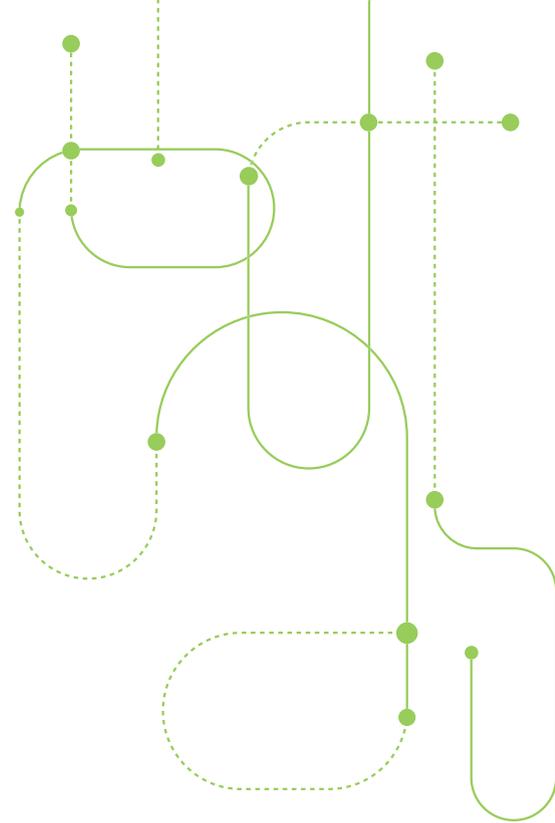




**RESULTADOS
NUCLEARES DE 2016**
y perspectivas de futuro



RESULTADOS NUCLEARES DE 2016

y perspectivas de futuro



FORO NUCLEAR. Foro de la Industria Nuclear Española

Boix y Morer, 6 - 3º, 28003 Madrid

Teléfono: +34 915 536 303

Email: correo@foronuclear.org

www.foronuclear.org

Diseño y maquetación: a.f. diseño y comunicación

Depósito Legal: M-13915-2017

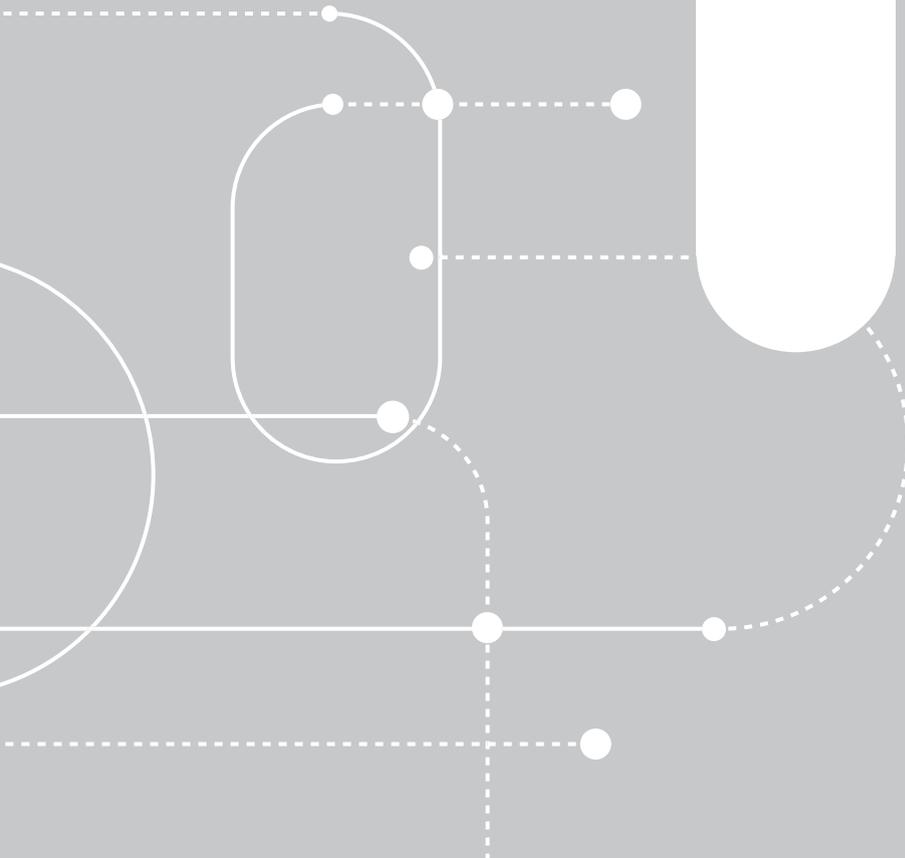
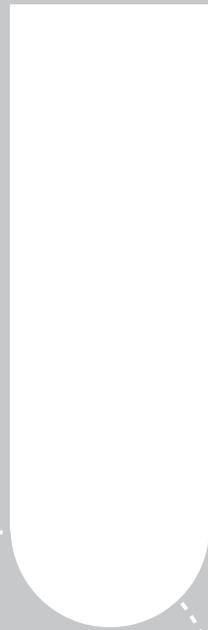


ÍNDICE

PRESENTACIÓN	5
¿Qué es Foro Nuclear?	7
Carta del presidente	9
Datos destacables del año 2016	10
LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS	13
1.1 Producción	16
1.2 Potencia	17
1.3 Indicadores de funcionamiento	18
1.4 Autorizaciones de explotación	19
1.5 Paradas de recarga	20
1.6 Actualidad de las centrales nucleares españolas	21
OTRAS INSTALACIONES NUCLEARES ESPAÑOLAS.....	39
2.1 Fábrica de elementos combustibles de Juzbado	40
2.2 Centro de almacenamiento de residuos de muy baja, baja y media actividad de El Cabril	42
GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS Y DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES ...	45
3.1 Gestión de los residuos de muy baja, baja y media actividad	46
3.2 Gestión del combustible irradiado	47
3.3 Desmantelamiento de las centrales nucleares José Cabrera y Vandellós I.....	48
ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA.....	53
4.1 Suministradores de sistemas nucleares	55
4.2 Empresas eléctricas	55
4.3 Suministradores de bienes de equipo.....	56
4.4 Empresas de ingeniería y servicios	58
PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO	73
5.1 Unión Europea.....	83
5.2 Estados Unidos.....	96
5.3 Otros países	100
SOCIOS DE FORO NUCLEAR	115
Socios ordinarios	116
Socios adheridos	117



PRESENTACIÓN





¿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. Un sector reconocido internacionalmente que participa en toda la cadena de valor nuclear y que cuenta con actividad comercial en 40 países. En su conjunto, emplea a más de 27.500 personas de forma directa e indirecta.

Foro Nuclear integra a más de 55 empresas e instituciones, entre las que se encuentran compañías eléctricas, centrales nucleares, empresas de ingeniería, de servicios, suministradores de sistemas nucleares y grandes componentes, así como asociaciones sectoriales, fundaciones o universidades.

Entre sus principales objetivos se encuentran el mantenimiento y la continuidad de la operación de las centrales nucleares españolas, el apoyo a la internacionalización de la industria nuclear, la difusión del conocimiento sobre la aportación de la energía nuclear al sistema eléctrico y a la reducción de emisiones contaminantes, así como dar a conocer las distintas aplicaciones de la tecnología nuclear.

Foro de la Industria Nuclear Española integra a más de 55 empresas



CARTA DEL **PRESIDENTE**



Ignacio ARALUCE

Presidente

El liderazgo año tras año de la producción eléctrica sitúa a la energía nuclear como una fuente esencial en nuestro país. Una tecnología que garantiza el suministro eléctrico por su disponibilidad y fiabilidad. En lo que llevamos de 2017, las centrales nucleares españolas han aportado más de una quinta parte de la electricidad que consumimos y se han convertido, nuevamente, en la fuente que más electricidad genera en el sistema eléctrico español.

A esta producción tan necesaria, se suma que la nuclear es una tecnología que no emite gases de efecto invernadero. No produce CO₂ ni partículas contaminantes en su operación y resulta, por ello, clave en la lucha contra el calentamiento global. Los compromisos medioambientales de la Unión Europea y los adquiridos tras la Cumbre de París, donde la comunidad internacional, incluida España, acordó que el aumento de la temperatura global estuviera por debajo de los 2 °C, obligan a utilizar fuentes de energía libres de emisiones como la nuclear, que representa, anualmente, más del 35% de la electricidad sin emisiones contaminantes generadas en nuestro país. Una cifra, por cierto, que posiciona a la energía nuclear como la que más contribuye en este sentido y que resulta esencial para frenar el cambio climático y ayudar a la descarbonización del sistema.

La energía nuclear realiza, en definitiva, una importante contribución en la reducción de gases de efecto invernadero, al tiempo que produce grandes cantidades de energía necesarias para garantizar el suministro y el desarrollo

socioeconómico. Así lo entienden muchos países que cuentan con esta tecnología y apoyan su desarrollo con la continuidad de sus parques y la construcción de nuevas centrales nucleares. Datos del Organismo Internacional de Energía Atómica de Naciones Unidas recogen que, en el mundo, hay cerca de 450 reactores en situación de operar y 60 en construcción, en países tan diversos como China, Rusia, India, Emiratos Árabes Unidos, Argentina, Corea del Sur, Finlandia o Francia, por citar algunos.

En este desarrollo nuclear participa de forma muy activa la industria nuclear española, que no solo apoya el buen funcionamiento de nuestros reactores, que año tras año cuentan con excelentes indicadores de funcionamiento, sino que tiene reconocimiento internacional e interviene en toda la cadena de valor exportando servicios, productos y alta tecnología a más de 40 países.

El sector nuclear español, con una clara apuesta por la calidad, el valor tecnológico y la investigación y el desarrollo, es reconocido en todo el mundo por su buen hacer y avala la continuidad de la operación segura de las centrales nucleares españolas. Una estrategia energética realista y adecuada que está siendo adoptada por la mayoría de los países que cuentan con esta tecnología. La necesidad de asegurar el suministro eléctrico y conseguirlo, a su vez, sin contaminar la atmósfera, ha llevado a que 115 reactores nucleares localizados en distintos países cuenten con autorizaciones para continuar con su operación a largo plazo.

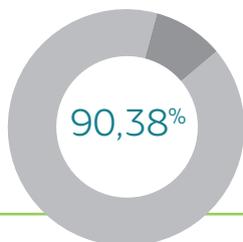
España debería seguir este camino, ya que la energía nuclear desempeña un papel esencial en la transición hacia un horizonte de una economía descarbonizada ofreciendo, a su vez, una garantía de suministro estable y fiable. Para ello, es necesario una estrategia energética a medio y largo plazo, con la participación y el consenso de todos los actores implicados y basada en el rigor y el análisis técnico.

DATOS DESTACABLES DEL AÑO 2016

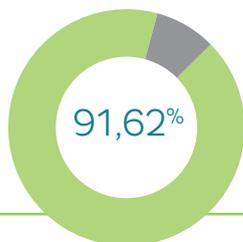
La producción eléctrica bruta de origen nuclear en España en 2016 fue de 58.578,31 GWh, el 21,39% de la producción eléctrica bruta total

A 31 de diciembre, la potencia total instalada del parque de generación eléctrica en España era de 105.599 MW, de los que 7.864,7 MW correspondían a la potencia del parque nuclear, representando el 7,45% del total de la capacidad instalada en el país. La producción eléctrica nuclear supuso el 35,18% de la electricidad sin emisiones contaminantes generada en España. A 31 de diciembre, había 447 reactores en situación de operar en el mundo en 31 países. La producción de electricidad de

origen nuclear mundial fue de 2.496,49 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 60 nuevos reactores se encontraban en construcción en 16 países. A 31 de diciembre, en el mundo había 115 reactores nucleares en diez países a los que los distintos organismos reguladores les han concedido autorización para operar a largo plazo. Representan más del 25% de los reactores nucleares existentes.



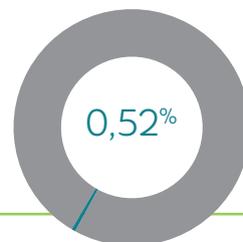
Factor de carga



Factor de operación



Factor de disponibilidad



Factor de indisponibilidad no programada

La producción eléctrica nuclear supuso el 35,18% de la electricidad sin emisiones contaminantes generada en España

Hay 447 reactores en situación de operar en el mundo en 31 países

60 nuevos reactores se encuentran en construcción en 16 países

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



LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

1



LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

El parque nuclear español está formado por ocho reactores nucleares en seis emplazamientos. Las empresas propietarias, el porcentaje de participación y la fecha de inicio de su operación es la siguiente:

CENTRAL NUCLEAR	Empresa propietaria	%	Inicio de la operación comercial
ALMARAZ I	Iberdrola	53	Septiembre 1983
	Endesa	36	
	Gas Natural Fenosa	11	
ALMARAZ II	Iberdrola	53	Julio 1984
	Endesa	36	
	Gas Natural Fenosa	11	
ASCÓ I	Endesa	100	Diciembre 1984
ASCÓ II	Endesa	85	Marzo 1986
	Iberdrola	15	
COFRENTES	Iberdrola	100	Marzo 1985
SANTA MARÍA DE GAROÑA	Nuclenor (*)	100	Mayo 1971
TRILLO	Iberdrola	48	Agosto 1988
	Gas Natural Fenosa	34,5	
	EDP	15,5	
	Nuclenor (*)	2	
VANDELLÓS II	Endesa	72	Marzo 1988
	Iberdrola	28	

(*) Nuclenor 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)

3 TRILLO
(Guadalajara)

5 ALMARAZ I Y ALMARAZ II
(Cáceres)

2 ASCÓ I Y ASCÓ II
(Tarragona)

4 VANDELLÓS II
(Tarragona)

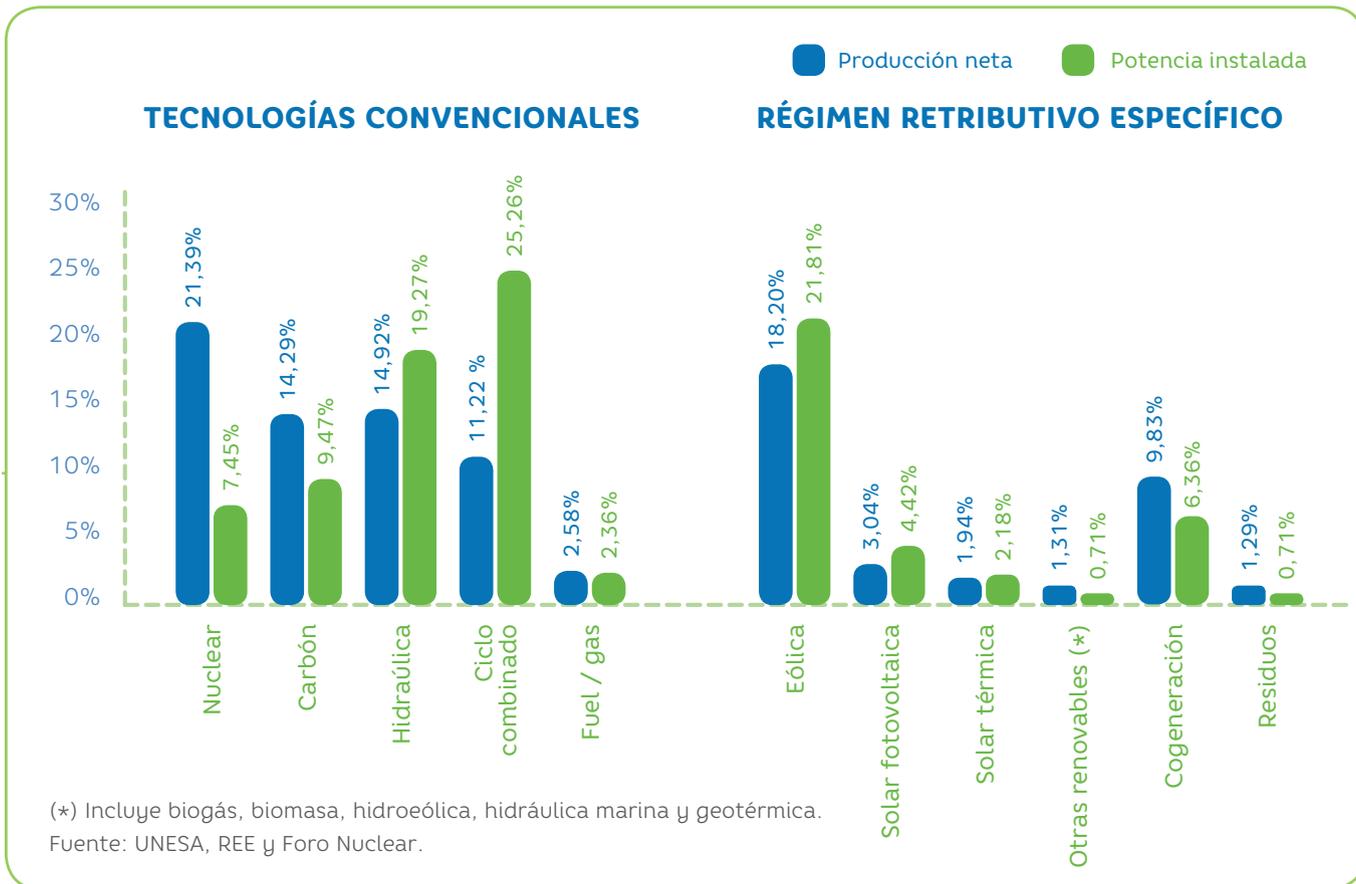
6 COFRENTES
(Valencia)



1.1 PRODUCCIÓN

Durante el año 2016, la energía eléctrica neta producida en el parque nuclear español fue de 56.100 GWh, lo que representó el 21,39% del total de la producción eléctrica neta del país, que fue de 262.321 GWh. La producción bruta fue de 58.578,31 GWh. La tecnología nuclear fue la fuente que más electricidad generó en el sistema eléctrico español.

La producción nuclear supuso el 35,18% de la electricidad libre de emisiones generada en el país. Durante el año 2016, la contribución en términos de potencia y de producción neta de las fuentes de generación convencionales y las pertenecientes al régimen retributivo específico fue la siguiente:



1.2 POTENCIA

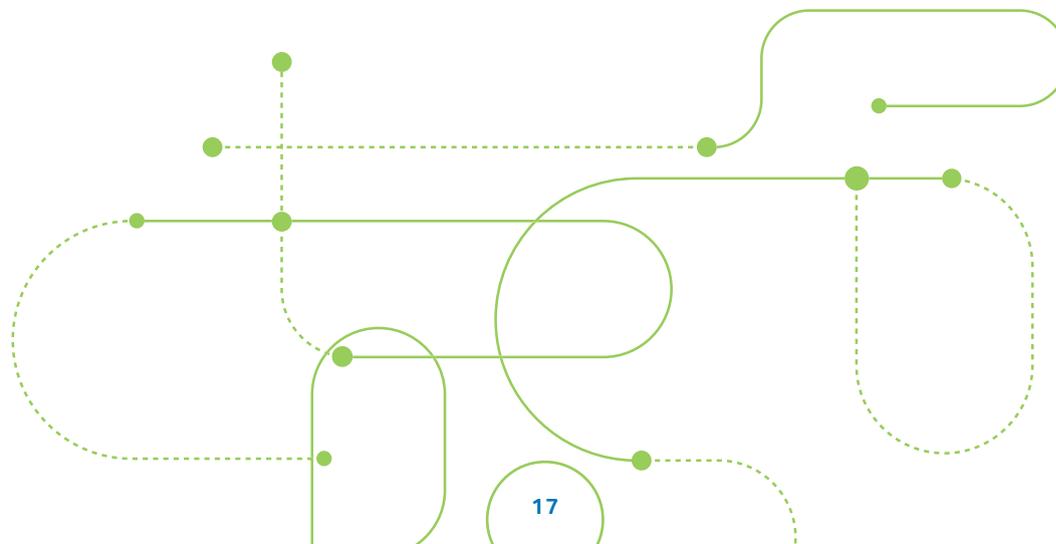
A 31 de diciembre de 2016, la potencia bruta total instalada del parque de generación eléctrica en España era de 105.599 MW, un 2,5% inferior a la de 31 de diciembre de 2015, de los que 7.864,7 MW brutos correspondían a la potencia de los ocho reactores que forman el parque nuclear español, representando el 7,45% 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 2016.
Fuente: UNESA.

La tecnología nuclear fue, en 2016, la fuente que más electricidad generó en el sistema eléctrico español



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.

Durante el año 2016, los indicadores de funcionamiento de las centrales nucleares españolas fueron los siguientes:

CENTRAL NUCLEAR	Producción bruta (GWh)	Factor de carga (%)	Factor de operación (%)	Factor de disponibilidad (%)	Factor de indisponibilidad no programada (%)
ALMARAZ I	7.782,60	84,43	86,77	86,05	0,38
ALMARAZ II	7.997,60	87,17	89,10	88,55	0,00
ASCÓ I	8.797,17	97,00	97,45	97,01	0,05
ASCÓ II	7.942,44	88,03	89,39	88,55	0,23
COFRENTES	9.540,76	99,46	100,00	98,60	0,36
TRILLO	8.552,97	91,34	92,38	92,25	0,00
VANDELLÓS II	7.964,78	83,41	86,15	85,27	2,91
Total	58.578,31	90,38	91,62	90,90	0,52

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 establecido. Las autorizaciones de explotación se renuevan periódicamente tras la evaluación del Consejo de Seguridad Nuclear y la concesión por el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital.

En España, las centrales nucleares no tienen, por ley, una vida limitada

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. El 27 de mayo de 2014, Nuclenor solicitó la renovación de la autorización de explotación hasta 2031.

Fuente: Foro Nuclear.



1.5 PARADAS DE RECARGA

La parada de recarga es el periodo de tiempo en el que la central desarrolla el conjunto de actividades necesarias para la renovación del combustible nuclear. Durante estas paradas, también se llevan a cabo mejoras en modernización y puesta al día de la central, así como actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de todos los sistemas, componentes, estructuras e instalaciones de la instalación.

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.

Las paradas de recarga de las centrales nucleares españolas llevadas a cabo durante el año 2016 y las próximas previstas son las siguientes:

CENTRAL NUCLEAR	Año 2016	Próxima prevista
ALMARAZ I	4 de enero a 20 de febrero	Junio 2017
ALMARAZ II	7 de noviembre a 16 de diciembre	Junio 2018
ASCÓ I	---	Mayo 2017
ASCÓ II	30 de abril a 8 de junio	Octubre 2017
COFRENTES	---	Octubre 2017
TRILLO	29 de abril a 27 de mayo	Mayo 2017
VANDELLÓS II	29 de octubre a 19 de diciembre	Mayo 2018

Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear.

Durante las paradas de recarga las centrales nucleares renuevan combustible y realizan mejoras y actualizaciones



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 2016 y los objetivos previstos para 2017.

CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ

Durante 2016, la producción de energía eléctrica bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Almaraz fue de 15.780,2 GWh.

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I fue de 7.782,6 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en septiembre de 1983 hasta el 31 de diciembre de 2016, lleva acumulados 250.073 GWh.

La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II fue de 7.997,6 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en julio de 1984 hasta el 31 de diciembre de 2016, lleva acumulados 245.294 GWh.

La central nuclear de Almaraz alcanzó, en el mes de abril, la cifra de un año y más de tres millones de horas trabajadas sin accidentes con baja. El 30 de noviembre entró en servicio el Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE), requerido por el Consejo de Seguridad Nuclear a todas las centrales nucleares españolas para reforzar la capacidad de gestión en caso de accidentes severos.

Los hechos más destacados durante el año 2016 son los siguientes:

Gestión del combustible irradiado

En los últimos meses del año, la central obtuvo las autorizaciones del Consejo de Seguridad Nuclear, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, de la Dirección General de Política Energética del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital y del Ayuntamiento de Almaraz para la construcción de un Almacén Temporal Individualizado (ATI) para combustible irradiado. Este almacén tendrá capacidad para 20 contenedores de doble propósito (almacenamiento y transporte) del modelo ENUN32P de Ensa.

La central nuclear de Almaraz es un foco esencial de desarrollo económico y social en la región de Extremadura

Paradas de recarga

La unidad I comenzó las actividades de la vigésimo cuarta parada de recarga el 4 de enero y las finalizó el 20 de febrero, contando con la colaboración de más de 1.300 trabajadores adicionales a la plantilla estable habitual, la mayoría residentes en Extremadura.

Durante la parada de recarga de Almaraz I se llevó a cabo la sustitución de 64 elementos de combustible, la realización de múltiples tareas de mantenimiento preventivo y la ejecución de diversas modificaciones de diseño asociadas a distintos proyectos de modernización y mejora de la seguridad, tales como la independización de sistemas eléctricos y la implantación de la unidad de filtración redundante del edificio de combustible, así como las relacionadas con la instalación de recombinadores de hidrógeno y sistemas de filtración.

Tras finalizar la parada de recarga, se produjo la parada automática de la turbina y posterior parada del reactor como consecuencia de la anomalía de un interruptor de una de las barras de alimentación eléctrica.

La unidad II comenzó las actividades de la vigésimo tercera parada de recarga el 7 de noviembre y las finalizó el 16 de noviembre, en las que 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 más de 9.000 actividades planificadas, entre los trabajos propios de recarga de combustible, mantenimiento general e implantación de modificaciones de diseño. Como principales actividades se realizó la inspección por ultrasonidos de las penetraciones de la tapa de la vasija, la inspección visual de la vasija y de las zonas roscadas de la brida, la prueba de estanqueidad del recinto de contención y prueba de toberas del sistema de rociado, así como la sustitución del juego de dosímetros de acuerdo al programa de dosimetría neutrónica exterior de la vasija.

Almaraz contó con 2.500 trabajadores adicionales durante las paradas de recarga de sus dos reactores

Simulacro de emergencia interior anual

El 22 de septiembre se realizó el simulacro de emergencia interior anual. El escenario planteado motivó la declaración de la Categoría IV (Emergencia General) en la unidad I, máxima prevista en el Plan de Emergencia de la Central, requiriéndose la aplicación de la Guía de Gestión de Accidentes Severos y la evacuación del personal del emplazamiento. La causa del simulacro fue el fallo del sistema de refrigeración de emergencia del núcleo con riesgo de fusión del mismo, siendo previsible el fallo de la contención.

La supuesta emergencia se inició con la pérdida del suministro eléctrico exterior, por lo que se activó el Plan de Emergencia Interior en la Categoría I (Prealerta). Durante el transcurso del simulacro se fue pasando por las categorías III y IV. Adicionalmente, durante el ejercicio se contempló la atención de un herido por los servicios médicos de la planta y un incendio en el edificio de salvaguardias de la unidad I.

Relaciones externas y actividades de comunicación

El 12 de abril se celebró la decimosexta reunión del Comité de Información, presidida por el Subdirector General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y con la participación de la alcaldesa de Almaraz y del director de la central.

La central nuclear de Almaraz es un importante foco de desarrollo económico y social en Extremadura, ya que genera más de 800 empleos directos en su área de influencia. Esta cifra se eleva a 2.900 teniendo en cuenta los empleos indirectos e inducidos.

