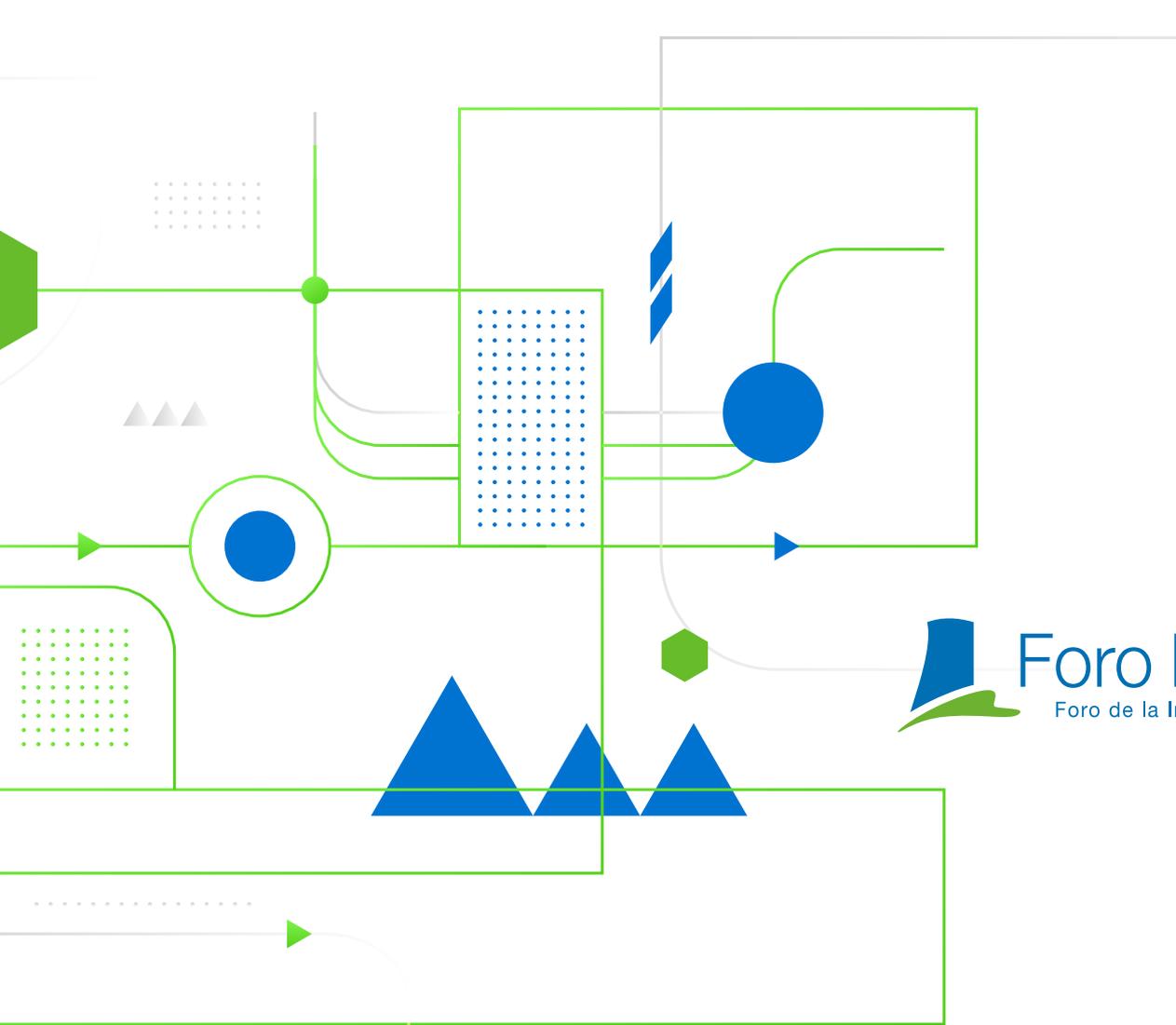


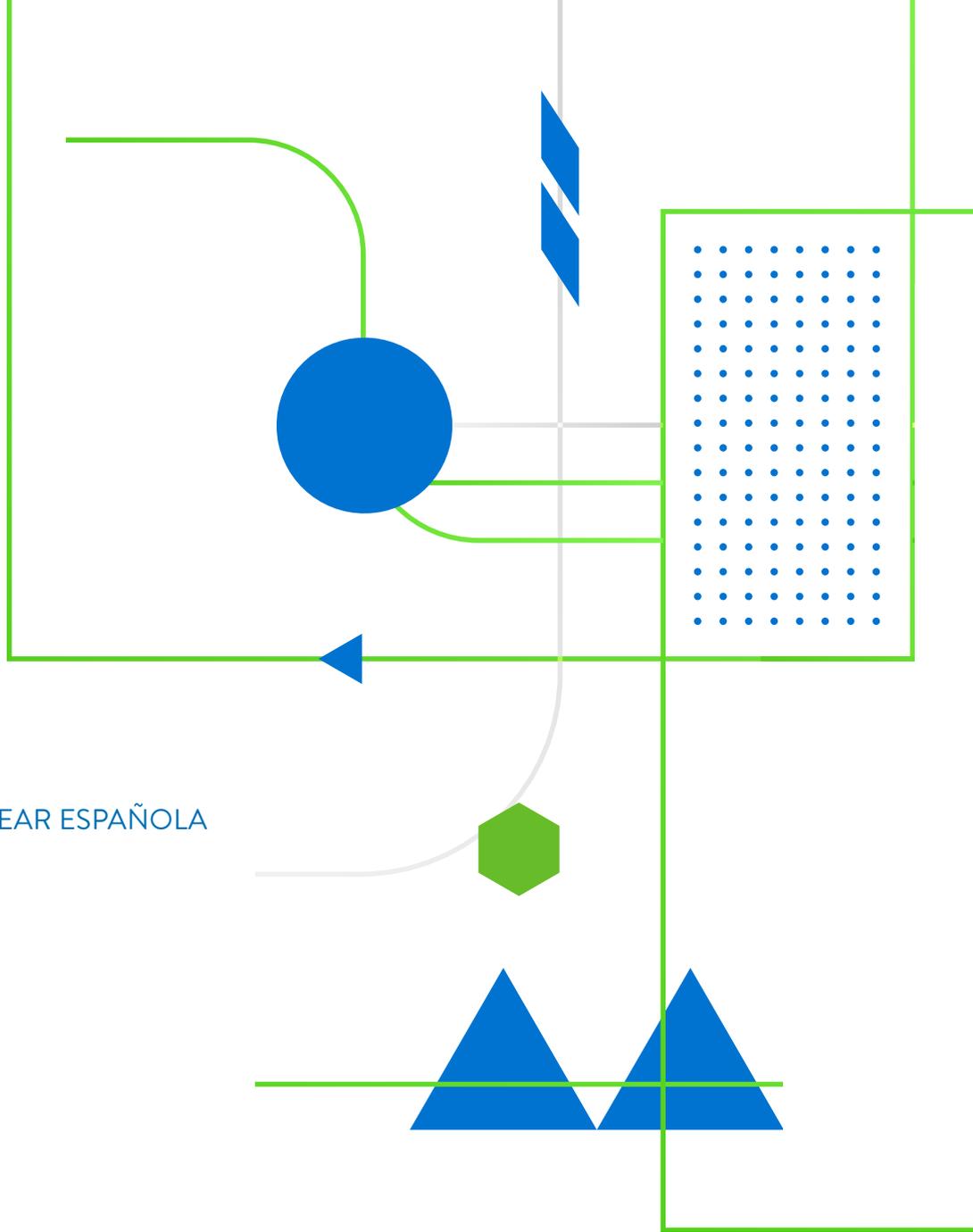
# RESULTADOS NUCLEARES 2019 Y PERSPECTIVAS DE FUTURO





**Foro Nuclear**  
Foro de la Industria Nuclear Española

# RESULTADOS NUCLEARES DE 2019 Y PERSPECTIVAS DE FUTURO



## FORO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

Boix y Morer 6, 3º - 28003 Madrid

Teléfono: +34 915 536 303

correo@foronuclear.org

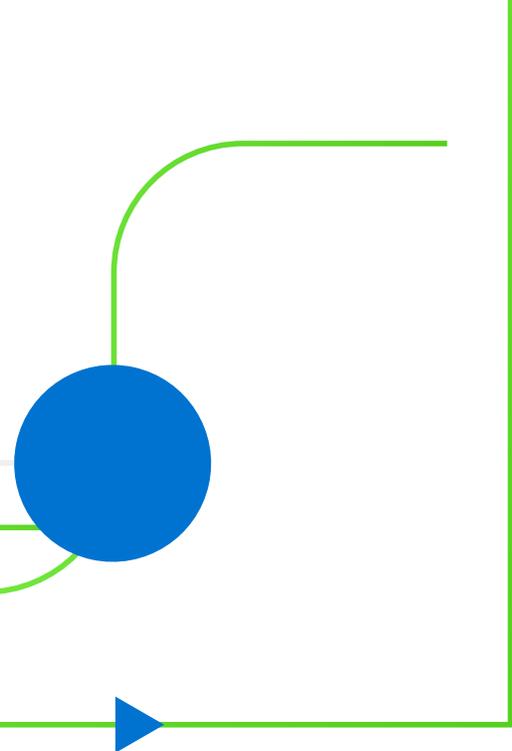


[www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>5</b>
¿Qué es Foro Nuclear? .....	6
Carta del presidente .....	7
Energía eléctrica en España .....	8
Datos destacables del año 2019 .....	12
<b>CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS</b> .....	<b>15</b>
1.1 Producción .....	18
1.2 Potencia .....	20
1.3 Indicadores de funcionamiento .....	21
1.4 Autorizaciones de explotación .....	23
1.5 Paradas de recarga .....	24
1.6 Actualidad de las centrales nucleares españolas .....	25
1.7 Evolución de parámetros de funcionamiento .....	40
<b>FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO</b> .....	<b>55</b>
<b>GESTIÓN DE RESIDUOS Y DESMANTELAMIENTO</b> .....	<b>61</b>
3.1 Residuos de muy baja, baja y media actividad .....	62
3.2 Centro de almacenamiento de El Cabril .....	63
3.3 Gestión del combustible irradiado .....	65
3.4 Predesmantelamiento de Santa María de Garoña .....	67
3.5 Desmantelamiento de José Cabrera y Vandellós I .....	70
<b>INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA</b> .....	<b>73</b>
<b>PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO</b> .....	<b>99</b>
5.1 Unión Europea .....	110
5.2 Estados Unidos .....	116
5.3 Asia .....	118
5.4 Otros países con programas nucleares .....	121
<b>SOCIOS DE FORO NUCLEAR</b> .....	<b>125</b>
Socios ordinarios .....	126
Socios adheridos .....	127





PRESENTACIÓN



# ¿QUÉ ES FORO NUCLEAR?

Foro de la Industria Nuclear Española es la asociación que desde 1962 representa los intereses de la industria nuclear nacional. Integra a 50 empresas y organizaciones, entre las que se encuentran compañías eléctricas, centrales nucleares, empresas de ingeniería, de servicios, suministradores de sistemas y grandes componentes, así como asociaciones sectoriales, fundaciones y universidades.

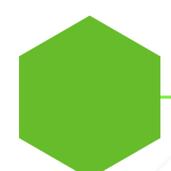
Foro Nuclear **impulsa la presencia internacional del sector**, al tratarse de una industria experimentada, capacitada, tecnológica y reconocida a nivel mundial, y **apoya el mantenimiento y la continuidad de las centrales nucleares españolas**, que cuentan año tras año con indicadores de funcionamiento excelentes.

La puesta en valor de la contribución que realiza el sector nuclear español al conjunto de la sociedad y, más concretamente, la energía nuclear, es el **principal objetivo** que persigue Foro Nuclear. Para ello, organiza y participa en **jornadas, cursos y eventos dirigidos a distintos grupos de interés**, atiende la demanda de los medios de comunicación, elabora estudios e informes técnicos, así como publicaciones divulgativas, a la vez que **defiende los intereses del sector ante las administraciones públicas**.

Las actividades que realiza Foro Nuclear, gracias al apoyo de sus socios, se pueden consultar en la web [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org), así como en las distintas redes sociales a través de las cuales Foro de la Industria Nuclear Española difunde la actualidad nuclear y las distintas aplicaciones de esta tecnología.



**FORO NUCLEAR,  
ASOCIACIÓN QUE  
REPRESENTA AL  
SECTOR NUCLEAR  
ESPAÑOL, INTEGRA  
A 50 EMPRESAS  
Y ORGANIZACIONES**



# CARTA DEL PRESIDENTE IGNACIO ARALUCE

Un año más, tengo el privilegio de trasladar los **positivos resultados de las centrales nucleares españolas y del sector en su conjunto** a lo largo de 2019. **La energía nuclear, esencial en la transición energética, ha vuelto a ser la primera fuente de electricidad en nuestro país.** Los siete reactores en funcionamiento han generado **más del 21% de la electricidad.** Ha sido, también un año más, la tecnología que más horas ha operado y, junto a ello, la que más electricidad limpia ha generado. Concretamente, en el pasado ejercicio **las centrales nucleares han producido más del 36% de la electricidad libre de emisiones.**

Este liderazgo en producción, en horas de funcionamiento y en evitar emisiones se ha logrado gracias a la impecable gestión de los titulares, que operan las centrales nucleares priorizando la seguridad y realizando todas las **inversiones necesarias para tener las instalaciones siempre a punto.** A ello se une el **apoyo de las empresas del sector nuclear,** que ofrecen a las centrales nucleares sus servicios, su tecnología punta y sus productos teniendo también presente su firme apuesta por la I+D+i. El sector nuclear español cuenta, además, con **profesionales altamente capacitados y formados** que consiguen con su dedicación y empeño los positivos resultados alcanzados.

Decía al comienzo de estas líneas que **la energía nuclear resulta esencial en la transición energética.** Así se refleja en el borrador del **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)** en el que se **muestra la necesidad de seguir contando con la energía nuclear en España.** Este Plan da continuidad a la operación de nuestros reactores porque, sin ellos, esta necesaria transición, unida a una profunda reducción de emisiones, no se podrá con-

seguir. De esta forma, el pasado año se solicitaron **las renovaciones de las autorizaciones de explotación de las unidades I y II de la central nuclear de Almaraz y la de la central nuclear de Vandellós II.**

Las cifras reflejan que **hay que seguir apostando por la energía nuclear.** Así lo creen también la **Agencia Internacional de la Energía,** cuyos estudios confirman que sin energía nuclear la reducción de emisiones será mucho más difícil, y el **IPCC,** en **cuyos documentos se reafirma el papel de la energía nuclear en la mitigación del cambio climático.**

**En el contexto internacional donde, por cierto, el sector nuclear español cuenta con prestigio y reconocimiento y ofrece servicios y productos a más de 40 países,** cabe destacar que **la energía nuclear sigue teniendo un importante peso.** El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de Naciones Unidas cifraba en **447 los reactores en situación de operar y 52 más en construcción** a finales del año 2019, principalmente en China, India, Rusia o Corea del Sur, sin olvidar los cuatro reactores que construye Emiratos Árabes Unidos.

Tras resumir brevemente la situación nuclear española y mundial, cierro estas líneas con el orgullo de representar a un **sector experimentado, reconocido internacionalmente, que busca siempre la excelencia y que cuenta con profesionales comprometidos y ampliamente formados** para alcanzar los magníficos datos que se presentan en este informe. Quiero dar las gracias a todos ellos por su compromiso, así como a nuestros socios, que permiten que llevemos a cabo nuestra labor divulgativa y formativa diaria, y a todos los lectores interesados en esta publicación.

# ENERGÍA ELÉCTRICA EN ESPAÑA

**LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS GENERARON EN 2019 UNA QUINTA PARTE DE LA ELECTRICIDAD CONSUMIDA Y MÁS DEL 36% DE LA ELECTRICIDAD LIMPIA DEL PAÍS**

En 2019, la producción neta de electricidad fue de 260.713 GWh, experimentando un ligero descenso del 0,1% respecto al año anterior. Las instalaciones convencionales –nuclear, carbón, hidráulica, ciclo combinado y fuel/gas– representaron el 59,7% del total, con 155.768 GWh, un 4,6% menos que el año anterior. Esto se debió al descenso del 66% en el carbón y del 27,1% en la hidráulica, que no pudieron ser compensados por el fuerte aumento del 83,8% de los ciclos combinados de gas natural. El resto de tecnologías –cogeneración, residuos, eólica, solar y otras renovables– produjeron un 7,5% más, para un total de 104.945 GWh.

**La energía nuclear sigue consolidada –por noveno año consecutivo– como la fuente de generación con mayor aportación al sistema eléctrico nacional con el 21,41% del total**, a pesar de tener una cuota de potencia neta instalada de tan solo el 6,47%. La producción neta fue de 55.824 GWh, un 4,8% superior a la del año anterior.

La demanda de electricidad invirtió la tendencia de incrementos de los últimos cuatro ejercicios, experimentando una disminución del 1,6% –no alineada con el crecimiento positivo del 2% del PIB, lo que parece confirmar el desacoplamiento del crecimiento económico respecto a la demanda eléctrica–. Se situó en 239.454 GWh, valor similar al registrado en 2016, así como al de los años 2003 y 2004.

**La producción libre de emisiones de CO<sub>2</sub> –nuclear, hidráulica, eólica, solar y otras renovables– se mantuvo en el 59% del total.** El parque nuclear generó más del 36% de la electricidad limpia en España.

La potencia neta total instalada del sistema nacional –110.084 MW– experimentó un fuerte incremento del 9,6%, por el aumento de más de 4.000 MW en los parques solares fotovoltaicos y de más de 2.200 MW en los parques eólicos. La potencia instalada nuclear no ha sufrido variación, con 7.117 MW netos y 7.398,7 MW brutos.

**En cuanto al número de horas de funcionamiento medio por tecnologías, en 2019 destacó, como es habitual, el parque nuclear con 7.844 horas**, seguido por la cogeneración con 5.202 horas y los residuos con 4.788 horas. Las centrales eólicas lo hicieron en 2.106 horas y las solares fotovoltaicas en 1.059 horas.

En relación a los intercambios de electricidad realizados con Francia, Portugal, Andorra y Marruecos, el sistema eléctrico español tuvo un saldo neto importador –por cuarto año consecutivo, frente al saldo exportador registrado entre 2004 y 2015– de 6.862 GWh, inferior en un 38% al del ejercicio 2018 debido a las menores importaciones desde Francia y Portugal. Es destacable el cambio de signo de nuestro saldo de intercambios con Marruecos, que pasó de exportador a importador con motivo de la puesta en funcionamiento de sus nuevas plantas de carbón.

