comunidad internacional acordó en 2009 mantener por debajo de 2 grados centígrados el incremento de la temperatura media del planeta, límite bajo el que los científicos consideran que todavía se pueden evitar los efectos más devastadores del cambio climático.

Para alcanzarlo, el OIEA considera dos escenarios para el crecimiento futuro de la potencia nuclear instalada en el mundo, según los diferentes factores impulsores que apoyan el desarrollo de la energía nuclear. En el escenario bajo, la potencia nuclear global pasará de los actuales 380 GW a 385 GW en 2030 y a 371 GW en 2050. En el escenario alto, crecerá hasta 632 GW en 2030 y hasta 964 GW en 2050. De esta forma, la energía nuclear podrá evitar la emisión de entre 3.300 y 9.000 millones de toneladas de CO₂ anuales en 2050.

Respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero, el informe del OIEA señala que, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida, las de la energía nuclear son menores incluso que las de algunas fuentes renovables. En los últimos 45 años el uso de energía nuclear ha evitado la emisión de más de 65 gigatoneladas de CO₂, el 41% del total de las emisiones evitadas por las fuentes bajas en carbono.

6.1 UNIÓN EUROPEA

A 31 de diciembre de 2015, en la Unión Europea, 14 de los 28 estados miembros tenían centrales nucleares en operación. Había un total de 129 reactores en operación, que durante el año produjeron cerca del 30% del total de la electricidad consumida en el conjunto de la Unión Europea. Otros cuatro reactores se encontraban en construcción en tres países (Eslovaquia, Finlandia y Francia).



Datos a 31 de diciembre de 2015
Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

Líneas de transporte de electricidad



Durante el año 2015, los acontecimientos más destacados en los países de la Unión Europea fueron los siguientes:

ALEMANIA

Durante 2015, los 8 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 86,81 TWh, el 14,09% del total de la electricidad consumida. Alemania tiene 28 reactores parados.

Impuesto sobre el combustible nuclear

En el mes de febrero, la Corte de Justicia de Luxemburgo, Tribunal Supremo de la Unión Europea, emitió un dictamen preliminar no vinculante que indicaba que el impuesto sobre el combustible nuclear que se utilizará para cubrir los costes del desmantelamiento de los reactores alemanes es legal, y que el combustible nuclear puede ser gravado con un impuesto como producto energético, sin que por ello los productores de electricidad no nucleares reciban un trato favorable.

El dictamen indicaba que este impuesto no violaba las normas impositivas de la Unión Europea sobre la electricidad, y respondía a la demanda interpuesta por la compañía eléctrica RWE, en la que argumentaba que el impuesto constituía un subsidio ilegal, ya que su pago había provocado la pérdida de puestos de trabajo, mientras que la industria renovable, que se beneficia de subsidios estatales, no tenía que pagar dicho impuesto.

La Canciller alemana, Angela Merkel, anunció en agosto de 2010 que el impuesto sobre el combustible nuclear supondría un total de 2.300 millones de euros, como parte de los esfuerzos del Gobierno para la consolidación fiscal. El impuesto entró en vigor en marzo de 2011, pero fue recurrido por las empresas eléctricas alemanas como consecuencia del cierre obligado de sus centrales por el Gobierno alemán tras Fukushima.

Provisiones para el desmantelamiento de centrales

En el mes de octubre, un informe del Ministerio de Asuntos Económicos y Energía que evaluaba las obligaciones de los operadores de las centrales nucleares indicaba que los 38.300 millones de euros provisionados por los cinco operadores nucleares, E.On, RWE, Vattenfall,

EnBW y Stadtwerke München, es suficiente para cubrir el coste del desmantelamiento de las instalaciones y el almacenamiento de los residuos radiactivos.

Los auditores del Gobierno alemán indicaron que se necesitarían entre 29.000 y 77.000 millones de euros, y que los activos netos de las cinco compañías son suficientes, incluso en el peor escenario. Se estima un coste unitario de desmantelamiento, por cada central, de 857 millones de euros.

BÉLGICA

Durante 2015, los 7 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 24,57 TWh, el 37,53% del total de la electricidad consumida. Bélgica tiene un reactor parado.

Operación a largo plazo

Tras la aprobación del Gobierno federal belga en diciembre de 2014 y del Parlamento en el mes de junio, la Agencia Federal para el Control Nuclear (FANC) concedió la renovación de las autorizaciones de explotación de las unidades 1 y 2 de la central de Doel en el mes de octubre. De esta forma, Doel 1 estará en operación hasta febrero de 2025 y Doel 2 hasta diciembre del mismo año, lo que supone 50 años de funcionamiento desde su entrada en operación comercial en febrero y diciembre de 1975, respectivamente. El organismo regulador había revisado y aprobado el plan de acción presentado en el mes de abril por Electrabel, empresa operadora de la central de Doel, en el que se detallaban todas las medidas para garantizar la operación segura de las centrales.

Revisión de las vasijas de presión

En el mes de noviembre, FANC autorizó la reanudación de la operación de los reactores Doel 3 y Tihange 2. Ambas unidades se encontraban paradas desde marzo de 2014, tras haberse detectado unas microburbujas de hidrógeno en el material de sus vasijas de presión. Las pruebas realizadas por el organismo regulador han determinado que no tienen impacto inaceptable para la seguridad nuclear y que se garantiza la integridad estructural de las vasijas.

Encuesta de opinión pública

En el mes de marzo, el Foro Nuclear Belga publicó una encuesta en la que el 63% de los belgas están a favor de la energía nuclear. El 51% de los encuestados cree necesaria la operación a largo plazo de las centrales nucleares. Los resultados muestran un incremento del 54% en 2013 al 58% en 2015 de los que piensan que la energía nuclear tiene más aspectos positivos que negativos para Bélgica. Entre ellos se encuentran la disponibilidad, el precio de la energía generada en el parque nuclear y el que las centrales no emiten gases de efecto invernadero. El 75% de la población cree que el abandono de la energía nuclear incrementaría el riesgo de apagones y provocaría un aumento de los precios de la electricidad.

BULGARIA

Durante 2015, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 15,38 TWh, el 31,32% del total de la electricidad consumida. Bulgaria tiene 4 reactores parados.

En el mes de enero, el Primer Ministro búlgaro solicitó ayuda a la Unión Europea en sus negociaciones con Rusia acerca de los proyectos energéticos del país, incluyendo la extensión de la operación de las unidades 5 y 6 de la central de Kozloduy, expresando su preocupación por el efecto de las relaciones Rusia-UE sobre dichos proyectos.

Por otra parte, la empresa pública Bulgarian Energy Holding (BEH) puso en marcha en el mes de enero un grupo de trabajo para el desarrollo de una séptima unidad en la central de Kozloduy, un reactor AP-1000 de Westinghouse. El grupo tendrá que estudiar el modelo de financiación del proyecto y los contratos para su implementación y construcción, y está formado por representantes de BEH, el Ministerio de Energía, Westinghouse y Kozloduy New Build. El coste del proyecto se estima en 5.300 millones de dólares, y se espera que entre en operación en el año 2025. La compañía Westinghouse está en negociaciones para participar con un 49% del accionariado.

ESLOVAQUIA

Durante 2015, los 4 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 14,08 TWh, el 55,90% del total de la electricidad consumida. Eslovaquia tiene 2 reactores en construcción y 3 parados.

Misión de seguimiento internacional

En el mes de marzo, un equipo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) indicó que la Autoridad Reguladora Nuclear eslovaca ha reforzado su proceso de supervisión regulatoria y ha realizado un progreso significativo desde el año 2012, en que se llevó a cabo el Servicio Integrado de Revisión de la Seguridad (IRRS) del OIEA en el país. Se han resuelto 25 de los 31 hallazgos de la primera misión, lo que indica un compromiso decidido para la implementación efectiva del programa IRRS. La Autoridad Reguladora Nuclear indicó que la República de Eslovaquia está completamente comprometida en homogeneizar su marco regulatorio de seguridad nuclear con los estándares del OIEA.

Construcción de nuevas centrales

En el mes de noviembre se puso en funcionamiento la sala de control de la unidad 3 de la central de Mochovce, un reactor de agua a presión de 440 MW de diseño ruso VVER V-231, cuya construcción se encuentra completada en un 90% y ha entrado en la fase de pruebas final. La sala de control está completamente digitalizada, lo que facilitará el intercambio de información entre el personal de operación, de supervisión y encargado de la seguridad. La sala de control de emergencia también está ya operativa.

Central nuclear de Olkiluoto, Finlandia



FINLANDIA

Durante 2015, los 4 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 22,32 TWh, el 33,74% del total de la electricidad consumida. Finlandia tiene un reactor en construcción.