Con un riguroso sistema de control basado en evaluaciones externas y auditorías, la central de Almaraz es una instalación de referencia mundial en continuo proceso de mejora de su seguridad, actualización y modernización tecnológica.

Perspectivas para 2017

En el mes de junio está prevista la realización de la vigésimo quinta parada de recarga de la unidad I.



CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ

Durante 2016, la producción de energía eléctrica bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Ascó fue de 16.739,61 GWh.

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I fue de 8.797,17 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en diciembre de 1984 hasta el 31 de diciembre de 2016, lleva acumulados 241.222 GWh.

La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II fue de 7.942,44 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en marzo de 1986 hasta el 31 de diciembre de 2016, lleva acumulados 234.059 GWh.

Ascó ha completado la práctica totalidad de las modificaciones y actividades relacionadas con el Proyecto de Refuerzo de la Seguridad, establecido a raíz del accidente de Fukushima, y que desde 2011 ha supuesto más de 160.000 horas-hombre dedicadas al proyecto; 15.000 horas-hombre de formación específica; un incremento del 15% sobre la formación global; la creación de 30 nuevas guías y procedimientos; la revisión de 20 procedimientos; la adquisición de equipos portátiles de bombeo y generación eléctrica; la construcción de nuevas infraestructuras y la proyección de modificaciones estructurales a medio y largo plazo.

Durante 2016, se ha finalizado la construcción del Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE), que se encuentra ya plenamente funcional.

Los hechos más destacados durante el año 2016 son los siguientes:

Parada de recarga

Entre el 30 de abril y el 8 de junio se llevó a cabo la vigésimo tercera parada de recarga de la unidad II, durante la cual se ejecutaron más de 11.700 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 continuidad de la operación segura de la central.

Se realizó la sustitución de 64 de los 157 elementos combustibles, la inspección de los generadores de vapor por corrientes inducidas, la sustitución de dos motores del generador diésel A, el cambio del sistema digital del reactor y la revisión del alternador principal. Además, destaca la implantación de las últimas modificaciones de diseño relacionadas con el Proyecto de Refuerzo de la Seguridad, como la instalación de los recombinadores pasivos de hidrógeno en el edificio de contención, la sustitución de los primeros sellos de las bombas de refrigerante del reactor, la incorporación de la inyección directa a la cavidad del reactor y la instalación del sistema de venteo filtrado del edificio de contención.

Más de un millar de trabajadores de distintos perfiles y especialidades intervinieron en la recarga de Ascó I

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.

Ascó I realizó una parada programada entre el 6 y el 16 de febrero para realizar una intervención en una de las bombas de refrigeración del reactor. Se trataba de una actividad necesaria para completar los trabajos realizados durante la vigésimo cuarta parada de recarga realizada en octubre de 2015, y que consistió en la sustitución de su cierre mecánico.

Cultura de seguridad

El 28 de diciembre, dentro del Proyecto de Refuerzo de la Seguridad, tuvo lugar un ejercicio con el objetivo de validar que la organización de la emergencia de la planta era capaz de gestionar una emergencia desde el Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE). El ejercicio, que incluía la puesta en marcha del centro al encontrarse sin alimentación eléctrica, se desarrolló de manera satisfactoria, lo que permitió declarar la funcionalidad de la instalación.



Simulacro de emergencia interior anual

El 20 de octubre se llevó a cabo el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior. El ejercicio se basó en la simulación de la pérdida de suministro de energía eléctrica exterior afectando así a las dos unidades. Asimismo, se simuló la evolución negativa de una de ellas hasta llevarla a la pérdida total de energía eléctrica alterna interior y la pérdida de integridad de la contención con el consiguiente impacto radiológico en el exterior. Como consecuencia, se ensayaron la aplicación de todos los procedimientos establecidos ante una situación de estas características y el protocolo de activación de la Unidad Militar de Emergencia (UME) en virtud del convenio de colaboración vigente con la Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA).

También se simuló el relevo de algunos puestos de gestión de la emergencia tanto en la central como en la Sala de Emergencias (SALEM) del Consejo de Seguridad Nuclear.

Las dos unidades de Ascó realizarán paradas de recarga, modernizaciones e inspecciones de equipos en 2017

Relaciones externas y actividades de comunicación

A lo largo del año 2016 se ha seguido manteniendo el compromiso de la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) con la transparencia, la información y la divulgación en el entorno de las instalaciones, realizándose diversas reuniones periódicas con los responsables de los municipios, representantes institucionales y medios de comunicación.

El 27 de octubre tuvo lugar en el Ayuntamiento de Ascó el Comité de Información Local, convocado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y que contó con la participación del director de la central, exponiendo las actividades del Proyecto de Refuerzo de la Seguridad y los hechos operativos más destacados.

Perspectivas para 2017

En el mes de mayo tendrá lugar la vigésimo quinta parada de recarga de la unidad I, en la que se sustituirán las unidades de ventilación y acondicionamiento de aire en los edificios de seguridad y se realizará la modernización del sistema del control electrohidráulico de la turbina, así como la inspección completa del alternador principal y la sustitución de motores de equipos de seguridad.

En el mes de octubre se realizará la vigésimo cuarta parada de recarga de combustible de la unidad II, entre cuyas actividades más relevantes se encuentran la inspección del fondo de la vasija, la modernización del sistema de control electrohidráulico de la turbina y la sustitución de motores de equipos de seguridad.

CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

Durante 2016, la producción de energía eléctrica bruta de Cofrentes fue de 9.540,75 GWh, convirtiéndose en el segundo mejor registro histórico de la planta. La producción acumulada desde que entró en operación comercial en marzo de 1985 hasta el 31 de diciembre de 2016 es de 255.171 GWh.

La central de Cofrentes acumula más de siete años y medio sin paradas automáticas del reactor, lo que es uno de los indicadores de su fiabilidad. La última en producirse fue el 5 de mayo de 2009. Los indicadores del Sistema Integrado de Supervisión de las Centrales, con los que el Consejo de Seguridad Nuclear evalúa de forma sistemática el funcionamiento del parque nuclear español, se han mantenido durante todo el año 2016 en color verde, lo que implica una adecuada respuesta del titular de la instalación.

Durante 2016 se han finalizado diversos proyectos relativos al plan de acciones tras el accidente de Fukushima, destacando la puesta en servicio del Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE), la instalación de puntos protegidos, el área segura de almacenamiento sísmico, la instalación de recombinadores pasivos autocatalíticos en la contención y el sistema de protección contra incendios sísmico y de salvaguardia.

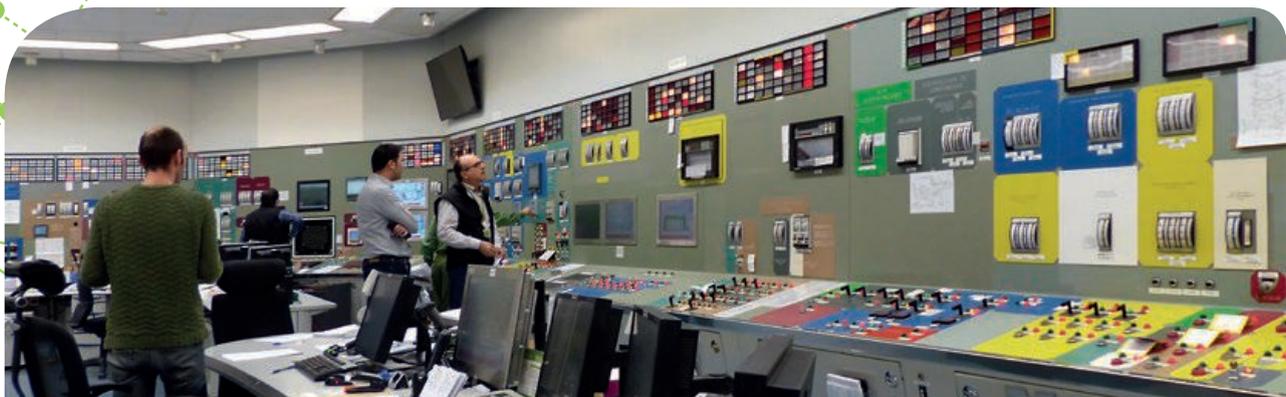
Cofrentes lleva acumulados más de siete años y medio sin paradas automáticas del reactor

Los hechos más destacados durante el año 2016 son los siguientes:

Gestión del combustible irradiado

En noviembre se iniciaron los trámites para la construcción del Almacén Temporal Individualizado (ATI) en el emplazamiento de la central, cuya entrada en funcionamiento se espera para el año 2019. Permitirá almacenar temporalmente parte del combustible nuclear irradiado (actualmente en las piscinas de almacenamiento de combustible) hasta su traslado al Almacén Temporal Centralizado (ATC). El ATI estará constituido por una losa de hormigón armado con resistencia sísmica y con capacidad para almacenar un total de 24 contenedores de combustible.

A finales de 2016, la central de Cofrentes inició los trámites para la construcción del Almacén Temporal Individualizado



Cultura de seguridad

En 2016, la central de Cofrentes recibió la misión de seguimiento de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) en la que se ha comprobado que la central ha abordado las recomendaciones planteadas en la evaluación realizada dos años antes. Se ha constatado la evolución positiva en procesos de operación, mantenimiento, ingeniería, protección contra incendios, gestión de emergencias y comportamiento de las personas, entre otros.

Del 7 al 11 de noviembre, la central acogió el encuentro del grupo *International Generic Ageing Lessons Learned* (IGALL) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en el que 32 expertos nucleares de 20 países pusie-

ron en común las últimas novedades sobre el comportamiento a largo plazo de componentes eléctricos y de instrumentación de las centrales nucleares.

Simulacro de emergencia interior anual

El 17 de noviembre tuvo lugar el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior, en el que participaron organizaciones externas, como la Sala de Emergencias del Consejo de Seguridad Nuclear (SALEM), el Centro de Coordinación Operativa de la Delegación del Gobierno de Valencia (CECOP), la Guardia Civil, el Consorcio Provincial de Bomberos de Valencia, el despacho central de generación de Iberdrola y el centro exterior de apoyo a emergencias.



El objetivo del simulacro fue entrenar y verificar el correcto funcionamiento de las organizaciones y de los recursos materiales de la central ante situaciones de emergencia.

Adicionalmente, se realizaron otros simulacros dentro de los denominados Ejercicios de Alcance Integrado, en los que se ha contado con la participación de la Unidad Militar de Emergencias (UME), lo que ha permitido comprobar la compatibilidad de sus equipos con los de la central, así como establecer las bases de conocimiento compartido en cuanto a las capacidades de respuesta conjunta, entrenando todos los escenarios posibles y coordinando las actuaciones a todos los niveles.

Relaciones externas y actividades de comunicación

El Centro de Información de Cofrentes fue visitado en 2016 por 5.490 personas, de las que alrededor del 50% fueron estudiantes. Desde su apertura hasta el 31 de diciembre de 2016, se han recibido casi 300.000 visitas.

El 7 de junio se celebró en el Ayuntamiento de Cofrentes la decimosexta reunión del Comité Local de Información, convocada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Este Comité tiene por objeto, conforme a lo dispuesto en el artículo 13 del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), mantener informados a los habitantes del municipio y a los representantes de entidades oficiales, sobre el funcionamiento y actividades desarrolladas en la instalación desde el anterior Comité. La reunión estuvo presidida por el subdirector general de energía nuclear del Ministerio.

Perspectivas para 2017

En el mes de octubre, está prevista la realización de la vigésimo primera parada de recarga de combustible, con una duración programada de 35 días y más de 13.000 trabajos planificados.

Durante esta parada se sustituirán 252 elementos de combustible de los 624 que componen el núcleo del reactor, se inspeccionará el cuerpo de baja presión de la turbina y el rotor y estator del generador principal, se efectuarán revisiones generales de numerosas válvulas, se sustituirá uno de los motores de recirculación, se desarrollará el programa de inspecciones de internos de vasija, se realizarán trabajos significativos en el sistema de refrigeración de servicios no esenciales, la prueba integrada de fugas del pozo seco y la modernización del sistema de control distribuido y se pondrá en servicio el sistema de venteo filtrado de la contención, finalizando así todas las actuaciones requeridas para mejorar la seguridad de la instalación tras el accidente de Fukushima.

Cofrentes tiene planificados 13.000 trabajos durante la parada de recarga de combustible en octubre de 2017

CENTRAL NUCLEAR DE SANTA MARÍA DE GAROÑA

Durante 2016, la central nuclear de Santa María de Garoña no generó electricidad, aunque mantiene intactas sus capacidades técnicas y organizativas. Nuclenor, empresa propietaria y operadora de la central, ha centrado sus actividades en garantizar las condiciones de seguridad nuclear y de protección radiológica de la instalación, en mantener la reversibilidad del proceso de cese de actividad tomando como base el programa de conservación de instalaciones y el programa de formación del personal, especialmente el mantenimiento de las licencias de operación y en realizar los estudios, inspecciones y mejoras requeridas por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) en su proceso de evaluación.

Durante 2016 se ha trabajado en dos escenarios. Por una parte, un escenario de continuidad de la operación, con el avance en la evaluación de la solicitud de renovación de la autorización de explotación y mantenimiento de la reversibilidad. Por otra parte, un escenario de cese con la gestión de residuos operacionales y proyectos de preparación para el desmantelamiento de la instalación.

En 2016 continuaron realizándose actividades y pruebas asociadas al programa de conservación de instalaciones -evaluado satisfactoriamente por el CSN-, con resultados que confirman la adecuada disposición de los equipos y sistemas para retomar la operación de la central.

A lo largo del año se ha continuado respondiendo a las peticiones de información adicional del CSN en relación con la documentación asociada a la solicitud de renovación de la autorización de explotación y al desarrollo de proyectos, entre otros, el sistema de tratamiento de gases de reserva, la separación física de divisiones eléctricas, la protección de equipos relacionados con la seguridad del edificio de turbina, el aislamiento de la contención y el programa de medidas post-Fukushima.

Santa María de Garoña mantiene intactas sus capacidades técnicas y organizativas

En 2016 se iniciaron las obras de construcción del Almacén Temporal Individualizado de Garoña

El Pleno del CSN acordó informar favorablemente sobre la modificación de diseño sobre independencia y separación física de circuitos y sistemas eléctricos de la división eléctrica B, sobre las mejoras en el aislamiento de la contención primaria y la modificación de diseño de la protección de equipos relacionados con la seguridad frente a la caída de la cubierta del edificio turbina tras incendio.

En el mes de junio, el Ayuntamiento del Valle de Tobalina concedió la licencia de obras para la construcción del Almacén Temporal Individualizado (ATI) para el combustible irradiado. A finales de año las obras estaban en la fase de excavación.

Los hechos más destacados durante el año 2016 son los siguientes:

Cultura de seguridad

Durante 2016, un equipo de expertos de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) realizó una Misión Técnica de Apoyo (TSM) con el objetivo de evaluar a la organización de Nuclenor de cara a la posible vuelta a operación de forma segura y fiable de la planta.

Expertos de EURATOM y del Organismo Internacional de Energía Atómica realizaron una inspección aleatoria de corto preaviso que concluyó con resultado satisfactorio. A su vez, inspectores de ambos organismos internacionales realizaron una inspección denominada “acceso complementario” que transcurrió con total normalidad.

En 2016, personal cualificado de Nuclenor participó, junto con equipos de expertos de WANO, en diferentes misiones de soporte técnico a otras instalaciones. Además, Nuclenor colaboró en un proyecto sobre la mejora de la gestión de la cultura de seguridad en las centrales ucranianas, impartiendo formación a más de 250 personas de todas las plantas, incluida la alta dirección.

La mutua aseguradora Nuclear Electric Insurance Ltd. (NEIL) desarrolló una inspección relacionada con el mantenimiento de equipos y sistemas de la central, así como otra relativa a la prevención de incendios.



Simulacro de emergencia interior anual

El 19 de mayo se realizó el simulacro anual de emergencia interior, en el que participó todo el personal de la planta. El principal objetivo era verificar la idoneidad del Plan de Emergencia Interior en parada y de los procedimientos de actuación previstos, así como la formación del personal de la organización y el correcto funcionamiento de los equipos e instalaciones de emergencia.

El simulacro se inició con un incendio en barras eléctricas que produjo una pérdida total de corriente alterna, lo que, junto a otras malfunciones, impedía realizar y mantener la refrigeración del combustible irradiado de la piscina, por lo que se declaró Alerta de Emergencia. La posterior caída de una carga pesada en la planta de recarga produjo daños que provocaron la bajada del nivel de la piscina de combustible irradiado, con el consiguiente aumento de la tasa de dosis en esa zona, lo que dio lugar a tres sucesos iniciadores adicionales, uno de Prealerta por bajo nivel en la piscina de combustible y otros dos de Alerta de Emergencia por alta radiación en la planta de recarga. Durante el simulacro, la organización de la central logró recuperar el nivel normal de la piscina de combustible, resolviendo así satisfactoriamente el escenario planteado. Durante el ejercicio 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 2017

Nuclenor continuará manteniendo la instalación en perfectas condiciones de seguridad, analizando el informe preceptivo del CSN y las condiciones asociadas para la continuidad de la operación de la central y a la espera de que el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital decida sobre la solicitud de renovación de la autorización de explotación presentada. Nuclenor continuará también impulsando proyectos para el desarrollo profesional, personal y de visibilidad de la empresa.

Nuclenor, titular de Santa María de Garoña, mantiene la instalación en perfectas condiciones de seguridad

CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO

2016 ha supuesto para Trillo el cuarto mejor año de la central en producción de electricidad

Durante 2016, la producción de energía eléctrica bruta de Trillo fue de 8.552,97 GWh. Esta cifra representa la cuarta mejor en la historia de la operación de la central. La producción de energía eléctrica bruta acumulada desde que entró en operación comercial en agosto de 1988 hasta el 31 de diciembre de 2016 es de 230.494 GWh.

El año 2016 ha supuesto el noveno consecutivo sin que la central haya registrado paradas automáticas del reactor.

El 30 de junio se implantó el nuevo modelo de seguridad nuclear basado en la creación de unas Unidades de Respuesta de la Guardia Civil ubicadas de modo permanente en el interior de la instalación.

El 30 de noviembre se puso en servicio el Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE) requerido por el Consejo de Seguridad Nuclear a todas las centrales nucleares españolas tras el accidente de Fukushima para reforzar la capacidad de gestión en caso de accidentes severos.

Los hechos más destacados durante el año 2016 son los siguientes:

Parada de recarga

Entre los días 29 de abril y 27 de mayo tuvo lugar la vigésimo octava parada de recarga de combustible y mantenimiento general. En los 27 días de duración, se realizaron más de 3.470 actividades planificadas. Además de la sustitución de 40 elementos combustibles, se realizaron las inspecciones del cojinete superior, inferior y sellos en una de las tres bombas principales del circuito primario YD10, así como corrientes inducidas en las barras de control y en el 100% de tubos del generador de vapor 10. A lo largo de la parada se ejecutó la prueba de capacidad de las baterías de la redundancia 4/8, así como la revisión eléctrica y mecánica de la redundancia 3/7, del interruptor de generación y de las válvulas del lazo 20 de vapor principal. Además, se sustituyeron las juntas del semicuerpo 3 del condensador y se realizaron mejoras en el circuito de disparo de las bombas principales frente a actuaciones espurias en caso de incendio.

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.

Al igual que todas las centrales nucleares españolas, Trillo tiene operativo su Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE)



Simulacro de emergencia interior anual

El 23 de junio se llevó a cabo el Simulacro de Emergencia Interior anual, en el que el escenario planteado motivó la declaración de la Categoría IV (Emergencia General), máxima prevista en el Plan de Emergencia de la Central, requiriéndose la evacuación del personal no esencial del emplazamiento. La causa fue un suceso de seguridad física y requirió la entrada en las Guías de Gestión de Accidentes Severos. El simulacro sirvió para comprobar la capacitación del personal de la instalación, la operabilidad de los medios asignados y la coordinación con las organizaciones exteriores involucradas en este tipo de situaciones.

Relaciones externas y actividades de comunicación

A finales del mes de marzo se celebró la decimosexta reunión del Comité de Información de la central, convocada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Fue presidida por el Subdirector General de Energía Nuclear del Ministerio, y contó, además, con la participación de la alcaldesa de Trillo, del subdelegado del Gobierno y del director de la central, que realizó un balance del año 2015 en la planta destacando los buenos resultados obtenidos.

Perspectivas para 2017

A principios del mes de mayo se llevará a cabo la vigésimo novena parada de recarga de combustible. También está prevista a finales de año la implantación y puesta en servicio de las modificaciones correspondientes a los recombinadores de hidrógeno y nuevos sistemas de venteo del edificio de contención.

CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS II

Durante 2016, la producción de energía eléctrica bruta de Vandellós II fue de 7.964,78 GWh. La producción de energía eléctrica bruta acumulada desde que entró en operación comercial en marzo de 1988 hasta el 31 de diciembre de 2016 es de 219.294 GWh.

Se ha completado la práctica totalidad de las modificaciones y actividades relacionadas con el Proyecto de Refuerzo de la Seguridad, establecido a raíz del accidente de Fukushima, entre las que destaca la finalización de la construcción del Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE), que se encuentra ya plenamente funcional.

Los hechos más destacados durante el año 2016 son los siguientes:

Parada de recarga

Entre los días 29 de octubre y 18 de diciembre tuvo lugar la vigésimo primera parada de recarga en la que se acometieron, según la planificación prevista, más de 9.000 órdenes de trabajo, la mayoría correspondientes a inspecciones y tareas de mantenimiento preventivo de la instalación.

Entre las actuaciones más relevantes destacan, además de la renovación de 64 de los 157 elementos combustibles, la inspección decenal mediante ultrasonidos de la vasija del reactor y de sus toberas. También se llevó a cabo la implantación del nuevo sistema de control digital del reactor, la revisión de los trenes de seguridad, la modernización del sistema de distribución de corriente continua, la instalación de sellos pasivos en las bombas del refrigerante del reactor, de sistemas de inyección directa a la cavidad del reactor y la instalación del sistema de venteo filtrado de la contención, contemplada en las Instrucciones Técnicas Complementarias emitidas por el Consejo de Seguridad Nuclear tras las pruebas de resistencia post-Fukushima.

Cultura de seguridad

El 30 de noviembre, dentro del Proyecto de Refuerzo de la Seguridad, tuvo lugar un ejercicio con el objetivo de validar que la organización de la emergencia de la planta era capaz de gestionar una emergencia desde el Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE). El ejercicio, que incluía la puesta en marcha del centro al encontrarse sin alimentación eléctrica, se desarrolló de manera satisfactoria, lo que permitió declarar la funcionalidad de la instalación.

Simulacro de emergencia interior anual

El 21 de abril se realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI) de la instalación, con un ejercicio basado en la simulación de la pérdida de los indicadores de los paneles de sala de control, coincidiendo con el simulacro de un incendio de grandes dimensiones que provocó la pérdida de

corriente alterna y evolucionó negativamente hasta llevar a la central a la Categoría IV (Emergencia General) del PEI, lo que llevó a requerir la intervención de los Bomberos de la Generalitat de Catalunya.

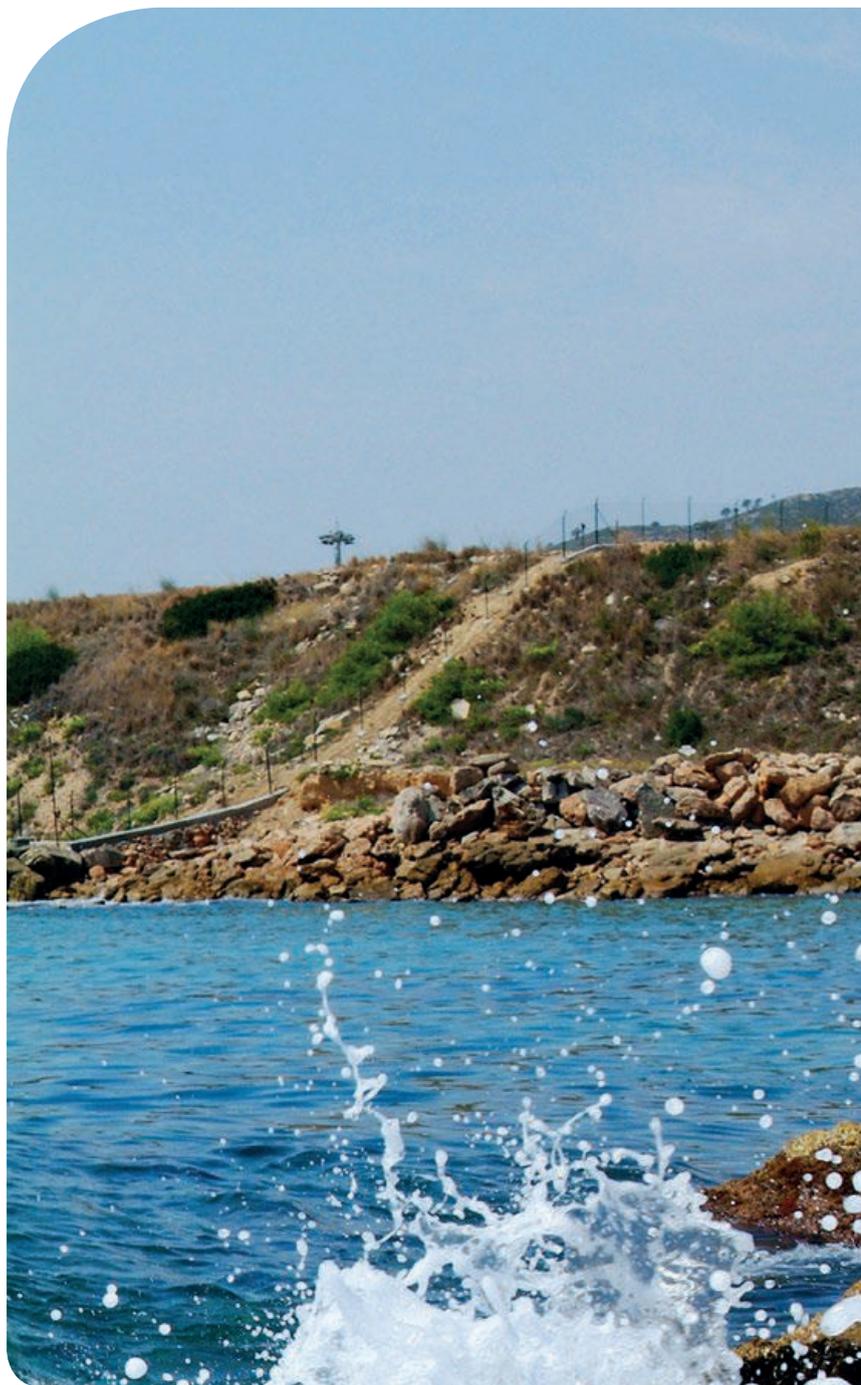
Asimismo, con un escenario simulado posterior de pérdida de integridad en la contención e impacto radiológico externo, se procedió a realizar la evacuación del personal de planta no esencial.

El ejercicio permitió comprobar la coordinación de todo el personal que tiene asignadas funciones en el PEI, así como el correcto funcionamiento de las vías de comunicación con los diferentes organismos que forman parte de la organización de emergencia en caso de ser necesaria su intervención.