## POTENCIA NETA INSTALADA (MW)

	2018	2019
<b>Renovables y residuos</b>	51.895	58.375
Hidráulica <sup>(1)</sup>	20.380	20.416
Eólica <sup>(2)</sup>	23.478	25.753
Solar <sup>(3)</sup>	7.011	11.015
Otras renovables <sup>(4)</sup>	864	1.031
Residuos renovables	162	160
<b>Cogeneración y residuos no renovables</b>	6.237	6.178
<b>Térmica convencional <sup>(5)</sup></b>	38.804	38.414
<b>Nuclear</b>	7.117	7.117
<b>TOTAL</b>	<b>104.053</b>	<b>110.084</b>

(1) Incluye turbinación de bombeo

(2) Incluye hidroeléctrica

(3) Incluye solar fotovoltaica y solar térmica

(4) Incluye biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica

(5) Incluye carbón, ciclo combinado y fuel/gas

Fuente: Foro Nuclear con datos de REE

## PRODUCCIÓN NETA DE ELECTRICIDAD POR TIPO DE INSTALACIÓN (GWh)

	2018	2019
<b>Renovables y residuos</b>	102.260	99.467
Hidráulica <sup>(1)</sup>	36.109	26.337
Eólica <sup>(2)</sup>	49.526	54.235
Solar <sup>(3)</sup>	12.171	14.389
Otras renovables <sup>(4)</sup>	3.580	3.616
Residuos renovables	874	890
<b>Cogeneración y residuos no renovables</b>	31.447	31.813
<b>Térmica convencional <sup>(5)</sup></b>	74.001	73.607
<b>Nuclear</b>	53.198	55.824
<b>TOTAL</b>	<b>260.906</b>	<b>260.713</b>

## PRODUCCIÓN NETA DE ELECTRICIDAD POR MATERIA PRIMA ENERGÉTICA (GWh)

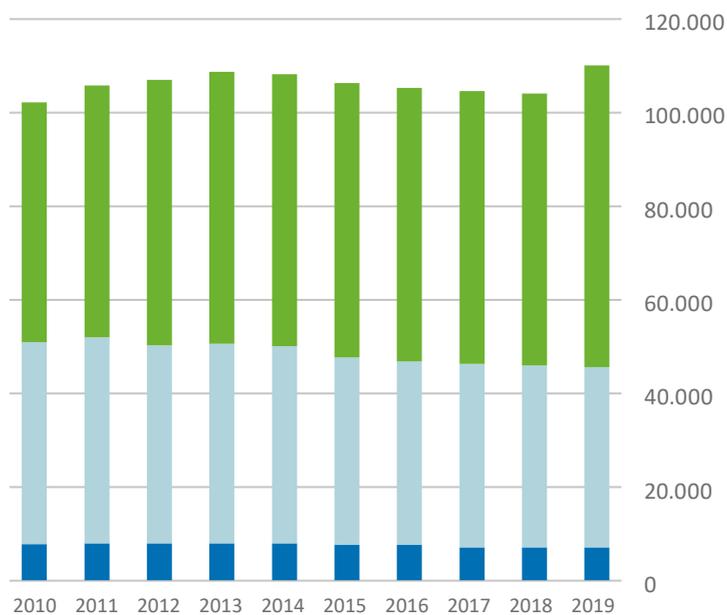
	2018	2019
Renovables y residuos <sup>(1)</sup>	102.259	99.467
Nuclear	53.198	55.824
Carbón	37.274	12.672
Gas natural	59.055	84.830
Productos petrolíferos <sup>(2)</sup>	9.120	7.920
<b>TOTAL</b>	<b>260.906</b>	<b>260.713</b>

(1) Incluye hidráulica, eólica, solar, otras renovables y residuos renovables / (2) Incluye fuel/gas y residuos no renovables / Fuente: Foro Nuclear con datos de REE

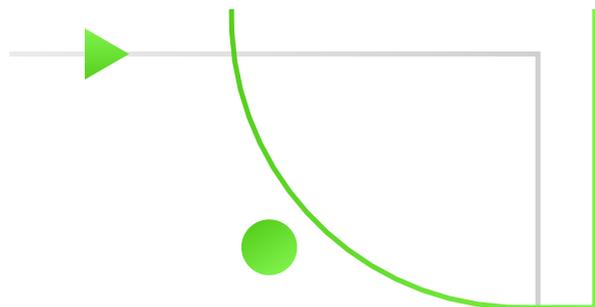


## EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA (MW)

- NUCLEAR
- TÉRMICA CONVENCIONAL <sup>(1)</sup>
- RESTO



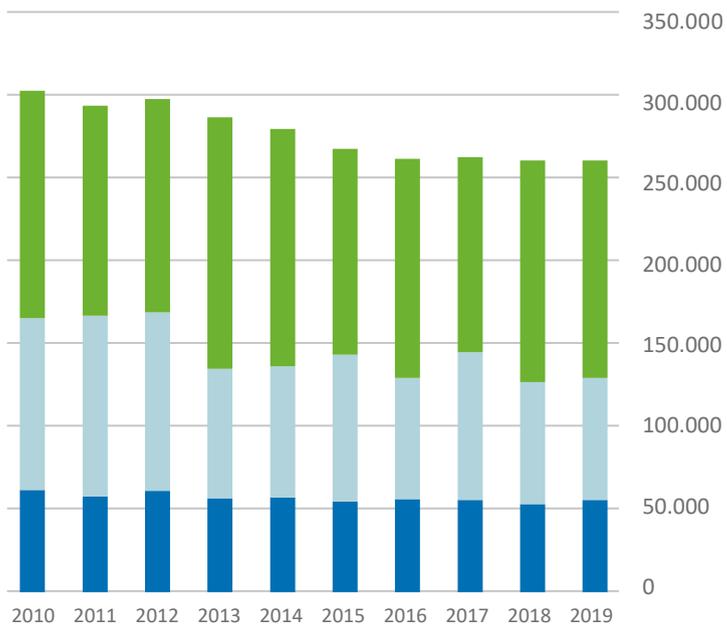
(1) Incluye carbón, ciclo combinado y fuel/gas / Desde el año 2015 se refiere a potencia neta / Fuente: Foro Nuclear con datos de REE





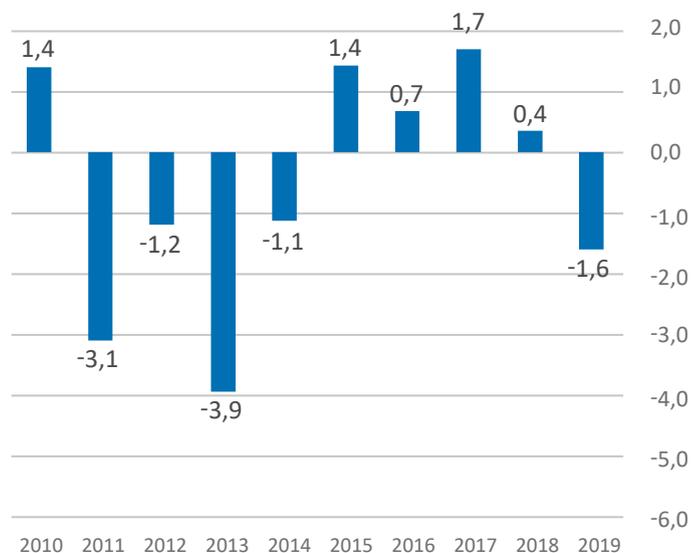
## EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (GWh)

- NUCLEAR
- TÉRMICA CONVENCIONAL <sup>(1)</sup>
- RESTO



(1) Incluye carbón, ciclo combinado y fuel/gas / Desde el año 2015 se refiere a producción neta / Fuente: Foro Nuclear con datos de REE

## EVOLUCIÓN DE LA VARIACIÓN DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD (%)



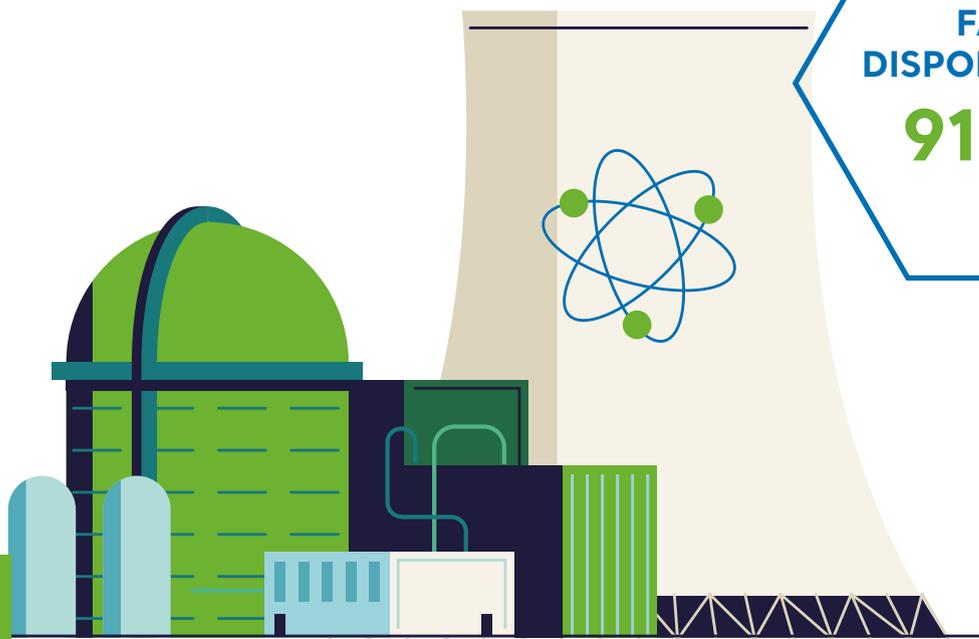
Fuente: Foro Nuclear con datos de REE

# DATOS DESTACABLES DEL AÑO 2019

La producción eléctrica neta de origen nuclear en 2019 fue de 55.824 GWh, el 21,41% de la producción eléctrica neta total. La producción bruta fue de 58.395,55 GWh, un 4,9% superior a la del año anterior.

A 31 de diciembre, la potencia neta total instalada del parque de generación eléctrica en España era de 110.084 MW, de los que 7.117 MW netos correspondían al parque nuclear, representando el 6,47% del total de la capacidad neta instalada en el país. La potencia bruta es de 7.398,7 MW.

## INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO GLOBALES DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS



La producción eléctrica nuclear supuso el 36,15% de la electricidad sin emisiones contaminantes generada en España.

El 22 de marzo de 2019 se solicitó la renovación de las autorizaciones de explotación de las unidades I y II de la central nuclear de Almaraz (Cáceres) hasta el 1 de noviembre de 2027 y el 31 de octubre de 2028, respectivamente. El 27 de marzo se solicitó la de la central de Vandellós II (Tarragona) hasta julio de 2030.

A 31 de diciembre, había 447 reactores en situación de operar en el mundo en 31 países. La producción de electricidad de origen nuclear fue de 2.701,01 TWh, lo que representa aproximadamente el 11% de la electricidad total consumida en el mundo. Otros 52

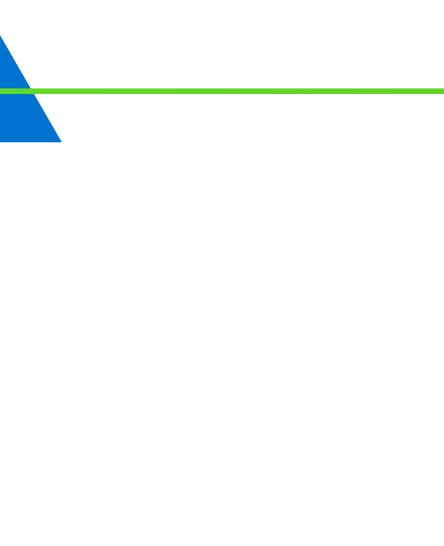
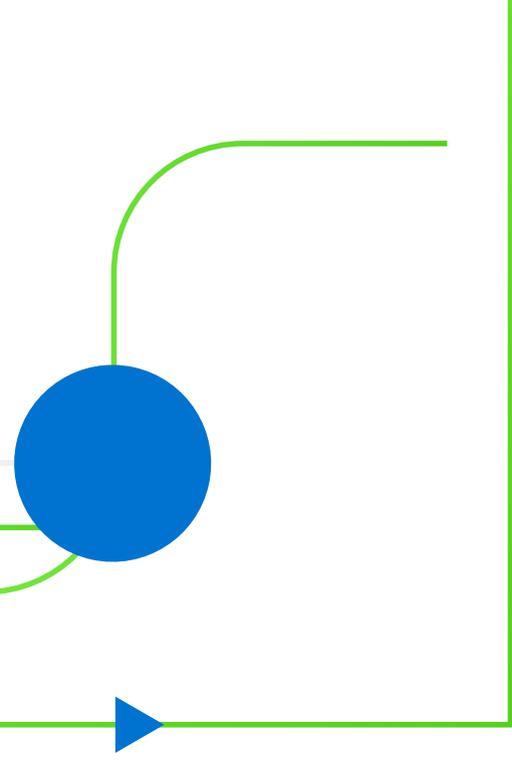
nuevos reactores se encontraban en construcción en 19 países.

A 31 de diciembre, en el mundo había 147 reactores nucleares en 13 países a los que los distintos organismos reguladores les han concedido autorización para operar más allá de 40 años. Representan más del 32% de los reactores nucleares existentes.

En el mes de diciembre, el organismo regulador nuclear estadounidense –la Nuclear Regulatory Commission– aprobó la renovación de la autorización de explotación hasta 80 años para las unidades 3 y 4 de la central de Turkey Point (Florida). Es la primera vez en la historia que se concede autorizaciones para operar una central nuclear durante 80 años.







1

CENTRALES

**NUCLEARES**

ESPAÑOLAS

# LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

El parque nuclear español está formado por siete reactores en cinco emplazamientos. Las empresas eléctricas españolas –EDP, Endesa, Iberdrola y Naturgy– son las propietarias de las centrales nucleares y tienen como objetivo trabajar permanentemente por la excelencia en su gestión, comprometiéndose con la continuidad de su operación de forma segura y fiable e impulsando el crecimiento en sus zonas de influencia.

El porcentaje de participación de cada una de las empresas propietarias y la fecha de inicio de operación comercial de los siete reactores se muestran en la siguiente tabla:

CENTRAL NUCLEAR	EMPRESA PROPIETARIA	%	INICIO DE LA OPERACIÓN COMERCIAL
Almaraz I	Iberdrola	53	Septiembre 1983
	Endesa	36	
	Naturgy	11	
Almaraz II	Iberdrola	53	Julio 1984
	Endesa	36	
	Naturgy	11	
Ascó I	Endesa	100	Diciembre 1984
Ascó II	Endesa	85	Marzo 1986
	Iberdrola	15	
Cofrentes	Iberdrola	100	Marzo 1985
Trillo	Iberdrola	48	Agosto 1988
	Naturgy	34,5	
	EDP	15,5	
	Nuclenor <sup>(1)</sup>	2	
Vandellós II	Endesa	72	Marzo 1988
	Iberdrola	28	

(1) Nuclenor está participada por Endesa 50% e Iberdrola 50%

Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

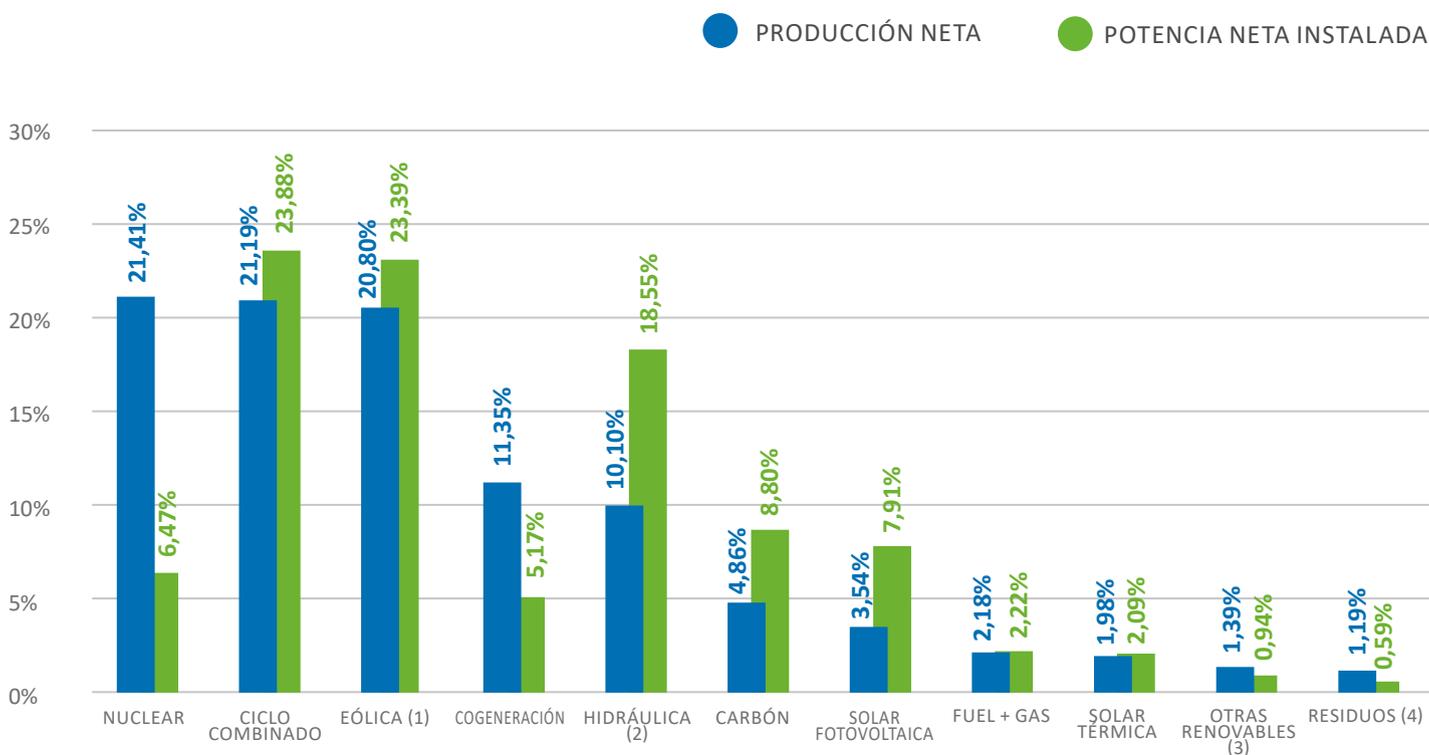


## SITUACIÓN DE LAS CENTRALES NUCLEARES EN ESPAÑA

# 1.1 PRODUCCIÓN

Durante el año 2019, la energía eléctrica neta producida en el parque nuclear español fue de 55.824 GWh, lo que representó el 21,41% del total de la producción eléctrica neta del país, que fue de 260.713 GWh. La producción bruta fue de 58.395,55 GWh, un 4,9% superior a la del año anterior. La tecnología nuclear fue la fuente que más electricidad generó en el sistema eléctrico español.