Construcción de nuevas centrales

En el mes de junio, Fennovoima, empresa promotora de la central nuclear de Hanhikivi-1, presentó una solicitud al Gobierno finlandés para una autorización de construcción de un reactor de agua a presión de diseño ruso VVER-AES-2006 de 1.200 MW. Se espera que la construcción comience en 2018 y que la nueva unidad entre en operación comercial en 2024.

En el mes de julio, el Gobierno concedió a Fennovoima dos permisos para las primeras infraestructuras de la central: el primero, para la construcción de la zona portuaria, las estructuras del canal de toma del agua de

El Gobierno finlandés ha autorizado la construcción de un almacén geológico profundo en Olkiluoto

refrigeración y el dragado del canal de navegación. El segundo, para el dragado de roca que se utilizará en la construcción de diques y espigones, y en el relleno y nivelado de las distintas áreas del emplazamiento. El canal de navegación y el puerto se utilizarán para el transporte de maquinaria y equipos durante la fase de construcción de la central y en las paradas de recarga y mantenimiento periódicas.

Almacenamiento final de combustible irradiado

En el mes de noviembre, el Gobierno finés concedió a la empresa de gestión de residuos Posiva una autorización para la construcción de una instalación de almacenamiento final de combustible irradiado en Olkiluoto, en la costa suroeste del país. Este es el primer almacenamiento final que comience la fase de construcción en el mundo. Su entrada en operación está prevista para principios de la década de 2020, y tendrá un coste total de 3.000 millones de euros. Los elementos combustibles usados, procedentes de las centrales nucleares de Olkiluoto y Loviisa, se encapsularán en contenedores y se almacenarán en una formación geológica a 400 metros de profundidad.

FRANCIA

Durante 2015, los 58 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 416,80 TWh, el 76,34% del total de la electricidad consumida. Francia tiene un reactor en construcción y 12 reactores parados.

Construcción de nuevas centrales

En el mes de enero, la Ministra de Energía y Medio Ambiente, Ségolène Royal, indicó que Francia debe planificar una nueva generación de reactores nucleares que sustituyan las unidades antiguas cuando alcancen el final de su operación. Royal considera que la energía nuclear es un activo que debe ser considerado en el contexto de una economía baja en carbono y de una cesta energética inteligente.

Por otra parte, en el mes de septiembre, la empresa eléctrica pública EDF indicó que la carga de combustible y la puesta en marcha de la unidad 3 de la central de Flamanville, un reactor europeo avanzado de agua a presión EPR de 1.600 MW de potencia, se realizará en el último

Los **58 reactores** nucleares que operan en **Francia** generan el **76,34%** de la **electricidad** consumida en el país

trimestre del año 2018, tras una revisión completa de la organización del proyecto. La construcción de los componentes mecánicos del circuito primario se finalizará en el primer trimestre de 2016 y la terminación de los componentes electromecánicos y el comienzo de las pruebas operacionales en el primer trimestre de 2017.

La obra civil de Flamanville 3 se encuentra terminada en un 98% y el 60% de los componentes electromecánicos ya han sido montados. Ya se han llevado a cabo las pruebas pre-estrés de la contención interna del edificio del reactor y la sala de control ya se ha puesto en marcha. EDF presentó la solicitud para la autorización de explotación a la Autoridad de Seguridad Nuclear francesa en el primer trimestre de 2015.

Misión de seguimiento internacional

En el mes de abril, el Organismo Internacional de Energía Atómica hizo público un informe del Servicio Integrado de Revisión de la Regulación (IRRS) realizado a la Autoridad de Seguridad Nuclear francesa (ASN) en noviembre de 2014.

El informe indica que será necesario un apoyo continuado del Gobierno francés para garantizar la disponibilidad de recursos humanos suficientes en el organismo regulador para llevar a cabo sus funciones, a medida que aumenta su carga de trabajo, ya que necesita reforzar la seguridad y gestionar el envejecimiento de las instalaciones nucleares existentes, además de la puesta en marcha del nuevo reactor de la central de Flamanville.

La ASN también tiene que afrontar los cambios necesarios en el marco regulador derivados de la implementación de la nueva política de transición energética del Gobierno francés. En todo caso, el informe identifica una serie de buenas prácticas, entre las que se encuentran medidas para la transparencia de la información y una comunicación pública efectiva, así como el compromiso de los distintos agentes involucrados.

HUNGRÍA

Durante 2015, los 4 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 14,95 TWh, el 52,67% del total de la electricidad consumida.

Misión de seguimiento internacional

En el mes de mayo, el Organismo Internacional de Energía Atómica llevó a cabo un Servicio Integrado de Revisión de la Regulación (IRRS), que concluyó que Hungría ha de afrontar diferentes retos relacionados con la seguridad nuclear y la protección radiológica y la consolidación de la distribución de las responsabilidades reguladoras entre los diferentes organismos encargados de las mismas. Las modificaciones de la legislación aprobadas por el Parlamento húngaro a principios del año 2015 ayudarán a alcanzar algunos de estos objetivos, mediante la ampliación del papel de supervisión de la Agencia de Energía Atómica húngara.

Construcción de nuevas centrales

En el mes de enero, el Gobierno húngaro y la Comisión Europea acordaron el contrato de suministro de combustible nuclear para las dos nuevas unidades de la central nuclear de Paks planificadas. Inicialmente la Comisión había puesto objeciones a que el combustible fuese únicamente suministrado por Rusia, ya que la Agencia de Suministro de Euratom ha de aprobar todos los contratos de aprovisionamiento de combustible de los países miembros de la Unión Europea con países suministradores no pertenecientes a la Unión, especialmente en el caso de que puedan convertirse en demasiado dependientes de un único suministrador.

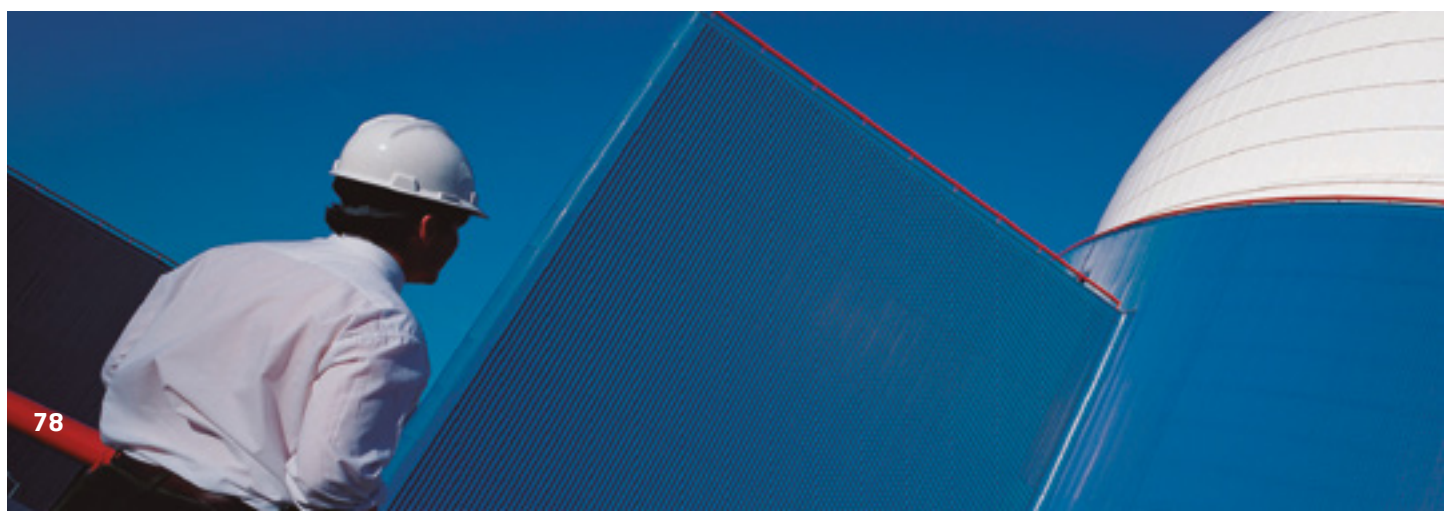
Por otra parte, en el mes de noviembre, la Comisión Europea abrió una investigación para determinar si el acuerdo firmado por Hungría y Rusia en junio de 2014 para la financiación de la construcción de estas dos nuevas unidades y la inversión del estado húngaro podrían considerarse como una ayuda de estado, no compatibles con las reglas comunitarias de financiación de proyectos en un marco de libre mercado.

LITUANIA

Lituania tiene 2 reactores parados. Las dos unidades de la central de Ignalina, similares a los reactores de Chernóbil, se pararon de acuerdo con los requisitos de acceso de Lituania a la Unión Europea. La unidad 1 se paró en diciembre de 2004 y la unidad 2 en diciembre de 2009.