Relaciones externas y actividades de comunicación

A lo largo del año 2016 se ha seguido manteniendo el compromiso de la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) con la transparencia, la información y la divulgación en el entorno de las instalaciones, realizándose diversas reuniones periódicas con los responsables de los municipios, representantes institucionales y los medios de comunicación.

El 26 de octubre tuvo lugar en el Ayuntamiento de l'Hospitalet de l'Infant el Comité de Información Local, convocado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y que contó con la participación del director de la central, exponiendo las actividades del Proyecto de Refuerzo de la Seguridad y las actividades previstas para la recarga de combustible.



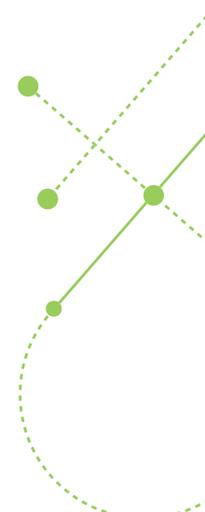


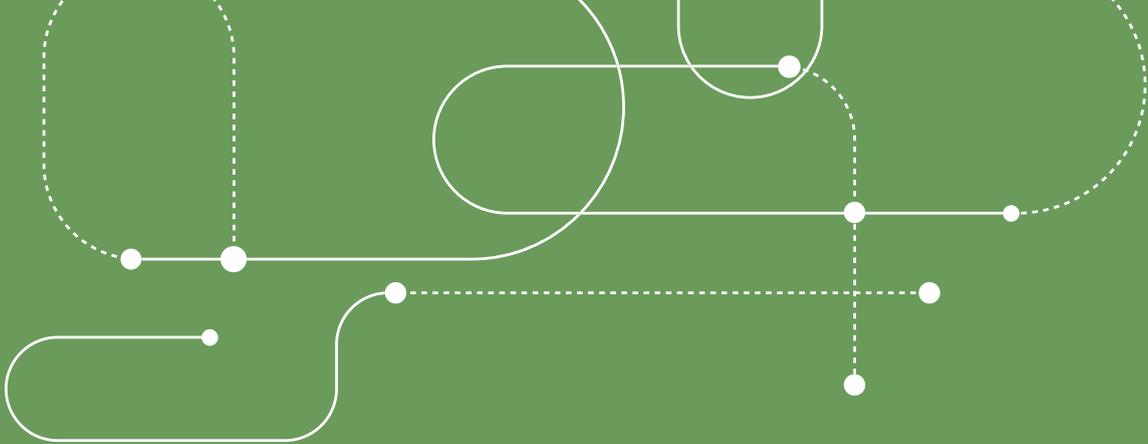
Perspectivas para 2017

El 26 de julio, la central nuclear Vandellós II presentará al Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital la solicitud de renovación de la Autorización de Explotación, que expira en julio de 2020. La planta está trabajando actualmente en la preparación de la documentación necesaria para la renovación de un nuevo periodo en el que la central superará los 40 años de operación. Este hecho, unido a cambios normativos del Consejo de Seguridad Nuclear, supone la presentación de documentación adicional a la habitual y modificaciones tanto en la metodología como en los plazos de presentación.

En julio de 2017, Vandellós II presentará su solicitud de renovación de la autorización de explotación

Entre esta documentación se encuentra el Plan Integrado de Gestión del Envejecimiento (PIEGE), las Modificaciones de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, el estudio de seguridad derivado del PIEGE, el Estudio de Impacto Radiológico y los cambios en el Plan de Gestión de Residuos Radiactivos.

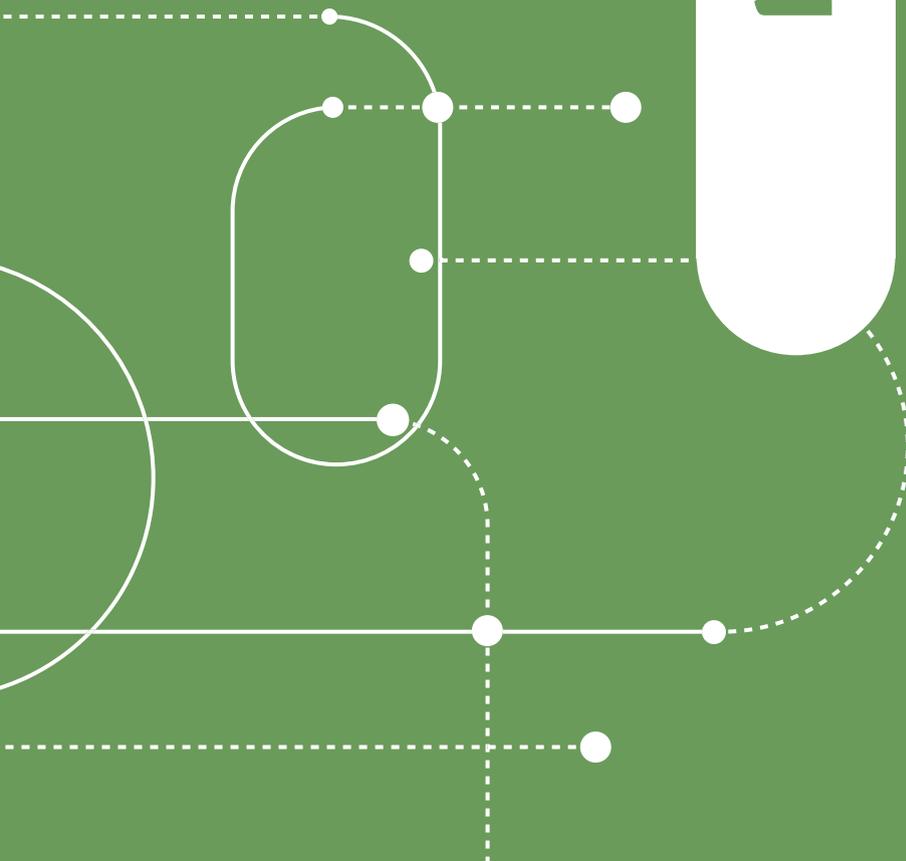






OTRAS INSTALACIONES NUCLEARES ESPAÑOLAS

2



2.1 FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO

En el mes de junio, el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) apreció favorablemente la renovación de la autorización de explotación y fabricación de la fábrica de elementos combustibles que ENUSA Industrias Avanzadas S.A. tiene en Juzbado, provincia de Salamanca, por un periodo de diez años. Esta autorización fue solicitada por ENUSA al Ministerio de Industria, Energía y Turismo y enviada por éste al CSN el 29 de julio de 2015.

En 2016 la fábrica de elementos combustibles de Juzbado recibió autorización para operar diez años más

El CSN comunicó que el procedimiento aplicable a la renovación de las autorizaciones de explotación de las instalaciones nucleares se detalla en el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas y en las disposiciones de las autorizaciones de explotación vigentes.

Las evaluaciones realizadas por el organismo regulador comprendieron:

- La valoración de los aspectos asociados a la Revisión Periódica de la Seguridad.
- El estado de cumplimiento de las diferentes Condiciones e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) establecidas al titular al concederle las autorizaciones en vigor y las ITC e Instrucciones Técnicas (IT) que se han emitido desde la concesión.
- Los resultados del Sistema de Supervisión y Seguimiento de la fábrica de Juzbado por el CSN.

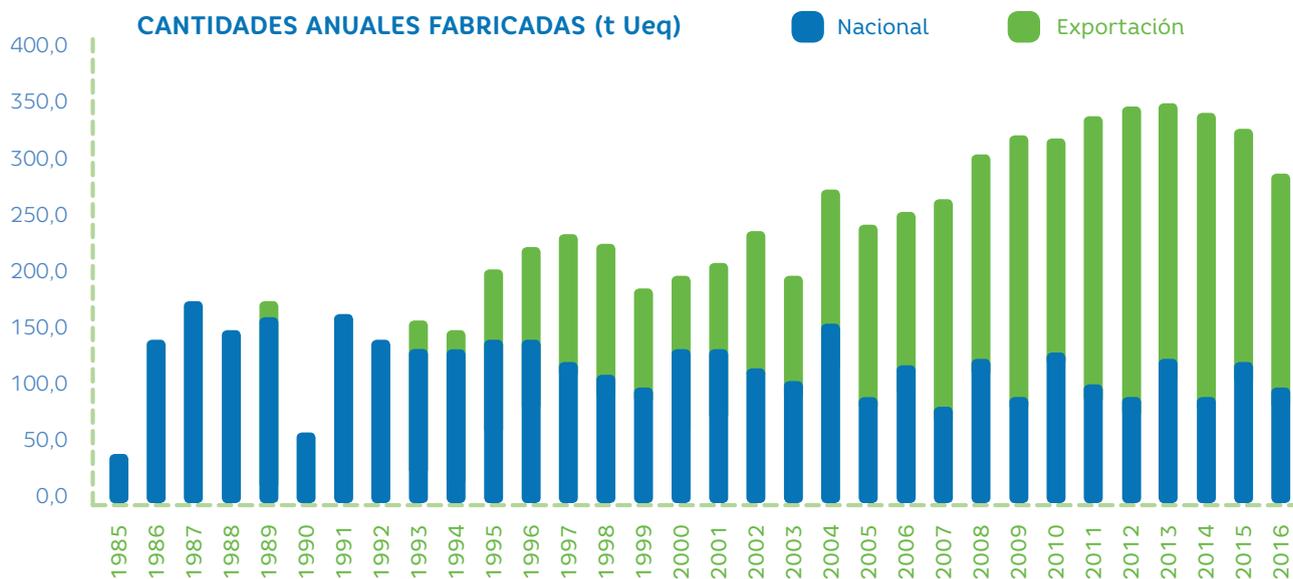
Además de la autorización de explotación, el Pleno del CSN también informó favorablemente sobre la renovación de la autorización de protección física y la revisión del plan de protección física de la instalación.

En el año 2016, ENUSA Industrias Avanzadas S.A. ha suministrado a las centrales nucleares españolas Almaraz I y II, Ascó I, Trillo y Vandellós II un total de 131 toneladas de uranio (tU) en distintos grados de enriquecimiento, lo que equivale a 1.378 toneladas de concentrados de uranio (U_3O_8), 1.163 toneladas de uranio natural en forma de UF_6 y 983 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 de Juzbado fabricó 291 tU, de las cuales 188 tU, el 65% del total, se dedicaron a la exportación, para centrales de Francia, Bélgica y Alemania.

España exporta elementos combustibles a centrales nucleares francesas, belgas y alemanas

En total se montaron 603 elementos combustibles, 513 para reactores de agua a presión (PWR) y 90 para reactores de agua en ebullición (BWR).



Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.

FABRICACIÓN ACUMULADA DESDE 1985 HASTA 2016

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

	PWR		BWR		Total	
	Total	Total	Nacional	Internacional	Total	Total
tU	5.470	1.880	3.942,2	3.408,4	7.350,6	
Elementos combustibles (unidades)	12.045	10.427	11.312	11.160	22.472	

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 2016, la instalación ha recibido un total 43.029,84 m³, de los cuales 34.190,67 m³ son residuos de baja y media actividad (RBMA) y 8.839,17 m³ son residuos de muy baja actividad (RBBA).

El Cabril almacena los residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad que se generan en España

ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE MUY BAJA ACTIVIDAD

En 2016 se recibieron un total de 105 expediciones con 477,03 m³ de residuos de muy baja actividad (474 m³ procedentes de instalaciones nucleares y 3,03 m³ procedentes de instalaciones radiactivas), que se almacenaron en las estructuras específicas para estos materiales. La primera comenzó a funcionar en octubre de 2008 y la segunda en julio de 2016.



A 31 de diciembre de 2016, el volumen almacenado es de 10.086, 90 m³, lo que supone un 32,72% de la capacidad actualmente en operación (está previsto construir hasta 4 estructuras específicas para este tipo de residuos).



ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

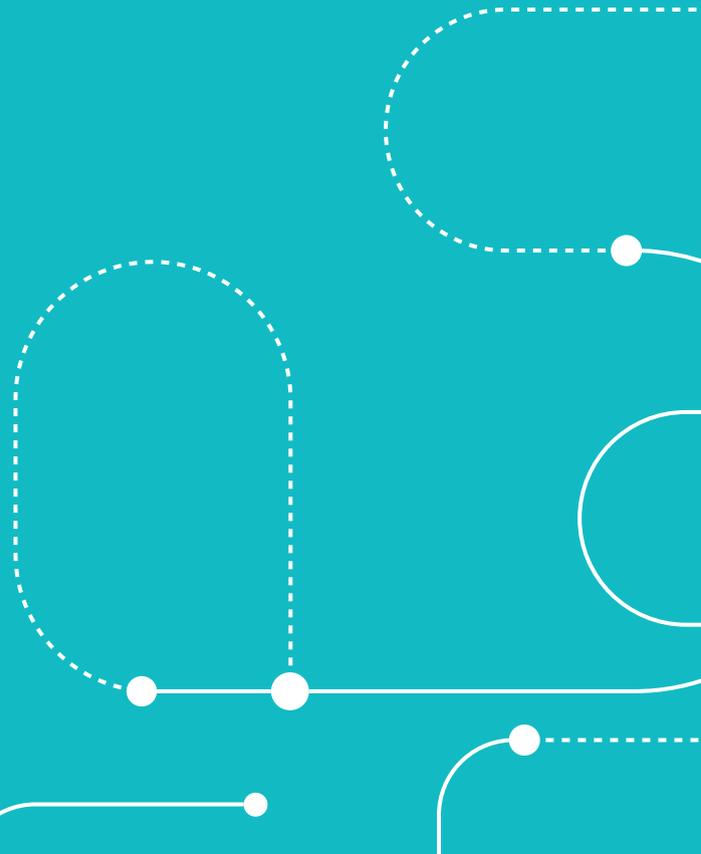
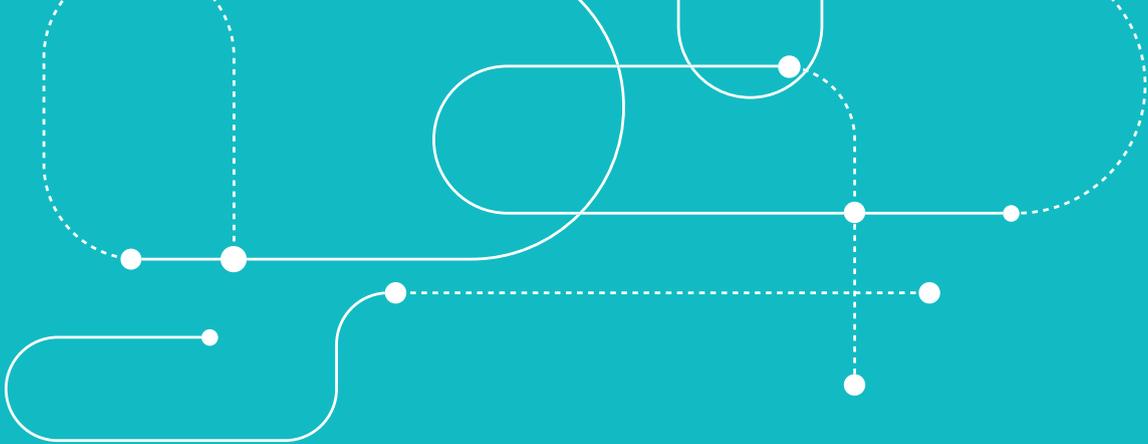
Durante 2016, El Cabril recibió un total de 621,69 m³ de residuos de baja y media actividad en 105 expediciones (605,22 m³ procedentes de instalaciones nucleares y 16,47 m³ procedentes de instalaciones radiactivas).

Respecto a la ocupación, de las 28 celdas de almacenamiento para residuos de baja y media actividad (RBMA) que dispone la instalación, en diciembre de 2016 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 74,39% de la capacidad total de almacenamiento de RBMA.

VOLUMEN DE RESIDUOS RADIATIVOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD RECIBIDOS EN 2016 (m³)

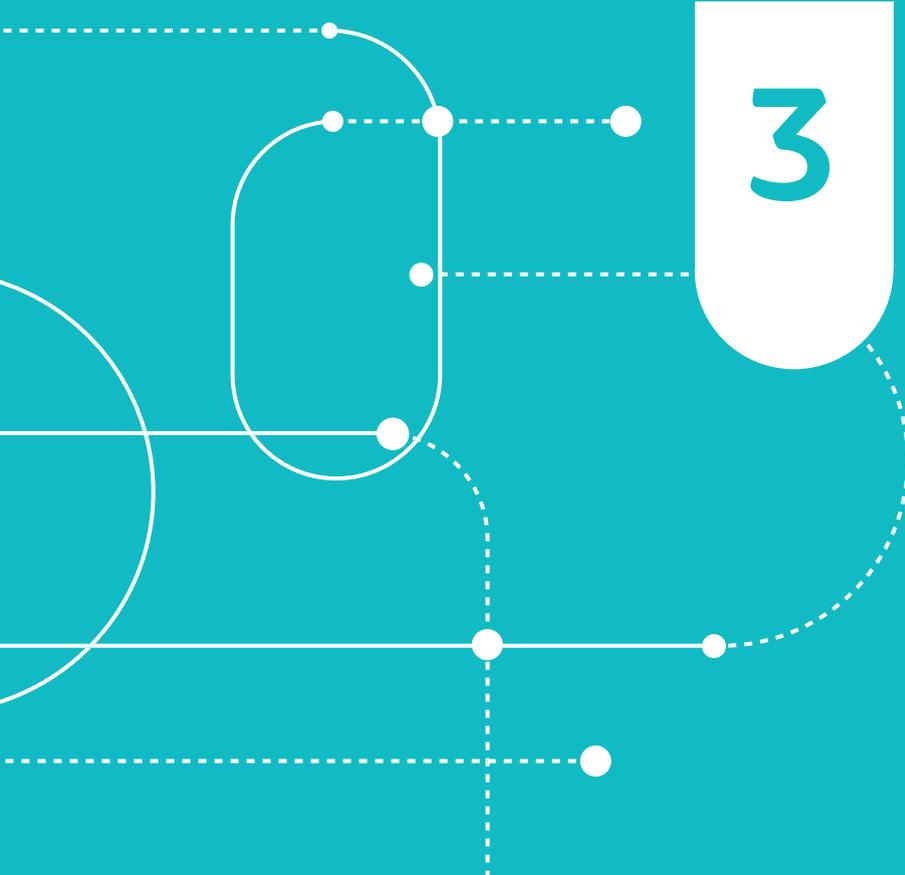
Procedentes de instalaciones nucleares	1.079,22
Procedentes de instalaciones radiactivas (hospitales, laboratorios y centros de investigación)	19,50
Total	1.098,72

Fuente: Enresa.





GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS Y DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES

An abstract graphic design on the left side of the page, featuring white lines and dots. It includes a large white circle on the far left, a vertical dashed line, and several horizontal and curved lines with dots at their ends, some of which are solid and some are dashed. A white rounded rectangle containing the number 3 is positioned to the right of these lines.

3

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

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 2016, se produjeron 711,31 m³ de residuos y 393,02 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 RADIATIVOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD (m³)

CENTRAL NUCLEAR	Generados	Retirados	Grado de ocupación (%) (*)
ALMARAZ I (**)	70,84	16,61	50,32
ALMARAZ II (**)	70,84	16,61	29,51
ASCÓ I	40,48	27,94	32,65
ASCÓ II	80,30	35,64	33,93
COFRENTES	259,66	106,14	42,86
SANTA MARÍA DE GAROÑA	82,93	120,34	43,52
TRILLO	41,14	31,24	11,19
VANDELLÓS II	65,12	38,50	20,38
Total	711,31	393,02	

(*) Datos a 31 de diciembre de 2016

(**) 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 Individualizado (ATI) en seco.

A 31 de diciembre de 2016, el número de elementos combustibles irradiados almacenados temporalmente en las centrales nucleares españolas era de 15.681, de los que 13.681 se encuentran en piscinas y 1.401 en almacenes temporales individualizados. 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	1.456	88,40
ALMARAZ II	1.440	87,43
ASCÓ I	1.164	92,09
ASCÓ II	1.168	92,40
COFRENTES	4.232	88,54
SANTA MARÍA DE GAROÑA	2.505	96,01
TRILLO	504	80,25
VANDELLÓS II	1.212	84,34
Total	13.681	

Datos a 31 de diciembre de 2016.

Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear.

La central nuclear de Trillo cuenta desde 2002 con un Almacén Temporal Individualizado en seco en el que, durante 2016, 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 2016 se encontraban en el Almacén Temporal Individualizado 32 contenedores con un total de 672 elementos combustibles, lo que supone un grado de ocupación del 40%.

La central nuclear de Ascó cuenta, desde abril de 2013, con un Almacén Temporal Individualizado en seco para sus dos unidades. Durante el año 2016, 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. A 31 de diciembre de 2016 se encontraban en el mismo seis contenedores con 192 elementos combustibles de la unidad I y cinco contenedores con 160 elementos combustibles de la unidad II, almacenados en las respectivas losas de cada unidad.

La central nuclear de José Cabrera, actualmente en desmantelamiento, 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 2016, dentro de las actividades ejecutadas en el desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera, en la provincia de Guadalajara, destacó la retirada del blindaje biológico del reactor, el hormigón que rodeaba la vasija, que se ha segmentado con hilo de diamante en ocho bloques. Cada una de estas estructuras, de 30 toneladas de peso, tenía una altura de 7 metros y una anchura aproximada de entre 1,20 y 1,60 metros. Estas piezas han sido, a su vez, troceadas en fragmentos para su gestión, acondicionamiento y envío al centro de almacenamiento de El Cabril. Asimismo, ha finalizado la retirada del fondo del antiguo foso de combustible gastado.

Enresa ha aprovechado estos trabajos para tomar muestras y medidas para determinar con precisión niveles y profundidades de activación, así como la afectación física de los hormigones debido al flujo neutrónico al que han estado sometidos, entre otras cuestiones. Estos estudios tendrán una gran importancia para futuros proyectos, ya que constituyen una oportunidad singular para ampliar el conocimiento en esta materia y para optimizar la gestión de residuos radiactivos.

Por otro lado, durante el año se realizaron trabajos de descontaminación de materiales mediante procedimientos químicos y mecánicos, así como actuaciones de caracterización y descontaminación de suelos y paredes de los edificios de contención y auxiliar. Además,



El proyecto de
desmantelamiento
de José Cabrera
se ha ejecutado
en más de un 80%

se ha instalado una planta de lavado de tierras cuya función será la de gestionar y tratar los suelos afectados por contaminación radiológica. Este método concentra los contaminantes en un volumen mucho menor -en una especie de “torta”- que será gestionado como residuo. El resto del material, una vez limpio y desclasificado radiológicamente, se podrá gestionar como material convencional. Durante 2016 se han realizado las correspondientes pruebas

en frío (con material convencional) con resultado satisfactorio. Ahora se está a la espera de realizar las pruebas en caliente para, posteriormente, poder gestionar las tierras contaminadas del emplazamientos una vez se obtenga la autorización de puesta en marcha por parte del Consejo de Seguridad Nuclear.

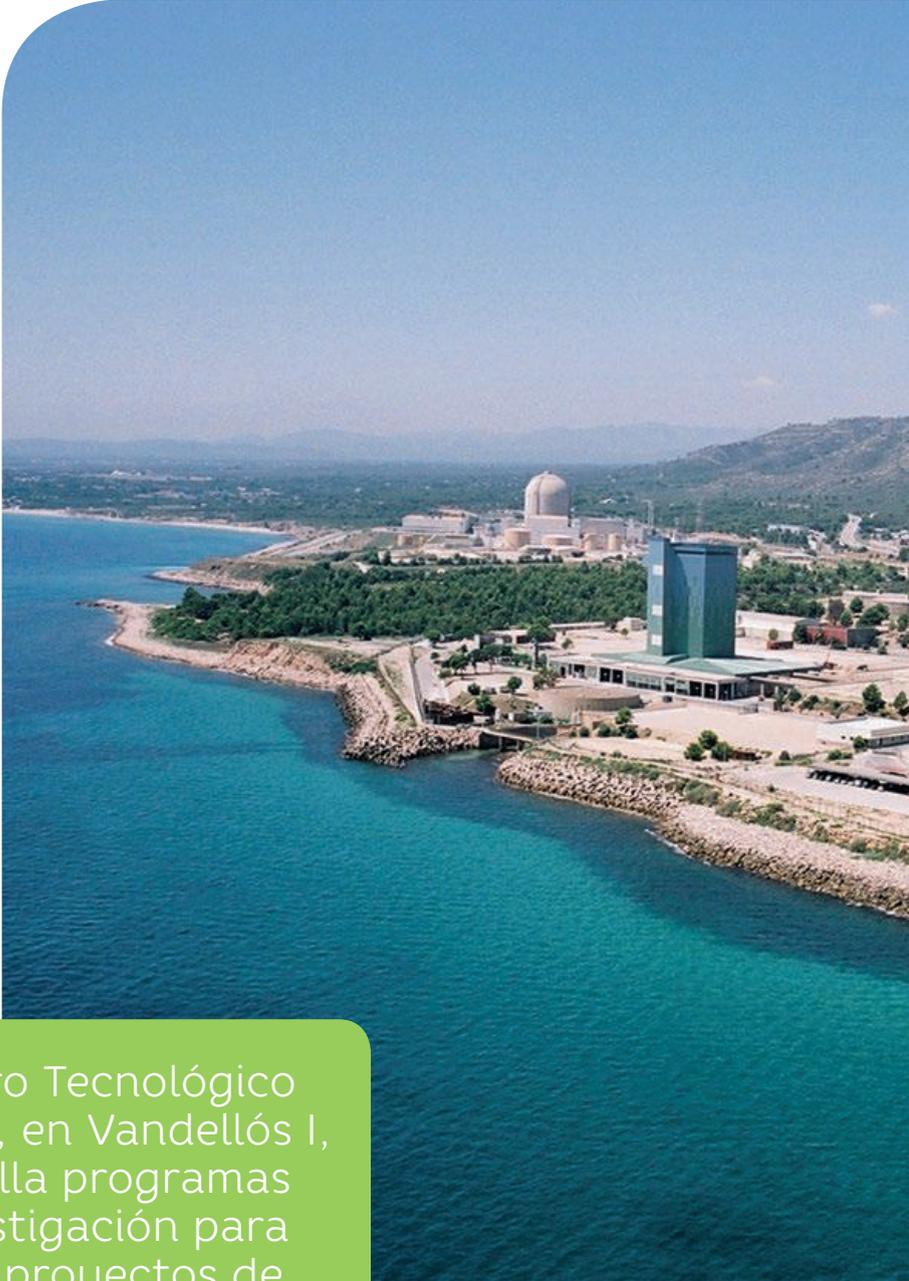
Desde el comienzo de los trabajos de desmantelamiento de José Cabrera, en febrero de 2010, hasta el 31 de diciembre de 2016, la masa total aproximada de materiales generada es de 12.000 toneladas, de las que 6.000 toneladas corresponden a material convencional, 4.800 toneladas a residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad y 1.200 toneladas a material desclasificable (procedente de zonas radiológicas pero, que una vez desclasificado, puede ser gestionado como convencional). Además, en todo este periodo se han enviado 220 expediciones de residuos al centro de almacenamiento de residuos de muy baja, baja y media actividad de El Cabril.