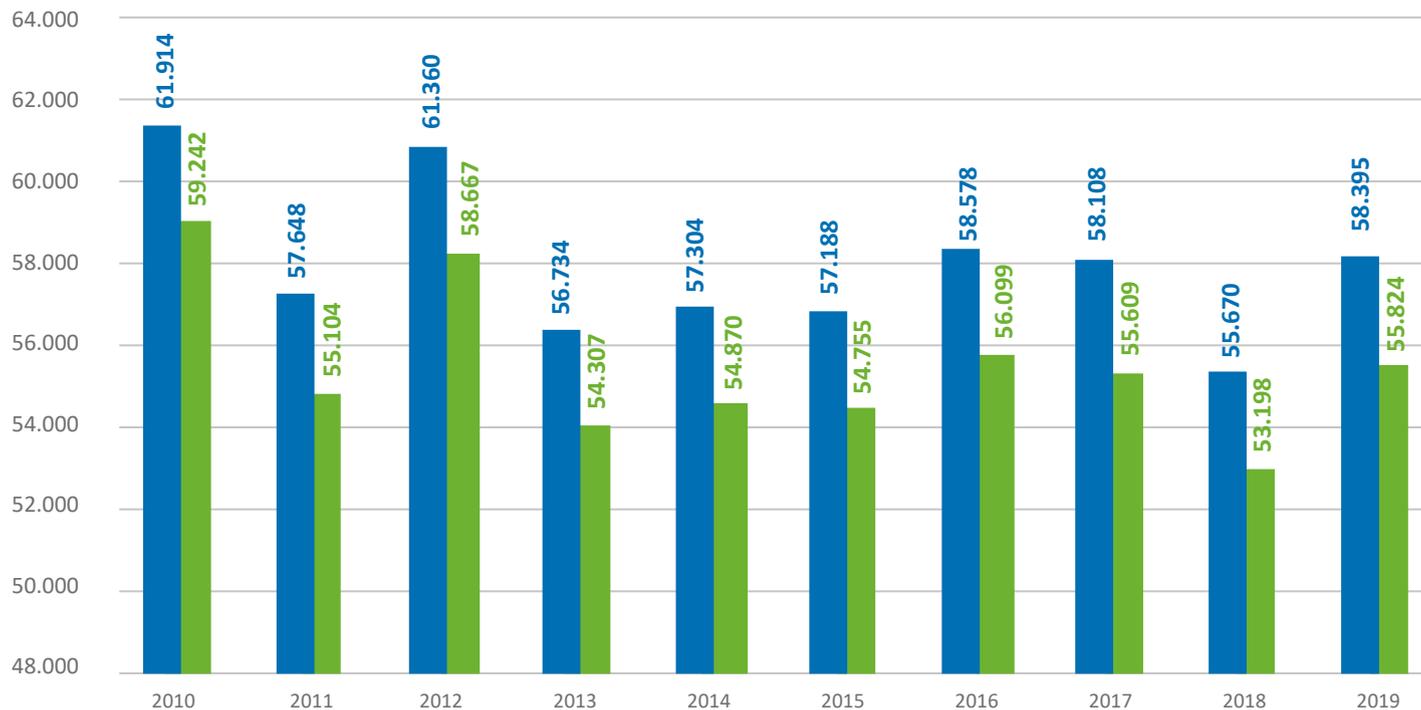
La producción nuclear supuso el 36,15% de la electricidad libre de emisiones generada en el país. Durante el año 2019, la contribución en términos de producción neta y potencia neta instalada de las distintas fuentes de generación fue la siguiente:



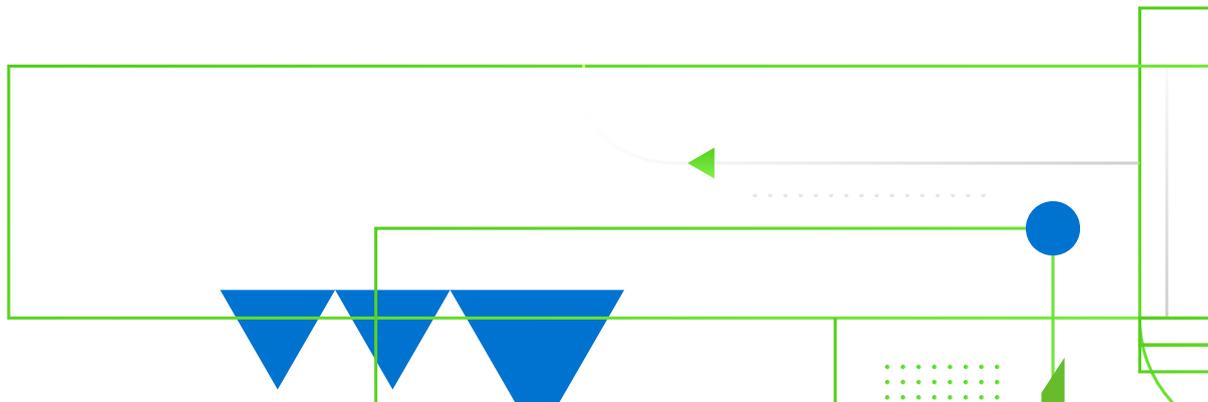
(1) Incluye hidroeléctrica / (2) Incluye turbinación de bombeo / (3) Incluye biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica / (4) Incluye residuos renovables y no renovables / Fuente: Foro Nuclear con datos de REE

# EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL PARQUE NUCLEAR (GWh)

● PRODUCCIÓN BRUTA ● PRODUCCIÓN NETA



Fuente: Foro Nuclear



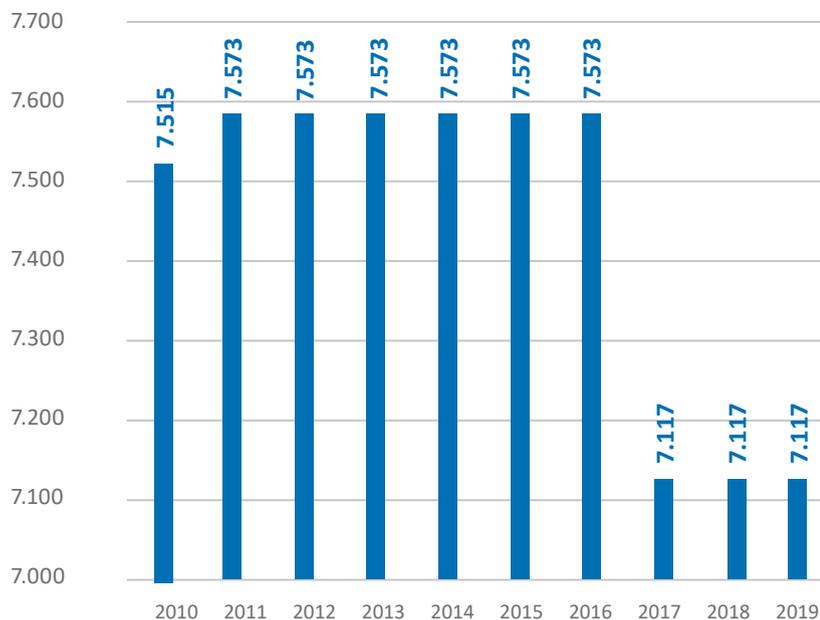
# 1.2 POTENCIA

A 31 de diciembre de 2019, la potencia neta total instalada del parque de generación eléctrica en España era de 110.084 MW, de los que 7.117 MW netos correspondían a la potencia de los **siete reactores que forman el parque nuclear español**, representando el 6,47% del total de la capacidad neta instalada en el país.

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

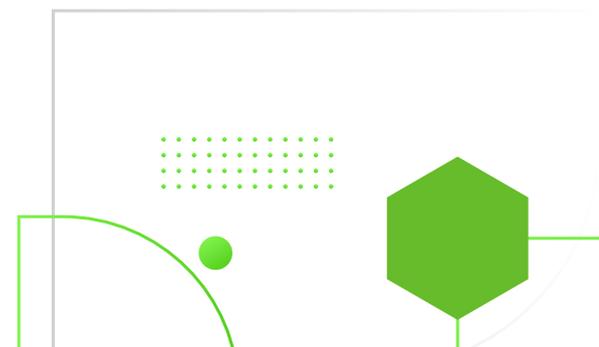
CENTRAL NUCLEAR	POTENCIA NETA (MWe)	POTENCIA BRUTA (MWe)
Almaraz I	1.011,3	1.049,4
Almaraz II	1.005,8	1.044,5
Ascó I	995,8	1.032,5
Ascó II	991,7	1.027,2
Cofrentes	1.063,9	1.092,0
Trillo	1.003,0	1.066,0
Vandellós II	1.045,3	1.087,1

Datos a 31 de diciembre de 2019  
Fuente: Foro Nuclear



## EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA NETA DEL PARQUE NUCLEAR (MWe)

Datos a 31 de diciembre de cada año  
Fuente: Foro Nuclear



# 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.

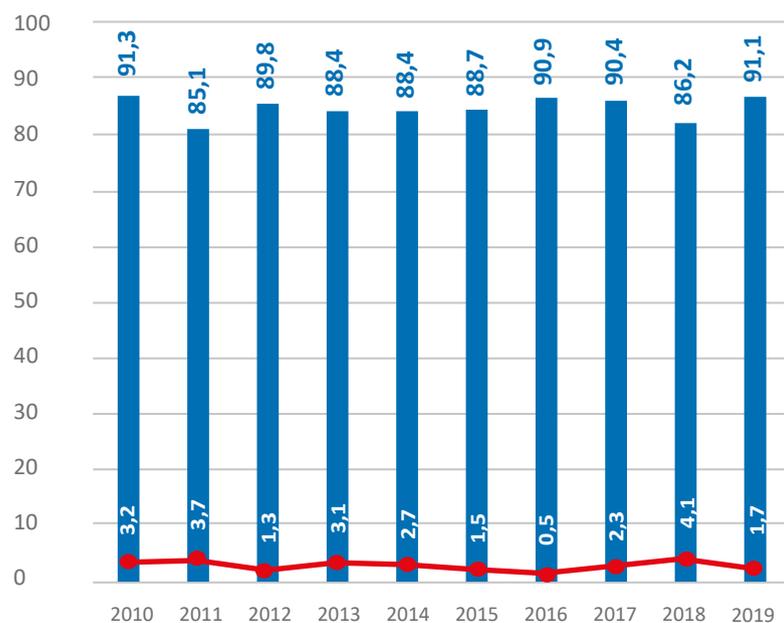
Durante el año 2019, los indicadores de funcionamiento de las centrales nucleares españolas fueron los siguientes:

CENTRAL NUCLEAR	PRODUCCIÓN BRUTA (GWh)	FACTOR DE CARGA (%)	FACTOR DE OPERACIÓN (%)	FACTOR DE DISPONIBILIDAD (%)	FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA (%)
Almaraz I	8.983,99	97,73	100,00	99,48	0,51
Almaraz II	7.982,12	87,24	89,32	88,66	1,36
Ascó I	9.027,74	99,81	100,00	99,87	0,00
Ascó II	7.872,50	87,49	88,84	87,77	2,51
Cofrentes	8.386,60	87,67	89,67	88,22	0,16
Trillo	8.456,36	90,56	91,87	91,59	0,60
Vandellós II	7.686,24	80,71	83,26	81,81	7,13
<b>TOTAL/GLOBAL</b>	<b>58.395,55</b>	<b>90,10</b>	<b>91,79</b>	<b>91,06</b>	<b>1,70</b>

Fuente: 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 Disponibilidad 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.

## EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES GLOBALES DE FUNCIONAMIENTO DEL PARQUE NUCLEAR (%)



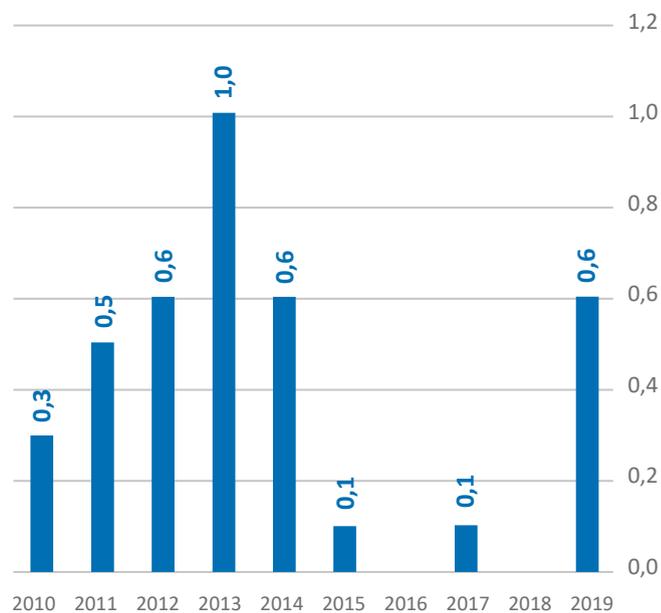
● FACTOR DE DISPONIBILIDAD

● FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA

Fuente: Foro Nuclear

## LAS CENTRALES NUCLEARES HAN ALCANZADO EN 2019 EXCELENTES INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO

### NUMERO DE PARADAS INSTANTÁNEAS POR REACTOR Y AÑO



Fuente: Foro Nuclear

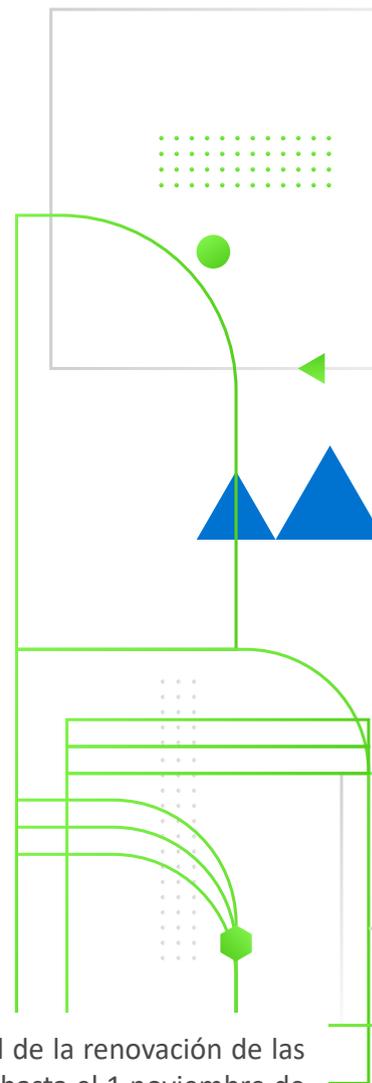
# 1.4 AUTORIZACIONES DE EXPLOTACIÓN

En España, el periodo de funcionamiento de una central nuclear no tiene un plazo fijo establecido. Las autorizaciones de explotación se renuevan tras la evaluación del Consejo de Seguridad Nuclear y la concesión por el Ministerio correspondiente.

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	02/10/2011	10 años	Octubre 2021
Ascó II	02/10/2011	10 años	Octubre 2021
Cofrentes	20/03/2011	10 años	Marzo 2021
Trillo	17/11/2014	10 años	Noviembre 2024
Vandellós II	26/07/2010	10 años	Julio 2020

Fuente: Foro Nuclear

El 22 de marzo de 2019, Centrales Nucleares Almaraz-Trillo, A.I.E. presentó la solicitud de la renovación de las autorizaciones de explotación vigentes de la unidad I de la central nuclear de Almaraz hasta el 1 noviembre de 2027 y de la unidad II hasta el 31 de octubre de 2028. De la misma manera, la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II, A.I.E. presentó el día 27 de marzo de 2019 la correspondiente solicitud de renovación de la autorización de explotación de la central nuclear Vandellós II hasta el 26 de julio de 2030.



# 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 modificaciones de diseño, así como actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de 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 2019 y las próximas previstas son las siguientes:

LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS PARAN CADA 12, 18 O 24 MESES PARA RECARGAR COMBUSTIBLE Y REALIZAR TAREAS DE MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE COMPONENTES

CENTRAL NUCLEAR	AÑO 2019	PRÓXIMA PREVISTA
Almaraz I	---	Marzo de 2020
Almaraz II	7 de octubre a 13 de noviembre	Mayo de 2021
Ascó I	---	Mayo de 2020
Ascó II	27 de abril a 1 de junio	Octubre de 2020
Cofrentes	3 de noviembre a 6 de diciembre	Octubre de 2021
Trillo	10 de mayo a 9 de junio	Mayo de 2020
Vandellós II	9 de noviembre a 23 de diciembre	Mayo de 2021

Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

# 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 2019 y los objetivos previstos para 2020.

## CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ

Durante 2019, la producción de energía eléctrica bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Almaraz fue de 16.966 GWh.

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I fue de 8.983,9 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en septiembre de 1983 hasta el 31 de diciembre de 2019, lleva acumulados 275.246 GWh.

La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II fue de 7.982,1 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en julio de 1984 hasta el 31 de diciembre de 2019, lleva acumulados 270.390 GWh.

El 22 de marzo, **Centrales Nucleares Almaraz-Trillo (CNAT) presentó la solicitud de la renovación de las autorizaciones de explotación vigentes de la unidad I hasta el 1 noviembre de 2027 y de la unidad II hasta el 31 de octubre de 2028.**

La unidad II cumplió seis años consecutivos sin paradas automáticas del reactor y alcanzó su mejor registro histórico de días –con 512– acoplada a la red eléctrica.