En el mes de diciembre, el organismo regulador nuclear lituano (VATESI) concedió una autorización a la empresa estatal Ignalina Nuclear Power Plant para la construcción y operación de una instalación en superficie para el almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad y corta vida, conocida como proyecto B25. La instalación tendrá tres módulos, en cada uno de los cuales podrán almacenarse 20.000 m³ de residuos de operación y del desmantelamiento de las dos unidades de la central de Ignalina. La construcción comenzará a mediados de 2016 y la operación en 2018. Funcionará durante unos 20 años, tras los que se clausurará y comenzará un periodo de vigilancia activa de 30 años.

Central nuclear de Sizewell B, Reino Unido



POLONIA

Hoja de ruta para el desarrollo del programa nuclear

En el mes de octubre, PGE EJ1, empresa encargada de la construcción de la primera central nuclear planificada en el país, hizo público un informe en el que se establecen las bases para la inversión prevista. Este documento servirá de partida para la evaluación de impacto ambiental, necesaria para la elección del emplazamiento. Esta hoja de ruta se ha enviado a la Dirección General de Protección Ambiental (GDEP) para su aprobación. Después de consultar con otros departamentos gubernamentales, la GDEP emitirá un primer informe sobre la necesidad de ampliar la evaluación del impacto ambiental. PGE EJ1 tiene previsto tomar una decisión sobre la construcción del primer reactor nuclear a principios del año 2017, tras haber desarrollado un modelo de negocio y de inversión que asegure la rentabilidad del proyecto.

Por otra parte, el presidente de la Agencia Nacional de Energía Atómica, Janusz Wlodarski, anunció el mes de septiembre, en la 59 Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica, que Polonia tiene la intención de construir dos centrales nucleares con un total de cuatro o cinco reactores y una potencia total de 6.000 MW, estando prevista la entrada en operación comercial de la primera unidad a mediados de la década de 2020.

Polonia tiene pensado desarrollar un **programa nuclear** con hasta **cinco reactores**

Además, en el mes de diciembre ha entrado en vigor una nueva legislación, aprobada por el Gobierno polaco, sobre gestión de residuos radiactivos y combustible irradiado, que incluye los requisitos a seguir para la clasificación de los residuos, los estándares para su embalaje e inventario, los requisitos para las distintas instalaciones de almacenamiento y las normas para el almacenamiento definitivo del combustible irradiado.

REINO UNIDO

Durante 2015, los 16 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 63,89 TWh, el 18,87% del total de la electricidad consumida. Reino Unido tiene 30 reactores parados.

Cierre de la unidad 1 de la central de Wylfa

El 30 de diciembre, la unidad 1 de la central nuclear de Wylfa en Anglesey, al norte de Gales, paró definitivamente después de 44 años de operación. Se trataba del último reactor refrigerado por gas de los 26 reactores del tipo Magnox que han estado en funcionamiento en el Reino Unido en 11 emplazamientos. Este reactor, de 530 MW de potencia instalada bruta, comenzó su operación comercial en noviembre de 1971. Estaba previsto su cierre en el año 2010, pero se autorizó su operación durante cinco años más.

Firmado el contrato del emplazamiento de Moorside

En el mes de julio, NuGen, consorcio formado por las compañías Toshiba y Engie, firmó el contrato de los terrenos del emplazamiento de Moorside, en Cumbria en el noroeste de Inglaterra, con la Nuclear Decommissioning Authority (NDA), tras haberse completado con éxito los estudios de idoneidad del emplazamiento para la construcción de los tres reactores previstos.

Por otra parte, en el mes de mayo comenzó un proceso de consulta con más de veinte eventos en todo Cumbria. Supusieron la primera oportunidad para que la población pudiese conversar con un grupo de expertos acerca de los planes para la construcción de los nuevos reactores y expresar su punto de vista sobre el proyecto de la central de Moorside. Los resultados de la consulta indicaron un apoyo abrumador de los habitantes de Cumbria hacia el proyecto, por los beneficios que se obtendrán en el empleo y en la economía de la región.

Reino Unido va a construir dos nuevos reactores en el emplazamiento de Hinkley Point C

Construcción de la central de Hinkley Point C

En el mes de octubre, la compañía eléctrica francesa EDF y la compañía china General Nuclear Power Corporation (CGN) firmaron un acuerdo de inversión para la construcción de los dos reactores de la central de Hinkley Point C, en presencia del Primer Ministro británico, David Cameron, y del Presidente de China, Xi Jinping. EDF será el accionista mayoritario de la central que comenzará su operación en 2025, tendrá dos reactores de agua a presión del tipo EPR de 1.600 MW de potencia instalada y producirá el 7% de la electricidad consumida en el Reino Unido. El Gobierno británico concederá un préstamo de 2.000 millones de libras esterlinas a CGN.

REPÚBLICA CHECA

Durante 2015, los 6 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 25,33 TWh, el 32,53% del total de la electricidad consumida.

Nueva ley de energía nuclear

En el mes de julio, el Gobierno checo aprobó una ley que establece los requisitos técnicos y los procedimientos para la construcción de nuevas centrales nucleares y para la operación de las actuales, redactada por la Autoridad Estatal de Seguridad Nuclear y que sustituye a la vigente desde 1997. La nueva ley permite a la administración estatal regular todas las cuestiones relativas a la construcción y operación de nuevos reactores, transponiendo las normas básicas de seguridad para la protección frente a las radiaciones ionizantes de la Directiva europea de 2013 y otras recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Por otra parte, en el mes de junio, el Gobierno checo aprobó un Plan de Acción Nacional para la utilización de la energía nuclear a largo plazo, incluyendo la construcción de al menos una nueva unidad en cada uno de los emplazamientos actuales de las centrales de Temelín y

Dukovany, con la posibilidad de un total de cuatro nuevos reactores a largo plazo. El Gobierno espera que con este Plan la energía nuclear, junto con las renovables, juegue un importante papel en la reducción de los combustibles fósiles del actual *mix* energético del país y en la garantía del suministro energético.

Misión de seguridad internacional

En el mes de mayo, un Equipo de Revisión de la Seguridad Operacional (OSART) del Organismo Internacional de Energía Atómica solicitó que la empresa eléctrica estatal CEZ, operadora de las dos centrales nucleares del país, dispusiera de una organización de gestión más consistente en todos los niveles. También indicó que los cambios de equipos de las centrales y los requisitos de diseño de los sistemas de planta deberían gestionarse de manera unificada. Esta misión ha realizado el seguimiento de las recomendaciones de seguridad de una revisión previa realizada en octubre de 2013, apreciando la plena implantación de seis de nueve de ellas y solicitando un mayor desarrollo de las tres restantes.

RUMANÍA

Durante 2015, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 10,69 TWh, el 17,33% del total de la electricidad consumida.

Construcción de las unidades 3 y 4 de la central de Cernavoda

En el mes de noviembre, la empresa eléctrica estatal Societatea Nationala Nuclearelectrica (SNN) firmó un memorando de entendimiento con la empresa china General Nuclear Power Corporation para el desarrollo, construcción, operación y desmantelamiento futuro de las unidades 3 y 4 de la central nuclear de Cernavoda. El acuerdo había sido aprobado en una Junta General Extraordinaria de Accionistas de Nuclearelectrica a finales de octubre y por el Gobierno de Rumanía en el mes de septiembre. Las dos nuevas unidades contarán con sendos reactores de agua pesada a presión CANDU6, casi idénticos a los de las unidades 1 y 2 en operación, y serán construidas por la compañía EnergoNuclear, de la cual SNN posee el 84,65%. El Gobierno rumano pretende reducir esta participación, formando una *joint venture* de la que retendrá el 51% del accionariado.

SUECIA

Durante 2015, los 10 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 54,37 TWh, el 34,33% del total de la electricidad consumida. Suecia tiene 3 reactores parados.

Construcción del Almacenamiento Geológico Profundo

En el mes de agosto, el organismo regulador nuclear sueco indicó en un informe a la Comisión Europea que la compañía sueca para la gestión del combustible usado y los residuos (SKB) completará el proceso para el licenciamiento del almacén de combustible nuclear usado en Forsmark. SKB espera obtener en 2019 la aprobación y la autorización del Gobierno sueco, así como los permisos medioambientales y el informe previo de análisis de la seguridad. La construcción y las pruebas preoperacionales podrían completarse en 2028, entrando la instalación en operación comercial en 2030.