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.

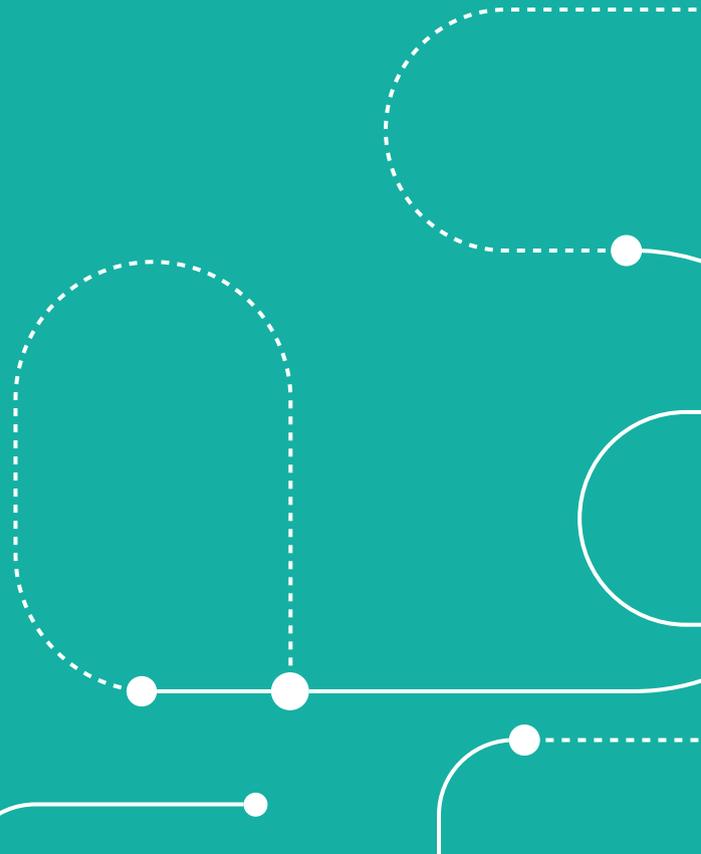
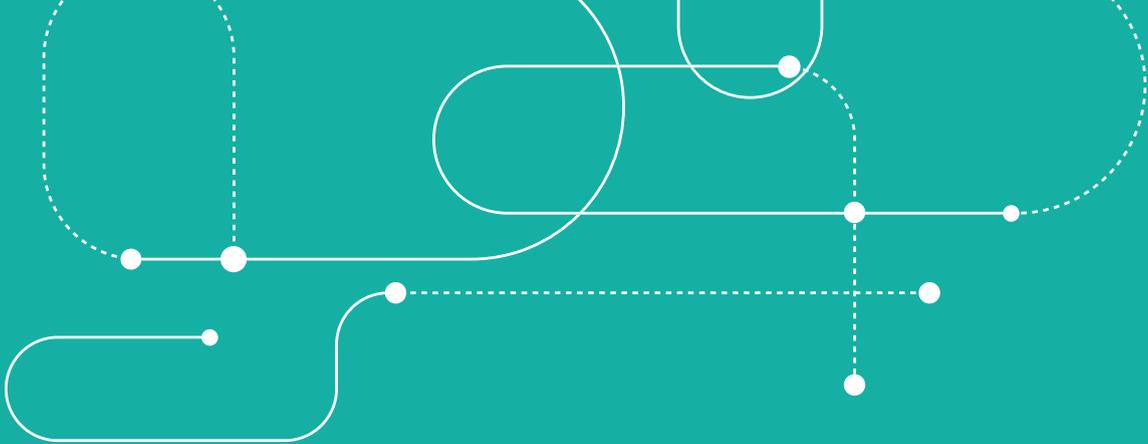


El Centro Tecnológico Mestral, en Vandellós I, desarrolla programas de investigación para futuros proyectos de desmantelamiento

Está previsto que el desmantelamiento total de Vandellós I se complete en 2028

En la instalación se está desarrollando un plan de acción multidisciplinar a medio plazo (2013-2018) 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 2016 son las siguientes:

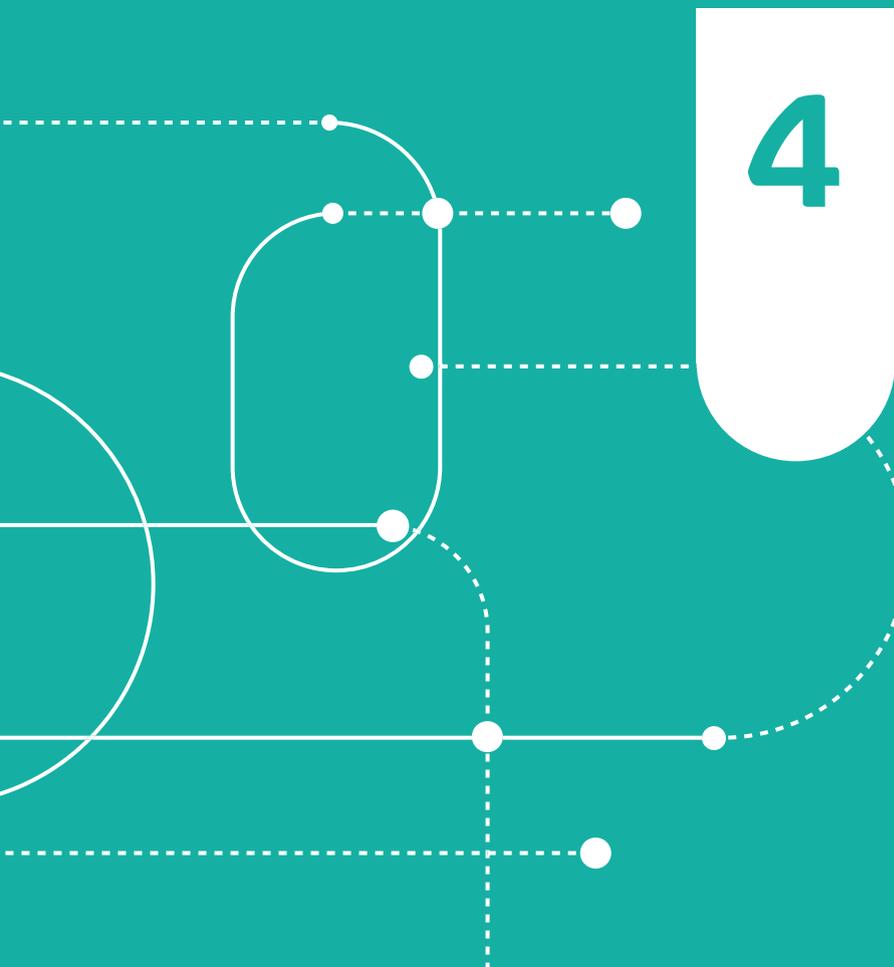
- Realización de una propuesta de modificación del Plan de Vigilancia para introducir nuevos elementos de medida de la estabilidad estructural del cajón del reactor, y así poder modernizar los que se usan actualmente.
- Análisis de diferentes estrategias de desmantelamiento del cajón del reactor en base a proyectos internacionales realizados en el pasado y en proyectos nacionales e internacionales que se están llevando a cabo.
- Revisión de la seguridad de la instalación en base a los resultados de las pruebas quinquenales llevadas a cabo en 2015.
- Montaje y puesta en marcha de un pórtico de salida de materiales de la instalación.
- Acondicionamiento de los residuos radiactivos de muy baja actividad que resultaron rechazados en el proceso de desclasificación del Nivel 2 de desmantelamiento.
- Desclasificación de una quinta parte de los materiales descritos en el punto anterior.
- 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.





ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

4



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 requisitos 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.

El sector nuclear español, reconocido internacionalmente, exporta tecnología, servicios y productos a más de 40 países



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 mantenimiento, 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.

La industria española participa 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 continuidad de la operación de las mismas de forma segura y fiable e impulsando el crecimiento en sus zonas de influencia.

Las compañías eléctricas españolas propietarias del parque nuclear español (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.

4.3 SUMINISTRADORES 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.

ENSA – EQUIPOS NUCLEARES S.A., S.M.E

www.ensa.es

Durante 2016, Ensa ha finalizado la fabricación de contenedores de combustible irradiado DPT para la central nuclear de Trillo y continúa con la fabricación de contenedores tipo ENUN 52B para la central nuclear de Santa María de Garoña, contenedores tipo ENUN 32P para las centrales nucleares de Trillo y Almaraz, y un contenedor ENUN 24P para la central nuclear china de Daya Bay.

Tras obtener la licencia para almacenamiento en 2015 y para transporte de combusti-

ble de bajo grado de quemado para el contenedor ENUN 32P, se ha avanzado con la licencia para el transporte de combustible de alto grado de quemado para los diseños ENUN 32P y ENUN 24P, que se espera obtener en los primeros meses de 2017.

Ensa ha realizado la carga de contenedores en las centrales nucleares de Trillo y Ascó y la instalación de la máquina para la inspección de combustible, de diseño y fabricación propia, en la central nuclear de Co-



frentes. También ha avanzado en los trabajos de desmantelamiento en la central nuclear de José Cabrera y en la preparación del desmantelamiento de la central nuclear italiana de Trino.

Equipos Nucleares ha continuado con las actividades de fabricación de generadores de vapor de reemplazo para centrales nucleares francesas; ha emitido la documentación para la fabricación de la tapa de vasija de la central estadounidense de Shearon Harris y ha entregado los generadores de vapor y la tapa de la vasija de reemplazo para la central estadounidense de Beaver Valley. Asimismo, ha realizado estudios de viabilidad para posicionarse como fabricante de referencia de reactores modulares que se prevén construir en Reino Unido e India.

Ensa ha finalizado la fabricación de bastidores de combustible gastado para la empresa coreana KHNP y ha comenzado los trabajos para el suministro de bastidores para la central nuclear finlandesa de Olkiluoto, en la que también se han completado los trabajos de instalación

del *Pressure Equalization Ceiling* y de un set de blindajes radiológicos.

La industria nuclear española, capacitada y experta, cubre toda la cadena de valor de la actividad nuclear

Por otro lado, a mediados de año consiguió un contrato para el diseño, fabricación y suministro de varios tanques embebidos en la obra civil de la central nuclear de Hinkley Point, habiendo ya empezado los trabajos de ingeniería.

Además, Ensa ha trabajado en el desarrollo de la ingeniería de los PS1, elementos que forman parte de los sectores que componen el recipiente de vacío del reactor experimental de fusión ITER.

RINGO VÁLVULAS

www.ringospain.com

Durante 2016, Ringo Válvulas ha consolidado su expansión internacional, especialmente a través de pedidos suministrados a Bielorrusia, Bulgaria, China y Rusia. Para estos proyectos, ha cumplido con el requisito común de la cualificación de prototipos sometidos a pruebas, tales como ciclos mecánicos, shock térmico, pruebas de envejecimiento, incluyendo válvulas críticas, como las del sistema de seguridad de los calentadores de alta presión de la central nuclear rusa de Kalinin.

Además, ha sido calificado por Hitachi para la fabricación de las válvulas para el sistema neumático de inyección para las barras de control. Otros contratos relevantes han sido el de válvulas de clase 2 y 3 para los generadores diésel de emergencia de la central nuclear de Olkiluoto de la empresa finlandesa TVO, o las válvulas de retención relacionadas con la seguridad según ASME III con estampa N para el sistema de extracción de calor residual de la central nuclear eslovena de Krško.

Por último, la compañía ha consolidado también su posición en el mercado nacional con suministros como las válvulas para el Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE) de las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II o para los sistemas de venteo filtrado de la contención de las centrales nucleares de Almaraz y Trillo.

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 2016, Amphos 21 ha continuado trabajando en una herramienta de soporte para la toma de decisiones sobre gestión de residuos de baja y muy baja actividad que tiene en cuenta parámetros como la actividad, la toxicidad química de los residuos, su volumen, su estado físico, diversas opciones de tratamiento y acondicionamiento, el tipo de almacenamiento al que debe ir, así como los costes asociados al tratamiento y la gestión de los mismos.

También en herramientas de simulación numérica que permiten modelar procesos acoplados hidro-químico-mecánicos, para predecir, cuantitativamente, la durabilidad esperada de las barreras de cemento y hormigón utilizadas en los almacenamientos de residuos radiactivos de media y baja actividad en Suecia y en Japón. Los resultados obtenidos han servido para alimentar los modelos probabilísticos de evaluación de la seguridad a largo plazo de dichas instalaciones de gestión de residuos.

Asimismo, ha realizado un proyecto para la agencia de residuos radiactivos belga (NIROND) centrado en la investigación de aditivos del hormigón que se utilizan como superplastificantes. Las investigaciones realizadas apuntan a que dichos aditivos no constituyen un problema de movilización de radionucleidos en las dosis utilizadas habitualmente en la formulación de hormigones, aun irradiando el material con el fin de acelerar la degradación del superplastificante.

COAPSA

www.coapsa.es

COAPSA es una empresa capacitada para el diseño, montaje, instalación y puesta en servicio, además del cumplimiento de todos los requisitos de calidad, en todo lo referente al control y automatización de procesos y sistemas industriales.

Empresas españolas desarrollan numerosas actividades de ingeniería y diseño para el proyecto de fusión ITER



Durante 2016, ha aumentado su actividad en las 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. Adicionalmente, ha establecido contratos de ingeniería y servicios con diversas centrales nucleares hasta el año 2020, con lo que se reafirma como referente en grúas en el sector nuclear.

EMPRESARIOS AGRUPADOS

www.empresariosagrupados.es

Durante 2016, Empresarios Agrupados participó en España en la ingeniería y supervisión de la ejecución del desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera y en el desarrollo del diseño del Almacén Temporal Centralizado de combustible gastado para Enresa. Además,

continuó prestando servicios de ingeniería de apoyo a las centrales nucleares en operación, en particular a Almaraz I y II y Trillo, destacando el diseño y suministro de sistemas requeridos tras la realización de las pruebas de resistencia post-Fukushima.

A nivel internacional, realizó servicios de ingeniería de apoyo a la operación en la central nuclear eslovena de Krško, donde elabora las modificaciones de diseño debidas a la mejora del sistema actual de alimentación eléctrica de emergencia para cumplir con los requisitos post-Fukushima.

En Bulgaria, participó en la dirección del proyecto de desmantelamiento de las cuatro unidades de la central de Kozloduy y del proyecto de construcción del nuevo repositorio nacional para el almacenamiento de residuos de baja y media actividad.

En Jordania, ha sido adjudicatario por parte de la Energy and Minerals Regulatory Commission (EMRC) de los servicios de consultoría para la revisión de los estudios de emplazamiento y de la solicitud del permiso de emplazamiento (*Site Permit Application*) para la futura central nuclear de tecnología rusa tipo VVER, que dispondrá de dos unidades.

En Ucrania, está realizando proyectos financiados por la Unión Europea para la gestión de residuos radiactivos en el *Vektor Industrial Complex* en Chernóbil y para la gestión a largo plazo de las centrales nucleares ucranianas. En Lituania, ha llevado a cabo la revisión del Plan de Desmantelamiento de la central de Ignalina.

En el proyecto del reactor de fusión nuclear ITER que se construye en Cadarache (Francia), Empresarios Agrupados, como parte del consorcio ENGAGE, es responsable de la ingeniería y supervisión de la construcción de todos sus edificios, estructuras y sistemas auxiliares.

Además, está ejecutando el diseño, fabricación, cualificación y suministro del Sistema de Control de Seguridad Nuclear (SCS-N). Fue también adjudicatario del contrato para el análisis termohidráulico y cálculos de proceso y sistemas de ingeniería del *Tokamak Cooling Water System* (TCWS). Además, participó con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) en el proyecto *Early Neutron Source* (ENS), 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 proyectos de I+D, es miembro del consorcio que desarrolla el *Front End Engineering and Design* para el reactor experimental MYRRHA en SCK Mol (Bélgica) y participa, desde 2013, en el proyecto *Preparing ESNII for Horizon 2020* del Séptimo Programa Marco de la UE, cuyo objetivo asegurar de forma eficaz la investigación coordinada europea en seguridad de los reactores para la próxima generación.

El sector nuclear español participa en destacados proyectos de investigación y desarrollo

ENWESA OPERACIONES

www.enwesa.com

Durante 2016, ENWESA Operaciones ha continuado muy ligada al sector nuclear, participando en las recargas de todas las centrales nucleares españolas y también durante el ciclo de operación de varias de ellas. Los trabajos realizados se llevaron a cabo principalmente en las áreas de reactor, combustible, bombas principales, válvulas, mantenimiento mecánico y desmantelamiento.

A nivel internacional, destacan los trabajos realizados en varias centrales nucleares francesas, consolidando así su negocio en este país y, especialmente, sus actividades en la prefabricación y montaje de componentes nucleares destinados a diversas instalaciones europeas, incluyendo el proyecto de fusión nuclear ITER.

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 2016, ha realizado análisis de procesos de soldadura mediante el método de elementos finitos y el análisis de útiles para la descontaminación de centrales nucleares y de cunas de contenedores. Además, 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, CTC ha trabajado en el desarrollo de nanocompuestos con propiedades de atenuación de radiaciones ionizantes.

GAS NATURAL FENOSA ENGINEERING

www.gasnaturalfenosa.com

Durante 2016, Gas Natural Fenosa Engineering continuó dando apoyo a Enresa en la ingeniería para el desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera, en 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, Gas Natural Fenosa Engineering 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.

GD ENERGY SERVICES

www.gdes.com

Durante 2016, GD Energy Services (GDES) ha realizado trabajos de mantenimiento, en operación, en las centrales nucleares de Almaraz, Trillo, Vandellós II y Cofrentes y, durante las paradas de recarga, en las centrales de Almaraz, Trillo y Vandellós II.

Destacan en la central nuclear de Trillo la utilización del sistema de limpieza y descontaminación *teleoperado* en los fondos y paredes de la cavidad, la utilización del equipo *teleoperado* de inspección y limpieza de la brida de la vasija y la utilización de una tobera rotativa especialmente diseñada para la limpieza del intercambiador de calor.

En la central nuclear de Cofrentes realizó servicios de aislamiento, sellados de penetraciones, andamios e identificación de componentes, recuperación de cubículos y acondicionamiento de lugares de trabajo y señalización de tuberías. Además, se han preparado las tuberías del sistema de agua de servicios esenciales para la aplicación de un recubrimiento con fibra de carbono, la inspección y la limpieza robotizada de los fondos de las balsas de servicios esenciales.

En cuanto al área de desmantelamiento, ha concluido con la segmentación del blindaje biológico y con la segregación, descontaminación y desclasificación de materiales en el edificio auxiliar de desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera.

A nivel internacional, ha comenzado a trabajar en el desmantelamiento del reactor Petten en Países Bajos y continuó trabajando en el desmantelamiento de la central búlgara de Kozloduy.



A nivel internacional, destaca el aumento de las inversiones y presencia de GDES en Francia, con la creación de la empresa GDES Erba, especializada en revestimientos y aplicación de pinturas. Uno de los principales contratos de esta nueva divi-

sión francesa es la aplicación de un sistema de revestimiento, de diseño propio, que mejora la estanqueidad de la doble contención (EXTRADOS). Además, se ha realizado con éxito la primera intervención en la central nuclear de Cattenom 3.

Empresas españolas suministran ingeniería, equipos, construcción y montaje, combustible y muchos otros servicios que necesitan las centrales nucleares

GEOCISA

www.geocisa.com

Durante 2016, 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 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 de El Cabril.

También llevó a cabo las campañas de caracterización de terrenos y soleras de hormigón en el proyecto de desmantelamiento y clausura de la central nuclear de José Cabrera, la de aguas subterráneas en la zona afectada por la rotura de la tubería de descarga de efluentes radiactivos líquidos al mar (SROA) del emplazamiento de la central nuclear de Vandellós I, así como el programa de vigilancia radiológica del centro de recuperación de inertes CRI-9 en Huelva.

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.

La industria apoya la realización de los rigurosos Planes de Vigilancia Radiológica y Ambiental

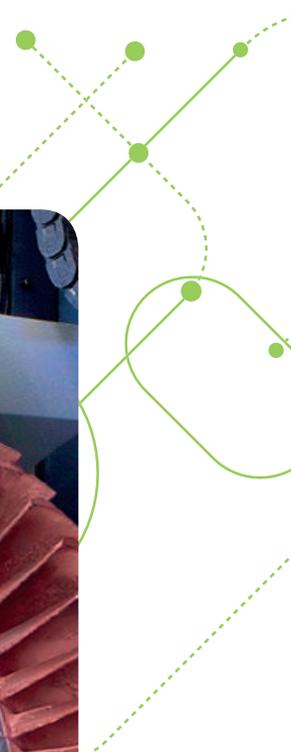
GRUPO EULEN

www.eulen.com

Durante 2016, EULEN ha continuado realizando servicios para centrales nucleares españolas, tanto durante la operación normal como en los periodos de recargas de combustible, entre los que destacan la limpieza industrial, servicios de lavanderías, servicios de descontaminación y acondicionamiento de residuos en las centrales nucleares de Santa María de Garoña y Ascó; servicios de montaje y desmontaje de andamios y de apoyo en recarga de combustible en la central nuclear de Ascó; servicios de limpieza convencional, en zonas de oficinas y exteriores, en las centrales nucleares de Santa María de Garoña y de Almaraz y servicios de mantenimiento de aire acondicionado en la central nuclear de Santa María de Garoña.

Asimismo, EULEN S.A. y PROINSA S.A., formando una unión temporal de empresas, están desarrollando los servicios de protección contra incendios en las centrales nucleares de Santa María de Garoña y de Almaraz.

Por último, el Grupo EULEN realiza los servicios de seguridad, a través de la empresa EULEN SEGURIDAD S.A., en la central nuclear de Almaraz.



IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

www.iberdrolaingenieria.com

Durante 2016, se han desarrollado diversas actividades de ingeniería para las centrales nucleares españolas destacando el apoyo de ingeniería de combustible, revisión de APS y otras actividades de licenciamiento, desarrollo de modificaciones de diseño, soporte en los proyectos del sistema de venteo filtrado de la contención y construcción de los almacenes temporales individualizados, cualificación y fiabilidad de equipos, servicios de *sludge lancing* e inspección visual de generadores de vapor.

Continúa desarrollándose el proyecto de actualización de la caracterización sísmica de los emplazamientos de todas las centrales nucleares españolas y ha finalizado la construcción y montaje de los equipos de los Centros Alternativos de Gestión de Emergencias (CAGE) de Co-frentes, Almaraz y Trillo. Se ha revisado, para Enresa, el diseño del almacén de espera de contenedores y del almacén de residuos especiales del Almacén Temporal Centralizado para combustible irradiado.

A nivel internacional, en Ucrania se han concluido las actividades de los proyectos de colaboración en materia de seguridad nuclear financiados por la Comisión Europea. En Reino Unido, continuó el desarrollo de la ingeniería básica de las estructuras de toma de agua de circulación y agua de servicios para la nueva central nuclear de Wylfa.

En Bulgaria, se han completado con éxito tanto la obra civil como la instalación de la planta de tratamiento de residuos por plasma en la central de Kozloduy, comenzando las pruebas de los componentes.

Compañías españolas dan soporte y respuesta a las necesidades de las centrales nucleares para su buen funcionamiento

En Francia, han continuado las actividades en la central de Flamanville 3, con la puesta en marcha de la planta de electrocloración y de tratamiento químico del agua de arranque, pruebas de los equipos de filtración y auxiliares de la estación de bombeo, suministro e instalación de los componentes de desmineralizadores y de intercambiadores de calor de la isla nuclear.

En relación con el proyecto de fusión nuclear ITER, se ha completado la fabricación del primer *Winding Pack* (WP) o Bobina Toroidal de un total de diez, mientras que el segundo y tercer WP están en fase muy avanzada. Asimismo, se ha llevado a cabo la fabricación del prototipo reducido (1/3 del real) y se han fabricado los componentes principales mediante HIP para el prototipo escala real de los *First Wall Panels*. También se han desarrollado las primeras órdenes de trabajo del *Framework Contract* para el diseño del sistema de refrigeración de las guías y generadores de microondas (girotrones), encargadas de calentar y mantener el plasma del ITER correspondientes al proyecto *Upper Launchers*.

IDOM CONSULTING, ENGINEERING & ARCHITECTURE

www.idom.com

Durante 2016, a nivel nacional, entre los proyectos llevados a cabo en el sector nuclear por IDOM Nuclear Services destacan la implementación de las últimas modificaciones post-Fukushima, con la ingeniería y la dirección de obra de los Centros Alternativos de Gestión de Emergencias (CAGE) de las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II y el apoyo a AREVA en la instalación de los sistemas de venteo filtrado de la contención en las centrales nucleares de Ascó I y II y Vandellós II, así como la dirección de obra de la construcción del Almacén Temporal Individualizado de la central nuclear de Santa María de Garoña. Además, ha continuado trabajando en los planes de gestión de vida de las centrales nucleares de Almaraz, Trillo, Ascó y Vandellós II y desarrollando el diseño del taller

de mantenimiento de contenedores para el Almacén Temporal Centralizado.

En el campo internacional, destaca la amplia actividad en el proyecto de fusión nuclear ITER, con la realización de estudios neutrónicos, termohidráulicos, fluidodinámicos, mecánicos y dinámico-estructurales para su diseño y con una posición clave como ingeniería de la propiedad en la supervisión de la construcción civil. Además, ha participado -en consorcio con Tecna-tom- en el diseño y suministro de la sala de control de emergencias de la central eslovena de Krško, en la instalación de equipos en la central francesa de nueva construcción Flamanville 3 para ENGIE y en el diseño de tanques y recipientes a presión para la central británica de Hinkley Point C.

MEDIDAS AMBIENTALES

www.medidasambientales.com

Durante 2016, 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, Cofrentes y José Cabrera, esta última en desmantelamiento.

Fue adjudataria 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.

Por otro lado ha finalizado el proyecto de ampliación de sus instalaciones, basado en el reciclado de contenedores de bancos. Es el primer edificio de uso industrial con estas características.

El reactor francés en construcción Flamanville 3 cuenta con participación española



NUSIM

www.nusim.com

Durante 2016, en el ámbito nacional, NUSIM ha llevado a cabo varios proyectos, destacando la terminación del corte de la tapa de la vasija del reactor en el desmantelamiento de la central de José Cabrera; ha comenzado la operación de la planta de preacondicionado y reprocesado de residuos radiactivos procedentes de los concentrados del evaporador -en colaboración con Tecnatom- en la central nuclear de Santa

María de Garoña y ha comenzado el desarrollo de un sistema de hormigonado de piezas muy activadas procedentes del desmantelamiento de los *racks* de combustible gastado en la central nuclear de Cofrentes. En el centro de almacenamiento de El Cabril ha completado la integración de dos sistemas de manipulación remota robotizado de contenedores metálicos CMT.