Trabajador de Centrales Nucleares Almaraz-Trillo (CNAT)

## HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2019

### Parada de recarga

Entre el 7 de octubre y el 13 de noviembre tuvo lugar la vigésimo quinta parada de recarga de combustible de la unidad II, en la que se ejecutaron más de 10.200 órdenes de trabajo y se implementaron 34 modificaciones de diseño. Se realizaron la inspección de las toberas de ramas frías de la vasija y del 33% de los tubos de los generadores de vapor, la sustitución de las válvulas de seguridad del presionador y del cambiador de calor de la purga de los generadores de vapor, la revisión mayor del alternador, la revisión de las turbinas y bombas de agua del sistema de agua de alimentación auxiliar y agua de alimentación principal "A", una prueba de alimentación exterior desde la central hidráulica José María de Oriol y la modificación de circuito de control de cierre y apertura de las válvulas del sistema de refrigeración de componentes por recuperación de tensión.

Para ello, junto a la plantilla habitual de la planta se incorporaron 1.200 trabajadores pertenecientes a más de 70 empresas de servicios especializados.

### Simulacro de emergencia interior anual

El 26 de septiembre se realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI), en el que se comprobó la capacitación de la organización de la central (operación, mantenimiento, seguridad física, servicios médicos, protección radiológica, etc.) para hacer frente a la simulación de diferentes eventos. Además, se comprobó la coordinación con los organismos exteriores involucrados en este tipo de situaciones (Subdelegación del Gobierno y Sala de Emergencias - SALEM del Consejo de Seguridad Nuclear) y con las organizaciones de apoyo ante una emergencia, que en el simulacro que llegó hasta Categoría III, Emergencia en el emplazamiento.





Trabajos en la central nuclear de Almaraz (Cáceres)

## CENTRALES NUCLEARES ALMARAZ-TRILLO HA RECIBIDO DISTINCIONES AL FOMENTO DEL EMPLEO DE LA CALIDAD Y LA CONCILIACIÓN LABORAL Y FAMILIAR

### Cultura de seguridad

Con el propósito de seguir avanzando en el **objetivo de cero accidentes** (Programa de Prevención A-CERO), el 17 de mayo se realizaron las actividades programadas del Día de la Seguridad Personal, en el que los trabajadores visitaron los expositores que ofrecieron una visión global de la prevención de riesgos laborales.

En el mes de noviembre tuvo lugar el seguimiento (*follow-up*) de la misión OSART (*Operational Safety Review Team*) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de febrero de 2018, que valoró positivamente las mejoras establecidas para resolver los asuntos inicialmente establecidos.

### Relaciones externas y actividades de comunicación

El 24 de abril se celebró la décimo novena reunión del Comité Local de Información, convocada por el Ministerio para la Transición Ecológica.

**En el año 2019, 3.462 personas visitaron el Centro de Información. Desde su apertura en 1977 han pasado por sus instalaciones cerca de 700.000 visitantes.**

**Centrales Nucleares Almaraz-Trillo (CNAT) renovó durante el año el Certificado de Empresa Familiarmente Responsable** de la mano de la Fundación Másfamilia, alcanzando el nivel de excelencia A, en el que se reconocen las buenas prácticas para la conciliación de la vida laboral y familiar. Por otra parte, la Asociación de Ingenieros Técnicos Industriales de Cáceres otorgó a la central la Mención Especial por el Fomento del Empleo de Calidad en la región.

## PERSPECTIVAS PARA 2020

A lo largo del primer trimestre del año, el Consejo de Seguridad Nuclear emitirá su informe acerca de la renovación de las autorizaciones de explotación de ambas unidades, que se encuentran vigentes hasta el día 8 de junio de 2020. Antes de esta fecha, el Ministerio para la Transición Ecológica emitirá la resolución correspondiente.

**En el mes de marzo se realizará la vigésimo séptima parada de recarga de la unidad I, con una duración prevista de 37 días.**

# CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ

**Durante 2019, la producción de energía eléctrica bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Ascó fue de 16.900,24 GWh.**

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I fue de 9.027,74 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en diciembre de 1984 hasta el 31 de diciembre de 2019, lleva acumulados 266.002 GWh.

La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II fue de 7.872,5 GWh y, desde el inicio de su operación comercial en marzo de 1986 hasta el 31 de diciembre de 2019, lleva acumulados 258.815 GWh.

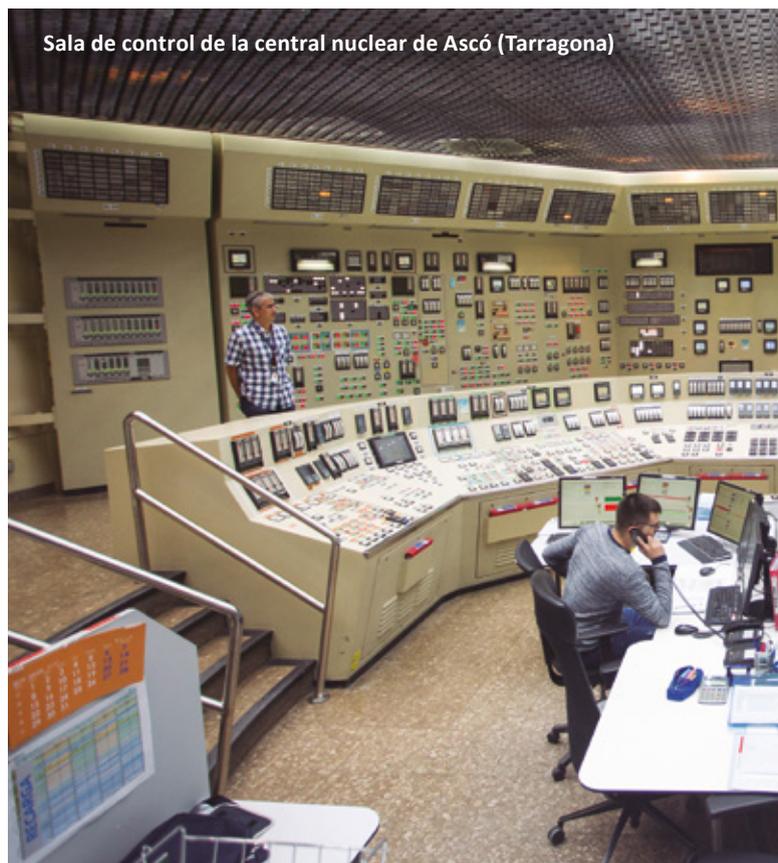
En el mes de abril, la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) fue galardonada en la modalidad de gran empresa hasta 1.500 trabajadores con uno de los VII Premios Escolástico Zaldívar de la Fraternidad Muprespa. En el mes de septiembre se desplegó la Unidad de Respuesta de la Guardia Civil, ubicada de modo permanente en el interior de la instalación.

## HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2019

### Parada de recarga

**Entre el 27 de abril y el 1 de junio se llevó a cabo la vigésimo quinta parada de recarga de la unidad II, durante la cual se llevaron a cabo más de 13.500 órdenes de trabajo, el 90% de las cuales fueron mayoritariamente de mantenimiento preventivo.** Destacan la renovación de 60 elementos combustibles –más de un tercio de los que conforman el núcleo del reactor–, la renovación del sistema de manejo de combustible, la inspección de tubos por corrientes inducidas en los tres generadores de vapor, la sustitución de tres de los termopares intranucleares, la sustitución de una válvula de seguridad del presionador, la inspección de las toberas de rama fría de la vasija del reactor, la inspección visual remota de la vasija, la revisión general de la turbina de alta presión y la implantación de mejoras en la estación de tratamiento de hidrógeno del alternador.

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.**



Sala de control de la central nuclear de Ascó (Tarragona)

LA PARADA DE  
RECARGA DE ASCÓ II  
LLEVÓ ASOCIADAS UN  
TOTAL DE 13.500 ÓRDENES  
DE TRABAJO Y UN MILLAR  
DE TRABAJADORES DE  
DIFERENTES PERFILES Y  
ESPECIALIDADES  
ADICIONALES



## Simulacros de emergencia

El 21 de noviembre se realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI), con un ejercicio basado en un suceso externo de inundaciones con afectación a las dos unidades, que evolucionó hacia un escenario de pérdida total de energía en una de ellas y un incendio con afectación a sistemas de seguridad, lo que condujo finalmente a la declaración de la Emergencia General en la instalación. La Organización de Respuesta a Emergencias (ORE) simuló, asimismo, la pérdida del centro de gestión de emergencias en planta y se trasladó al Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE), donde se ensayó el relevo de algunos puestos de esta organización compuesta por más de 40 profesionales procedentes de todos los departamentos de la instalación con implicación en la gestión de emergencias. Se activaron todas las organizaciones implicadas en el Plan de Emergencia Interior, así como las vías de comunicación con el CAGE de Ascó, con los centros exteriores de apoyo de ANAV, con el Consejo de Seguridad Nuclear (SALEM – Sala de Emergencias y SALEM 2) y con la Subdelegación del Gobierno en Tarragona (CECOP – Centro de Coordinación Operativa). **Junto a auditores internos independientes de ANAV, el desarrollo del simulacro fue seguido por personal del Consejo de Seguridad Nuclear.**

Entre el 5 de junio y el 3 de julio se realizaron cinco ejercicios de alcance integrado, en los que se activaron el Centro de Apoyo Técnico (CAT) de la unidad I, los Centros de Apoyo Operacional (CAO) de operación, mantenimiento, protección radiológica, contra incendios y química, el Centro Exterior de Emergencia, el Centro de Soporte Exterior y las Brigadas de 1ª y 2ª intervención contra incendios. Se simuló la pérdida de comunicaciones internas, un suceso de inclemencias meteorológicas severas (grandes heladas), el rescate de heridos –con personal contaminado– en la zona de las cantaros del río Ebro y el incendio de un tren tras el descarrilamiento del mismo.

## Cultura de seguridad

ANAV recibió entre los días 15 y 23 de enero una misión SALTO (*Safety Aspects of Long Term Operation*) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) orientada a la evaluación de la preparación de las centrales de Ascó y Vandellós II para afrontar la operación a largo plazo. Un equipo de 12 expertos procedentes de nueve países (Argentina, Eslovaquia, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Irlanda, Países Bajos, Rumanía y Sudáfrica) llevó a cabo la misión preliminar –misión Pre-SALTO–, que inicia el proceso de análisis de las capacidades de ANAV para operar más allá del plazo establecido en el diseño original de las plantas de acuerdo a los estándares internacionales de la industria nuclear y a la experiencia en la extensión de la operación de numerosos reactores en el mundo. Este programa de evaluación del OIEA se extenderá en sus diferentes fases hasta el año 2025.

En el mes de septiembre tuvo lugar la Revisión Inter pares (*Peer Review*) de la asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO), en la que un grupo de expertos internacionales analizó en profundidad el funcionamiento de la central, comparándolo con los mejores estándares de la industria nuclear. Se identificaron áreas de mejora, así como las prácticas positivas que se llevan a cabo y cuya incorporación al resto de la industria nuclear podría ser beneficiosa.

## Relaciones externas y actividades de comunicación

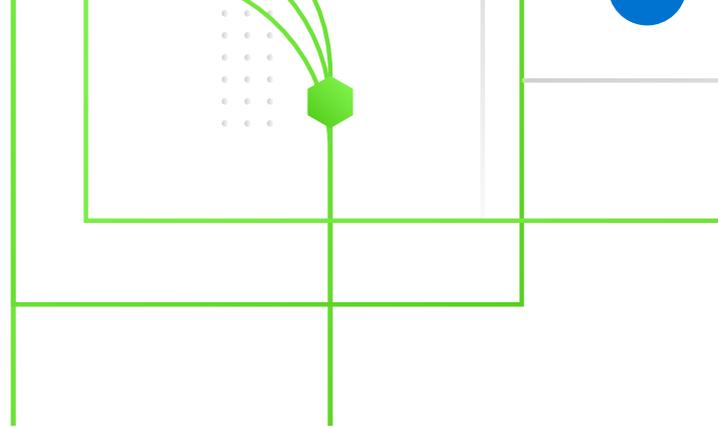
Durante 2019, 2.314 personas visitaron el centro de información de ANAV en la central de Ascó, que cuenta en su oferta expositiva museográfica con siete nuevos módulos, además de paneles y otros materiales dedicados al ámbito de la energía con especial atención al ciclo de

la energía nuclear. El centro cumplió su octavo año de actividades, con un total de 20.000 visitantes.

Además, se ha mantenido el compromiso de ANAV con la transparencia, la información y la divulgación en el entorno de las instalaciones, realizándose los Comités de Información convocados por el Ministerio para la Transición Ecológica, diversas reuniones periódicas con los responsables de los municipios, representantes institucionales y medios de comunicación, así como a través de las redes sociales y la página web corporativa. También se han apoyado distintas actividades socioculturales y educativas realizadas por diferentes entidades en el entorno de la instalación.

## PERSPECTIVAS PARA 2020

Como hecho destacado, en el primer trimestre se solicitará la renovación de las autorizaciones de explotación actualmente vigentes de las dos unidades de Ascó. En el mes de febrero se llevará a cabo la misión de seguimiento (*follow-up*) de la Revisión Inter pares Corporativa de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO), en el mes de marzo se cargarán dos contenedores de combustible irradiado procedente de la unidad II para su almacenamiento en el Almacén Temporal Individualizado, en el mes de mayo tendrá lugar la parada de recarga de la unidad I y en el mes de octubre la de la unidad II.



**COFRENTES HA  
CONSEGUIDO  
MÁS DE DIEZ AÑOS  
Y MEDIO SIN PARADAS  
AUTOMÁTICAS  
DEL REACTOR**

## **CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES**

Durante 2019, la producción de energía eléctrica bruta de la central nuclear de Cofrentes fue de **8.386,60 GWh**. La producción acumulada desde que entró en operación comercial en marzo de 1985 hasta el 31 de diciembre de 2019 es de 272.707 GWh.

**La central de Cofrentes acumula más de diez años y medio sin paradas automáticas del reactor.**

En el mes de diciembre, la Guardia Civil comenzó a prestar servicio en la central, para el refuerzo de la seguridad física dentro del marco de aplicación de la Ley 8/2011 de Protección de Infraestructuras Críticas.

Por tercer año consecutivo, y en el campo de la prevención de riesgos laborales, **en el año 2019 no se ha producido ningún accidente laboral con baja, gracias a la concienciación y formación del personal.**

## **HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2019**

### **Parada de recarga**

Entre el 3 de noviembre y el 6 de diciembre se llevó a cabo la **vigésimo segunda parada de recarga**, en la que se sustituyeron **252 elementos de combustible** de los 624 que componen el núcleo y 10 de las 145 barras de control. Se efectuaron 11.000 órdenes de trabajo y 40 modificaciones de diseño en diferentes equipos y sistemas y se realizó con resultado satisfactorio la inspección *Wheelsonic* del cuerpo de baja presión A de la turbina principal y la revisión del grupo 4 de válvulas de turbina, así como la revisión general a la bomba de la turbobomba A de agua de alimentación. También se llevaron a cabo la totalidad de las inspecciones programadas en los internos de vasija,



Trabajadores de la central nuclear de Ascó (Tarragona)

dando cumplimiento a las guías EPRI-VIP, requeridas a su vez por el Plan de Gestión de Vida. Dentro del Plan de Refuerzo de la Fiabilidad, se aplicaron las lecciones aprendidas del evento de la válvula B21F032A, la resolución de la problemática de los inversores TOPAZ y la sustitución del relleno y limpieza de las torres de refrigeración.

**Para la realización de todas estas actividades, se incorporaron 1.200 personas a la plantilla de 800 personas que trabajan permanentemente en la planta.**

### Cultura de seguridad

En el mes de marzo, se acogió una visita técnica realizada por ocho expertos del Grupo de Propietarios de Centrales del tipo de agua en ebullición BWR (*Boiling Water Reactor Owner Group, BWROG*), con el objetivo de transmitir su experiencia en implementación de acciones del Plan de Refuerzo de la Fiabilidad de la Central.

En el mes de octubre, en el marco del protocolo de colaboración existente entre Iberdrola y el Consorcio Provincial de Bomberos de Valencia, la central acogió en su campo de prácticas la realización de una serie de cursos de formación y ejercicios de entrenamiento destinados a este colectivo.

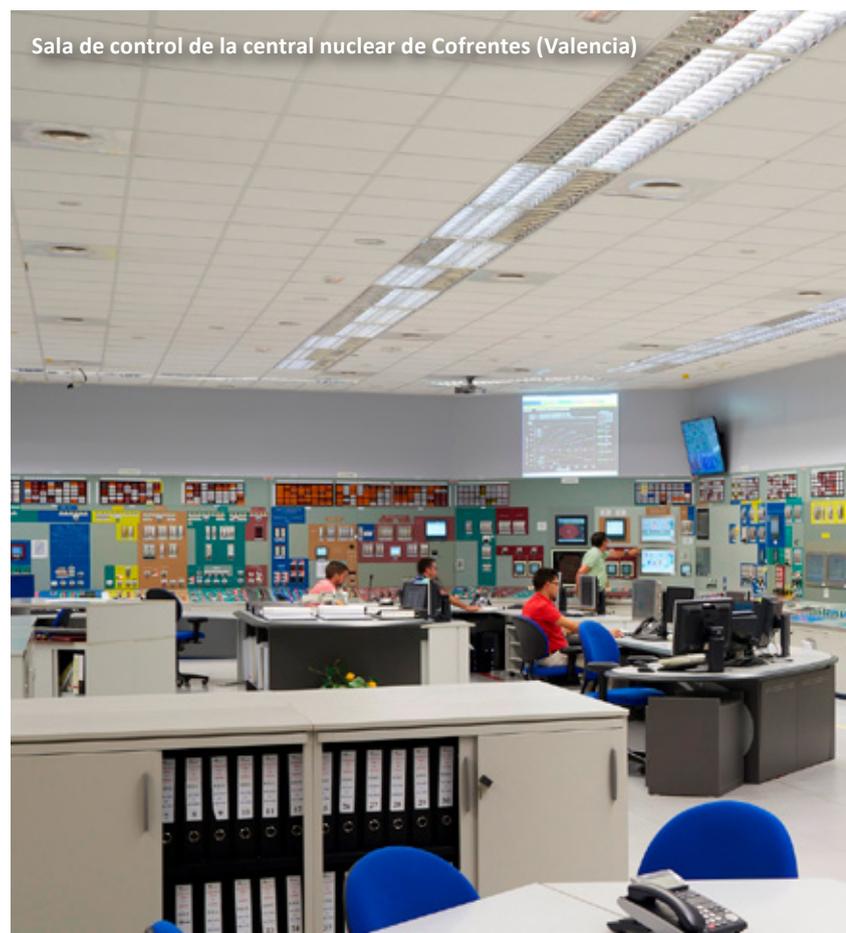
### Simulacro de emergencia interior anual

**El 30 de mayo tuvo lugar el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI)**, en el que se simuló inicialmente un seísmo en la zona, que provocó el incendio de un transformador eléctrico por un tiempo superior a diez minutos, lo que motivó la declaración por parte de la central de prealerta de emergencia en el emplazamiento. Una vez reconducida la situación que motivó la emergencia y confirmado el retorno a condiciones de operación seguras, se dio por concluido el simula-

cro satisfactoriamente. **La realización del simulacro anual permite que toda la organización de respuesta en emergencias se mantenga preparada, formada y plenamente operativa ante cualquier situación**, al tiempo que se identifican áreas y oportunidades de mejora para avanzar hacia una mayor efectividad y seguridad de la instalación.