Cierre anticipado de algunos reactores nucleares

En el mes de octubre, Vattenfall, accionista mayoritario de las unidades 1 y 2 de la central de Ringhals, anunció el cierre de las mismas en 2020 y 2019, respectivamente, antes de la fecha prevista de 2025. La razón última es la falta de rentabilidad de las instalaciones, basada en

el análisis de distintos factores como los costes de combustible, los requisitos futuros de mantenimiento, las inversiones recurrentes necesarias y los requisitos relativos a formación y recursos. Las últimas inversiones se realizarán en el año 2017, lo que supondrá un ahorro de 180 millones de euros, impidiendo que estas unidades puedan seguir operando después de 2020, ya que a partir de entonces no cumplirán con los nuevos requisitos de seguridad. Ringhals 1 es un reactor de agua en ebullición que comenzó su operación comercial en enero de 1976 y Ringhals 2 es un reactor de agua a presión que inició su operación comercial en mayo de 1975. Esta decisión no afecta a las unidades 3 y 4, que seguirán en operación durante 60 años, hasta 2040.

También en el mes de octubre, E.On, accionista mayoritario de la central de Oskarshamn, anunció el cierre de las unidades 1 y 2 de esta central debido a la falta de rentabilidad de las mismas. Aún no está establecida la fecha de cierre de la unidad 1, un reactor de agua en ebullición que comenzó su operación comercial en febrero de 1972. Sin embargo, no se realizarán más inversiones en la unidad 2, que lleva parada desde junio de 2013 para un amplio programa de modernización y no volverá a ser puesta en operación. Esta decisión no afecta a la unidad 3, un reactor de agua en ebullición que comenzó su operación comercial en agosto de 1985 y que está previsto opere durante 60 años, hasta 2045.

Análisis para la construcción del Almacén Geológico Profundo sueco



6.2 ESTADOS UNIDOS

Durante 2015, los 99 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 797,17 TWh, el 19,50% del total de la electricidad consumida. Esta producción ha sido la quinta mayor de la historia. Estados Unidos tiene 5 reactores en construcción y 33 reactores parados.

El parque nuclear consiguió récords históricos en dos de sus indicadores de funcionamiento. Así, el factor de carga alcanzó un valor del 91,9%, superando en una décima porcentual el anterior del año 2007, y el factor de operación alcanzó un valor del 92,2%.

Renovación de autorizaciones de explotación

A diferencia de lo que ocurre en España, donde las autorizaciones de explotación, hasta ahora, se han renovado periódicamente para un plazo de diez años, en Estados Unidos se conceden, desde el inicio de la operación de las centrales, por un plazo de 40 años. Posteriormente, y una vez transcurridos al menos 20 años desde el inicio de la operación comercial, las compañías propietarias de las centrales pueden solicitar una renovación de la autorización para operar 20 años adicionales.

Durante el año 2015, y continuando el proceso iniciado en el año 2000 con las dos unidades de la central de Calvert Cliffs, el organismo regulador nuclear estadounidense, la Nuclear Regulatory Commission (NRC), renovó las autorizaciones de explotación por un plazo adicional de 20 años, lo que eleva la autorización inicial hasta 60 años, a los siguientes seis reactores:

- La central de Callaway, un reactor de agua a presión PWR de 1.275 MW que comenzó su operación comercial en diciembre de 1984.
- Las dos unidades de la central de Sequoyah, dos reactores de agua a presión PWR de 1.200 MW, que comenzaron su operación comercial en julio de 1981 y junio de 1982, respectivamente.
- Las dos unidades de la central de Byron, dos reactores de agua a presión PWR de 1.242 MW y 1.210 MW, que comenzaron su operación comercial en septiembre de 1985 y agosto de 1987, respectivamente.
- La central de Davis Besse, un reactor de agua a presión PWR de 925 MW que comenzó su operación comercial en julio de 1978.

De esta manera, a finales de 2015, la NRC había renovado sus autorizaciones de explotación a 79 reactores de los 99 en funcionamiento en el país. Otras 13 solicitudes se encontraban en proceso de revisión, y se espera la presentación de otras seis solicitudes en los próximos siete años.

Inspectores del organismo regulador estadounidense



Nuevas centrales

En el mes de mayo, el organismo regulador nuclear estadounidense, la NRC, concedió a Detroit Edison Energy Company (DTE) una autorización combinada para la construcción y operación de un tercer reactor nuclear en el emplazamiento de la central de Fermi en Newport, en el estado de Michigan. DTE aún no ha tomado la decisión de la construcción, aunque ha indicado que podría tratarse de un reactor avanzado de agua en ebullición ESBWR de General Electric-Hitachi.

En el mes de octubre, la NRC concedió a la compañía operadora Tennessee Valley Authority (TVA) una autorización de explotación para 40 años hasta octubre de 2055, para la unidad 2 de la central de Watts Bar, un reactor de agua a presión PWR de 1.218 MW de potencia. Su construcción había comenzado en 1973, pero se interrumpió en 1985, reanudándose en octubre de 2007. Se encuentra completada en un 99% de las actividades y ya se han realizado las pruebas pre-operacionales.

Por otra parte, en el mes de junio, el Departamento de Energía anunció garantías de préstamo por un valor de

1.800 millones de dólares para el proyecto de construcción de las unidades 3 y 4 de la central nuclear de Vogtle. De esta manera, y junto con garantías concedidas en 2010, la empresa propietaria Georgia Power Company completará la construcción de estos dos nuevos reactores.

Impacto económico de la industria nuclear

En el mes de julio, la consultora Brattle Group publicó el informe *The Nuclear Industry's Contribution to the US Economy*, en el que se indica que las 99 centrales nucleares en funcionamiento en Estados Unidos aportan cada año 60.000 millones de dólares al Producto Interior Bruto del país. La industria nuclear estadounidense emplea a 475.000 personas a tiempo completo de forma directa e indirecta, y contribuye con cerca de 10.000 millones de dólares anuales a la recaudación fiscal federal y con 2.200 millones de dólares a la recaudación fiscal de los estados en los que se encuentran los emplazamientos de las instalaciones nucleares.

Opinión pública

En el mes de septiembre, la empresa Bisconti Research realizó una encuesta, encargada por el Nuclear Energy Institute (NEI), que mostró que la mayoría de los estadounidenses piensan que la energía nuclear es importante para el futuro energético y medioambiental del país.

Así, el 64% de los encuestados está a favor de la energía nuclear, incluyendo el 26% fuertemente a favor. Si se informa de que las centrales nucleares no emiten gases contaminantes y producen dos terceras partes de la electricidad libre de emisiones, estos porcentajes aumentan hasta el 84% y el 50%, respectivamente.

El 79% de los encuestados está de acuerdo con el concepto del Banco de Exportaciones e Importaciones, la institución federal de préstamo que desde 1934 ha proporcionado financiación para proyectos internacionales que han ayudado a la industria nuclear estadounidense a competir en un mercado mundial globalizado.

El 82% de los estadounidenses opina que el organismo regulador debería renovar las autorizaciones de explotación de las centrales; el 70% está de acuerdo con que las compañías eléctricas deberían prepararse para construir nuevas centrales en la próxima década; y el 56% considera que deberían construirse nuevas centrales nucleares.

A finales de 2015,
79 de los 99
reactores nucleares
estadounidenses
tenían **autorización**
de **operación a**
largo plazo

6.3 OTROS PAÍSES

ARGENTINA

Durante 2015, los 3 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 6,52 TWh, el 14,09% del total de la electricidad consumida. Argentina tiene un reactor en construcción.

En el mes de enero, Argentina fue reelegido, para el periodo 2015-2016, como país-presidente del Grupo de Suministradores Nucleares, que fue fundado en 1975 y contribuye a la no proliferación de armas nucleares a través de la implementación de guías para las exportaciones de productos relacionados con el sector nuclear. Esta es la primera vez que un país es reelegido para ocupar este cargo.

Central nuclear de Atucha

La unidad 2 de la central de Atucha alcanzó el 100% de su potencia nominal el día 20 de febrero. El reactor, del tipo de agua pesada a presión PHWR de 745 MW de potencia instalada, había comenzado su construcción en el año 1981, pero fue suspendida en 1994 debido a problemas financieros. El proyecto se reanudó en 2006, poniéndose en marcha la central en junio de 2014.

En el mes de octubre comenzó el funcionamiento del simulador de alcance total, réplica exacta de la sala de control, que se utilizará para el entrenamiento del personal, la realización de simulacros y el desarrollo de ingeniería. Este simulador ha sido diseñado y construido por la empresa española Tecnatom.