En el ámbito internacional, ha continuado con su proceso de internacionalización con proyectos en Takreer (Abu Dhabi) para el montaje de una planta para la solidificación de residuos NORM; en el proyecto del Nuevo Confinamiento Seguro de la central nuclear ucraniana de Chernóbil para el desarrollo de los equipos de manipulación remota de la grúa puente de Taim Weser para el manejo de elementos estructurales y contenedores RAW; en el proyecto llevado a cabo por el consorcio Iberdrola Ingeniería y Construcción-Belgoprocess en la central nuclear búlgara de Kozloduy para montar la primera planta de tratamiento de residuos radiactivos basada en la técnica del plasma, su-

ministrando equipo de recepción, moldeo y enfriamiento automatizado de la colada vítrea fundida vertida por el horno. En la central nuclear pakistani de Karachi ha suministrando un sistema de secado con recuperación del condensado para el tratamiento del residuo compactable en bidones de 220 litros.

Asimismo, se han presentado ofertas para el tratamiento de residuos en Reino Unido, Ucrania, Bulgaria, China y México y ha seguido suministrando sus equipos de manipulación, compactación, reducción de volumen por microondas, tratamiento de líquidos, así como de protección radiológica, tanto para centrales nucleares españolas como de otros países.

PROINSA

<http://proinsa.eulen.com>

Durante 2016, Proinsa prestó sus servicios a las centrales nucleares de Ascó I y II, Vandellós II y Santa María de Garoña, tanto durante la operación como a lo largo de las paradas para recarga. Asimismo, ha desarrollado diversos servicios específicos para Enresa y la Agencia Española de Administración Tributaria (AEAT); actividades de gestión de residuos en la central nuclear de Santa María de Garoña y, en unión temporal de empresas con EULEN, los servicios de protección contra incendios en las centrales nucleares de Santa María de Garoña y de Almaraz.

Además, ha llevado a cabo, en las centrales nucleares españolas, servicios relacionados con las emergencias nucleares y radiológicas y con el protocolo de colaboración sobre vigilancia radiológica de los materiales metálicos. Ha impartido 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.



TAIM WESER

www.taimweser.com

Durante 2016, Taim Weser, empresa con 59 instalaciones en todo el mundo y más de 100 años de experiencia, consiguió un contrato para el suministro de 24 grúas puente nucleares *out cell* de alta integridad durante un período de diez años en el centro de tratamiento de residuos nucleares británico de Sellafield.

Además, ha suministrado la grúa puente para manejo de elementos estructurales y contenedores *RAW* para el proyecto del Nuevo Confinamiento Seguro de la central nuclear ucraniana de Chernóbil, que se encuentra en fase de montaje y puesta en marcha tras haber superado de forma satisfactoria todas las pruebas en taller.

TECNATOM

www.tecnatom.es

Durante 2016, en el ámbito nacional, Tecnatom ha seguido desarrollando sus actividades en materia de formación e inspección con la renovación del contrato marco de formación de las centrales nucleares de Almaraz y Trillo; los contratos multiciclo de recarga para las centrales nucleares de Ascó I y II y Vandellós II; inspección de los generadores de vapor de las centrales nucleares de Trillo y Vandellós II; inspección de la vasija de la central nuclear de Vandellós II; diagnóstico de válvulas en la unidad I de la central nuclear de Almaraz y las *Integrated Leak Rate Test Extension* (ILRT) en las unidades I y II.



Por otra parte, Tecnatom ha consolidado su presencia en el proyecto del Almacén Temporal Centralizado de Enresa, continuando además con otros proyectos en El Cbril y el desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera, así como con la gestión del Centro de Apoyo a Emergencias (CAE) de las centrales nucleares españolas.

A nivel internacional, se han llevado a cabo proyectos en 33 países, entre los que cabe destacar la inauguración del simulador de alcance total de la central nuclear brasileña de Angra 1; la entrega de un simulador de *Small Modular Reactor* para el Organismo Internacional de Energía Atómica; la finalización de las salas de control de las unidades 5 y 6 de la central china de Yangjiang; el lanzamiento del proyecto de paneles de salas de control de las unidades 5 y 6 de la central china de Tianwan; las modificaciones de diseño en la central nuclear china de Fangjashan; la continuación del proyecto de suministro de la nueva sala de control de la central eslovena de Krško; la inspección en servicio de los generadores de vapor en la central estadounidense de Arkansas Nuclear One; la inspección en servicio de la vasija de Angra 1; el suministro de un sistema para la inspección de canales de combustible en la central nuclear argentina de Atucha 2 y otro para la inspección de combustible nuclear fresco para el reactor argentino CAREM-25.

De forma más general, Tecnatom continúa sus actividades en el marco del proyecto de fusión nuclear ITER, ha firmado varios acuerdos de colaboración con empresas de Estados Unidos, Reino Unido, Turquía, China, Francia y Rusia y ha ampliado la estructura del grupo empresarial al inaugurar dos nuevas filiales en Abu Dhabi y en México, con el fin de potenciar las actividades en estos dos mercados.



El sector, consciente de la importancia de la I+D+i, participa en proyectos internacionales de investigación y desarrollo

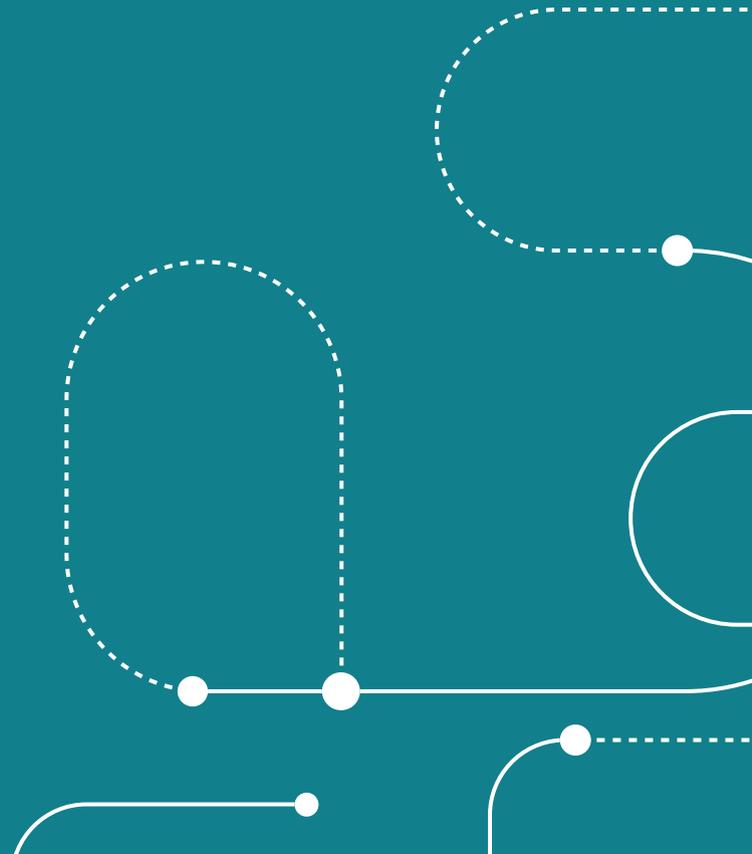
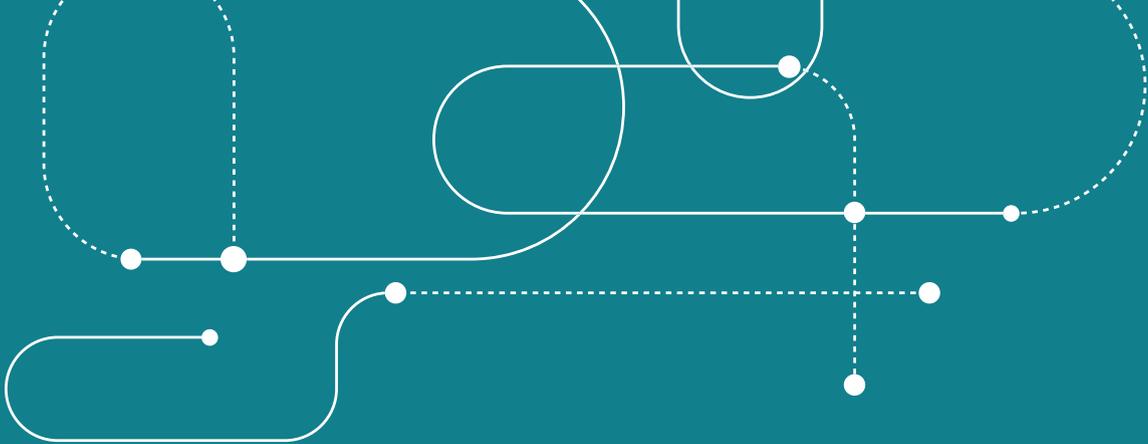


VIRLAB www.virlab.es

Durante 2016, 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 del 70% de su producción al sector nuclear, 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.

El 40% de su producción se dedica a la exportación, por lo que, en el ámbito internacional, trabaja principalmente para Francia aunque también y, por orden de importancia, para Alemania, Italia, Turquía, Brasil, Bélgica, Chequia, Gran Bretaña e India.

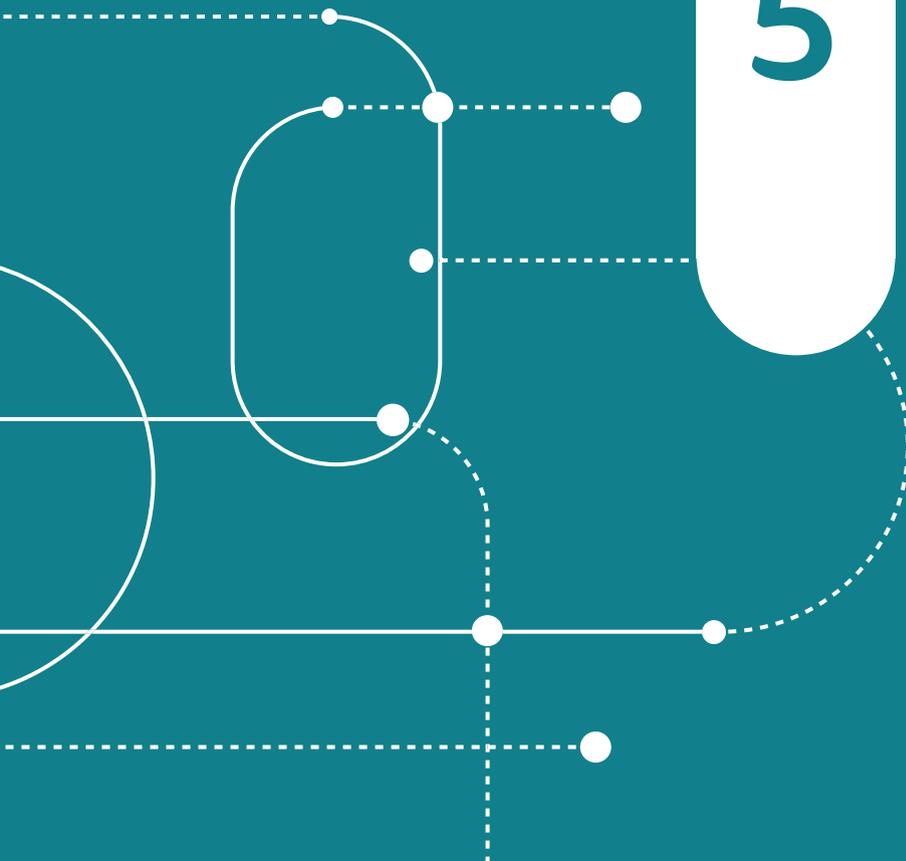
Durante 2016, ha comenzado el desarrollo de nuevas máquinas de ensayo, (plataforma biaxial oleo-hidráulica de 3 m x 3 m y 200 kN y el vibrador electrodinámico 2 m x 2 m y 110 kN) y ha iniciado asociaciones con otros laboratorios.





PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO

5



PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO

A 31 de diciembre de 2016, en el mundo había 447 reactores en situación de operar en 31 países. La producción de electricidad de origen nuclear fue de 2.496,49 TWh, lo que representa aproximadamente el 11,5% de la electricidad total consumida en el mundo. Otros 60 nuevos reactores se encontraban en construcción en 16 países.

Alrededor del 11,5% de la electricidad mundial es de origen nuclear

Durante 2016, iniciaron su construcción tres reactores:

- China: la unidad 4 de la central de Fangchenggang, un reactor de agua a presión PWR HPR-1000 de 1.150 MWe y la unidad 6 de la central de Tianwan, un reactor de agua a presión PWR CPR-1000 de 1.118 MWe.
- Pakistán: la unidad 3 de la central nuclear de Kanupp, un reactor de agua a presión PWR ACP-1000 de 1.100 MWe.

Durante 2016, se conectaron a la red diez reactores:

- China: la unidad 4 de la central de Nindge, un reactor de agua a presión PWR CPR-1000 de 1.080 MWe; la unidad 3 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 Fangchenggang, un reactor de agua a presión PWR CPR-1000 de 1.080 MWe; la unidad 2 de la central de Changjiang, un reactor de agua a presión CNP-600 de 650 MWe; y la unidad 4 de la central de Hongyanhe, un reactor de agua a presión CPR-1000 de 1.080 MWe.
- Corea del Sur: la unidad 3 de la central de Shin-Kori, un reactor de agua a presión PWR APR-1400 de 1.400 MWe.

- Estados Unidos: la unidad 2 de la central nuclear Watts Bar, un reactor de agua a presión PWR de 1.218 MWe.
- India: la unidad 2 de la central nuclear de Kudankulam, un reactor nuclear de agua a presión PWR VVER-V-412 de 1.000 MWe.
- Pakistán: la unidad 3 de la central nuclear de Chasnupp, un reactor de agua a presión PWR CNP-300 de 340 MWe.
- Rusia: la unidad 2-1 de la central nuclear de Novovoronezh, un reactor de agua a presión PWR VVER V-392M de 1.199 MWe.

Durante 2016, se procedió a la parada definitiva de tres reactores:

- Estados Unidos: la central de Fort Calhoun, un reactor de agua a presión PWR de 512 MWe.
- Japón: la unidad 1 de la central de Ikata, un reactor de agua a presión PWR de 566 MWe.
- Rusia: la unidad 3 de la central nuclear de Novovoronezh, un reactor de agua a presión PWR VVER V-179 de 417 MWe.

Durante 2016, reanudó su operación un reactor:

- Japón: la unidad 3 de la central de Ikata, un reactor de agua a presión PWR de 890 MWe.

PAÍS	Reactores en situación de operar	Reactores en construcción	Reactores parados	Producción eléctrica de origen nuclear (TWh)	Electricidad de origen nuclear (%)
ALEMANIA	8	---	28	80,06	13,11
ARGENTINA	3	1	---	7,67	5,62
ARMENIA	1	---	1	2,19	31,41
BÉLGICA	7	---	1	41,28	51,72
BIELORRUSIA	---	2	---	---	---
BRASIL	2	1	---	15,86	2,93
BULGARIA	2	---	4	15,77	35,02
CANADÁ	19	---	6	97,44	15,63
CHINA	36	20	---	210,5	3,56
COREA DEL SUR	25	3	---	154,25	30,30
EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	---	4	---	---	---
ESLOVAQUIA	4	2	3	13,73	54,14
ESLOVENIA	1	---	---	5,43	35,19
ESPAÑA	7	---	3	58,57	21,39
ESTADOS UNIDOS	99	4	34	805,32	19,74
FINLANDIA	4	1	---	22,28	33,70
FRANCIA	58	1	12	384,00	72,27
HUNGRÍA	4	---	---	15,17	51,27
INDIA	21	5	---	34,99	3,37
IRÁN	1	---	---	5,92	2,11
JAPÓN	42	2	18	17,45	2,15
MÉXICO	2	---	---	10,27	6,19
PAÍSES BAJOS	1	---	1	3,75	3,39
PAKISTÁN	4	3	---	5,09	4,39
REINO UNIDO	15	---	30	65,14	20,40
REPÚBLICA CHECA	6	---	---	22,72	29,36
RUMANÍA	2	---	---	10,36	17,09
RUSIA	35	7	6	179,72	17,14
SUDÁFRICA	2	---	---	15,21	6,61
SUECIA	10	---	3	64,64	40,03
SUIZA	5	---	1	20,30	34,44
TAIWÁN	6	2	---	30,46	13,72
UCRANIA	15	2	4	80,95	52,29
Total	447	60	155	2.496,49	

Datos a 31 de diciembre de 2016.

Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear.

CONTINUIDAD DE LA OPERACIÓN

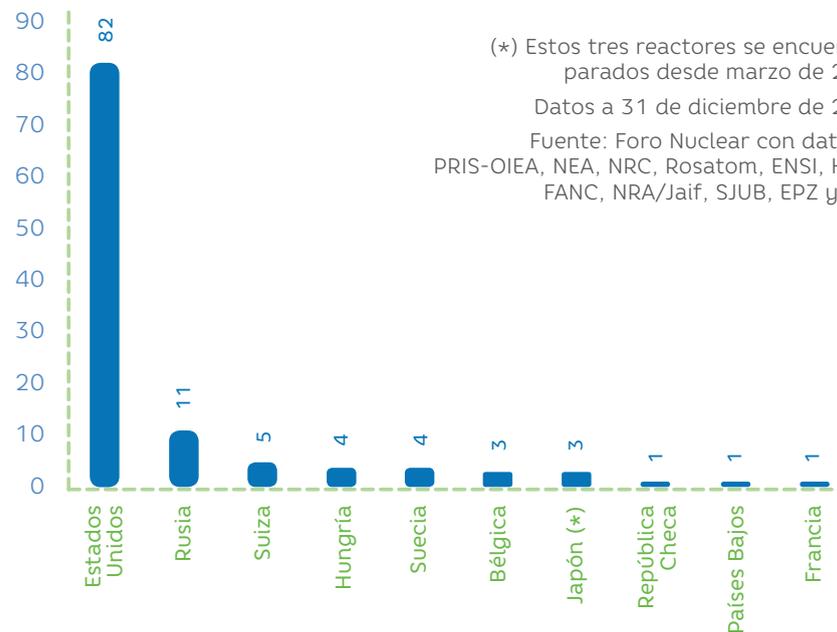
La continuidad de la operación consiste en el funcionamiento de una central nuclear, manteniendo su nivel de seguridad, más allá del periodo inicialmente considerado en su diseño. Es una práctica habitual en distintos países del mundo y constituye una estrategia acertada y realista para poder cumplir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

Así, a 31 de diciembre de 2016, en el mundo hay 115 reactores nucleares a los que los distintos organismos reguladores les han concedido autorización para operar más allá de 40 años. Representan más del 25% de los reactores nucleares existentes en el mundo, y se reparten de la manera siguiente:

La continuidad de la operación de las centrales nucleares ayuda a frenar el cambio climático y a diversificar el abastecimiento energético

REACTORES CON AUTORIZACIÓN PARA LA CONTINUIDAD DE SU OPERACIÓN EN EL MUNDO



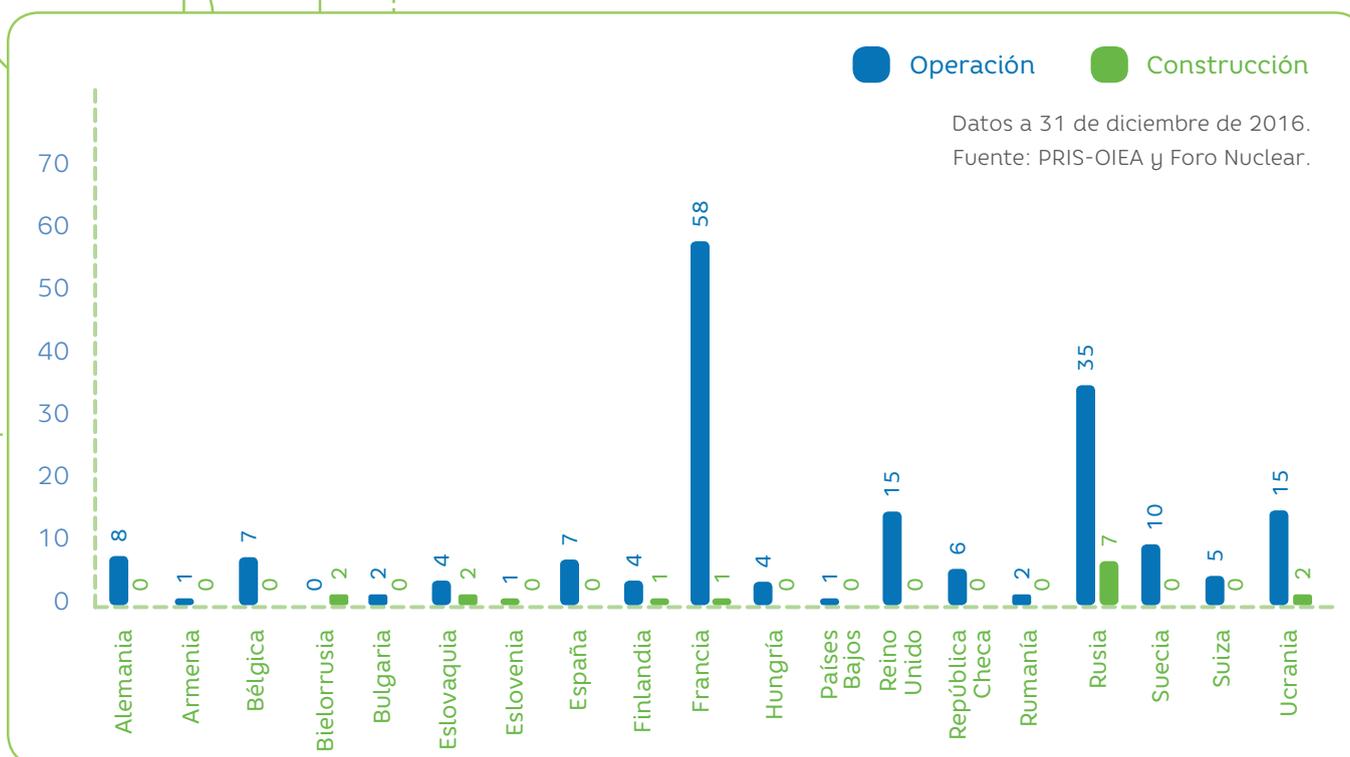
Los estudios reflejan que es técnicamente viable y seguro operar las centrales nucleares a largo plazo

REACTORES EN SITUACIÓN DE OPERAR Y EN CONSTRUCCIÓN EN EL MUNDO

En los gráficos siguientes se muestran por países el número de reactores en construcción y operación.

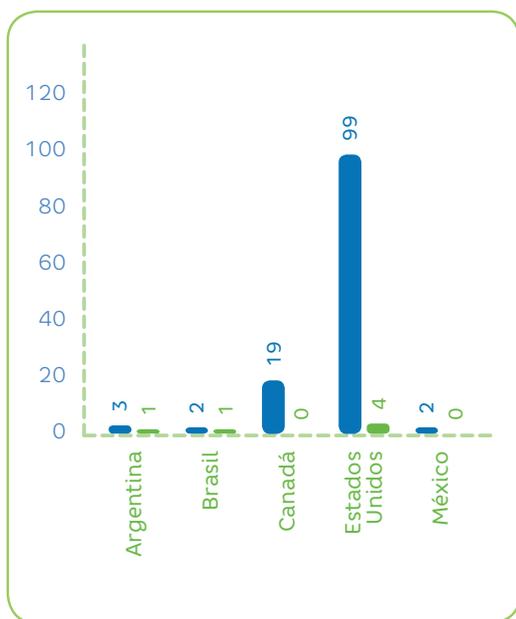
Reactores en Europa

En Europa hay 185 reactores en operación y 15 en construcción.



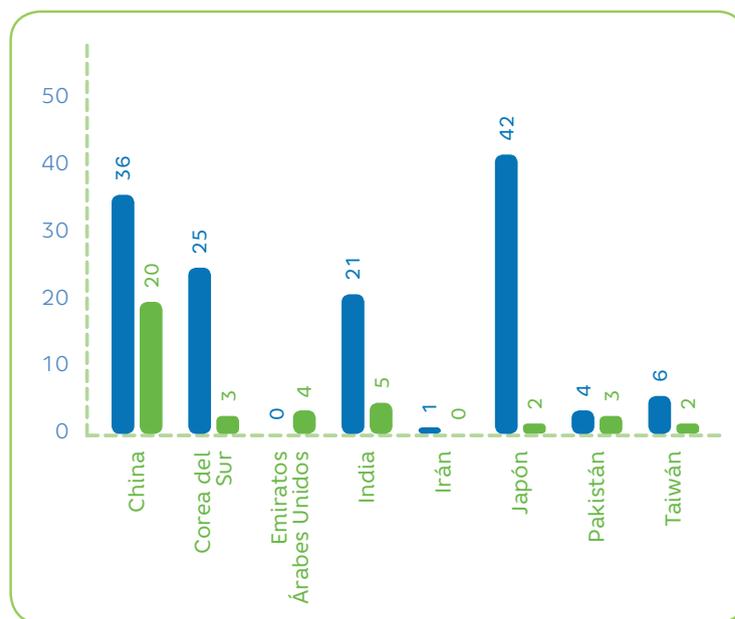
Reactores en América

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



Reactores en Asia

En Asia hay 135 reactores en situación de operar y 39 en construcción.



■ Operación ■ Construcción

Datos a 31 de diciembre de 2016.

Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear.

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 2016

INFORME **BP ENERGY OUTLOOK 2016 EDITION** DE BRITISH PETROLEUM

En el mes de febrero, British Petroleum publicó un nuevo informe de prospectiva hasta el año 2035 titulado *BP Energy Outlook 2016 Edition*. El documento indica, en su caso base, que en los próximos 20 años la población mundial va a crecer hasta los 8.800 millones de personas y la demanda de energía primaria se va a incrementar en un 34% (con aumentos anuales del 1,4% y el 95% del mismo en países no pertenecientes a la OCDE). El 60% de este incremento lo van a proporcionar los combustibles fósiles, representando casi el 80% del abastecimiento en 2035. Los combustibles no fósiles pasarán del 14% actual a casi el 21% en 2035, especialmente por el crecimiento anual del 6,6% de las energías renovables.

El informe prevé un incremento de la producción de energía nuclear del 1,9% anual, con un crecimiento acumulado del 50%, representando el 5% de la energía primaria consumida en el mundo en el año 2035. En China, el aumento

será del 11,9% anual, consiguiendo doblar en 2020 y multiplicar por nueve en 2035 su producción eléctrica de origen nuclear, que supondrá el 31% del total mundial en ese año.

Según este estudio, se espera que el parque nuclear japonés se reanude en los próximos cinco años, alcanzando un nivel de producción en 2020 equivalente al 60% del que tenía en 2010 antes del accidente de Fukushima. En Rusia, el consumo de electricidad de origen nuclear crecerá un 26% hasta 2035 y, en ese mismo periodo, se producirá un aumento del 113% en la producción nuclear de Brasil, convirtiéndose en un exportador neto de energía en 2020.

Sin embargo, en la Unión Europea y en Norteamérica, la producción nuclear disminuirá un 29% y un 13% respectivamente en el horizonte del año 2035, debido a la finalización de la vida operativa de algunas centrales, a problemas financieros y, sobre todo, a retos políticos que se van a plantear.