### Relaciones externas y actividades de comunicación

**Durante el año se recibieron 5.354 visitas en el Centro de Información de la central**, un dato que mantiene la progresión de años anteriores para sumar un total de más de 312.000 visitantes desde su apertura en 1978.



Sala de control de la central nuclear de Cofrentes (Valencia)



**EN MARZO DE 2020  
LA CENTRAL DE  
COFRENTES SOLICITARÁ  
LA RENOVACIÓN  
DE LA AUTORIZACIÓN  
DE EXPLOTACIÓN**



En el mes de mayo se celebró en el Ayuntamiento de Cofrentes la décimo novena reunión del Comité Local de Información, en la que el director de central presentó un resumen de las actividades más significativas desarrolladas en la instalación desde la celebración del anterior comité, destacando la seguridad y fiabilidad.

Cabe mencionar las visitas del delegado y del subdelegado del Gobierno en Valencia, con el objetivo de conocer detalles del funcionamiento de la instalación y de todo lo relativo a la implantación y desarrollo de los planes de gestión de emergencias, dada la responsabilidad que tienen en el desarrollo del Plan de Emergencia Nuclear de Valencia.

## PERSPECTIVAS PARA 2020

**Como hecho destacado, en el mes de marzo se solicitará al Ministerio para la Transición Ecológica la renovación de la autorización de explotación de Cofrentes actualmente vigente que expira el 20 de marzo de 2021.**

En el mes de mayo tendrá lugar la misión de seguimiento (*follow-up*) de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) de la Revisión Inter pares (*Peer Review*) que se realizó en abril de 2018.

**A mediados del año se pondrá en marcha el Almacén Temporal Individualizado (ATI),** cuya construcción se inició en el verano de 2019.

Dentro del proceso de actualización tecnológica, se realizarán dos grandes inversiones destinadas a la instalación de un nuevo compresor en el sistema de agua enfriada no esencial y un nuevo interruptor de generación principal.

## CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO

Durante 2019, la producción de energía eléctrica bruta de la central nuclear de Trillo fue de 8.456,4 GWh, un 2,2% superior a la del año anterior. La producción de energía eléctrica bruta acumulada desde que entró en operación comercial en agosto de 1988 hasta el 31 de diciembre de 2019 es de 255.748 GWh.

El año 2019 ha supuesto el duodécimo consecutivo sin que la central haya registrado paradas automáticas del reactor. La central ha operado de forma estable durante todo el año, excepto durante la parada para la recarga de combustible y entre las 00:00 h del 21 de diciembre y las 07:15 h del 23 de diciembre que hubo de bajar su potencia a 600 MW por indicación del despacho de cargas.

### HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2019

#### Parada de recarga

Entre el 10 de mayo y el 9 de junio tuvo lugar la trigésimo primera parada de recarga de combustible y mantenimiento general de Trillo. En los 30 días de duración se realizaron la inspección del cojinete inferior y de los sellos de una bomba principal, la sustitución de dos dedos de instrumentación nuclear interna, la prueba de capacidad en baterías de redundancia 3/7, la revisión eléctrica y mecánica de la redundancia 2/6, la limpieza y saneado de una de las piscinas de servicios esenciales y la sustitución de 40 elementos combustibles. Para ello, se contó con los servicios de más de 1.000 profesionales adicionales a la plantilla habitual de la planta, pertenecientes a más de cuarenta empresas especializadas.

#### Simulacro de emergencia interior anual

El 27 de junio se llevó a cabo el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI), en el que se contempló el inicio de la emergencia por una situación operativa de la central con aumento de temperatura en la piscina de combustible y por la caída de un helicóptero en el interior de la central, ocasionando daños que provocan la pérdida del suministro eléctrico exterior, así como un incendio de grandes dimensiones en el lugar del im-



Central nuclear de Trillo (Guadalajara)



## LOS SIMULACROS DE EMERGENCIA PERMITEN CONFIRMAR LA CAPACITACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN, LA OPERABILIDAD DE LOS MEDIOS ASIGNADOS Y LA COORDINACIÓN CON LOS ORGANISMOS EXTERIORES INVOLUCRADOS EN ESTE TIPO DE SITUACIONES

pacto, haciendo necesaria la activación de los bomberos propios con apoyo externo de protección contra incendios más apoyo de la Unidad Militar de Emergencias (UME). El simulacro evolucionó negativamente por la ocurrencia de varios eventos que comprometerían la parada segura de la planta, con impacto radiológico externo. En esta situación el nivel de la emergencia se encuadra en la Categoría IV (Emergencia General), lo que requiere la evacuación del personal de planta no esencial. Este ejercicio sirvió para comprobar la capacitación de la organización, la operabilidad de los medios asignados y la coordinación con los organismos exteriores involucrados en este tipo de situaciones (Subdelegación del Gobierno y Sala de Emergencias - SALEM del Consejo de Seguridad Nuclear) y con las organizaciones de apoyo.

El 14 de octubre, el Grupo de Intervención en Emergencias Tecnológicas y Medioambientales de la Unidad Militar de Emergencias (UME) realizó un simulacro, en el que se recreó un fuerte terremoto produciendo importantes daños en la central, registrándose víctimas mortales y un gran número de heridos.

### Cultura de seguridad

Con el propósito de seguir avanzando en el objetivo de cero accidentes (Programa de Prevención A-CERO), el 14 de junio se realizaron las actividades programadas del Día de la Seguridad Personal, en el que los trabajadores visitaron los expositores que ofrecieron una visión global de la prevención de riesgos laborales.

En el mes de septiembre, la central recibió una visita de intercambio (*benchmarking*) de cuatro trabajadores de la central finlandesa de Olkiluoto acompañados de un líder de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO), para obtener ejemplos de una adecuada implantación y un uso consistente de las Herramientas de Prevención del Error Humano (HPEH).

En el mes de noviembre tuvo lugar la misión de seguimiento (*follow-up*) de la Revisión Inter pares (*Peer Review*) que realizó la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) a la central de Trillo en el año 2017.

## Relaciones externas y actividades de comunicación

El 12 de marzo se celebró la décimo novena reunión del Comité de Información de la central, convocada por el Ministerio para la Transición Ecológica.

**Durante 2019, 3.691 personas visitaron el Centro de Información de la central**, alcanzándose un total de más de 365.000 visitantes desde su inauguración en noviembre de 1981.

**Centrales Nucleares Almaraz-Trillo (CNAT) renovó durante el año el Certificado de Empresa Familiarmente Responsable** de la mano de la Fundación Másfamilia, alcanzando el nivel de excelencia A, en el que se reconocen las buenas prácticas para la conciliación de la vida laboral y familiar.

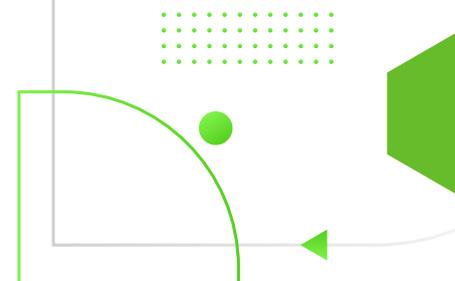
## PERSPECTIVAS PARA 2020

**En el mes de mayo se llevará a cabo la trigésimo segunda parada de recarga de combustible.** En los 27 días de duración prevista, se realizarán la sustitución de 36 elementos combustibles, la inspección de sellos y revisión del cojinete radial inferior de una bomba principal y la sustitución preventiva del motor de otra de las bombas principales, la prueba de capacidad de las baterías de la redundancia 4/8, la revisión eléctrica y mecánica de la redundancia 3/7, la inspección por corrientes inducidas del 100% de los tubos de un generador de vapor y la limpieza e inspección de la piscina de servicios esenciales.

Se implantarán las modificaciones de diseño destinadas a finalizar los programas de trabajo iniciados en ejercicios anteriores, para adecuar la instalación a los nuevos requisitos industriales y mejorar la disponibilidad de la planta.



Torres de refrigeración de la central nuclear de Trillo (Guadalajara)



## CENTRAL NUCLEAR DE VANDELLÓS II

**Durante 2019, la producción de energía eléctrica bruta de la central nuclear de Vandellós II fue de 7.686,23 GWh.** La producción de energía eléctrica bruta acumulada desde que entró en operación comercial en marzo de 1988 hasta el 31 de diciembre de 2019 es de 241.564 GWh.

El 27 de marzo, Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) presentó la solicitud de la renovación de la autorización de explotación vigente de la central nuclear de Vandellós II hasta el 26 de julio de 2030.

En el mes de abril, ANAV fue galardonada en la modalidad de gran empresa hasta 1.500 trabajadores con uno de los VII Premios Escolástico Zaldívar de la Fraternidad Muprespa y en el mes de diciembre se desplegó la Unidad de Respuesta de la Guardia Civil, ubicada de modo permanente en el interior de la instalación.

## HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2019

### Parada de recarga

**Entre los días 9 de noviembre y 23 de diciembre tuvo lugar la vigésimo tercera parada de recarga de combustible.** Entre las actuaciones relevantes cabe destacar la sustitución de 64 elementos de combustible, la renovación del sistema de manejo del combustible, la inspección visual remota de la superficie de la tapa de la vasija y de otros componentes del reactor, diferentes actividades de inspección y limpieza en los generadores de vapor, tanto en la parte perteneciente al circuito primario como en la del secundario y la instalación de nuevos equipos de medida del venteo en la contención. Esta recarga tuvo como proyecto singular el cambio de los dos recalentadores separadores de humedad, un equipo del sistema secundario que permitirá a la planta ganar en eficiencia y rendimiento térmico.

Para llevar a cabo todas estas actividades, **se incorporaron más de un millar de trabajadores de diferentes perfiles y especialidades –pertenecientes a más de 60 empresas– a la plantilla habitual de la planta.**

### Cultura de seguridad

ANAV recibió entre los días 15 y 23 de enero una misión SALTO (*Safety Aspects of Long Term Operation*) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) orientada a la **evaluación de la preparación de las centrales de Ascó y Vandellós II para afrontar la operación a largo plazo.** Un equipo de doce expertos procedentes de nueve países (Argentina, Eslovaquia, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Irlanda, Países Bajos, Rumanía y Sudáfrica) llevó a cabo la misión preliminar –misión Pre-SALTO–, que inicia el proceso de análisis de las capacidades

de ANAV para operar más allá del plazo establecido en el diseño original de las plantas de acuerdo a los estándares internacionales de la industria nuclear y a la experiencia en la extensión de la operación de numerosos reactores en el mundo. Este programa de evaluación del OIEA se extenderá en sus diferentes fases hasta el año 2025.

## Simulacros de emergencia

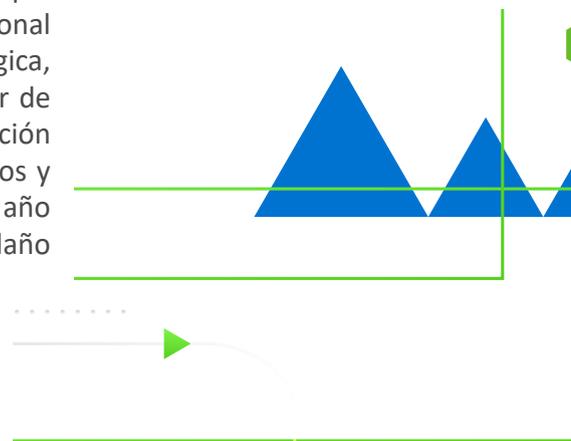
**El 11 de abril se realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI).** El ejercicio se basó en la simulación de un suceso de muy fuertes vientos que provocó la falta de suministro exterior de electricidad, evolucionando hacia un escenario de pérdida total de energía en la instalación. El desarrollo de este ejercicio simulado llegó hasta una declaración de Emergencia General del PEI y permitió ejercitar el conjunto de acciones que establecen las Guías de Accidentes Severos para este escenario.

Con el objetivo de poder comprobar el buen funcionamiento del plan de actuación ante una emergencia y la coordinación de todos los equipos de intervención, se activaron a todas las organizaciones implicadas, así como las vías de comunicación con el Centro de Apoyo Técnico (CAT) –donde se ubica la Dirección de la Emergencia–, con el Consejo de Seguridad Nuclear (SALEM - Sala de Emergencias y SALEM 2) y con la Subdelegación del Gobierno en Tarragona (CECOP - Centro de Coordinación Operativa).

En el mes de mayo tuvieron lugar cuatro Ejercicios de Alcance Integrado en los que se activaron el Centro de Apoyo Técnico (CAT), los Centros de Apoyo Operacional (CAO) de operación, servicios médicos, mantenimiento, protección radiológica, contra incendios, centro de alarmas secundario y química, el Centro Exterior de Emergencia, el Centro de Soporte Exterior y las Brigadas de 1ª y 2ª intervención contra incendios. Se simuló el mismo escenario en los tres primeros ejercicios y en el cuarto se realizó la concentración del personal no esencial. A lo largo del año también se realizaron en Vandellós II ejercicios y arranques de equipos de daño extenso (actuaciones post-Fukushima) para formación y prácticas en campo.



Trabajos en la central nuclear de Vandellós II (Tarragona)





**EN MARZO DE 2019  
SE PRESENTÓ LA  
SOLICITUD DE LA  
RENOVACIÓN DE LA  
AUTORIZACIÓN DE  
EXPLORACIÓN DE LA  
CENTRAL NUCLEAR DE  
VANDELLÓS II**

## Relaciones externas y actividades de comunicación

A lo largo del año 2019 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 el Comité de Información convocado por el Ministerio para la Transición Ecológica, diversas reuniones periódicas con los responsables de los municipios, representantes institucionales y medios de comunicación, así como a través de las redes sociales y la página web corporativa. También se han apoyado distintas actividades socioculturales y educativas realizadas por diferentes entidades en el entorno de la instalación.

## PERSPECTIVAS PARA 2020

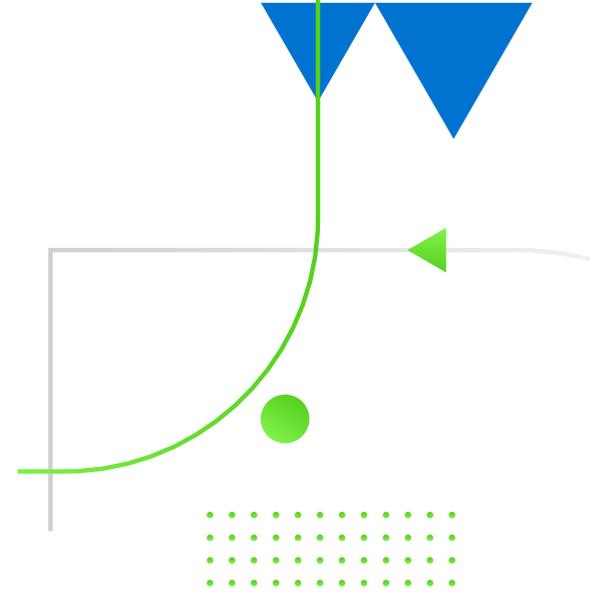
Como hecho destacado, a lo largo del primer semestre del año el Consejo de Seguridad Nuclear emitirá su informe acerca de la renovación de la autorización de explotación de la central, que se encuentra vigente hasta el día 26 de julio de 2020. Antes de esta fecha, el Ministerio para la Transición Ecológica emitirá la resolución correspondiente.

En el mes de febrero se llevará a cabo la misión de seguimiento (*follow-up*) de la Revisión Inter pares Corporativa de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) y en el mes de mayo tendrá lugar la misión de seguimiento (*follow-up*) de la Revisión Inter pares (*Peer Review*) de WANO que tuvo lugar en octubre de 2018.