Por otra parte, el 27 de octubre, la presidencia argentina aprobó un decreto mediante el que se autoriza a la empresa operadora de las centrales nucleares argentinas, Nucleoelectrica, a comenzar el proceso para la adquisición de los terrenos para una nueva central nuclear junto al emplazamiento actual de Atucha. Nucleoelectrica será responsable del diseño, preparación, construcción, puesta en marcha y operación de la nueva unidad que se construya.

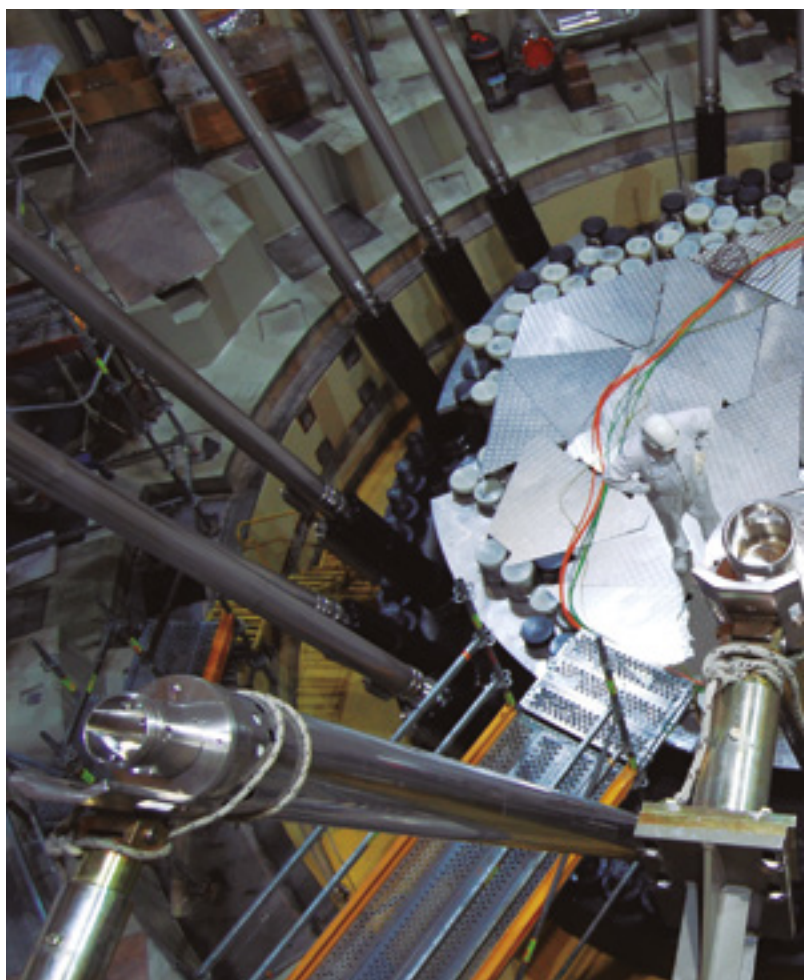
ARMENIA

Durante 2015, el único reactor nuclear en funcionamiento produjo 2,57 TWh, el 34,51% del total de la electricidad consumida. Armenia tiene un reactor parado.

La producción fue un 13,7% superior a la del año 2014, a pesar de la parada programada de casi dos meses de duración en el mes de septiembre. La unidad 2 de la central de Armenian es un reactor de agua a presión VVER de 408 MWe de potencia instalada, que comenzó su operación comercial en mayo de 1980. En el mes de septiembre, el Gobierno armenio recibió la primera parte de un préstamo de 270 millones de dólares, concedido por Rusia, para la financiación del proyecto de modernización y operación a largo plazo de esta unidad.

Por otra parte, en el mes de mayo el Ministerio de Energía anunció sus planes para la construcción de un nuevo reactor que podría comenzar su operación comercial en el año 2026.

Central nuclear de Atucha II, edificio del reactor



BIELORRUSIA

Bielorrusia tiene dos reactores en construcción. En el mes de enero, el Gobierno bielorruso concedió la autorización de construcción de la unidad 2 de la central de Belarusian en Ostrovets. Ya habían comenzado los trabajos preparatorios, pero no la construcción de la obra civil nuclear. Esta unidad dispondrá de un reactor de diseño ruso de agua a presión VVER-1200/V-491 de 1.194 MW, idéntico al de la unidad 1, que se encuentra en construcción desde noviembre de 2013.

El Gobierno estima que, una vez que hayan entrado en operación las dos unidades en 2018 y 2020 respectivamente, las importaciones de gas del país disminuirán en un 25%, esto es, 5.000 millones de metros cúbicos de los 20.000 millones de metros cúbicos que actualmente compra en el exterior. Además, el país tampoco tendrá que importar electricidad.

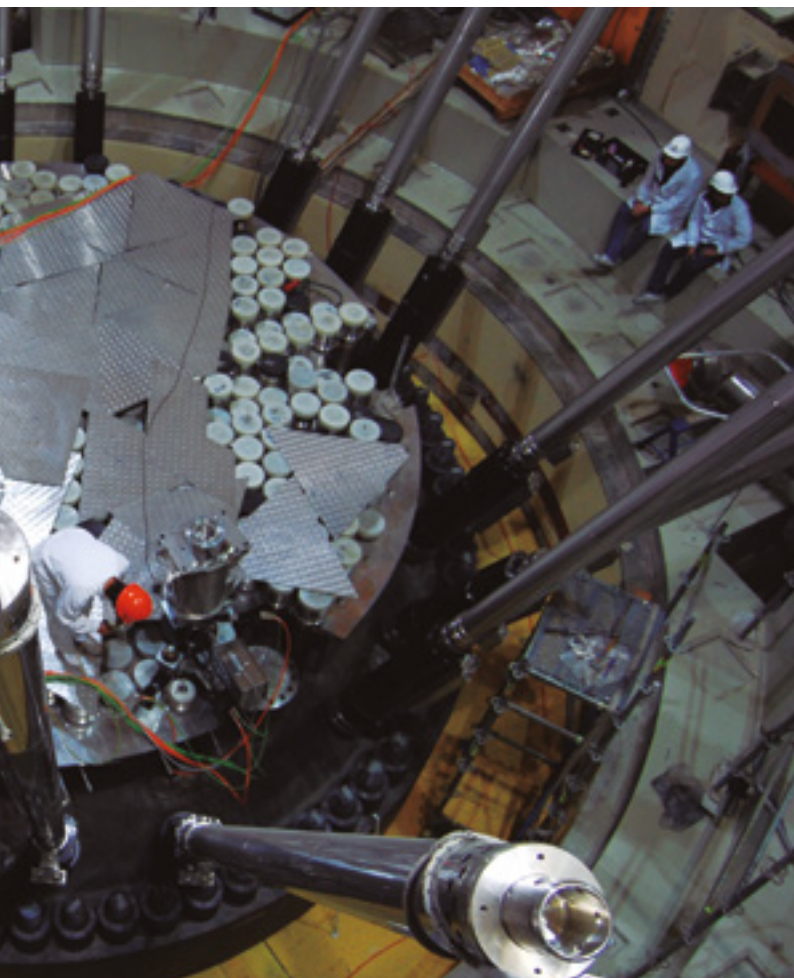
Bielorrusia
podrá **reducir** las
importaciones de
gas con la entrada
en operación de
sus centrales
nucleares en
construcción

Por otra parte, el Gobierno ha aprobado una estrategia para el almacenamiento final de los residuos radiactivos en un almacenamiento geológico profundo. Se estima que entre las dos unidades generarán unos 4.000 metros cúbicos de residuos de baja y media actividad y unos 85 metros cúbicos de alta actividad. Temporalmente se almacenarán en un almacenamiento subterráneo, cuyo emplazamiento se elegirá en 2023 y su construcción comenzará en 2028.

BRASIL

Durante 2015, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 14,81 TWh, el 2,76% del total de la electricidad consumida. Brasil tiene un reactor en construcción.

En el mes de abril, el Ministerio de Minas y Energía anunció que Brasil no puede abandonar sus planes para la construcción de cuatro nuevos reactores, de tal forma que estén completados antes de 2030. Para ello, ya se han seleccionado 21 posibles emplazamientos. Por otra parte, el Gobierno está considerando una mayor participación de las empresas privadas en la generación eléctrica nuclear, ya que se espera un incremento en la demanda de energía eléctrica, además de proporcionar generación de respaldo a la producción hidroeléctrica de las grandes presas que se están construyendo en la región amazónica. Actualmente se encuentra en construcción la tercera unidad de la central de Angra, en el estado de Río de Janeiro.



CANADÁ

Durante 2015, los 19 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 98,37 TWh, el 16,60% del total de la electricidad consumida. Canadá tiene 6 reactores parados.