INFORME **INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK** DE LA ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA DE ESTADOS UNIDOS

En el mes de mayo, la Administración de Información Energética (EIA) de Estados Unidos publicó su informe *International Energy Outlook*, en el que se indica que se espera que la producción eléctrica de origen nuclear mundial se doble de ahora hasta el año 2040. La mayor parte del crecimiento se producirá en los países en desarrollo.

Según la EIA, el consumo de energía primaria mundial crecerá un 50% en los próximos 35 años, pasando de 549 trillones a 815 trillones de Btu. Este crecimiento estará impulsado por la industrialización de los países no pertenecientes a la OCDE, especialmente en los de en vías de desarrollo asiáticos, donde se producirá la mitad del mismo, lo que tendrá un gran impacto en los mercados energéticos mundiales. En 2040, casi el 66% del consumo mundial de energía primaria se producirá en países no-OCDE. La producción eléctrica crecerá un 69%, de 21,6 billones de kWh en 2012 a 25,8 billones de kWh en 2020 y 36,5 billones de kWh en 2040.

La energía nuclear será la tercera tecnología en incremento, tras las renovables y el gas natural, con un crecimiento global anual del 2,3%, pasando de 2.300 TWh en 2012 a 4.500 TWh en 2040. La proporción en términos de energía primaria pasará del 4% al 6%.

De acuerdo con el informe, la preocupación por la garantía del suministro y la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero apoyan el desarrollo de nueva capacidad de generación nuclear. En China se instalarán 139 nuevos GWe, el 61% del total mundial. Entre los países de la OCDE, Corea del Sur incrementará su parque en 15 GWe, mientras que el cierre de

reactores en Canadá y Europa, junto con una puesta en marcha parcial del parque nuclear japonés, supondrá un descenso de 6 GWe en 2040 en el conjunto de los países de la OCDE.

A pesar de este crecimiento esperado de la producción nuclear, que no produce emisiones contaminantes, las emisiones de CO₂ derivadas del uso y la producción de energía crecerán a nivel global desde 32 Gt en 2012 a 36 Gt en 2020 y 43 Gt en 2040 (un incremento del 34%), debido en su mayor parte al uso de los combustibles fósiles en los países no pertenecientes a la OCDE, por su dependencia de los mismos para satisfacer la cada vez mayor creciente necesidad de energía.



INFORME **ENERGY TECHNOLOGY PERSPECTIVES 2016** DE LA AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA DE LA OCDE

En el mes de junio, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó su informe anual *Energy Technology Perspectives 2016*, en el que propone rutas tecnológicas a largo plazo que podrían limitar el incremento de la temperatura global a menos de 2 °C, en línea con los objetivos establecidos en la Conferencia de las Partes de París (COP21) en diciembre de 2015.

La AIE señala que ha habido desarrollos positivos en ciertas tecnologías, en particular en la potencia renovable instalada, que produce actualmente cerca del 23% del total de la electricidad.

En el escenario principal del informe, el Escenario 2DS o de incremento de 2 grados, la demanda de energía primaria puede reducirse en un 30% y las emisiones de CO₂ del sistema energético en un 70% en el año 2050, con la ayuda adecuada a las tecnologías bajas en carbono. El coste de la descarbonización del sector energético en el Escenario 2DS será de 9 billones de dólares entre 2016 y 2050.

El documento recoge que la participación de los combustibles fósiles se reducirá a la mitad, pasando del 80% en 2011 a un poco más del 40% en 2050. En este escenario, cerca de 22 GW de nueva potencia nuclear deben añadirse anualmente hasta 2050. La energía nuclear podrá así conseguir el 7% de la reducción acumulada de emisiones

Varios países, entre ellos China, han iniciado ambiciosos planes de desarrollo nuclear

entre 2013 y 2050. De hecho, varios países, entre ellos China, han anunciado ambiciosos planes de expansión de sus programas nucleares, como parte de sus compromisos energéticos limpios, que serán necesarios para alcanzar los objetivos de incremento máximo de la temperatura en 2 °C.

Según el informe de la AIE, “el convencimiento de que es necesario un cambio de acción para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del aire provocada por la generación basada en combustibles fósiles ha resaltado de nuevo el potencial de la energía nuclear para conseguir resolver estos retos. Este convencimiento aún debe traducirse en un apoyo político a la operación a largo plazo del parque nuclear existente que evite el cierre prematuro de centrales nucleares, que son seguras, fiables y producen en base electricidad baja en carbono, y facilitar la construcción de nuevas unidades”.

La Agencia Internacional de la Energía resalta el papel de las centrales nucleares como fuente baja en carbono para alcanzar los objetivos de COP21

INFORME **URANIUM 2016: RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND** DE LA AGENCIA DE ENERGÍA NUCLEAR Y EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

En el mes de diciembre, la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE y el Organismo Internacional de Energía Atómica de Naciones Unidas lanzaron la 26ª edición de su publicación *Uranium 2016: Resources, Production and Demand*, conocido como el “Libro Rojo del uranio”, en el que se analiza la información procedente de 49 diferentes países productores y consumidores.

Según este informe, las reservas identificadas de uranio -incluyendo las razonablemente aseguradas y las inferidas- son más que suficientes para satisfacer la demanda esperada en un futuro próximo. Existen más de 5,7 millones de toneladas a precios inferiores a 130 \$/kgU y más de 7,6 millones de toneladas a precios inferiores a 260 \$/kgU. Estas cantidades posibilitan más de 135 años de funcionamiento del parque nuclear mundial.

Aunque la producción minera global ha descendido un 4% desde el año 2013, se mantiene por encima de los niveles de 2011 y Kazajistán,

El Libro Rojo indica que existen reservas de uranio para más de 135 años de funcionamiento del parque nuclear mundial

mayor productor mundial, continua incrementando su producción, pero a un menor ritmo. Según el Libro Rojo, las peores condiciones

del mercado harán que el principal reto de los próximos años sea la suficiencia de la capacidad de producción, más que la suficiencia de las reservas.

Siendo un producto de gran valor, la reducción de los precios de mercado de los últimos años -provocados por la incertidumbre en la evolución de la utilización de la energía nuclear- ha llevado a posponer el desarrollo de nuevos proyectos mineros en varios países.

A pesar de la disminución del consumo de electricidad en algunos países desarrollados, se espera que la demanda global continúe creciendo en las próximas décadas para satisfacer las necesidades de una población creciente, especialmente en los países en desarrollo.

Según esta publicación, los principales retos a los que ha de enfrentarse la energía nuclear son la confianza de la opinión pública, la abundancia de gas natural a bajos precios en América del Norte y un clima de aversión al riesgo en las inversiones, lo que ha reducido su competitividad en algunos mercados eléctricos liberalizados.

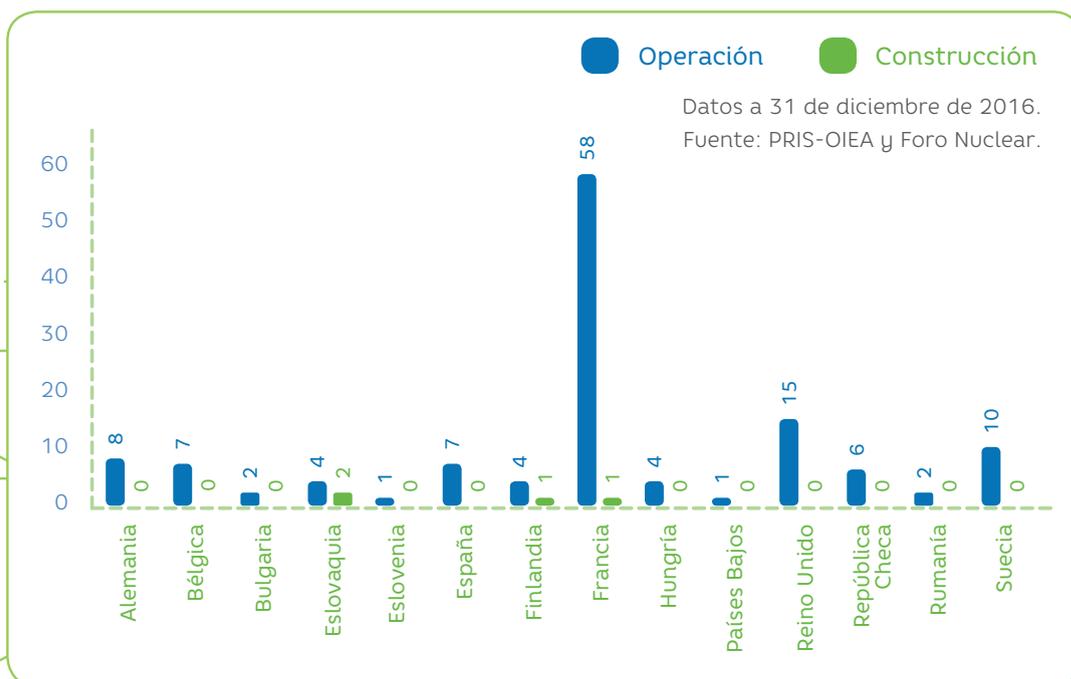
En todo caso, resume la publicación, la energía nuclear continuará siendo un importante componente del abastecimiento energético, ya que los parques nucleares producen electricidad competitiva, en base y libre de emisiones de gases de efecto invernadero, y el desarrollo de la tecnología nuclear mejora la seguridad del suministro. Se proyecta un aumento considerable de su utilización en mercados regulados con creciente demanda y mayor necesidad de generación de electricidad sin carbono.

5.1 UNIÓN EUROPEA

A 31 de diciembre de 2016, 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 27,5% 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).

Más de una cuarta parte de la electricidad de la Unión Europea procede de los 129 reactores nucleares que hay en operación

REACTORES EN LA UNIÓN EUROPEA



En el mes de abril, la Comisión Europea (CE) presentó su informe *Nuclear Illustrative Programme (PINIC)*, en el que se concluye que la energía nuclear debe mantenerse como un componente importante del mix energético de la Unión Europea en el horizonte 2030, ya que se trata de una fuente baja en carbono que contribuye significativamente a la seguridad y diversificación del suministro energético.

Actualmente, los 129 reactores en operación tienen una potencia instalada conjunta de 120 GW y, además de los cuatro reactores en construcción, hay proyectos en licenciamiento en Finlandia, Hungría y Reino Unido. Otros proyectos en Bulgaria, Lituania, Polonia, República Checa y Rumanía se encuentran en la etapa de preparación.

El PINC indica que, hasta 2050, habrá que invertir entre 650.000 millones y 760.000 millones de euros en el ciclo completo del combustible nuclear. De esta cantidad, entre 350.000 millones y 450.000 millones de euros deberán dedicarse a la construcción de nuevas centrales para reemplazar, en los próximos 35 años, gran parte de los reactores existentes y mantener estable la capacidad de generación.

Aunque la Comisión Europea estima que la generación eléctrica de origen nuclear disminuirá en 2025 por el abandono de esta tecnología en algunos Estados miembros, esta tendencia se invertirá en 2030, alcanzándose una potencia instalada de entre 95 GW y 105 GW en 2050.

El informe de la CE indica que muchos operadores en Europa han expresado su intención de continuar la operación de sus reactores (de hecho, 14 unidades en seis Estados miembros ya tienen autorizaciones para operar más de

40 años). En este sentido, se invertirán entre 45.000 millones y 50.000 millones de euros, y el periodo medio de autorización de la extensión de la operación por los organismos reguladores nacionales será de entre 10 y 20 años.

En las otras etapas del ciclo, las inversiones se centrarán en garantizar el buen funcionamiento de un mercado interno de combustible nuclear y en la seguridad del suministro, así como en la modernización de las capacidades de enriquecimiento. Asimismo, el documento señala que han de reforzarse las actividades de desmantelamiento y de gestión final de los residuos radiactivos y del combustible irradiado en almacenamientos geológicos profundos.

Además, el PINC indica que la UE debe mantener el liderazgo tecnológico del sector nuclear, lo que ayudará al crecimiento y competitividad de la economía y a la creación de puestos de trabajo, proporcionando oportunidades empresariales a las compañías nucleares europeas.

La Comisión Europea concluye en sus estudios que la energía nuclear es importante en el *mix* de la UE en el horizonte 2030



Durante el año 2016, los acontecimientos más destacados en los países de la Unión Europea fueron los siguientes:

ALEMANIA

Durante 2016, los 8 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 80,06 TWh, el 13,11% del total de la electricidad consumida. Alemania tiene 28 reactores parados.

En el mes de mayo, la empresa eléctrica RWE expresó su preocupación por el funcionamiento del mercado eléctrico y por la llamada *Energiewende*, el proceso de transición energética en marcha en el país, ya que se presentan enormes retos para la economía y la garantía del suministro eléctrico. Se ha “inundado” el mercado desde el lado de la oferta y, si el precio actual se mantiene, la generación convencional colapsará y no existirán incentivos para la inversión en capacidad adicional.

En el mes de diciembre, el Tribunal Constitucional Federal de Alemania dictó una sentencia por la que las empresas eléctricas alemanas tienen derecho a recibir una compensación razonable por el cierre prematuro de sus reactores nucleares, aunque la legislación del año 2011 para el cierre sea conforme con la constitución del país.

En el año 2010, el Gobierno de la Canciller Angela Merkel había aprobado la operación a largo plazo del parque nuclear alemán, por lo que las empresas propietarias de las centrales invirtieron varios miles de millones de euros en las mismas. Sin embargo, a raíz del accidente de Fukushima en marzo de 2011, el Gobierno alemán revirtió esta decisión, haciendo parar de forma inmediata a 8 reactores de los 17 que conformaban el parque nuclear en ese momento y, posteriormente, impedir la reanudación de su funcionamiento. Se estableció también la parada progresiva del resto de reactores, teniendo que cerrar el último en el año 2022.

De forma conjunta, las empresas eléctricas E.On, RWE y Vattenfall perdieron 8.336 MWe de potencia nuclear, por lo que emprendieron acciones legales para solicitar una compensación por el cierre prematuro de sus reactores, argumentando que el cambio de la ley constituía una expropiación y se había producido una devaluación de las inversiones realizadas.

En su fallo, el Tribunal Constitucional indicó que la legislación de cierre nuclear se adecúa en gran medida a la constitución alemana. No obstante, señaló “que viola el derecho a la propiedad constitucionalmente garantizado, hasta el punto en que la introducción de fechas fijas para el cierre de las centrales nucleares no asegura que la producción eléctrica asignada por ley a las centrales en 2002 sea utilizada por las compañías afectadas antes de las fechas previstas para su cierre”. Este Tribunal ha fallado que las empresas eléctricas deberán recibir, como mínimo, una compensación parcial por el cierre prematuro de las

Las empresas eléctricas alemanas tienen derecho a recibir una compensación por el cierre prematuro de sus reactores

centrales nucleares alemanas. Según el fallo, el legislador debe crear nuevas disposiciones legales para la ejecución de esta compensación antes de junio de 2018. El Tribunal no ha especificado cuánto dinero deberán recibir las empresas eléctricas, pero el fallo establece jurisprudencia para acuerdos extrajudiciales o para la presentación de nuevos litigios.

E.On ha declarado pérdidas de 8.000 millones de euros como resultado de esta orden del Gobierno alemán, mientras que Vattenfall declara pérdidas de 4.700 millones de euros. Se calcula que las pérdidas de RWE son de unos 6.000 millones de euros.

BÉLGICA

Durante 2016, los 7 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 41,28 TWh, el 51,72% del total de la electricidad consumida. Bélgica tiene un reactor parado.

En el mes de marzo, el organismo regulador nuclear belga (FANC) anunció que Electrabel, operador de las centrales de Doel y Tihange, ha completado más del 75% de los planes de acción post-Fukushima en ambas centrales. Se ha mejorado la protección frente a sucesos naturales extremos tales como inundaciones y terremotos, y se está finalizando el trabajo referente a lluvia torrencial y relámpagos. Electrabel también ha definido su estrategia para la protección frente a sucesos externos que provoquen la pérdida total de todas las fuentes de energía y/o la pérdida de refrigeración.

En el mes de mayo, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó su informe "Políticas energéticas de los países de la AIE: Bélgica – Revisión 2016" en el que indica que cerrar el parque nuclear entre los años 2022 y 2025 supondría un serio desafío para los esfuerzos del país para garantizar el suministro de electricidad y proporcionar electricidad competitiva baja en carbono. El informe señala que mantener la operación de las centrales nucleares, siempre que el organismo regulador las considere seguras, aliviaría las presiones sobre la garantía de suministro, reduciría los

El cierre de las nucleares belgas pondría en peligro el suministro eléctrico del país, según la Agencia Internacional de la Energía

costes de la generación de electricidad a medio plazo, podría reducir los costes del propio desmantelamiento de las instalaciones y proporcionar tiempo suficiente para las inversiones necesarias en nuevas tecnologías de producción de electricidad.

En este mismo sentido, en el mes de octubre el Foro Nuclear Belga publicó un informe realizado por PwC Enterprise Advisory en el que se indica que solamente mediante un mix adecuado de fuentes renovables y la continuidad de la operación del parque nuclear, Bélgica podrá disponer de precios estables de la energía, garantizará el suministro y podrá cumplir sus compromisos medioambientales. El estudio se centra en la transición energética en 2030 y más allá de 2050, concluyendo que después de 2050 habrá un incremento significativo de las emisiones de CO₂ si se abandona la energía nuclear, a pesar del esperado desarrollo masivo de potencia renovable. El coste y la competitividad de la electricidad generada en el país también se vería afectada por el cierre nuclear.

BULGARIA

Durante 2016, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 15,77 TWh, el 35,02% del total de la electricidad consumida. Bulgaria tiene 4 reactores parados.

En el mes de abril, el Organismo Internacional de Energía Atómica realizó una misión de seguimiento del Servicio Integrado de Revisión de la Regulación (IRRS) realizado en 2013, concluyendo que se habían realizado importantes avances en la seguridad nuclear desde entonces, pero indicando que podría ser preocupante el alto número de funcionarios del organismo regulador (BNRA). Entre las mejoras, cabe destacar la clara separación de responsabilidades entre el BNRA y el Ministerio de Salud, diferenciando las competencias sobre seguridad nuclear y protección radiológica.

En el mes de junio, el director de la central de Kozloduy anunció que se está planificando la extensión de la vida operativa de las unidades 5 y 6, al menos, durante 30 años adicionales. Para ello, la empresa operadora Bulgarian Energy Holding está preparando toda la documentación necesaria para presentar una solicitud a la agencia reguladora nuclear búlgara. La autorización de explotación de la unidad 5 expira en noviembre de 2017 y la de la unidad 6 en agosto de 2019. Por otra parte, el director de la instalación también anunció que en la unidad 6, un reactor de agua a presión VVER-1000/V-320 de 1.000 MWe, se utilizaría un nuevo tipo de combustible en la siguiente parada de recarga, que posibilitaría aumentar la potencia máxima en cerca de 100 MWe.



ESLOVAQUIA

Durante 2016, los 4 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 13,73 TWh, el 54,14% del total de la electricidad consumida. Eslovaquia tiene 2 reactores en construcción y 3 parados.

En el mes de enero se realizaron con éxito las pruebas de presión del circuito primario de la unidad 3 de la central de Mochovce, cuya construcción se encuentra completada en un 92%. Los generadores de vapor y las tuberías auxiliares soportaron durante 10 minutos una presión de hasta 19,12 megapascales, 190 veces la presión atmosférica normal, con lo se ha demostrado que el sistema y sus componentes puede mantener con seguridad vez y media la presión de operación. Por su parte, la unidad 4 ha completado el 75% de su construcción. Ambas unidades son reactores de agua a presión de 440 MW de diseño ruso VVER/V-231.

Eslovaquia construye dos reactores y Bulgaria planifica la operación a largo plazo de algunas de sus centrales

FINLANDIA

Durante 2016, los 4 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 22,28 TWh, el 33,70% del total de la electricidad consumida. Finlandia tiene un reactor en construcción.

A lo largo del año se han llevado a cabo distintas actuaciones para el proyecto de la central nuclear de Hanhikivi-1, un reactor de agua a presión de diseño ruso VVER-AES-2006 de 1.200 MWe de potencia, que se convertirá en 2024 en el sexto reactor en operación en el país. Así, el Ministerio de Empleo y Economía ha asignado 700.000 euros para la formación de los cerca de 4.000 trabajadores que participarán en la construcción de la central. Por otra parte, el contratista principal, Titan 2 ha firmado un acuerdo con Rolls-Royce Civil Nuclear para el diseño de la arquitectura de la instrumentación y control de la instalación. En el mes de septiembre comenzó el dragado y la ingeniería hidráulica para el puerto, las rutas marítimas y el canal de toma para el agua de refrigeración en la península de Hanhikivi.



Por otra parte, también se han realizado las pruebas de proceso de los sistemas de la unidad 3 de la central de Olkiluoto en construcción, representando un hito importante en el proyecto. Así, se ha comprobado el funcionamiento del sistema de refrigeración marino, de los sistemas electromecánicos, incluyendo todas las tuberías, y de los sistemas de instrumentación y control. En el mes de abril, la empresa propietaria de la central, TVO, envió al organismo regulador nuclear (STUK) y al Consejo de Estado finlandeses la solicitud para la autorización de explotación. STUK dedicará un año y medio a la evaluación de la solicitud. Se espera que Olkiluoto-3 comience su operación comercial a finales de 2018.

Finlandia, donde un tercio de su electricidad es de origen nuclear, construye un nuevo reactor que estará operativo en 2018

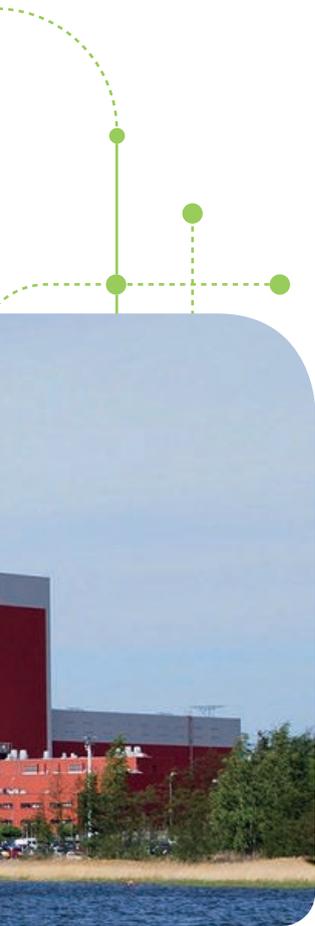
FRANCIA

Durante 2016, los 58 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 384,00 TWh, el 72,27% del total de la electricidad consumida. Francia tiene un reactor en construcción y 12 reactores parados.

En el mes de febrero, el Tribunal de Cuentas francés indicó en su informe anual que sería necesario invertir 100.000 millones de euros hasta el año 2030 para conservar los 58 reactores que conforman el parque nuclear francés. En esta cifra se incluyen los costes de mantenimiento futuros. El informe también indicó que la Ley de transición energética podría forzar a EDF a tener que cerrar hasta una tercera parte de sus reactores, entre 17 y 20, en 2025.

En el mes de marzo, EDF completó la instalación y el ensamblaje de los grandes componentes (los cuatro generadores de vapor, la vasija de presión del reactor, el presionador y las bombas principales) del circuito primario de la unidad 3 de la central de Flamanville, en construcción en el norte del país. De esta manera comienza una segunda fase con la instalación de los componentes electromecánicos, tales como los motores de válvulas y bombas. EDF realizará la carga de combustible y la puesta en marcha de este nuevo reactor en el último trimestre de 2018.

EDF pondrá en marcha el nuevo reactor francés en construcción, Flamanville 3, a finales de 2018





La Autoridad de Seguridad Nuclear francesa (ASN) solicitó la realización de inspecciones de los generadores de vapor de 18 centrales nucleares en operación a lo largo del segundo semestre del año para analizar una posible alta concentración de carbono en el acero de los cabezales inferiores del primario. Este análisis solo puede realizarse estando las centrales paradas.

La ASN indicó que estos cabezales podrían estar afectados por altas concentraciones de carbono como se había detectado en el fondo de la vasija del reactor de la unidad 3 de la central de Flamanville, que había sido fabricado en la forja Le Creusot de Areva. La detección de las altas concentraciones de carbono hizo que Areva revisase en 2015 el procedimiento de gestión de la calidad de cerca de 400 piezas manufacturadas en la forja de Le Creusot desde 1965. Las forjas utilizadas en los generadores de vapor de 12 de estas centrales procedían de Japan Casting and Forging Corporation (JCFC).

Tras las inspecciones realizadas, en el mes de diciembre el organismo regulador francés concluyó que las anomalías detectadas no suponían ningún riesgo para la seguridad de las centrales, por lo que concedió permiso a EDF para la reanudación de la operación de las mismas.

HUNGRÍA

Durante 2016, los 4 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 15,17 TWh, el 51,27% del total de la electricidad consumida.

A finales de diciembre, la Agencia de Energía Atómica húngara (HAEA) concedió una autorización de explotación por 20 años adicionales a la unidad 3 de la central de Paks. La solicitud había sido presentada por la empresa operadora MVM en diciembre de 2015. De esta forma, podrá estar en funcionamiento hasta el día 31 de diciembre de 2036, es decir 50 años desde su entrada en operación comercial en diciembre de 1986. Las unidades 1 y 2 ya disponen de la misma autorización hasta los años 2032 y 2034 y MVM presentó en el mes de diciembre la solicitud a la HAEA para la unidad 4 hasta diciembre de 2037. Las cuatro unidades de la central de Paks disponen de reactores de agua a presión de diseño ruso VVER/V-213 de 500 MWe de potencia bruta instalada.

Por otra parte, y tras el acuerdo firmado en junio de 2014 por Hungría y Rusia para la construcción de dos nuevas unidades de diseño ruso VVER-1200 en la central de Paks II, en el mes de enero la Comisión Europea planteó dudas sobre si la financiación de este proyecto podría considerarse como ayuda de Estado, ya que el

80% del coste sería cubierto por el Estado ruso, teniendo que devolver Hungría el préstamo entre 2026 y 2046 a un tipo de interés de entre el 3,95% y el 4,95%. En el mes de julio, la Comisión Europea impuso dos condiciones para autorizar el proyecto: la primera se refiere a que todos los temas relacionados con la supervisión de Paks II deben ser claramente diferenciados del diseño de políticas en el sector energético y del sistema global de supervisión de las centrales eléctricas del país. La segunda es que la electricidad producida en las dos nuevas unidades debe ser vendida de acuerdo a los principios de mercado en vez de directamente al operador de la red eléctrica nacional.

Adicionalmente, en el mes de septiembre MVM recibió una declaración de impacto ambiental positiva, de acuerdo a los requisitos europeos y nacionales y, en el mes de octubre, presentó una solicitud a la HAEA para la autorización del emplazamiento.