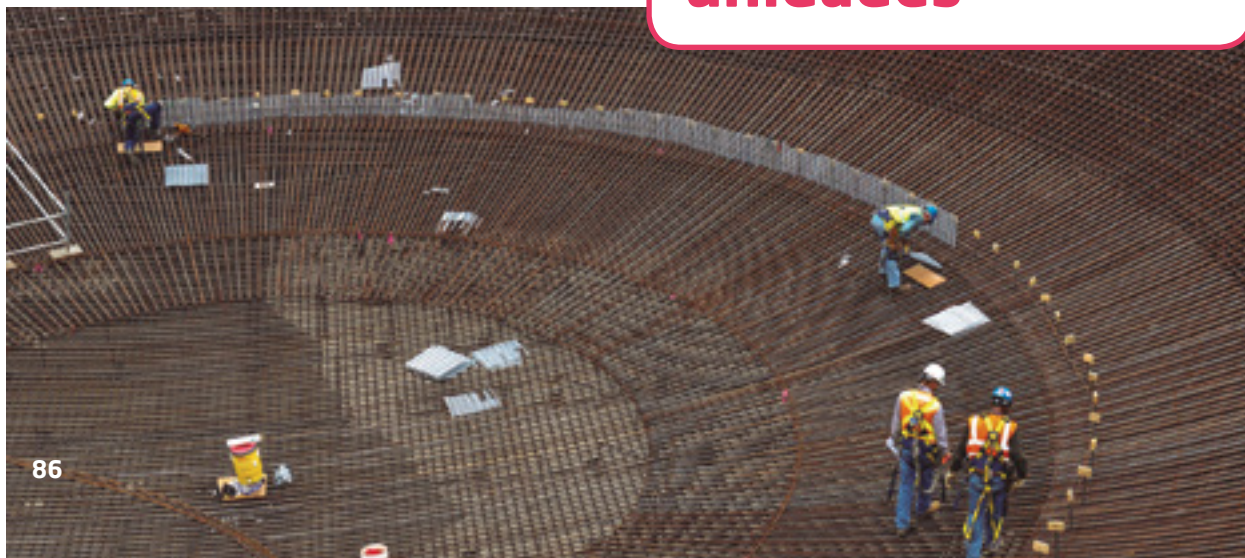
Renovación de autorizaciones de explotación

En el mes de mayo, el organismo regulador nuclear canadiense renovó, mediante una autorización única, las autorizaciones de explotación de los ocho reactores de la central de Bruce, del tipo de agua pesada a presión PHWR Candu-750 y Candu-791.

Los tubos de presión del reactor, que contienen el combustible nuclear, tienen una vida de diseño para operar 210.000 horas equivalentes a plena potencia (EPFH). De esta forma, la compañía operadora de la central, Bruce Power, podrá continuar la operación hasta 247.000 EPFH. En este sentido, Bruce Power ha anunciado la inversión, a partir de 2020, de 15.000 millones de dólares para el reacondicionamiento de las unidades, lo que permitirá una extensión de su operación durante al menos 30 años.

De la misma manera, en el mes de diciembre el organismo regulador concedió una autorización de explotación para las cuatro unidades de la central nuclear de Darlington, para operar hasta un máximo de 235.000 EPFH. La compañía operadora OPG tiene previsto acometer un proyecto de reacondicionamiento de las cuatro unidades, con la sustitución de distintos componentes del núcleo del reactor, de tal forma que puedan estar en operación durante 30 años adicionales.

Trabajos de construcción en una central nuclear



CHINA

Durante 2015, los 31 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 170,35 TWh, el 3,03% del total de la electricidad consumida. China tiene 24 reactores en construcción.

China indicó, en su contribución nacional presentada en la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de París en diciembre de 2015, que la energía nuclear sería una de las tecnologías clave para cumplir con los objetivos medioambientales de reducción de emisiones contaminantes y satisfacción de las necesidades crecientes de energía limpia a los que se comprometió.

Construcción de nuevas centrales

En el mes de febrero, el Consejo de Estado chino aprobó, por primera vez tras Fukushima, la construcción de dos nuevos reactores en el emplazamiento de Hongyanhe en el noreste del país, después de realizar todas las evaluaciones de seguridad.

China es el país del mundo que **más reactores nucleares construye: 24 unidades**

En este sentido, en el mes de abril el Gobierno chino aprobó la construcción de dos unidades piloto del primer reactor de diseño propio de generación III ACP-1000, conocido como Hualong One, en la central de Fuqing en la provincia de Fujian. Se trata de un reactor de agua a presión de tres lazos de 1.100 MW de potencia, con sistemas avanzados de seguridad activa y pasiva, una estructura de contención doble y un núcleo formado por 177 elementos de combustible.

China espera ampliar la capacidad nuclear instalada hasta 58.000 MW en el año 2020, de tal forma que contribuya a la lucha contra el cambio climático y los problemas de contaminación del aire, mediante un importante incremento del porcentaje nuclear en el *mix* de generación eléctrico del país.

COREA DEL SUR

Durante 2015, los 24 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 157,19 TWh, el 31,73% del total de la electricidad consumida. Corea del Sur tiene 4 reactores en construcción.

Posible cierre de la central de Kori 1

En el mes de junio, un grupo asesor del Gobierno en temas de energía recomendó el cierre de la unidad 1 de la central de Kori, en el extremo sureste del país. Se trata de la primera central nuclear que entró en funcionamiento en Corea del Sur, un reactor de agua a presión PWR de 608 MW de potencia, cuya operación comercial comenzó en abril de 1978. Sin embargo, la compañía propietaria y operadora de la central, KHNP, ha anunciado que va a solicitar una renovación de la autorización de explotación, actualmente vigente hasta junio de 2017.

Gestión del combustible irradiado

En el mes de junio, la Comisión de Compromiso Público, organismo independiente que asesora al Gobierno surcoreano en temas nucleares, indicó que el país debe construir una instalación temporal para el almacenamiento del combustible irradiado a partir de 2030 y debe considerar el almacenamiento permanente en profundidad a partir de la década de 2050. Actualmente, el combustible irradiado se deposita en almacenes temporales individuales en las instalaciones de las centrales, que empezarán a saturar su capacidad de almacenamiento a partir de 2019.

Por otra parte, en el mes de julio la Agencia Coreana de Residuos Radiactivos (Korad) comenzó la operación del primer módulo del almacenamiento subterráneo de residuos radiactivos de baja y media actividad procedentes de las centrales nucleares, laboratorios y hospitales. Este módulo dispone de seis silos, a una profundidad de 130 metros, con capacidad para 100.000 bidones. Un segundo módulo, con capacidad para 125.000 bidones, comenzará su operación en 2019. La instalación se encuentra en la ciudad de Gyeongju, en el sur del país.

EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

Emiratos Árabes Unidos tiene cuatro reactores en construcción.

Nuevas centrales nucleares

En el mes de marzo, la empresa propietaria de la central nuclear de Barakah, Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC) presentó a la Autoridad Federal de Regulación Nuclear (FANR) la solicitud de la autorización de explotación, para un plazo de 60 años, de las unidades 1 y 2 en construcción. ENEC espera recibir la concesión de la autorización de la unidad 1 a lo largo de 2016, en plazo para su entrada en operación prevista en 2017, y en 2017 para la unidad 2.

En el mes de julio comenzó oficialmente la construcción de la parte nuclear de la unidad 4. La unidad 1 está construida en un 75%, la unidad 2 en un 53% y el conjunto de las cuatro unidades está completado en un 50%. Se trata de cuatro reactores de agua a presión APR-1400 de 1.400 MW de potencia instalada de diseño surcoreano.

Revisiones internacionales

En el mes de febrero, un equipo del Organismo Internacional de Energía Atómica, a petición de la FANR, realizó una misión de seguimiento del Servicio de Revisión Integrada de la Regulación (IRRS) que había tenido lugar en el año 2011. Los resultados de la misma indican que el organismo regulador ha realizado un adecuado progreso en el desarrollo del marco regulatorio de la seguridad nuclear, habiendo implementado las recomendaciones recibidas.

INDIA

Durante 2015, los 21 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 34,64 TWh, el 3,53% del total de la electricidad consumida. India tiene 6 reactores en construcción.

Revisiones internacionales

En el mes de marzo, un equipo del Organismo Internacional de Energía Atómica realizó una misión de Servicio de Revisión Integrada de la Regulación (IRRS) del marco regulador del país. Los resultados de la misma indicaron que la India debe impulsar una política nacional para la seguridad nuclear y una estrategia para la gestión de los residuos radiactivos, como parte del desarrollo nuclear futuro. El Gobierno debe promulgar por ley la independencia regulatoria del Organismo Regulador de Energía Atómica (AERB), separándolo de otras entidades que pudieran influir en su toma de decisiones. Además, tiene que incrementar la frecuencia de las inspecciones periódicas de las centrales nucleares, permitiendo una verificación independiente adicional. El AERB debe desarrollar e implementar capacidades propias de respuesta ante emergencias, incluyendo procedimientos detallados. El IRRS identificó un número de buenas prácticas en el sector nuclear indio, como la existencia de un programa nacional integral de educación y entrenamiento y una importante infraestructura de investigación y desarrollo en el AERB.