Rusia apoyará la construcción de dos nuevas unidades en el emplazamiento húngaro de Paks II

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 abril, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) llevó a cabo un Servicio Integrado de Revisión de la Regulación (IRRS), que concluyó que los organismos encargados de la regulación de la seguridad nuclear y de la protección radiológica están comprometidos con su labor de supervisión, pero necesitan garantizar que disponen de los recursos adecuados para los retos futuros, sobre todo en la hipótesis de la construcción de una nueva central nuclear. Los requisitos

regulatorios lituanos deben estar permanentemente actualizados con los estándares internacionales. En el mes de octubre se inauguró un nuevo almacenamiento temporal para el combustible irradiado de la central de Ignalina en la propia instalación. Se realizarán ensayos en condiciones reales con 10 contenedores, cuyo peso unitario es de 100 toneladas. Una vez superadas las pruebas, el organismo regulador nuclear lituano concederá una autorización para la operación comercial de la instalación, pudiéndose almacenar los más de 16.000 elementos irradiados generados durante los más de 40 años de operación acumulada de ambas unidades.

POLONIA

En el mes de marzo, el Organismo Internacional de Energía Atómica realizó un Servicio Internacional de Asesoría en Protección Física (IPPAS), en el que se revisaron los marcos legislativo y regulatorio relacionados con la seguridad para la gestión y el transporte de material nuclear y las instalaciones asociadas al mismo. Se inspeccionaron el reactor de investigación Maria y la planta de gestión de residuos radiactivos de Varsovia, así como el almacenamiento nacional de residuos radiactivos situado al norte de la capital.

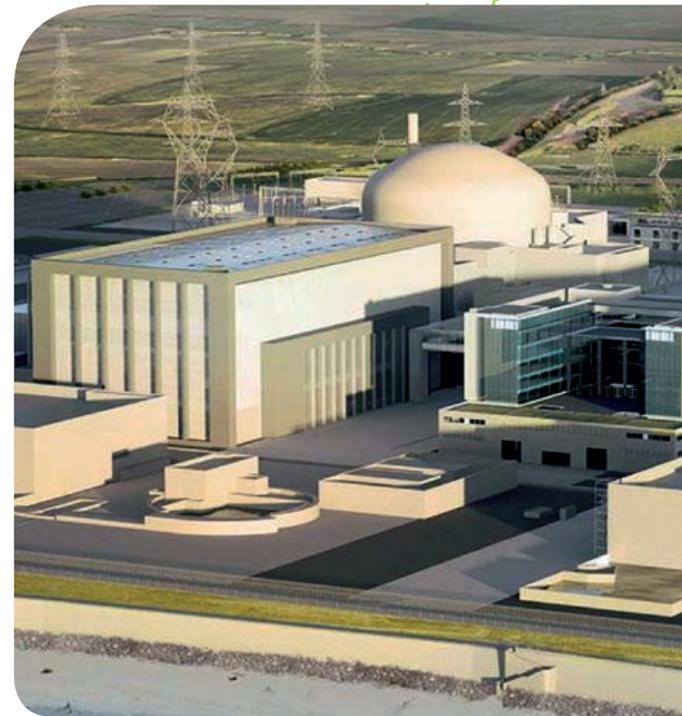
En la primavera de 2016 comenzó el proceso de selección del emplazamiento para la construcción de la primera central

nuclear del país, mediante la evaluación de las dos localizaciones candidatas, Choczewo y Lubiatowo-Kopalino, ambas cercanas a la costa báltica polaca en la provincia septentrional de Pomerania. Dicho proceso tendrá una duración de dos años.

En el mes de septiembre, el ministro de energía polaco anunció que a principios de 2018 el país abrirá el proceso de recepción de ofertas

para la construcción de cuatro o cinco reactores con una potencia conjunta de 6.000 MWe y que entrarán en operación a mediados de la década de 2030, más tarde de lo inicialmente previsto.

Polonia tiene seleccionados dos emplazamientos para la construcción de las primeras unidades nucleares del país



REINO UNIDO

Durante 2016, los 15 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 65,14 TWh, el 20,40% del total de la electricidad consumida. Reino Unido tiene 30 reactores parados.

En el mes de abril, se completó la construcción de la primera instalación de almacenamiento en seco de combustible irradiado en el em-

plazamiento de la central de Sizewell B, la única equipada con un reactor de agua a presión, lo que la permitirá operar hasta el año 2035, con la posibilidad de una renovación de su autorización de explotación por 20 años adicionales. Sizewell B comenzó su operación comercial en septiembre de 1995. El coste total del proyecto ha sido de 248 millones de euros, cubiertos en su totalidad por el Fondo de Responsabilidades Nucleares, un organismo financiero gubernamental creado para la financiación de las actividades de desmantelamiento y clausura de las instalaciones nucleares británicas. La construcción había comenzado en enero de 2013.

La construcción había comenzado en enero de 2013.

En el mes de junio, EDF Energy, empresa propietaria y operadora del parque nuclear británico, anunció que la salida del Reino Unido de la Unión Europea, denominada como *Brexit*, no tendrá impacto en los negocios y la estrategia empresarial de EDF en el Reino Unido, incluyendo los planes para la construcción de una nueva central nuclear en Hinkley Point C.

En este sentido, el 28 de julio, el Consejo de Administración de EDF tomó la decisión final de inversión en dicha planta y autorizó al presidente de la compañía a asegurar su ejecución completa en el marco del proceso de firma de todos los contratos y acuerdos necesarios para construir dos nuevos reactores en Hinkley Point C en Somerset en el suroeste de Inglaterra. Estos dos nuevos reactores de agua a presión del tipo EPR de 1.600 MWe de potencia instalada tendrán un coste de 18.000 millones de libras esterlinas, y producirán el 7% de la electricidad consumida en el Reino Unido en 2025, año en el que está prevista su puesta en operación. Tendrán una vida operativa de 60 años. En el mes de septiembre, el Gobierno británico autorizó la construcción de estos reactores tras una revisión en profundidad de todo el proyecto.

Reino Unido ha confirmado la construcción de dos nuevos reactores nucleares en Hinkley Point C



REPÚBLICA CHECA

Durante 2016, los 6 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 22,72 TWh, el 29,36% del total de la electricidad consumida.

En el mes de marzo, la Oficina Estatal para la Seguridad Nuclear (SÚJB), el organismo regulador nuclear checo, concedió una autorización de explotación por tiempo indefinido a la unidad 1 de la central de Dukovany. Un reactor de agua a presión de diseño ruso VVER/V-213 de 500 MWe de potencia eléctrica bruta, que comenzó su operación comercial en mayo de 1985.

En el mes de julio, la empresa eléctrica estatal CEZ solicitó al Ministerio de Medio Ambiente que comience los procedimientos para evaluar el impacto ambiental de disponer de hasta dos nuevos reactores en la central de Dukovany, que actualmente cuenta con cuatro reactores en operación con una potencia instalada conjunta de 2.000 MWe.

En el mes de diciembre, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó su informe “Políticas energéticas de los países de la AIE: República

El Gobierno checo quiere impulsar la energía nuclear con la construcción de nuevas unidades en sus emplazamientos de Dukovany y Temelin

Checa” en el que indica que el país debe seleccionar en 2020 una tecnología específica para la construcción de nuevos reactores nucleares, de tal manera que las autorizaciones sean concedidas en 2025 y la construcción terminada antes de 2035. Este proceso supondrá un análisis detallado de los papeles del Gobierno y de los operadores de las centrales nucleares. La política energética del Gobierno checo aprobada en julio de 2015 establece que se construya un nuevo reactor en la central de Dukovany y tres nuevas unidades en la central de Temelin, que actualmente cuenta con dos reactores en operación.

RUMANÍA

Durante 2016, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 10,36 TWh, el 17,09% del total de la electricidad consumida.

El Gobierno de Rumanía considera que la construcción de nuevos reactores será crucial para la estrategia energética del país

En el mes de octubre, el ministro de energía rumano indicó que la construcción de las unidades 3 y 4 de la central de Cernavoda será crucial para la estrategia energética del país, ya que se refuerza la seguridad de suministro al ser el único país de la región que dispone de una cadena de suministro nuclear integrada utilizando tecnología norteamericana.

En el mes de noviembre de 2015, la empresa eléctrica pública Nuclearelectrica firmó un acuerdo con la empresa china Nuclear Power Corporation para el desarrollo, construcción, operación y desmantelamiento de dos reactores de agua pesada a presión de diseño CANDU-6. Los detalles de la negociación se encuentran muy avanzados y Nuclearelectrica planea crear en 2017 una compañía que se encargue de la construcción de ambas unidades.

SUECIA

Durante 2016, los 10 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 64,64 TWh, el 40,03% del total de la electricidad consumida. Suecia tiene 3 reactores parados.

En el mes de mayo, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) llevó a cabo una misión de seguimiento del Servicio Integrado de Revisión de la Regulación (IRRS) que había realizado en 2012, en el que concluyó que el sistema regulador nuclear sueco es robusto y continua mostrando un buen progreso. El organismo regulador SSM se enfrenta a posibles retos derivados de la disminución de los precios

de la electricidad y de los cambios en la política energética encaminada al incremento de las fuentes renovables y la eficiencia energética. Según el OIEA, el organismo regulador sueco necesita prepararse para una posible clausura a gran escala de las centrales nucleares, por lo que ha de evaluar los recursos que necesitará en el futuro. Desde el año 2012, este organismo ha realizado grandes mejoras en las actividades de inspección y en la preparación para emergencias radiológicas.

En el mes de junio, el Gobierno formado por los Social Demócratas y los Verdes y los partidos de la oposición (Moderados, Partido del centro y los Demócratas Cristianos) acordaron que en los próximos años se puedan construir hasta 10 nuevos reactores en los emplazamientos existentes y que se pueda prolongar la vida operativa de las unidades actualmente en operación.

Este acuerdo supone un cambio en la política energética de los partidos de izquierda en el Gobierno, ya que el objetivo 100% renovable en 2040 no significa que las centrales nucleares hayan de ser cerradas en esa fecha.

También mediante este acuerdo, a partir del año 2017, se eliminará un impuesto a la producción nuclear que se introdujo en el año 1984 y que había crecido de forma progresiva hasta que en el año 2000 se sustituyó por un impuesto sobre la potencia instalada. Actualmente, tiene un valor de 0,6 céntimos de euro por kWh. Este impuesto suponía una amenaza para la continuidad del parque nuclear sueco.

Más del 40% de la electricidad que se consume en Suecia procede de sus diez reactores en operación

5.2 ESTADOS UNIDOS

Durante 2016, los 99 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 805,32 TWh, el 19,74% del total de la electricidad consumida. Estados Unidos tiene 4 reactores en construcción y 34 reactores parados.

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.

La mayor parte del parque nuclear estadounidense tiene autorizaciones para operar a largo plazo

Durante el año 2016, 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:

- Las dos unidades de la central de Braidwood, dos reactores de agua a presión PWR de 1.270 MW y 1.230 MW respectivamente, que comenzaron su operación comercial en julio y octubre de 1988 respectivamente.
- Las dos unidades de la central de La Salle, dos reactores de agua en ebullición BWR de 1.207 MW, que comenzaron su operación comercial en enero y octubre de 1984 respectivamente.
- La central de Grand Gulf-1, un reactor de agua en ebullición BWR de 1.500 MW que comenzó su operación comercial en julio de 1985.
- La unidad 2 de la central de Fermi, un reactor de agua en ebullición BWR de 1.198 MW que comenzó su operación comercial en enero de 1988.

De esta manera, a finales de 2016, la NRC había renovado sus autorizaciones de explotación a 82 reactores de los 99 en funcionamiento en el país. Otras 8 solicitudes se encuentran en proceso de revisión, y se espera la presentación de otras 5 solicitudes en los próximos cinco años.

Construcción de nuevas centrales

En el mes de febrero, el organismo regulador nuclear estadounidense, la NRC, emitió dos licencias de construcción y operación (COL, por sus siglas en inglés) para dos nuevos reactores en la central de South Texas en el estado de Texas.

Estas licencias son la quinta y sexta que emite la NRC bajo su nuevo proceso de licenciamiento y permitirán a la empresa Nuclear Innovation North America (NINA) construir y operar dos reactores avanzados de agua en ebullición (ABWR) en este emplazamiento, donde ya hay dos unidades en funcionamiento.

En el mes de octubre, la unidad 2 de la central nuclear Watts Bar inició su operación comercial tras completar una larga serie de pruebas de aumento de potencia, habiendo funcionado de manera fiable a plena potencia durante más de tres semanas. Durante las pruebas aportó más de 500 millones de kWh de energía libre de emisiones de carbono. La planta, con un reactor de agua a presión (PWR) de 1.218 MWe de potencia instalada, alcanzó su primera criticidad en mayo y se conectó a la red en junio.

Estados Unidos
construye cuatro
reactores y tiene
seis permisos para
nuevas unidades

La central de Watts Bar, que se encuentra en Spring City (estado de Tennessee), alberga dos reactores nucleares que se comenzaron a construir en 1973, obra que fue suspendida en 1985. Posteriormente, TVA decidió reanudar el trabajo en la unidad 1, que comenzó a funcionar en 1996. En 2007, TVA reanudó la construcción de Watts Bar 2. Durante estos trabajos, se han incorporado las mejoras que la NRC establece como requisitos indispensables tras el accidente de Fukushima.

En el mes de noviembre, la empresa Nuclear Development LLC, con sede en Washington, anunció que será la encargada de terminar la construcción de la central nuclear de Bellefonte, ubicada en el estado de Alabama, adquirida en subasta pública por un precio de 111 millones de dólares. La central cuenta con dos reactores de agua a presión PWR de diseño Babcock & Wilcox, cuya construcción comenzó en 1974 y fue suspendida en 1988, estando completado el 55% del proyecto. Esta central era propiedad de Tennessee Valley Authority (TVA), cuyo consejo de administración decidió su venta en el mes de mayo, por Nuclear Development LLC, que ha declarado que invertirá 13.000 millones de dólares adicionales para finalizar la construcción de la central.

La nueva empresa propietaria de Bellefonte espera que este proyecto genere entre 3.000 y 4.000 puestos de trabajo temporales durante la construcción de la central y unos 2.000 empleos permanentes cuando entre en servicio.

Cierre de la central de Fort Calhoun

En el mes de octubre, Omaha Public Power District (OPPD) paró la central nuclear Fort Calhoun de forma definitiva, debido a las condiciones del mercado, incluyendo los bajos precios del gas natural y una demanda menor de electricidad. La decisión de cierre había sido tomada por el consejo de administración de OPPD a mediados del mes de junio.

Fort Calhoun disponía de un reactor de agua a presión PWR de 512 MW de potencia bruta instalada. Había comenzado su operación comercial en septiembre de 1973, y el organismo regulador nuclear estadounidense había concedido en noviembre de 2003 una autorización de explotación hasta 2033. Desde 2012 estaba siendo operada por Exelon Generation Co., y entre 2011 y 2013 se realizó una larga parada para implementar mejoras en los sistemas de operación y seguridad. Esta central generaba una tercera parte de la producción total de OPPD y un 25% de la electricidad libre de emisiones consumida en el estado de Nebraska, en el cual ahora solo queda en operación la central de Cooper.

Regulación nuclear y medio ambiente

En el mes de septiembre, una propuesta de la Comisión de Servicio Público del Estado de Nueva York para proporcionar pagos adicionales a centrales nucleares del norte del estado podría mantener cuatro reactores nucleares en operación, en vez de tener que cerrarse permanentemente, a pesar de los bajos precios del gas y por su contribución a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

La central de Fitzpatrick, un reactor BWR de 849 MW propiedad de Entergy, la central de Ginna, un reactor PWR de 608 MW propiedad de Exelon Generation, y las dos unidades de la central de Nine Mile Point, un reactor BWR de 642 MW y un reactor PWR de 1.320 MW propiedad de Constellation y de Exelon Generation respectivamente, no serían clausuradas de forma prematura si dicha propuesta fuese finalmente aprobada.



Las cuatro unidades tienen concedida por el organismo regulador nuclear estadounidense autorizaciones de explotación hasta 60 años. Las tres primeras llevan más de 40 años de operación, puesto que fueron puestas en servicio en la primera mitad de la década de 1970, y la cuarta 28 años, pues comenzó su operación en 1988.

Esta propuesta excluyó inicialmente a las dos unidades en operación de la central de Indian Point, emplazadas en una zona donde los precios de la electricidad son mayores, pero los funcionarios de la Comisión tienen en cuenta la posibilidad de incluir dichas unidades en el futuro si las condiciones económicas cambiasen.

En el mes de diciembre, el gobernador del Estado de Illinois firmó una Ley energética (*Future Energy Jobs Bill*) que reconoce el valor de la energía nuclear como una fuente de producción de electricidad limpia.

Con la aprobación de esta Ley, se evita el cierre anticipado de las centrales nucleares de Clinton y Quad Cities, ambas propiedad de la empresa Exelon Corporation, que en mayo de 2016 anunció el cierre anticipado de ambas si el Gobierno de Illinois no aceptaba una enmienda a la Ley energética respaldada por más de 200 empresas, sindicatos y organizaciones ambientalistas, y en la que se incluía un Estándar de Cero Emisiones (ZES por sus siglas en inglés) que reconoce el valor de las energías no contaminantes mediante un sistema de créditos a las energías limpias.

Se trata de dos de las plantas con mejores indicadores de funcionamiento de Exelon, que ha asegurado que durante los últimos siete años ambas centrales habrían incurrido en una pérdida total de 800 millones de dólares debido a los precios bajos de la electricidad y a la competencia de otras fuentes energéticas como el gas natural y las renovables, subvencionadas por el Gobierno.

La central de Clinton cuenta con un reactor de agua en ebullición BWR de 1.098 MW de potencia bruta instalada que comenzó su operación comercial en 1987 y la de Quad Cities con dos reactores BWR a los que el organismo regulador nuclear estadounidense ya ha concedido autorización para 60 años de operación y que iniciaron su funcionamiento en 1973. La firma de esta Ley va a permitir mantener 4.200 puestos de trabajo en ambas centrales y evitará la pérdida de 1.200 millones de dólares en actividad económica.

5.3 OTROS PAÍSES

ARGENTINA

Durante 2016, los 3 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 7,67 TWh, el 5,62% del total de la electricidad consumida. Argentina tiene un reactor en construcción.

En el mes de junio, la Autoridad Reguladora Nuclear argentina concedió la autorización de explotación para la unidad 2 de la central de Atucha, tras haber completado con éxito la empresa operadora, Nucleoelectrica Argentina, todas las pruebas técnicas y el proceso de formación del personal. Esta unidad está equipada con un reactor de agua pesada a presión PHWR de 745 MW de potencia instalada, que se puso en marcha en julio de 2014.

En el mes de julio, Argentina y China firmaron un memorando de entendimiento para la construcción de dos nuevos reactores nucleares en el país austral con financiación de bancos chinos de hasta un 85% de los proyectos, con un periodo de devolución de 18 años a un tipo de interés inferior al 6,5%.

Uno de ellos será un reactor de agua pesada a presión en el emplazamiento de la central de Atucha y el otro será un reactor de agua a presión en un emplazamiento por decidir.

Argentina, que tiene tres reactores operativos, construirá nuevas centrales nucleares con el apoyo de China



ARMENIA

Durante 2016, su reactor nuclear en funcionamiento produjo 2,19 TWh, el 31,41% del total de la electricidad consumida. Armenia tiene un reactor parado.

En el mes de noviembre, el Organismo Internacional de Energía Atómica llevó a cabo una misión internacional sobre “Aspectos de Seguridad para la Operación a Largo Plazo” (SALTO por sus siglas en inglés) en la unidad 2 de la central de Armenian, concluyendo que los operadores deben desarrollar e implementar metodologías para asegurar que se evalúan todos los sistemas relacionados con la seguridad y que los resultados se documentan adecuadamente. También solicitó que los componentes mecánicos relevantes para la seguridad se revisen durante la operación continuada de la central.

Por otra parte, en el mes de diciembre se completó la primera fase del estudio de viabilidad para la continuidad de la operación de esta unidad 2 hasta el año 2027. Armenian-2 está equipada con un reactor de agua a presión VVER de 408 MWe de potencia instalada que comenzó su operación comercial en mayo de 1980.

BIELORRUSIA

Bielorrusia tiene dos reactores en construcción en la central de Belarussian en Ostrovets. Se trata de dos unidades de diseño ruso de agua a presión VVER-1200/V-491 de 1.194 MW de potencia instalada bruta. En la unidad 1 ya se han completado los internos de la vasija del reactor y en el mes de marzo se realizaron las pruebas hidráulicas de la tapa de la vasija, confirmando la resistencia y densidad del metal base y todas las juntas soldadas de la misma. En el mes de noviembre se colocó la vasija de presión de la unidad 2, que tiene un peso de 330 toneladas, una altura de 13 metros y un diámetro de 4,5 metros. Está previsto el comienzo de la operación de la unidad 1 en 2018 y de la unidad 2 en 2020.

En el mes de octubre, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) llevó a cabo un Servicio Integrado de Revisión de la Regulación (IRRS), que concluyó que el país tiene el reto de regular la operación segura de su primera central nuclear y que debería asegurar una su-

pervisión reguladora efectiva de la instalación cuando comience su operación comercial. Esta misión tenía como objetivo evaluar el marco regulatorio de la seguridad nuclear y la protección radiológica en el país, al que el OIEA ha considerado como uno de los más avanzados “entrantes” en el sector nuclear. Una de las principales áreas de mejora es la de preparación y respuesta ante emergencias.

Bielorrusia pondrá en marcha su primer reactor en 2018 y su segunda unidad en 2020

BRASIL

Durante 2016, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 15,86 TWh, el 2,93% del total de la electricidad consumida. Brasil tiene un reactor en construcción.

En el mes de enero, el Laboratorio de Calibración y Monitorización de la Radiación Electronuclear (LCMR) recibió la acreditación de Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología, convirtiéndose en el primero de seis laboratorios nacionales en recibir esta certificación de calidad, mediante la que se garantiza la precisión del funcionamiento del laboratorio y la conformidad con los estándares preestablecidos. Para su obtención, este Laboratorio se ha sometido a distintas auditorías técnicas, así como a la visita de diferentes grupos de expertos.

CANADÁ

Durante 2016, los 19 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 97,44 TWh, el 15,63% del total de la electricidad consumida. Canadá tiene 6 reactores parados.

En el mes de febrero, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó su informe “Políticas energéticas de los países de la AIE: Canadá” en el que se indicaba que los modelos de generación y los precios de electricidad cambiantes, incluyendo la reducción del uso del carbón y el agotamiento de la vida operativa de los reactores nucleares en los próximos diez a veinte años, podría poner en duda la estrategia establecida por algunas de las provincias de Canadá en relación a la autosuficiencia energética. El informe destaca también la importancia del éxito de las remodelaciones de diez reactores en la provincia de Ontario para mantener la contribución de la energía nuclear al sistema eléctrico canadiense, mayoritariamente basado en fuentes bajas en carbono.

Por otra parte, el informe indica que el Almacenamiento Geológico Profundo (AGP) para el combustible irradiado planificado podría comenzar su funcionamiento alrededor de 2035, aproximadamente una década después de los AGP planificados en Suecia y Finlandia.

En el mes de agosto, el organismo regulador nuclear canadiense remitió su séptimo informe nacional a la Convención de Seguridad Nuclear de Naciones Unidas, en el que se concluye que ninguno de los sucesos operativos ocurridos en las centrales nucleares canadienses entre abril de 2013 y marzo de 2016 supusieron una amenaza significativa para la salud y la seguridad de la población y el medioambiente.

El sistema eléctrico canadiense está mayoritariamente basado en fuentes bajas en carbono, como la nuclear



China, con 20 reactores en construcción y 36 operativos, es el país que más centrales nucleares construye

CHINA

Durante 2016, los 36 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 210,5 TWh, el 3,56% del total de la electricidad consumida. Esta producción supuso un aumento del 23,5% respecto al año anterior. China tiene 20 reactores en construcción.

En el mes de abril, el Gobierno chino anunció sus planes para la construcción de 20 reactores nucleares flotantes, diseñados para su utilización en zonas aisladas y para la exploración y explotación de petróleo y gas en alta mar. De esta forma, en el mes de noviembre comenzó la construcción de la primera de estas unidades de demostración, un reactor avanzado de agua a presión de diseño nacional de 60 MW de potencia.

En el mes de septiembre, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) llevó a cabo un Servicio Integrado de Revisión de la Regulación (IRRS), que indicó que la mayor parte de las recomendaciones realizadas en una misión anterior en 2010 habían sido implementadas, aunque habría que mejorar áreas como la gestión de los residuos o la continuidad de la operación. El marco regulador de la seguridad nuclear y radiológica es eficaz, pero necesitará un mayor desarrollo debido al rápido crecimiento de la energía nuclear en el país. China ha de aprobar una ley de energía nuclear, asegurando la independencia y la transparencia del organismo regulador y la asignación de responsabilidades a los operadores de acuerdo con los principios de seguridad del OIEA.

COREA DEL SUR

Durante 2016, los 25 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 154,25 TWh, el 30,30% del total de la electricidad consumida. Corea del Sur tiene 3 reactores en construcción.

En el mes de diciembre comenzó la operación comercial de la unidad 3 de la central de Shin-Kori en la localidad de Ulsan en el sureste del país. Se trata del primer reactor avanzado de agua a presión APR-1400 de 1.455 MWe de potencia bruta instalada y diseño surcoreano. Este reactor alcanzó su primera criticidad el 29 de diciembre de 2015 y se conectó a la red eléctrica nacional a mediados del mes de enero de 2016.

En el mes de mayo, el Ministerio de Comercio, Industria y Energía anunció que el país elegirá en 2028 el emplazamiento para el Almacenamiento Geológico Profundo para albergar el combustible irradiado. Se espera que su construcción quede terminada a principios de la década de 2050. Corea del Sur tiene cerca de 9.000 toneladas de combustible irradiado almacenadas en piscinas temporales. Algunas de ellas podrían saturarse a finales del año 2017.

El 30% de la electricidad de Corea del Sur se obtiene gracias a sus 25 reactores operativos

EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

Emiratos Árabes Unidos tiene cuatro reactores en construcción. Emirates Nuclear Energy Corporation está construyendo cuatro reactores de agua a presión APR-1400 de 1.400 MW de potencia instalada de diseño surcoreano.

En el mes de julio, la empresa propietaria de la central nuclear de Barakah en construcción, Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC), completó las pruebas de integridad estructural y de tasa integrada de fuga del edificio de contención del reactor de la unidad 1. En el mes de abril, completó la construcción de la cúpula de hormigón del edificio de contención de la unidad 2. En el mes de julio, instaló la vasija de presión del reactor de la unidad 3 y, en el mes de agosto, los generadores de vapor de esta misma unidad. A final de año y en su conjunto estos reactores estaban completados en un 75%.



Emiratos Árabes Unidos construye en el emplazamiento de Barakah los primero cuatro reactores del país

En el mes de noviembre, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) llevó a cabo una misión de Servicio de Asesoramiento de la Protección Física (IPPAS) para la revisión de las prácticas de seguridad y el marco legislativo y regulador nuclear del país, conclu-

yendo que son robustas y sostenibles. Por otra parte, en el mes de agosto la Autoridad Federal de Regulación Nuclear envió al OIEA su tercer informe nacional como parte de la 7ª Reunión de Revisión de la Convención de Seguridad Nuclear, describiendo sus obligaciones en el avance de la construcción de las cuatro unidades de la central de Barakah y las medidas adoptadas y las lecciones aprendidas tras el accidente de Fukushima en marzo de 2011.