Informe de la Agencia Internacional de la Energía

En el mes de mayo, la Agencia Internacional de la Energía publicó el informe *India Energy Outlook 2015*, indicando en el Escenario de Nuevas Políticas que la capacidad nuclear instalada podría crecer un 700%, pasando de 5,8 GW en 2014 a 39 GW en 2040, alcanzando 9,7 GW en 2020. De esta manera, el país tendrá que construir cerca de 1,3 GW de potencia nuclear anual en los siguientes veinticinco años, lo que hará que la producción eléctrica de origen nuclear crezca el 7,9% anualmente, llegando a 270 TWh en 2040, lo que representará el 7% del total de la electricidad consumida en el país.

Por otra parte, India indicó que la energía nuclear sería una de las tecnologías clave para cumplir con los objetivos medioambientales de reducción de emisiones

contaminantes y satisfacción de las necesidades crecientes de energía limpia a los que se comprometió en su contribución nacional presentada en la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de París en diciembre de 2015.

IRÁN

Durante 2015, el único reactor nuclear en funcionamiento produjo 3,54 TWh, el 1,27% del total de la electricidad consumida.

En el mes de julio, y tras diez años de negociaciones, se alcanzó un acuerdo entre el denominado grupo P5+1 (formado por los cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad de Naciones Unidas, Estados Unidos, Rusia, China, Reino Unido y Francia, y Alemania) e Irán, que va a permitir a este país avanzar en un programa nuclear pacífico. El pacto bloqueará, de esta forma, cualquier intento del país persa por alcanzar usos militares. El texto refleja que, bajo ningún concepto, Irán desarrollará o adquirirá armas nucleares.

Firma de la hoja de ruta OIEA-Irán



Tras el acuerdo internacional, el **Organismo Internacional de Energía Atómica** vigilará de manera continua el programa nuclear iraní

El contenido del acuerdo firmado señala que habrá una evaluación gradual y a un ritmo razonable del programa nuclear iraní, con limitaciones a sus actividades de enriquecimiento. Irán tendrá que reducir el número de centrifugadoras instaladas de las 19.000 actuales a 6.104, de las que sólo 5.060 podrán seguir en funcionamiento durante 10 años más. Además, Irán se ha comprometido a no enriquecer uranio por encima del 3,67% al menos durante los próximos 15 años. El programa será, además, coherente con las normas internacionales de no proliferación.

La mayoría de los países coinciden en que este pacto ha abierto un nuevo capítulo en las relaciones internacionales. Naciones Unidas calificó este acuerdo de histórico. Una resolución del Consejo de Seguridad reflejará los plazos acordados para el levantamiento progresivo de las sanciones a Irán, incluyendo medidas sobre el acceso en las áreas de comercio, tecnología, finanzas y energía. El acuerdo también establece que se volverán a imponer sanciones económicas en el caso de que Irán no cumpla lo acordado. Los inspectores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) vigilarán y monitorizarán de manera continua el programa nuclear comercial iraní. Irán y el OIEA firmaron una hoja de ruta para el esclarecimiento de las cuestiones pendientes del pasado y presente nuclear iraní.

Por otra parte, desde el mes de noviembre, la Organización de Energía Atómica de Irán se hizo cargo de la operación de la central de Busheh. Desde septiembre de 2013, en que comenzó su operación comercial, los operadores iraníes habían estado operando la central bajo la supervisión de los expertos nucleares rusos. La unidad 1 de la central de Busheh, un reactor de agua a presión VVER V-446 de 1.000 MW de potencia instalada, fue diseñada y construida por la empresa estatal rusa Rosatom.

JAPÓN

Durante 2015, de los 43 reactores que forman el parque nuclear, 2 han estado en funcionamiento y produjeron 4,34 TWh, el 0,52% del total de la electricidad consumida. Japón tiene 2 reactores en construcción y 17 parados.

Reactivación del parque nuclear

En febrero de 2014, la Autoridad Reguladora Nuclear japonesa (NRA), organismo regulador independiente creado en 2012, anunció sus trabajos para acelerar la vuelta a la operación de los reactores parados tras Fukushima, mediante la creación de una lista prioritaria de las centrales que cumplieran los nuevos criterios de seguridad, que entraron en vigor en julio de 2013.

Así, en febrero y mayo de 2015, la NRA aprobó la vuelta a operación de las unidades 1 y 2 de la central de Sendai y de las unidades 3 y 4 de la central de Takahama. En agosto de 2015 se conectó de nuevo a la red eléctrica Sendai 1, reanudando oficialmente su operación comercial el 10 de septiembre. Sendai 2 se conectó en el mes de octubre y reanudó oficialmente su operación comercial el 16 de noviembre.

El Gobierno japonés aprobó en el mes de junio de 2015 un plan para que la energía nuclear contribuya con entre el 20% y el 22% al *mix* de generación eléctrico del país en el año 2030.

Por otra parte, sus empresas propietarias han solicitado los permisos para el desmantelamiento de las unidades 1 y 2 de la central de Mihama, Tsuruga 1, Genkai 1 y Shimane 1.

El Gobierno japonés ha aprobado un plan para que la nuclear genere el **22% del mix eléctrico en 2030**

Situación de la central de Fukushima-Daiichi

En el mes de junio, se estableció una nueva planificación para el desmantelamiento y limpieza del emplazamiento de la central de Fukushima-Daiichi, fijándose un nuevo objetivo de limitar la cantidad de agua subterránea que entra en los edificios a menos de 100 m³ diarios a finales de abril de 2017. En este sentido, a principios de febrero de 2016 se ha terminado la instalación de todo el equipo necesario para la creación de un “muro helado de tierra” que evite la entrada de dicha agua subterránea. El muro tendrá una longitud de 1,5 km alrededor de los edificios del reactor de las unidades 1, 2, 3 y 4.

También se ha rehecho el calendario existente para la extracción del combustible de las piscinas de almacenamiento de combustible irradiado, al mismo tiempo que se toman medidas para mejorar la seguridad, evitándose la dispersión de materiales radiactivos y la reducción de las dosis de radiación a los trabajadores. El objetivo para la extracción del combustible de la unidad 1 se ha retrasado al año 2020, de la unidad 2 a finales del año 2020 y de la unidad 3 al año 2017.

Asimismo, en el mes de junio, TEPCO, empresa propietaria y operadora de la central, completó la extracción de los 548 elementos de combustible del núcleo del reactor de la unidad 5, almacenándose en la piscina de combustible irradiado, donde hay un total de 1.542 elementos.

PAKISTÁN

Durante 2015, los 3 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 4,33 TWh, el 4,40% del total de la electricidad consumida. Pakistán tiene dos reactores en construcción.

En el mes de marzo, la Comisión de Energía Atómica pakistaní anunció sus planes para el aumento de la capacidad instalada de sus tres reactores en operación comercial: Kanupp 1 y las dos unidades de la central de Chasnupp. Además, formando parte de la estrategia de seguridad energética a largo plazo, Pakistán considera necesario construir una central nuclear cada año desde 2021.

RUSIA

Durante 2015, los 35 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 195,21 TWh, el 18,59% del total de la electricidad consumida. Rusia tiene 8 reactores en construcción y 5 reactores parados. Esta producción constituyó un récord histórico en el funcionamiento del parque nuclear ruso, y representó un incremento del 15,4% respecto a la del año anterior.



Construcción de un reactor de investigación

En el mes de septiembre comenzó la construcción de un reactor rápido de investigación multipropósito (MBIR) con el vertido del hormigón de la cimentación. Este reactor, con una potencia de 150 MW, servirá para el desarrollo de materiales de los reactores rápidos de Generación IV, realizando experimentos para los parámetros de operación del núcleo del reactor en condiciones normales y de emergencia, utilizando sodio, plomo, plomo-bismuto, gases y sales fundidas como refrigerantes. El combustible será VMOX, un tipo especial de óxidos mixtos de plutonio y uranio diseñado por el Instituto de Investigación de Reactores Atómicos (NIIAR), que se introduce directamente en las varillas de los elementos combustibles, en vez de conformarse previamente en forma de pastillas. Se estima su entrada en operación en el año 2020.

Operación a largo plazo

En el mes de octubre, el organismo regulador nuclear ruso, Rostechndzor, concedió una autorización de explotación a largo plazo hasta 2025 a la unidad 5 de la central de Novovoronezh, un reactor de agua a presión VVER-V187 de 1.000 MW de potencia instalada. Esta unidad había comenzado su operación comercial en febrero de 1981, por lo que al menos estará en operación durante 44 años.

Por otra parte, en el mes de abril, la unidad 2 de la central de Smolensk, un reactor de agua en ebullición moderado por grafito RBMK-1000 de 1.000 MW de potencia instalada, solicitó a Rostechndzor una renovación de su autorización de explotación por un periodo adicional de 15 años. Esta unidad comenzó su operación comercial en julio de 1985.

SUDÁFRICA

Durante 2015, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 10,96 TWh, el 4,73% del total de la electricidad consumida.

En el mes de febrero, el Presidente Jacob Zuma anunció en el discurso del estado de la nación que Sudáfrica dispondrá de entre seis y ocho nuevas centrales nucleares, con un total de 9.600 MW de potencia instalada, en 2030, y que se espera que el primer reactor comience su operación comercial en 2023. El coste del proyecto se estima en 40.000 millones de dólares. Para ello, Sudáfrica ha firmado diversos acuerdos intergubernamentales con Estados Unidos, Corea del Sur, Rusia, Francia y China, y planea solicitar ofertas a empresas de estos países.

Trabajador en una central nuclear



SUIZA

Durante 2015, los 5 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 22,10 TWh, el 33,48% del total de la electricidad consumida. Suiza tiene un reactor parado.

Continuidad de la operación de la central de Mühleberg

En el mes de enero, la Inspección Federal de Seguridad Nuclear (ENSI), el organismo regulador suizo, aprobó las mejoras propuestas por la empresa propietaria y operadora de la central de Mühleberg, BKW-FMB Energía AG, para su operación hasta 2019, entre las que se encuentran las bombas de refrigeración de emergencia, la instalación de un nuevo sistema de agua de refrigeración de emergencia del reactor y el refuerzo del sistema de refrigeración de emergencia de las piscinas de combustible irradiado. Además, en el mes de diciembre, ENSI solicitó a BKW que presentase sus planes para la operación segura de la central una vez que haya acabado su operación en 2019 y hasta el momento de su desmantelamiento y clausura.

La central de Mühleberg tiene un reactor de agua en ebullición BWR-4 de 390 MW de potencia instalada, que comenzó su operación comercial en noviembre de 1972.

Emplazamientos para el Almacenamiento Geológico Profundo

En el mes de febrero, la agencia nacional encargada de la gestión de los residuos radiactivos, Nagra, anunció la reducción a dos zonas para el emplazamiento del Almacenamiento Geológico Profundo del país, una en la región occidental de Jura y otra en el noreste de Zurich. En el año 2011 se habían identificado otras cuatro zonas posibles.

Estas zonas se han remitido a la Oficina Federal Suiza de Energía y habrán de ser evaluadas por el organismo regulador. El Gobierno Federal realizará la elección final del emplazamiento, en una segunda fase del conocido como Plan Sectorial. El emplazamiento deberá albergar un almacén para los residuos de alta actividad y un almacén para los residuos de baja y media actividad. Ambas zonas seleccionadas disponen de formaciones rocosas impermeables a la profundidad adecuada, es-

tán protegidas frente a la erosión, son geológicamente estables a largo plazo y suficientemente grandes para albergar una instalación de este tipo.

Según la legislación nuclear suiza, los productores de los residuos son los responsables de su gestión y almacenamiento final seguro. En 1972, los operadores de las centrales nucleares y el Gobierno Federal crearon Nagra con este objetivo.

TAIWÁN

Durante 2015, los 6 reactores en funcionamiento produjeron 35,14 TWh, el 16,32% del total de la electricidad consumida. Taiwán tiene dos reactores en construcción.

En el mes de febrero, el Consejo de Energía Atómica (AEC) aprobó la paralización de los trabajos de construcción de las dos unidades de la central de Lungmen, tras la solicitud de la empresa propietaria y operadora de la central, Taiwan Power Company, presentada en septiembre de 2014, debido a las intensas protestas de los grupos antinucleares que habían tenido lugar en el país. La central de Lungmen tiene dos reactores avanzados de agua en ebullición ABWR de 1.350 MW, en construcción desde 1999.

TURQUÍA

En el mes de febrero, la representante permanente de Turquía ante el Organismo Internacional de Energía Atómica indicó que la estrategia energética del país contempla la construcción de dos centrales nucleares adicionales con un total de ocho reactores que comiencen su operación comercial en 2028, y una tercera central que inicie su construcción en 2023. De esta forma, la producción eléctrica de origen nuclear en 2028 supondrá el 12% de la demanda total del país.

En el mes de abril, tuvo lugar la ceremonia de colocación de la primera piedra de la central de Akkuyu en la provincia de Mersin, en la que se van a construir cuatro reactores de agua a presión de diseño ruso del tipo VVER-1200/491 de 1.200 MW de potencia instalada.

La estrategia energética de Turquía contempla la **construcción de dos centrales nucleares adicionales** con un total de ocho reactores

En el mes de octubre, el Ministerio de Industria indicó que una segunda central se construirá en la provincia de Sinop, y que el tercer emplazamiento se encuentra en Ignaeda, en el Mar Negro, cerca de la frontera con Bulgaria.

UCRANIA

Durante 2015, los 15 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 82,30 TWh, el 56,49% del total de la electricidad consumida. Ucrania tiene 2 reactores en construcción y 4 reactores parados.

Operación a largo plazo

En el mes de mayo, Energoatom, la empresa estatal operadora de las centrales nucleares ucranianas, solicitó al organismo regulador nuclear ucraniano (SNRIU) la renovación de la autorización de explotación de la unidad 1 de la central de Zaporozhe hasta 2030. Se trata de un reactor de agua a presión VVER V-320 de 1.000 MW de potencia instalada que comenzó su operación comercial en diciembre de 1985, por lo que estará en funcionamiento al menos durante 45 años.

Central nuclear de Chernóbil

En el mes de abril, una conferencia internacional de países donantes aseguró la financiación para la ter-

minación en plazo, a finales del año 2017, de la nueva contención de seguridad (NSC) de la unidad 4 de la central de Chernóbil, según indicó el Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (BERD).

La Comisión Europea y el G7 confirmaron una contribución adicional de 184 millones de dólares al Fondo del Escudo de Chernóbil y otros países comprometieron 17 millones de dólares. En noviembre de 2014, el BERD había anunciado una contribución de 390 millones de dólares.

La construcción de la NSC no es la única tarea en la central de Chernóbil. Los tres reactores que continuaron en operación tras el accidente de abril de 1986, ya parados, también han de ser desmantelados y el combustible irradiado y los residuos radiactivos tratados y almacenados de forma segura. Con este objetivo, la comunidad internacional está financiando, con más de 330 millones de dólares, una instalación para su almacenamiento temporal durante 100 años y para el tratamiento de residuos líquidos.

Tuberías



7

SOCIOS DE FORO NUCLEAR

SOCIOS DE **FORO NUCLEAR**

SOCIOS ORDINARIOS

AMPHOS 21
AREVA MADRID
CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ
CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ
CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES
CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO
CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS II
CENTRO TECNOLÓGICO DE COMPONENTES
COAPSA CONTROL
DYNAMIS INGENIEROS CONSULTORES
EDP
EMPRESARIOS AGRUPADOS
ENDESA
ENSA
ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS
ENWESA
EULEN
GAS NATURAL FENOSA
GD ENERGY SERVICES
GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY
GEOCISA
GHESA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
IBERDROLA
IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA
MEDIDAS AMBIENTALES
NUCLENOR
NUSIM
PROINSA
RINGO VÁLVULAS
SIEMSA INDUSTRIA
TAIM WESER
TECNATOM
TÉCNICAS REUNIDAS
UNESA
VIRLAB
WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN
WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES

SOCIOS ADHERIDOS

AEC

(Asociación Española para la Calidad)

AMAC

(Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares)

CEMA

(Club Español del Medio Ambiente)

CONFEMETAL

(Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal)

Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España

Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la

UNED

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid

Fundación Empresa y Clima

OFICEMEN

(Agrupación de Fabricantes de Cemento de España)

SEOPAN

(Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras)

SERCOBE

(Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo)

TECNIBERIA

(Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos)

UNESID

(Unión de Empresas Siderúrgicas)



Foro de la Industria Nuclear Española

Boix y Morer 6-3º. 28003 Madrid
Tel.: +34 915 536 303

Email: correo@foronuclear.org
[@ForoNuclear](https://twitter.com/ForoNuclear)
www.foronuclear.org