INDIA

Durante 2016, los 21 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 34,99 TWh, el 3,37% del total de la electricidad consumida. India tiene 5 reactores en construcción.

En el mes de febrero, el Organismo Internacional de Energía Atómica anunció que India había ratificado la Convención sobre Indemnización Suplementaria por Daños Nucleares, un tratado multilateral relativo a la responsabilidad y la compensación por daños causados por un accidente nuclear.

En el mes de junio, el presidente indio, Narendra Modi, y el presidente estadounidense, Barack Obama, anunciaron un contrato, primero tras el acuerdo civil nuclear alcanzado entre India y Estados Unidos en 2008, para la ingeniería y el trabajo de diseño para la construcción en el país de seis reactores AP-1000 de tercera generación de diseño Westinghouse.

En el mes de agosto, se conectó a la red la unidad 2 de la central de Kudankulam, la unidad número 22 del parque nuclear indio, un reactor de agua a presión VVER-V-412 de diseño ruso de 1.000 MW de potencia instalada. Por otra parte, en el mes de octubre se vertió el primer hormigón de las losas de cimentación de las unidades 3 y 4 de esta central, en cuya construcción tendrá una participación de la industria local de entre un mínimo del 50% y el 60%, lo que reducirá los costes de construcción en aproximadamente un 20%, respecto a los de las unidades 1 y 2.

India tiene 5 reactores en construcción y cuenta con 21 unidades operativas



IRÁN

Durante 2016, su reactor nuclear en funcionamiento produjo 5,92 TWh, el 2,11% del total de la electricidad consumida.

En el mes de enero, el Consejo Europeo levantó todas las sanciones económicas y financieras de la Unión Europea al país persa, tras la verificación por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) que Irán había implementado todas las medidas establecidas en el acuerdo alcanzado en el mes de julio de 2015 con el denominado grupo P5+1 (formado por Alemania y los cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad de Naciones Unidas, Estados Unidos, Rusia, China, Reino Unido y Francia), mediante el que se limita su capacidad para desarrollar armamento nuclear y se asegura la naturaleza pacífica del programa nuclear iraní. El OIEA ha instalado un dispositivo en la planta de enriquecimiento de uranio de Natanz para verificar que se mantiene el nivel de enriquecimiento en un máximo del 3,67%, y que también permite medir la cantidad de uranio-235 y la cantidad total de uranio en las instalaciones de centrifugación.

Por otra parte, en el mes de mayo la Autoridad Reguladora Nuclear iraní ha concedido una autorización a la Compañía de Generación y Desarrollo de la Energía Nuclear de Irán para operar la unidad 1 de la central de Busher. Los operadores iraníes habían estado operando la central bajo la supervisión de expertos nucleares rusos desde su puesta en marcha en septiembre de 2013. Esta unidad fue diseñada y construida por la empresa estatal rusa Rosatom.

JAPÓN

Durante 2016, de los 42 reactores que forman el parque nuclear, 3 unidades han estado en funcionamiento y produjeron 17,45 TWh, el 2,15% del total de la electricidad consumida. Japón tiene 2 reactores en construcción y 18 reactores parados.

En el mes de agosto, la unidad 3 de la central de Ikata, un reactor de agua a presión PWR de 890 MW de potencia instalada, reanudó su operación comercial, convirtiéndose en la tercera unidad en hacerlo después del accidente de Fukushima de marzo de 2011, tras las dos unidades de la central de Sendai que lo hicieron en los meses de septiembre y noviembre de 2015.



En el mes de febrero también habían reanudado su operación comercial las unidades 3 y 4 de la central de Takahama, pero en el mes de marzo un juzgado de la prefectura de Takahama emitió una orden contra dicha reanudación, por lo que ambas centrales tuvieron que pararse de nuevo. Esta decisión respondió a una demanda interpuesta por la población local y grupos antinucleares.

El OIEA ha instado al Gobierno japonés a facilitar la puesta en marcha del parque nuclear



Por otra parte, en el mes de junio, el organismo regulador nuclear japonés concedió autorizaciones de explotación para 20 años adicionales a las unidades 1 y 2 de la central de Takahama. Así, cuando se reanude su funcionamiento, la unidad 1 podrá operar hasta noviembre de 2034 (comenzó su operación comercial en noviembre de 1974) y la unidad 2 hasta noviembre de 1975 (comenzó su operación comercial en noviembre de 1975). Asimismo, en el mes de noviembre concedió autorización a la unidad 3 de la central de Mihama para operar hasta diciembre de 2036 (comenzó su operación comercial en diciembre de 1976).

En el mes de octubre, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) publicó su informe *Energy Policies of IEA Countries - Japan Review 2016*, en el que indica que el cierre gradual de 48 reactores nucleares en Japón tras el accidente de Fukushima-Daiichi ha llevado a un aumento significativo del uso de combustibles fósiles, más importaciones de combustible y más emisiones de dióxido de carbono. El informe señala además que el cierre nuclear ha elevado los precios de la electricidad a niveles insostenibles.

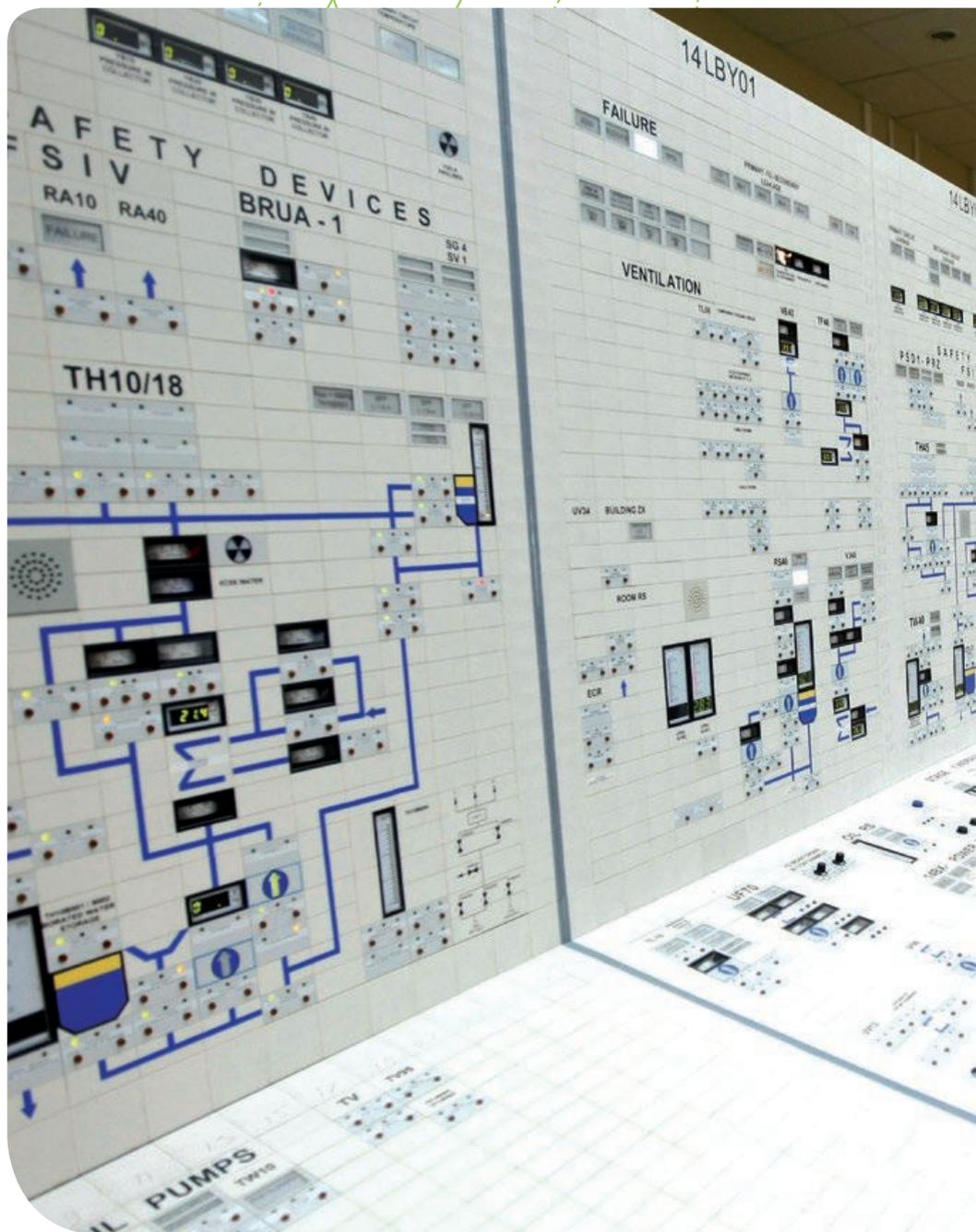
El OIEA ha instado al Gobierno japonés a facilitar la puesta en marcha de las centrales nucleares una vez se haya garantizado su seguridad, para contribuir a un suministro eléctrico fiable, de bajo coste y con bajas emisiones. Asimismo, recomienda que el organismo regulador cuente con todas las herramientas necesarias para conservar al personal con experiencia, reclutar nuevos trabajadores y continuar la formación. Otra de las recomendaciones es la de fomentar los esfuerzos de la industria para beneficiarse de la ayuda internacional y, de esa manera, mantener una fuerte cultura de seguridad que sea avalada y reforzada de forma continua por todo el personal que trabaja en instalaciones nucleares.

PAKISTÁN

Durante 2016, los 4 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 5,09 TWh, el 4,39% del total de la electricidad consumida. Pakistán tiene 3 reactores en construcción.

En el mes de agosto, alcanzó su primera criticidad la unidad 3 de la central de Chasnupp, el cuarto reactor en operación en el país. En el mes de octubre se conectó a la red eléctrica nacional y, en el mes de diciembre, obtuvo la autorización provisional después de completar con éxito la denominada prueba de las 100 horas. Finalmente, comenzó oficialmente su operación comercial el 28 de diciembre, en una ceremonia presidida por el primer ministro pakistaní Nawaz Sharif.

La unidad 3 dispone de un reactor de agua a presión CNP-300 de diseño chino con una potencia bruta instalada de 340 MWe. Otras dos unidades de las mismas características se encuentran en operación comercial desde los años 2000 y 2011, y se espera el comienzo del funcionamiento de una cuarta unidad a lo largo del año 2017.





RUSIA

Durante 2016, los 35 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 179,72 TWh, el 17,14% del total de la electricidad consumida. Rusia tiene 7 reactores en construcción y 6 reactores parados.

En el mes de mayo, la empresa pública operadora del parque nuclear ruso Rosenergoatom anunció que aumentará el porcentaje de electricidad de origen nuclear en el *mix* del país desde el 18,6% del año 2015 al 21% en el año 2030. La producción se incrementará en un 73% hasta 338 TWh en dicho año 2030.

En el mes de agosto, el Gobierno ruso aprobó planes para la construcción y puesta en marcha de 11 nuevos reactores nucleares hasta el año 2030, incluyendo una unidad de Generación IV del tipo BN-1200, un reactor rápido refrigerado por sodio que se construirá en la central de Beloyarsk, en los Urales meridionales.

En el mes de octubre comenzó la construcción de la infraestructura costera para la primera central nuclear flotante del mundo, en la ciudad ártica de Pavvek en la región remota de Chukotka. Está prevista la entrada en operación en el otoño de 2019, convirtiéndose en la central nuclear más septentrional del planeta, y producirá electricidad para las grandes compañías mineras de Chukotka, estando equipada con dos reactores KLT-40S de 35 MW cada uno.

En el mes de julio comenzaron las pruebas de la planta, que se está construyendo sobre una barcaza especialmente diseñada para la misma, en los astilleros del mar báltico en San Petesburgo.

Rusia, que tiene siete reactores en construcción y 35 en funcionamiento, tendrá la primera central nuclear flotante del mundo

SUDÁFRICA

Durante 2016, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 15,21 TWh, el 6,61% del total de la electricidad consumida. Esta producción ha supuesto un incremento de casi el 40% respecto a la del año anterior.

En el mes de abril, la empresa eléctrica de capital público Eskom presentó al organismo regulador nuclear nacional dos solicitudes para sendos nuevos emplazamientos en Thyspunt en Cabo Oriental y en Dugnefontein en Cabo Occidental, en los que poder construir “múltiples instalaciones nucleares”. En este sentido, en el mes de noviembre el Departamento de Energía presentó un plan para tener un tercer reactor en operación comercial en el año 2037, con un total de 20.385 MW nucleares nuevos en el horizonte de 2050.

En el mes de diciembre, el Organismo Internacional de Energía Atómica llevó a cabo un Servicio Integrado de Revisión de la Regulación (IRRS), que indicó que Sudáfrica tiene un marco regulatorio robusto para la seguridad nuclear, aunque recomendó algunas mejoras en relación a la independencia reguladora y la supervisión de la protección radiológica, fundamentalmente la integración de los organismos reguladores de seguridad nuclear y de protección reguladora en una única institución.

SUIZA

Durante 2016, los 5 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 20,30 TWh, el 34,44% del total de la electricidad consumida. Suiza tiene un reactor parado.

En el mes de marzo, BKW-FMB Energia AG, empresa propietaria y operadora de la central de Mühleberg, confirmó a la Inspección Federal de Seguridad Nuclear (ENSI), el organismo regulador suizo, que en diciembre de 2019 parará definitivamente la operación de la central de Mühleberg, equipada con un reactor de agua en ebullición BWR-4 de 390 MW de potencia instalada y que comenzó su operación comercial en noviembre de 1972. De esta forma, esta unidad habrá operado durante 47 años. Las razones esgrimidas por BKW para el cierre son la incertidumbre política y regulatoria.

En el mes de noviembre, se celebró un referéndum en el que la mayoría de los ciudadanos suizos (el 54,2%) rechazaron una iniciativa popular -apoyada por el Partido Verde- que proponía introducir una estricta agenda para eliminar gradualmente la energía nuclear en el país.

En 2010 Suiza contaba con un plan para sustituir los cinco reactores que conforman el parque nuclear suizo, apoyado en referéndum por los ciudadanos y con el respaldo técnico del organismo regulador del país. Este programa fue eliminado por un voto del Consejo Nacional en 2011, cuatro meses después del accidente de Fukushima, y Suiza emprendió el camino para cerrar progresivamente sus centrales nucleares.



Tras la celebración del referéndum del mes de noviembre (el séptimo que se celebraba en el país sobre este asunto desde 1979, todos ellos con resultado a favor de la continuidad de la energía nuclear) y que contó con una participación del 45% de los ciudadanos, la mayoría de los suizos manifestaron su oposición al cierre anticipado de las centrales, que habría llevado a Beznau 1 y 2 así como a Mühleberg a cesar su actividad en 2017 (al haber cumplido ya 45 años) y a Gösgen y Leibstadt en 2024 y 2029 respectivamente.

Puesto que una aprobación del referéndum suponía cambios en la constitución del país,

para haber salido adelante se necesitaban dos mayorías: la de la población y la de los cantones que conforman el país. Ninguna de las dos se alcanzó, ya que también 20 de los 26 cantones rechazaron la propuesta. En casi todos los cantones de habla germana, en los que se encuentran los cinco reactores, el rechazo fue abrumador. En la mayoría de los francófonos, el resultado fue favorable.

La mayoría de los ciudadanos suizos rechazaron en referéndum el cierre anticipado de las centrales nucleares del país



TURQUÍA

En el mes de octubre, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó su informe “Políticas energéticas de los países de la AIE: Turquía”, en el que se indica que el Gobierno turco debería proceder con urgencia en la redacción de una Ley nuclear, facilitando la completa independencia administrativa del organismo regulador nuclear fuera de la Autoridad de Energía Atómica Turca (TAEK). La Ley debe contemplar los principios básicos de la seguridad nuclear, la autorización y la reclamación de responsabilidades, incluyendo la creación de un organismo regulador y la separación de las funciones no reguladoras del TAEK.

Antes del comienzo de la construcción de centrales nucleares comerciales (Turquía tiene planificados hasta ocho reactores en dos emplazamientos: Akkuyu y Sinop), el país debe asegurar la independencia del organismo regulador, dotándolo de los recursos humanos adecuados para evaluar los proyectos e incrementar la colaboración con organismos internacionales competentes mediante revisiones inter pares y el apoyo técnico, además de proporcionar la formación y los programas de I+D adecuados. Por otra parte, será necesario incluir la información y la participación pública desde las primeras etapas del desarrollo del programa nuclear.

Turquía tiene planificados hasta ocho reactores en los emplazamientos de Akkuyu y Sinop



UCRANIA

Durante 2016, los 15 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 80,95 TWh, el 52,29% del total de la electricidad consumida. Ucrania tiene 2 reactores en construcción y 4 reactores parados.

En el mes de octubre, el organismo regulador nuclear autorizó la operación durante diez años adicionales a la unidad 2 de la central de Zaporozhe. Se trata de un reactor de agua a presión VVER-1000/V-320 de diseño ruso de 1.000 MWe de potencia instalada que comenzó su operación comercial en febrero de 1986. Con la concesión de esta extensión podrá operar hasta el 19 de febrero de 2026. Zaporozhe-2 es el segundo reactor para el que Energoatom, el operador nuclear propiedad del estado ucraniano,

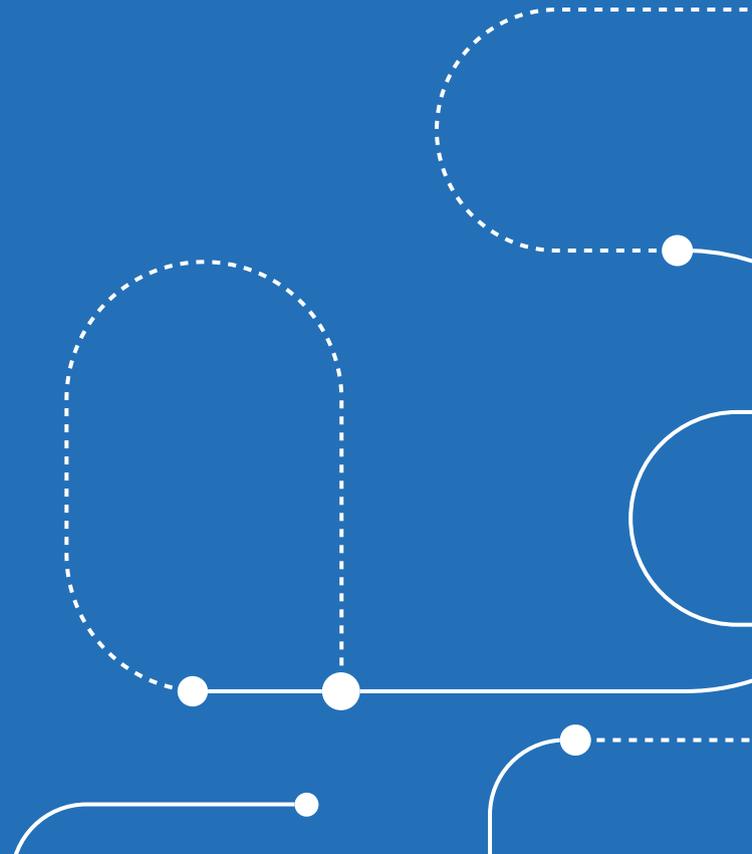
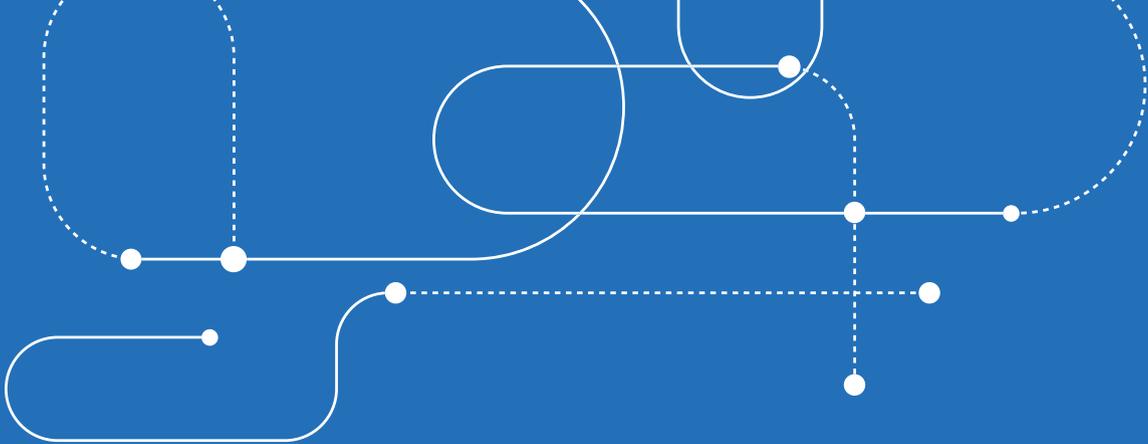
ha solicitado una licencia de continuidad de operación. El anterior, en mayo de 2015, fue para la unidad 1 de esta misma central cuya licencia de operación estará vigente hasta el año 2025.

En el mes de noviembre del año en el que se cumplía el 30 aniversario del accidente, finalizó con éxito el proceso de colocación de la estructura en arco para proteger la unidad 4 de la central de Chernóbil. El Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo, gestor del Fondo de Protección de Chernóbil, comunicó la finalización de los trabajos, señalando el acontecimiento como un importante hito.

El arco, denominado Nuevo Confinamiento Seguro (NSC), es la estructura terrestre móvil más grande que se ha construido nunca y su coste aproximado ha sido de 1.500 millones de euros. Tiene 257 metros de anchura, 162 metros de longitud y 108 metros de altura y pesa 36.000 toneladas. Garantiza la seguridad del emplazamiento durante al menos cien años, lo que permitiría un eventual desmantelamiento y posterior gestión de los residuos radiactivos de la unidad 4.

El equipamiento del Nuevo Confinamiento Seguro se ha conectado al nuevo edificio tecnológico que hará las veces de sala de control para las futuras operaciones que tengan que realizarse en el interior del mismo, se sellará herméticamente y, tras realizar una serie de pruebas intensivas en todos los equipos, a finales de 2017 su gestión será encomendada a la empresa Chernobyl NPP, responsable de la central ucraniana.

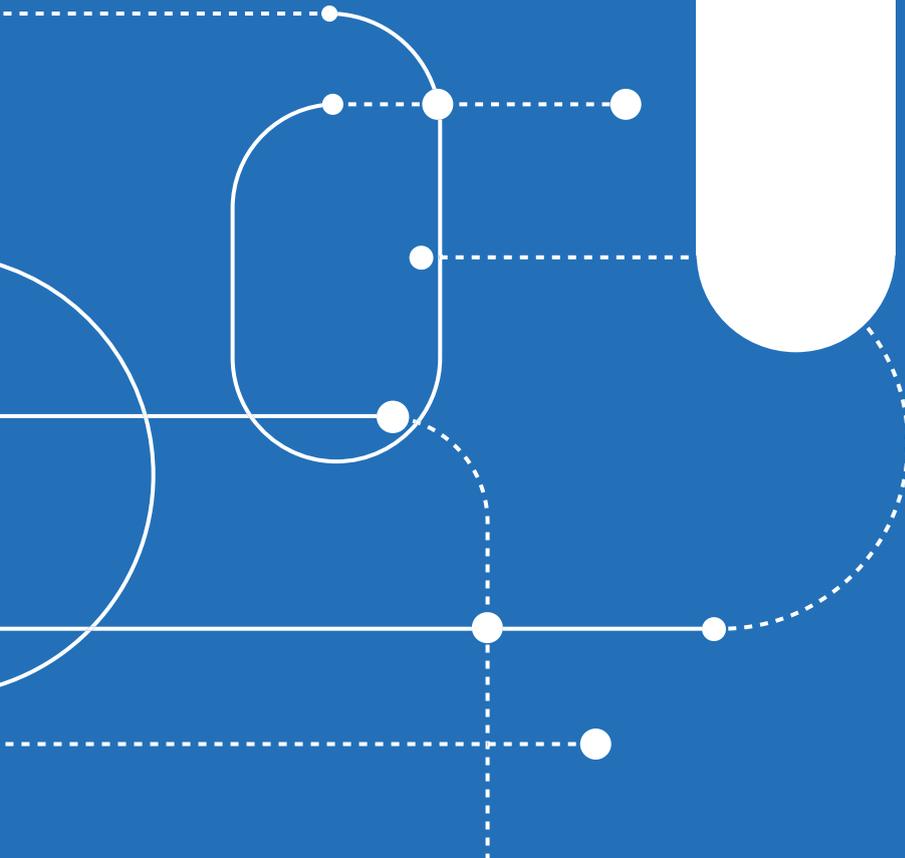






SOCIOS DE FORO NUCLEAR

6



SOCIOS ORDINARIOS

AMPHOS 21
CEN SOLUTIONS
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 CONSULTING, ENGINEERING & ARCHITECTURE
MEDIDAS AMBIENTALES
NUCLENOR
NUSIM
PROINSA
RINGO VÁLVULAS
SIEMSA INDUSTRIA
TAIM WESER
TECNATOM
TÉCNICAS REUNIDAS
UNESA
VIRLAB
WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN

SOCIOS ADHERIDOS

AEC
(Asociación Española para la Calidad)

AMAC
(Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares)

CEMA
(Club Español del Medio Ambiente)

Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España

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

Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León

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

Fundación Universidad Europea del Atlántico

FUNIBER
(Fundación Universitaria Iberoamericana)

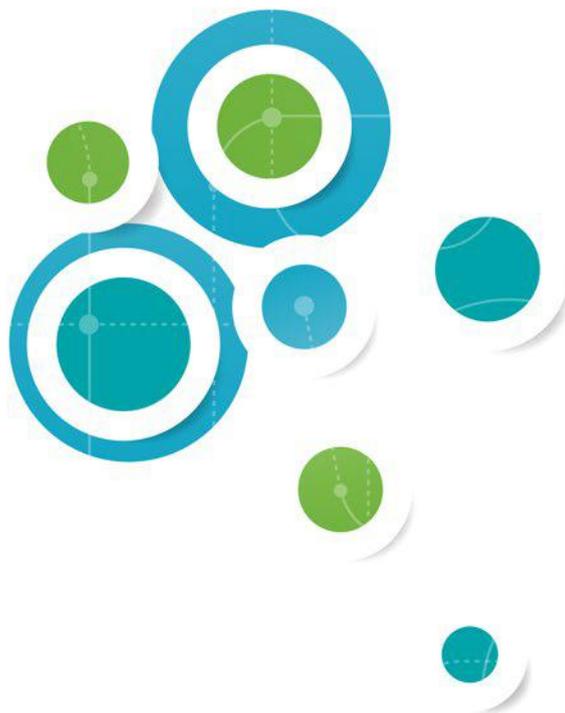
OFICEMEN
(Agrupación de Fabricantes de Cemento de España)

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

correo@foronuclear.org

@ForoNuclear

www.foronuclear.org