# 1.7 EVOLUCIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

## C.N. ALMARAZ I

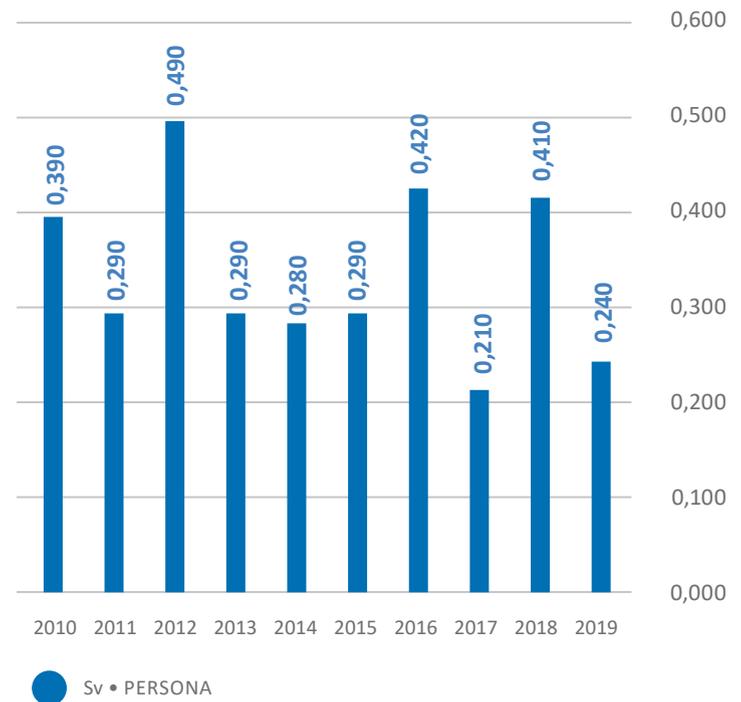
Fuente: Foro Nuclear e Informes mensuales de explotación (IMEX)

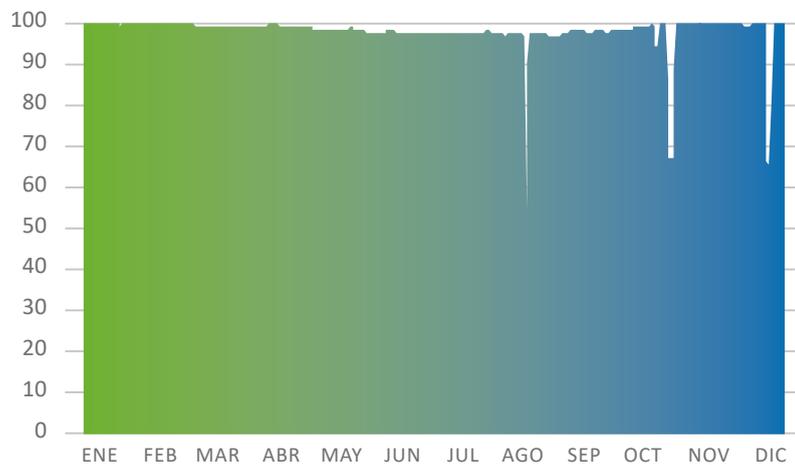


### RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

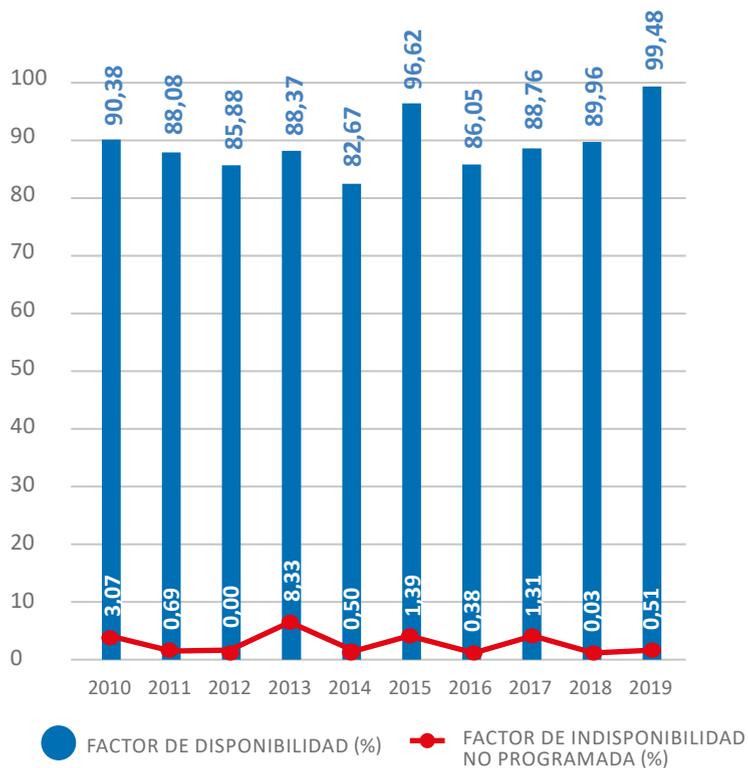


### DOSIS COLECTIVA

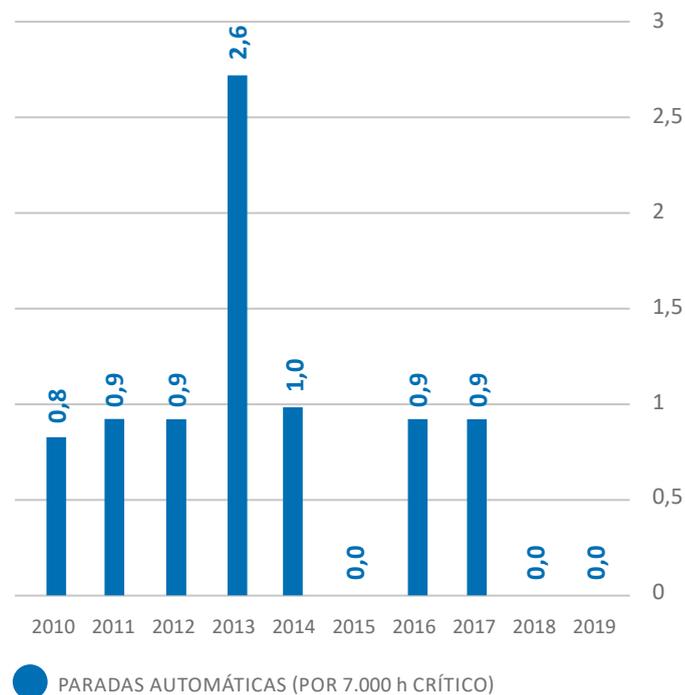




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD



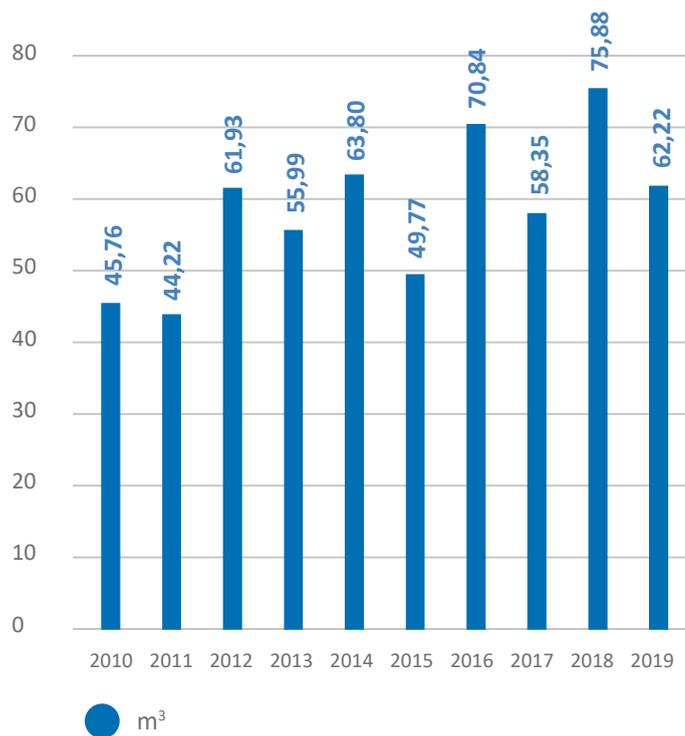
## PARADAS AUTOMÁTICAS



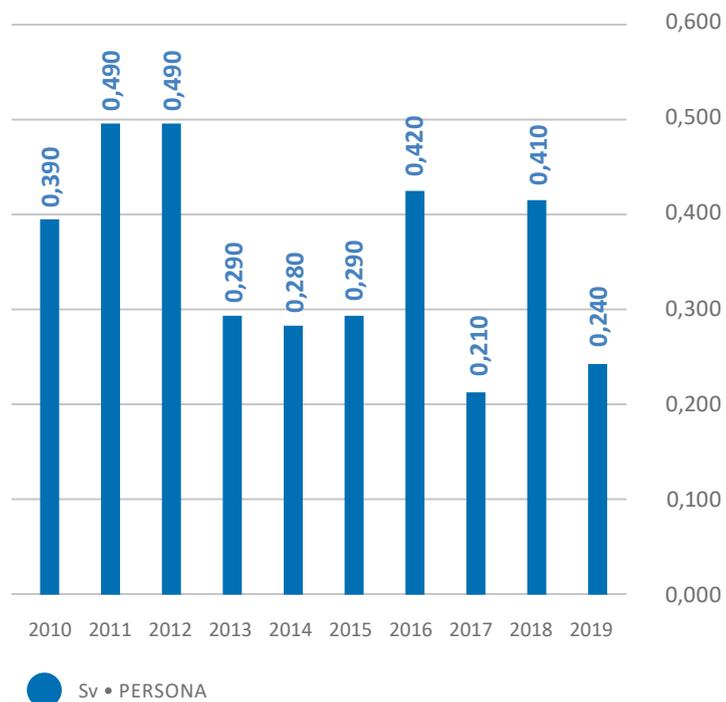
## C.N. ALMARAZ II

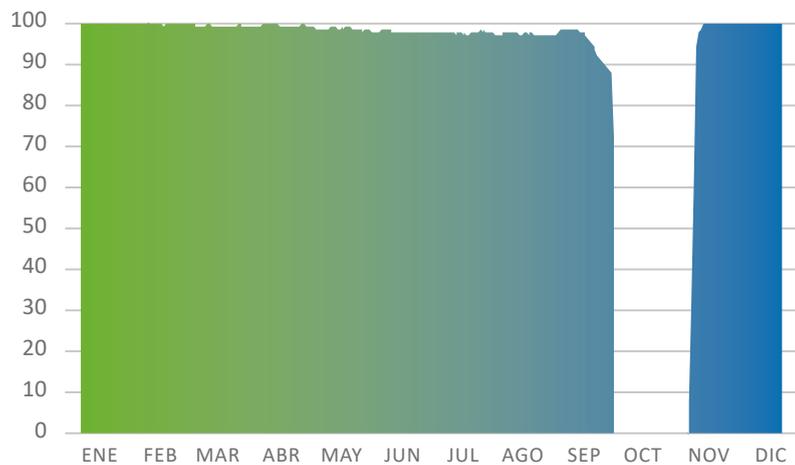
Fuente: Foro Nuclear e Informes mensuales de explotación (IMEX)

### RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

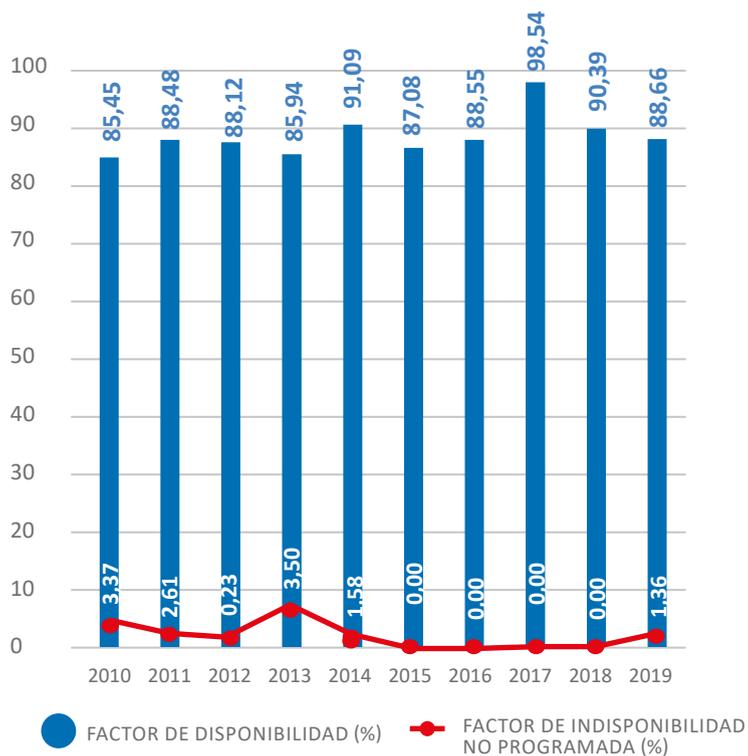


### DOSIS COLECTIVA

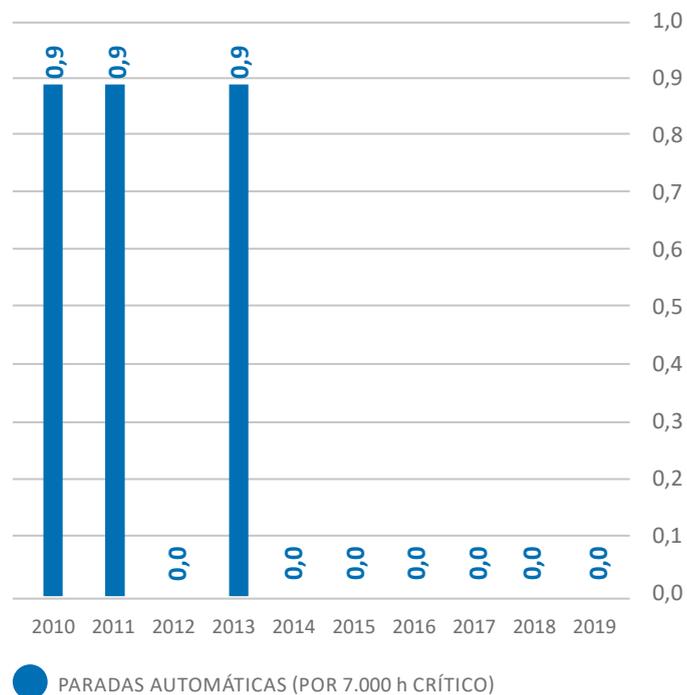




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD



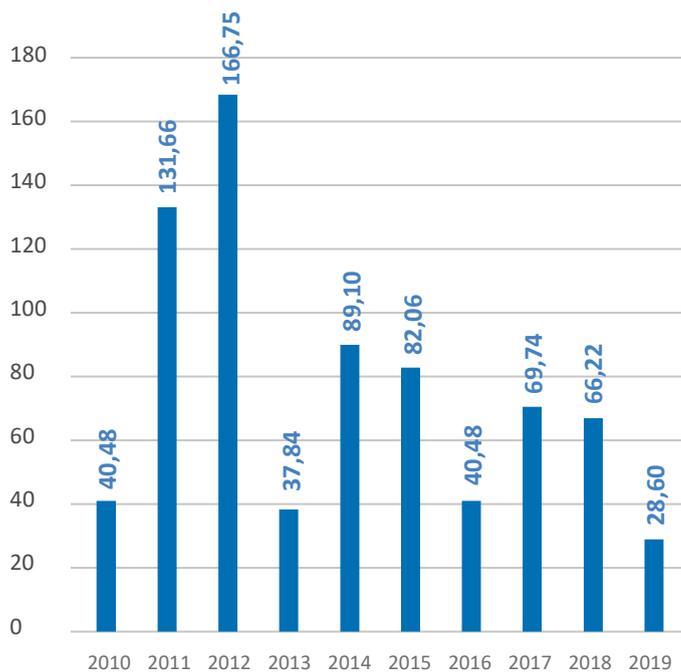
## PARADAS AUTOMÁTICAS



## C.N. ASCÓ I

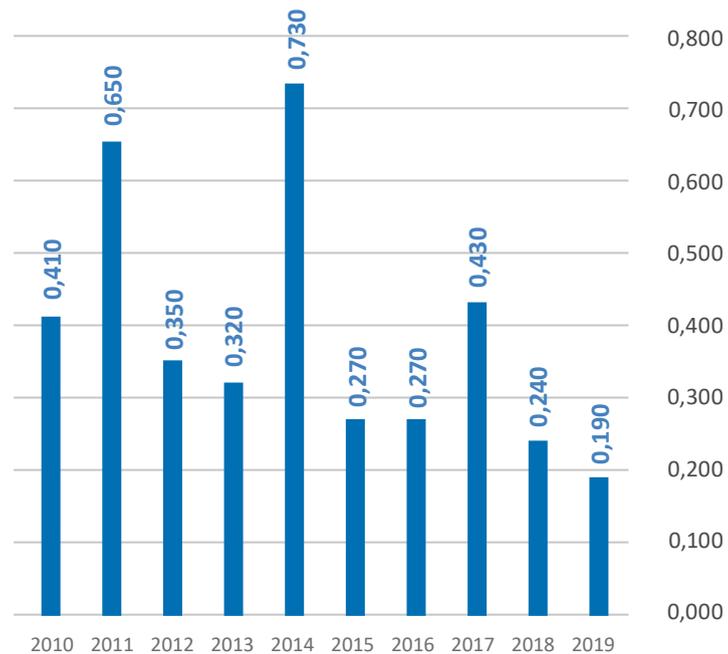
Fuente: Foro Nuclear e Informes mensuales de explotación (IMEX)

### RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

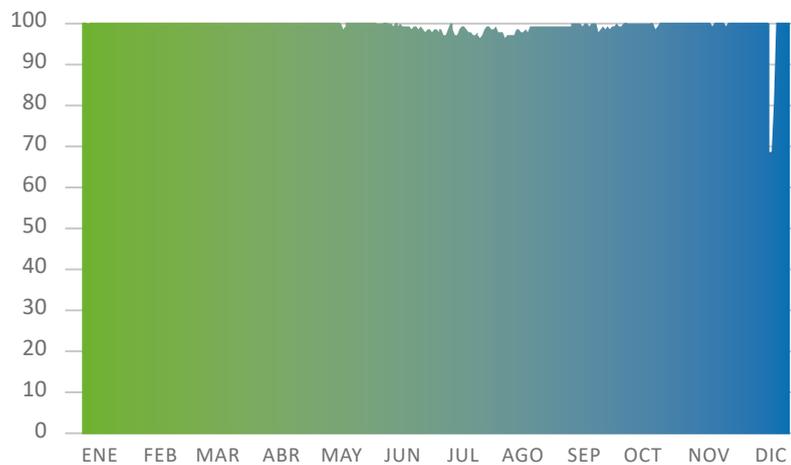


● m³

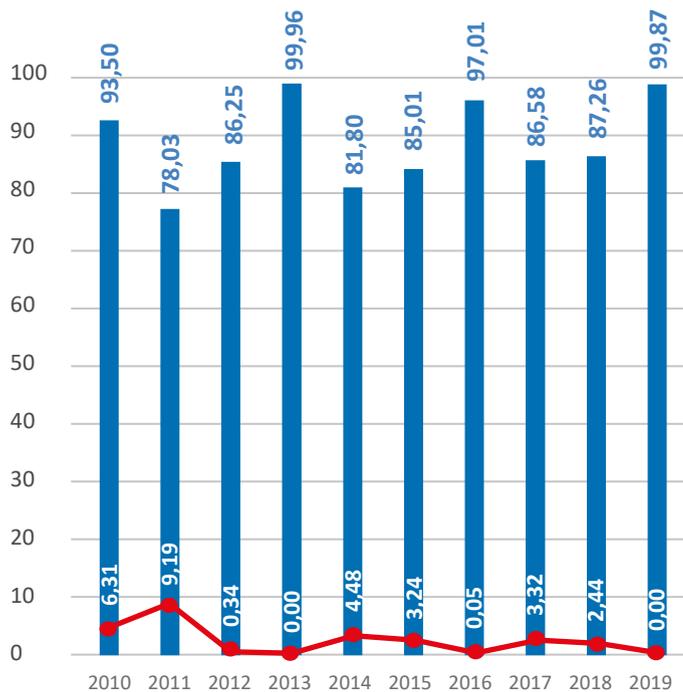
### DOSIS COLECTIVA



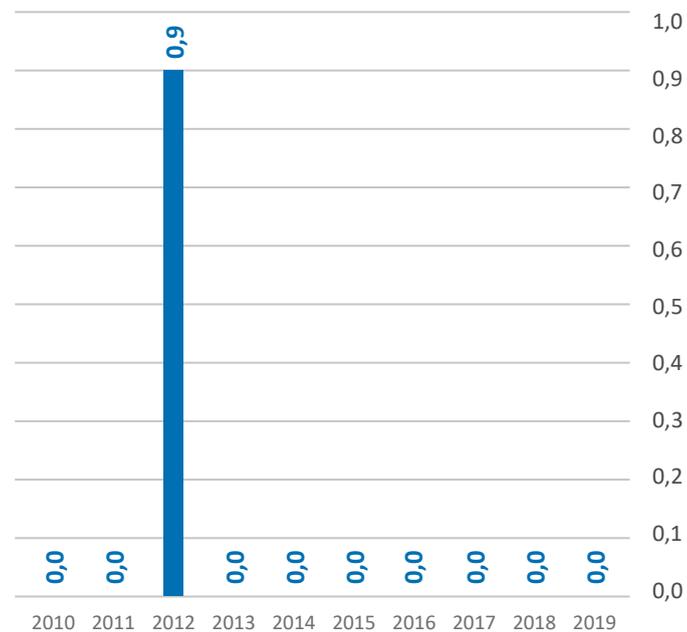
● Sv • PERSONA



## FACTORES DE DISPONIBILIDAD



## PARADAS AUTOMÁTICAS



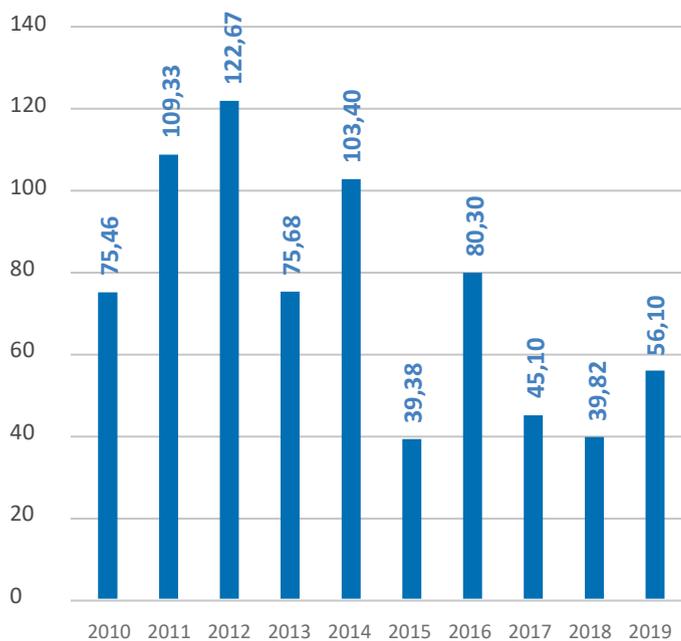
● FACTOR DE DISPONIBILIDAD (%) ● FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA (%)

● PARADAS AUTOMÁTICAS (POR 7.000 h CRÍTICO)

## C.N. ASCÓ II

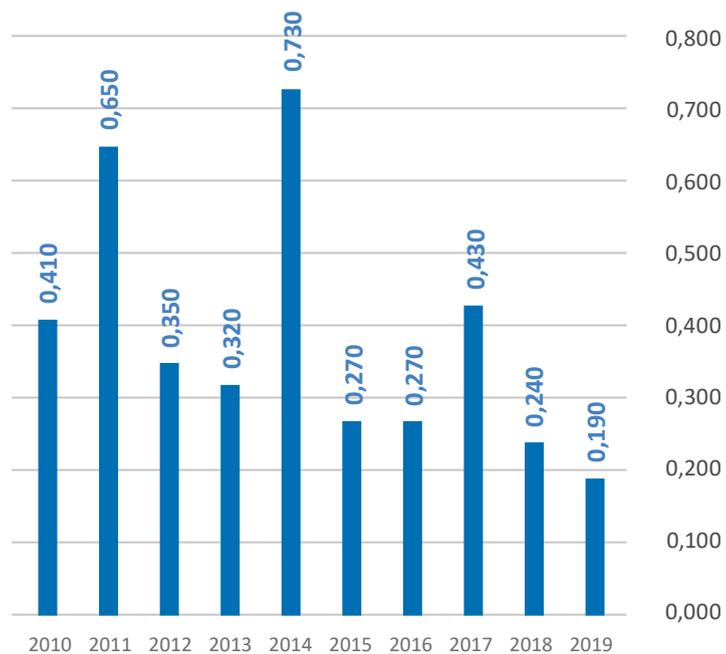
Fuente: Foro Nuclear e Informes mensuales de explotación (IMEX)

### RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

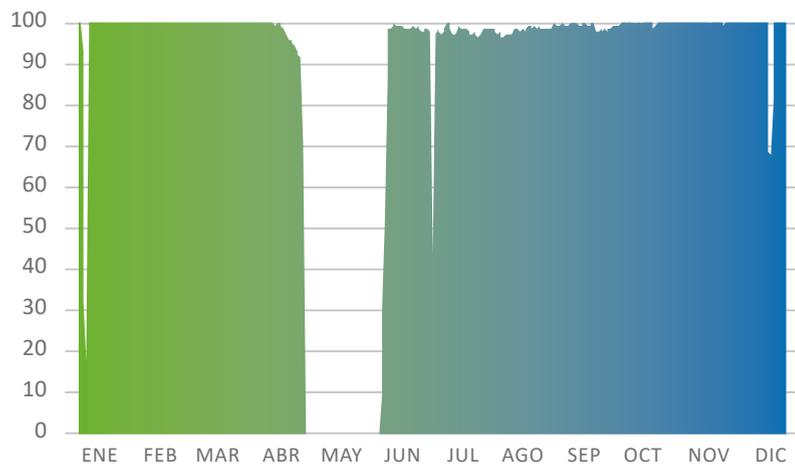


● m<sup>3</sup>

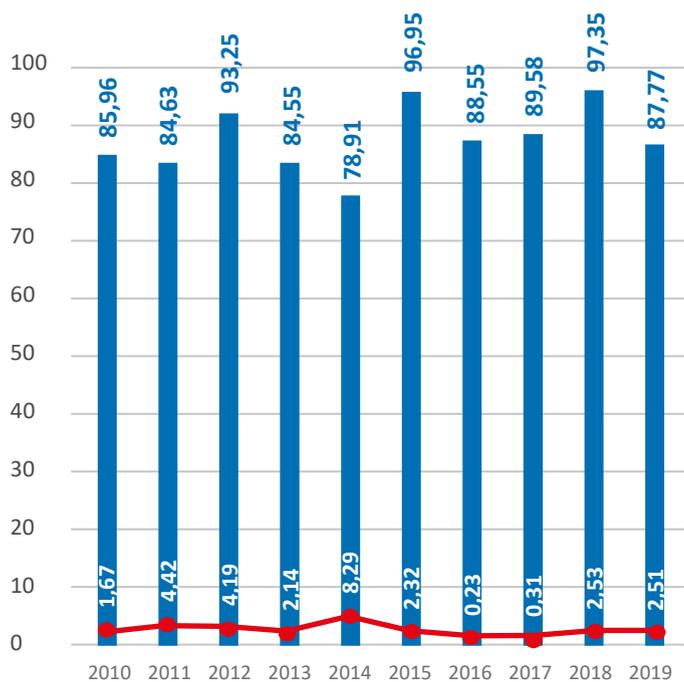
### DOSIS COLECTIVA



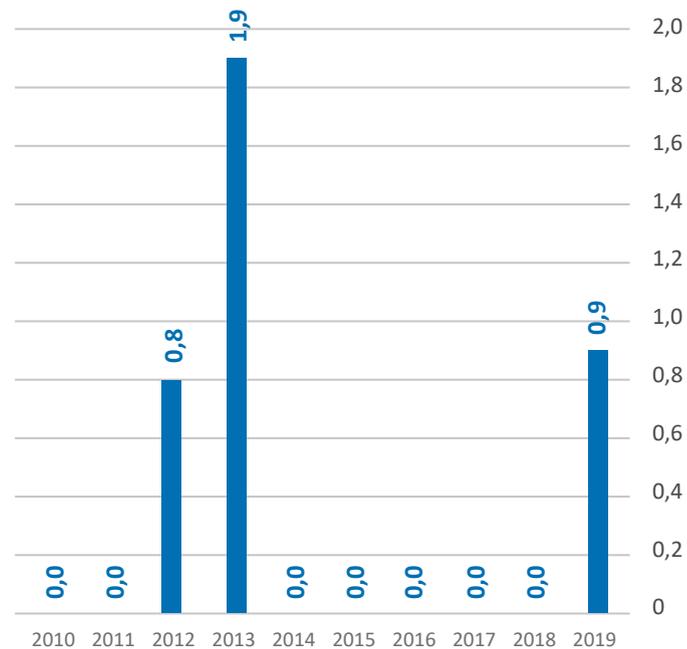
● Sv • PERSONA



## FACTORES DE DISPONIBILIDAD



## PARADAS AUTOMÁTICAS



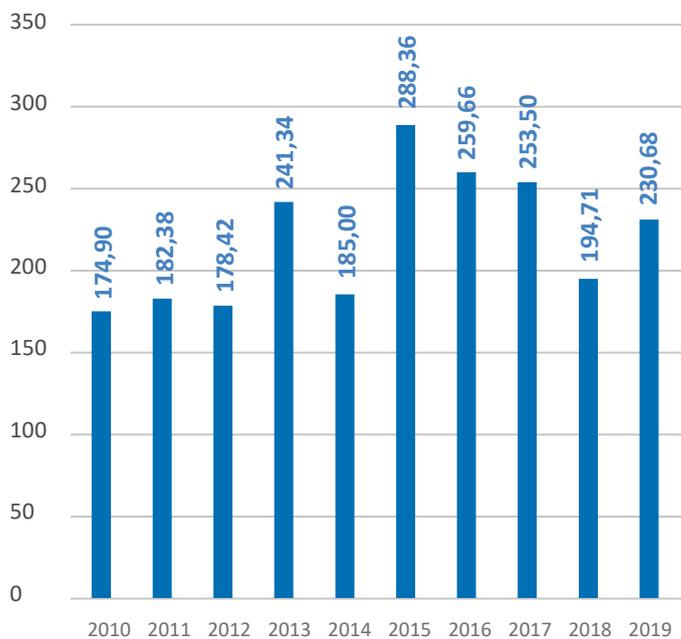
● FACTOR DE DISPONIBILIDAD (%) ● FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA (%)

● PARADAS AUTOMÁTICAS (POR 7.000 h CRÍTICO)

## C.N. COFRENTES

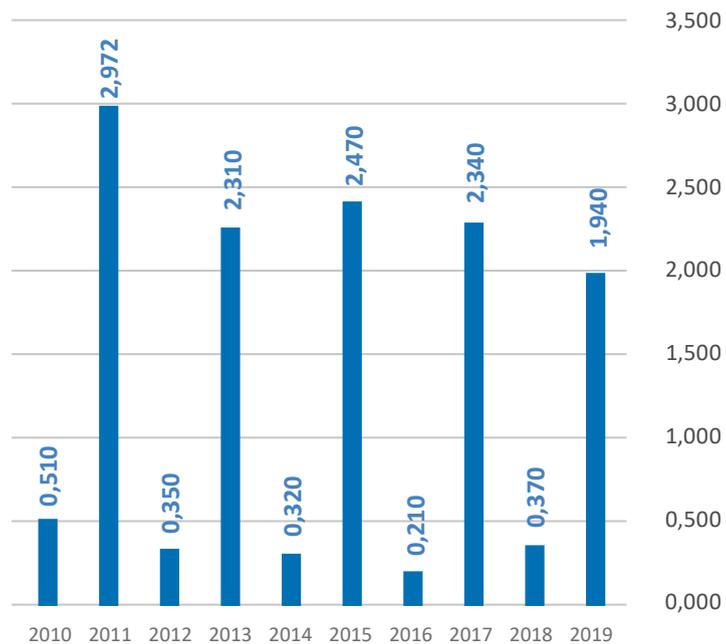
Fuente: Foro Nuclear e Informes mensuales de explotación (IMEX)

### RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

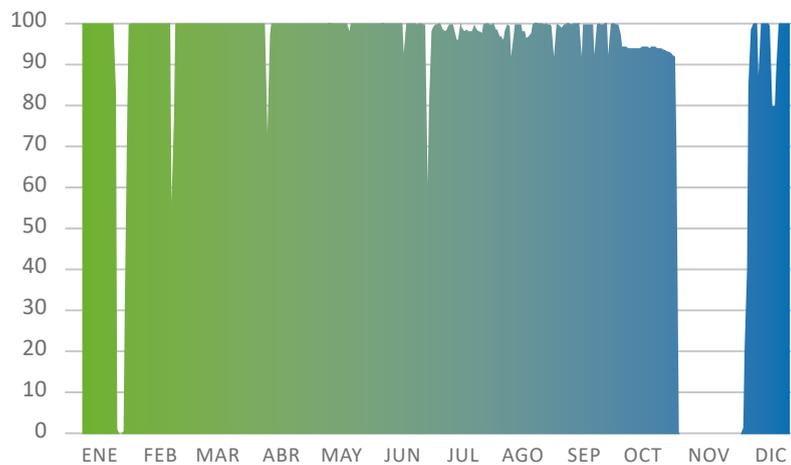


● m<sup>3</sup>

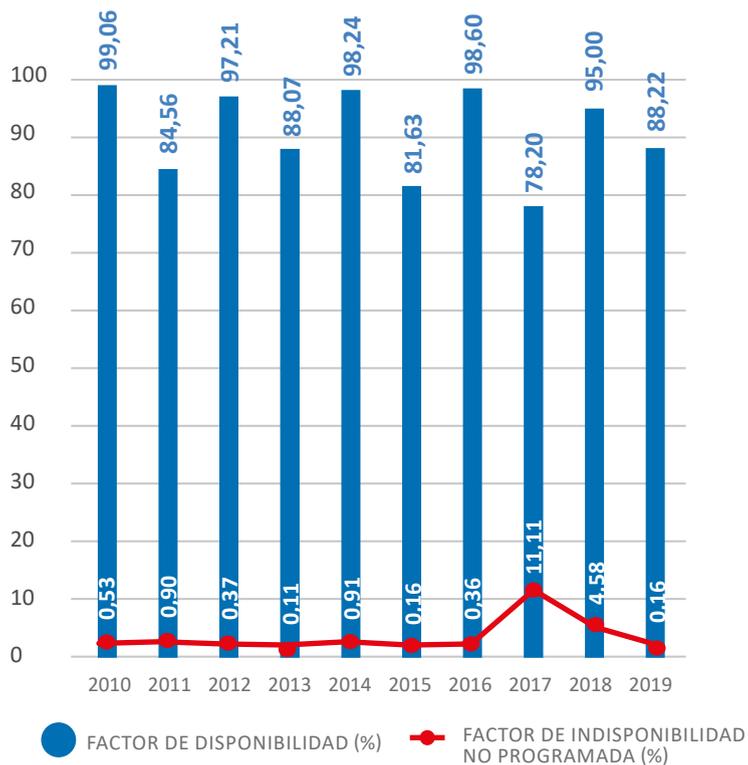
### DOSIS COLECTIVA



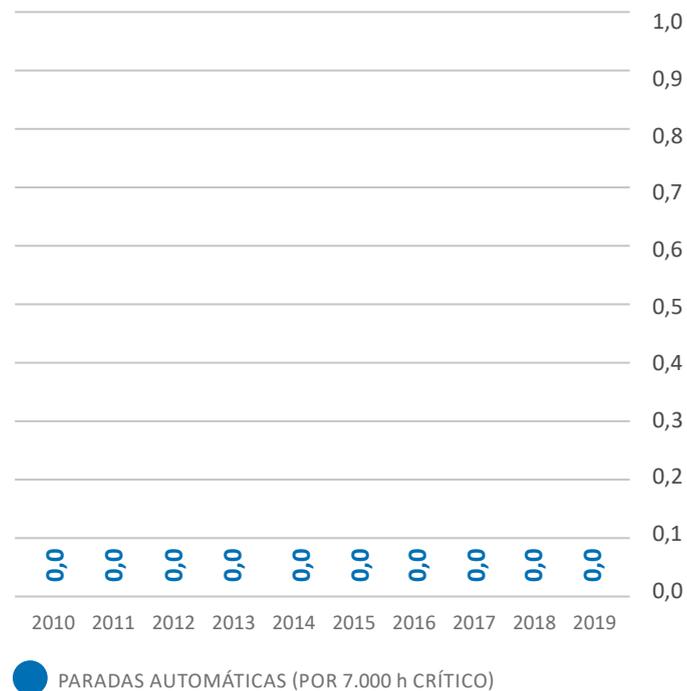
● Sv • PERSONA



## FACTORES DE DISPONIBILIDAD



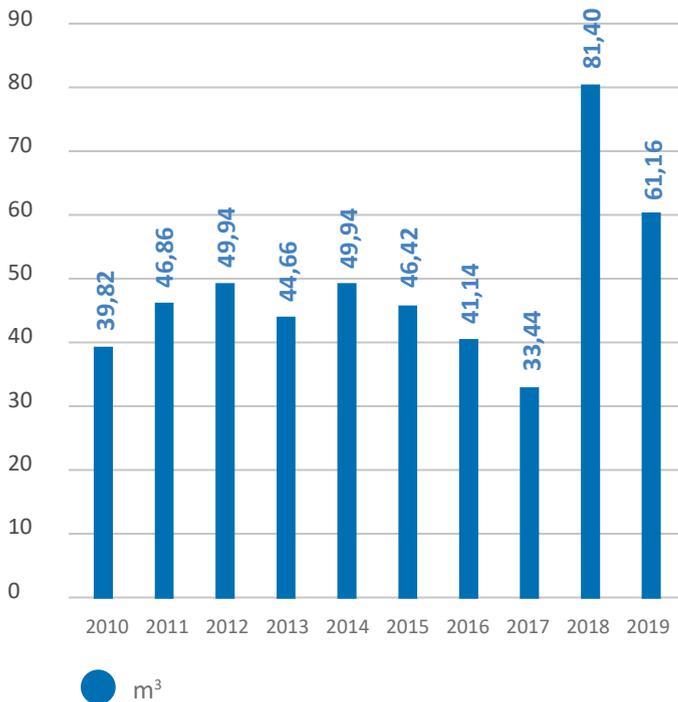
## PARADAS AUTOMÁTICAS



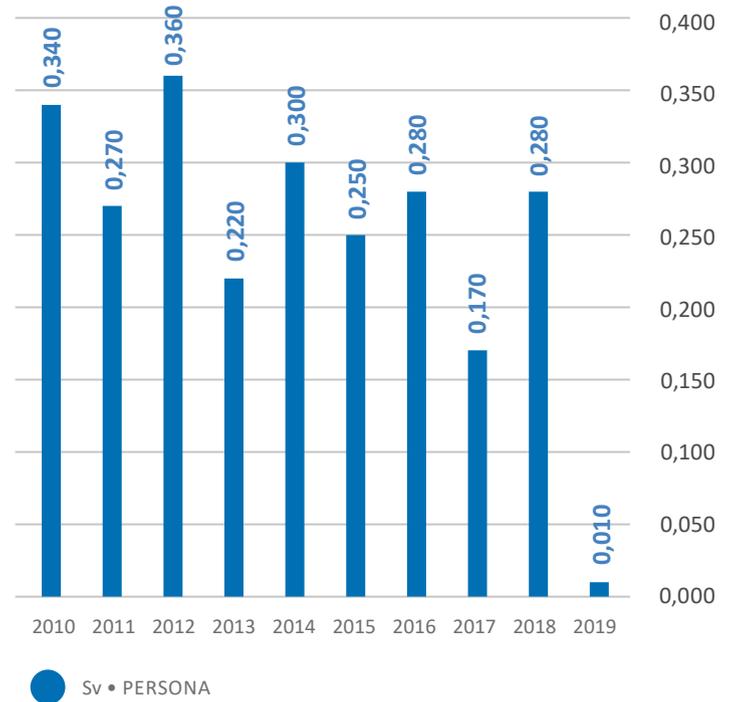
## C.N. TRILLO

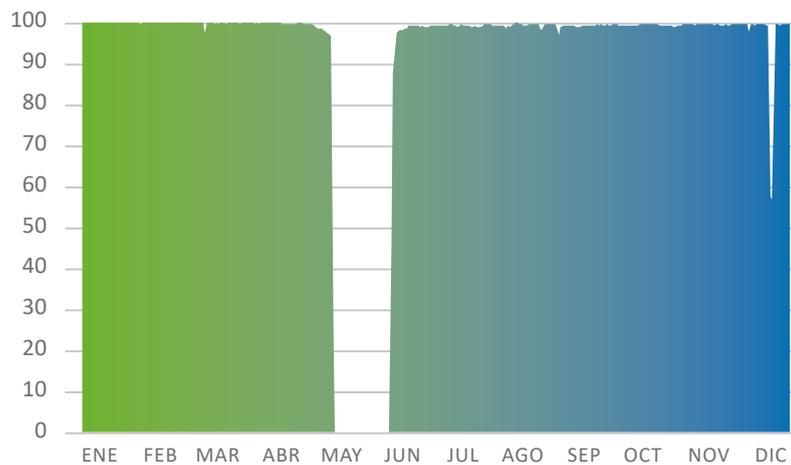
Fuente: Foro Nuclear e Informes mensuales de explotación (IMEX)

### RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

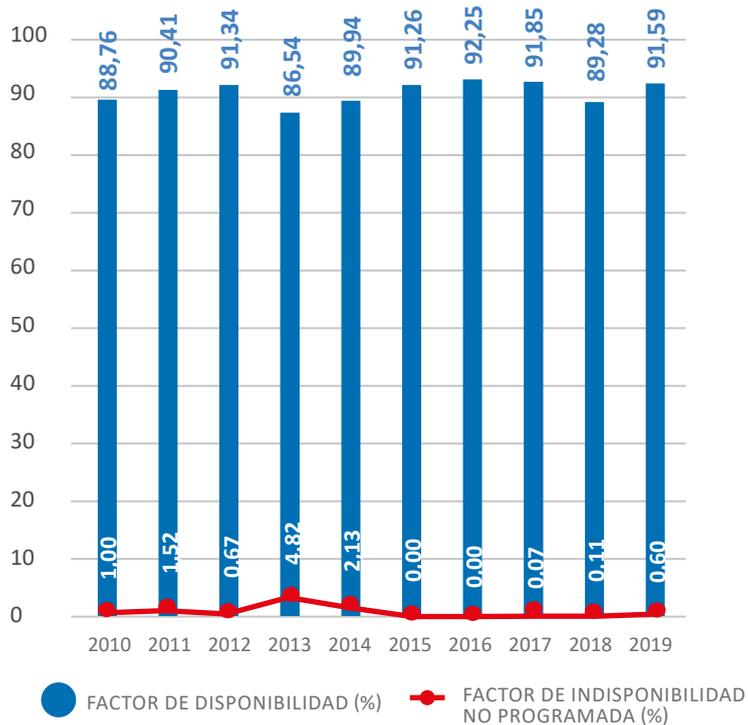


### DOSIS COLECTIVA

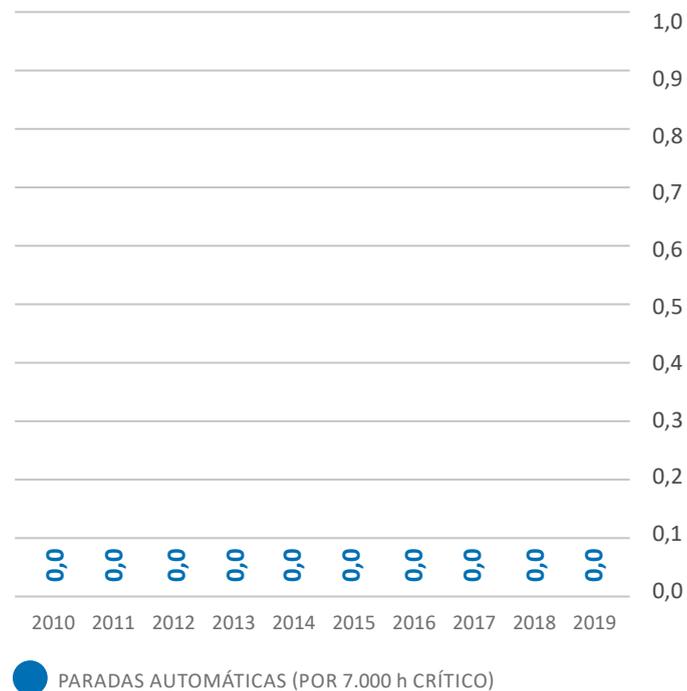




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD



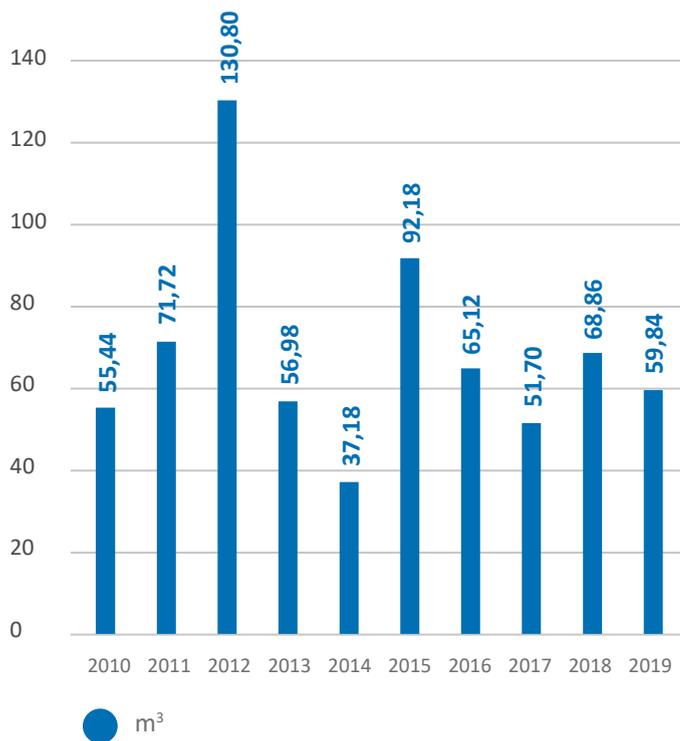
## PARADAS AUTOMÁTICAS



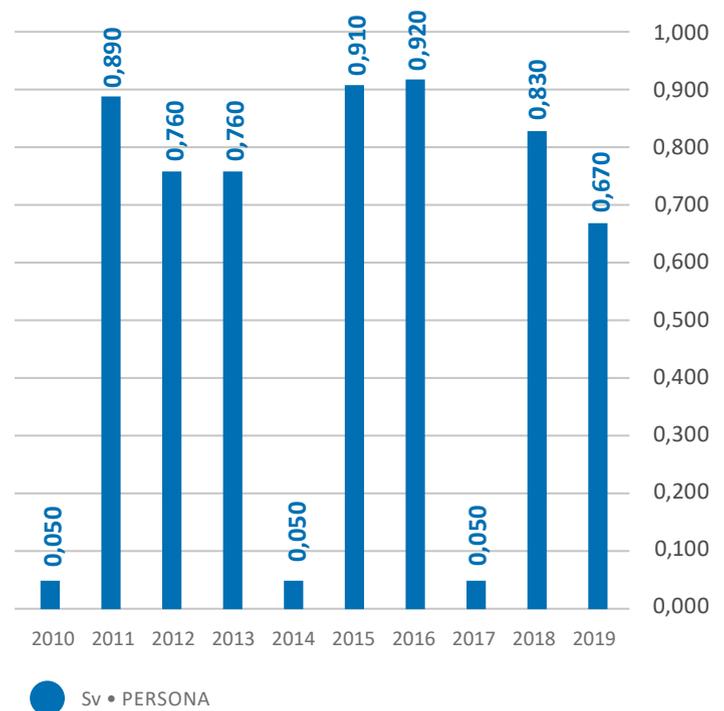
## C.N. VANDELLÓS II

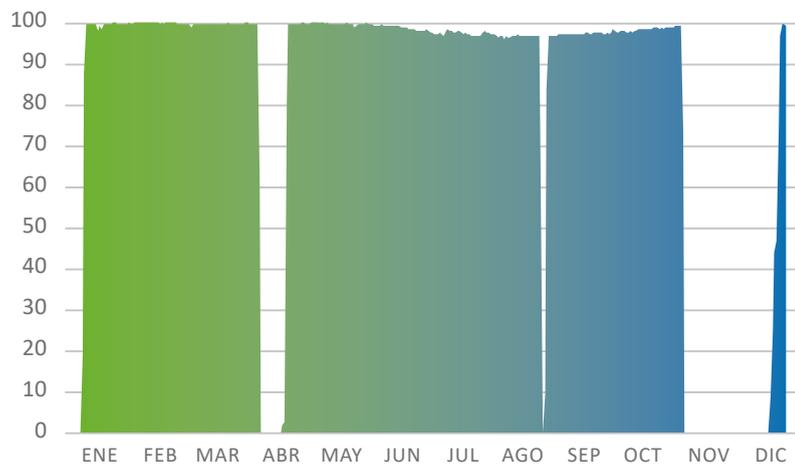
Fuente: Foro Nuclear e Informes mensuales de explotación (IMEX)

### RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD

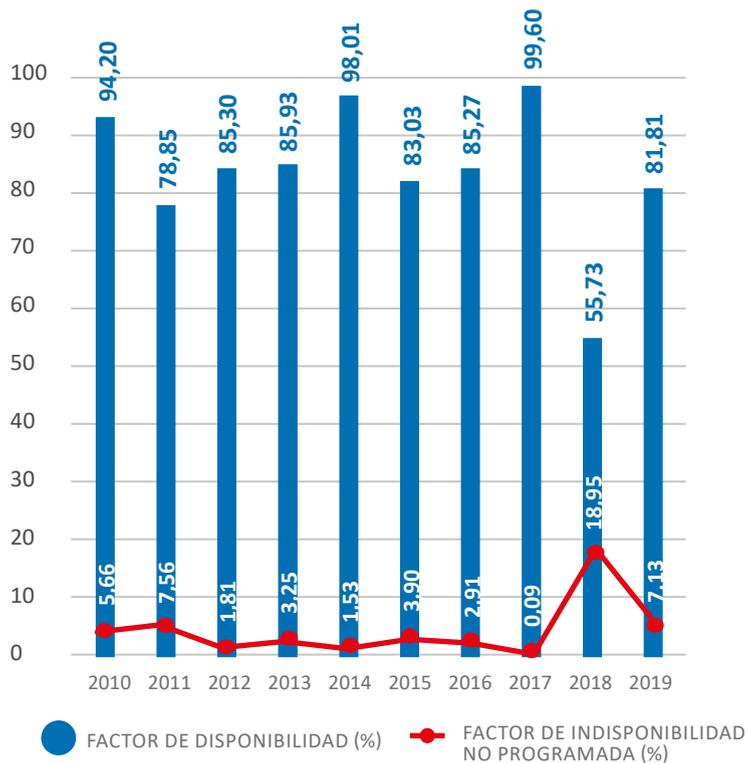


### DOSIS COLECTIVA

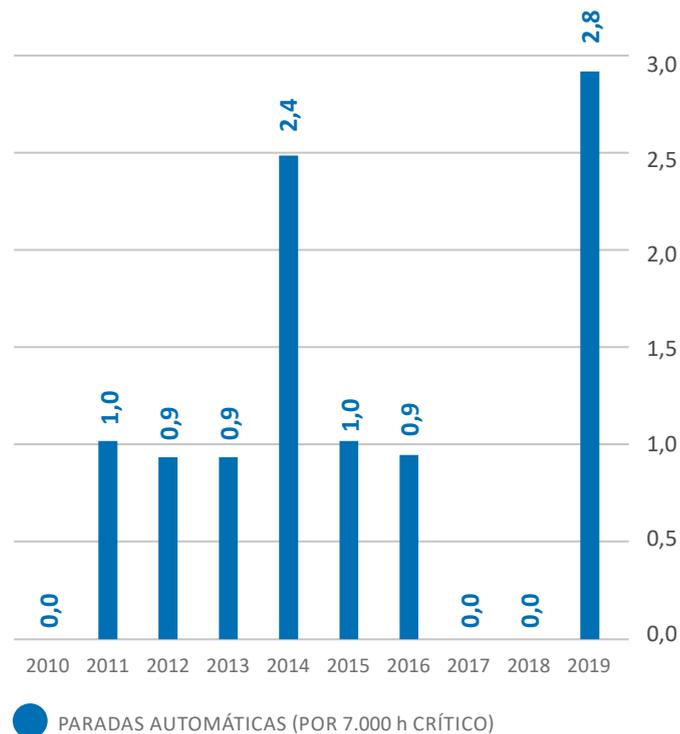




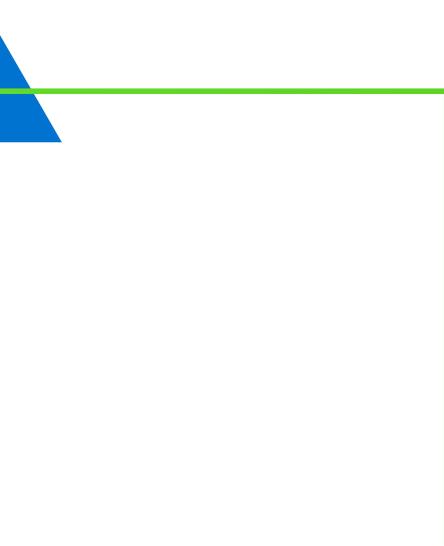
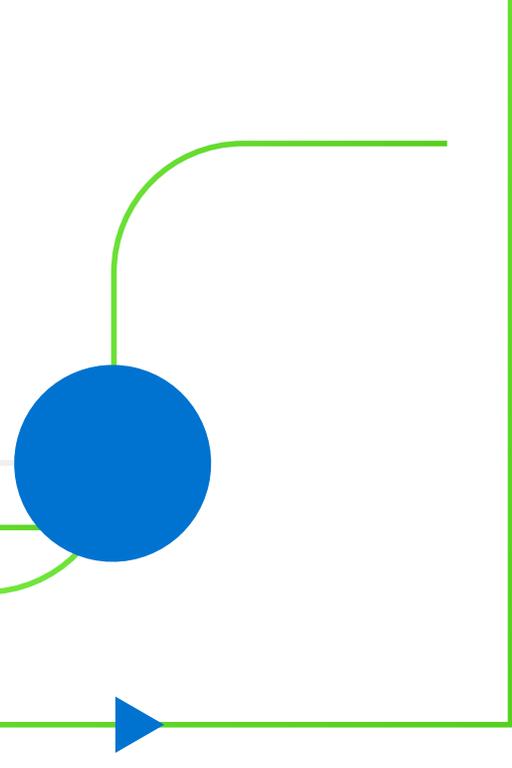
## FACTORES DE DISPONIBILIDAD



## PARADAS AUTOMÁTICAS







2

FÁBRICA DE  
**ELEMENTOS**  
COMBUSTIBLES  
DE JUZBADO

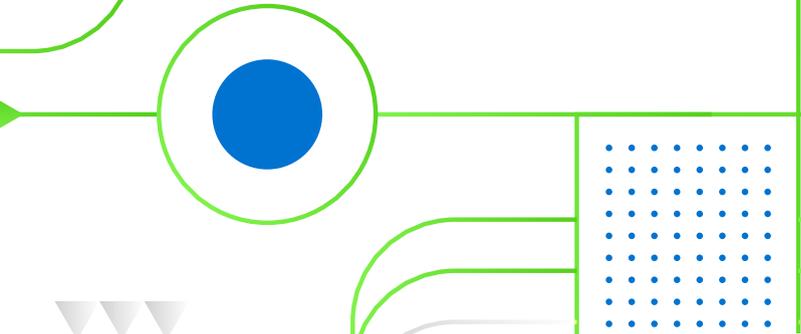
La fábrica de elementos combustibles de Juzbado, en la provincia de Salamanca, comenzó su operación en el año 1985, habiendo iniciado su construcción cuatro años antes tras obtener las correspondientes licencias. Pertenece a la empresa pública española ENUSA Industrias Avanzadas, S.A., participada en un 60% por la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) y en un 40% por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

La instalación tiene una capacidad máxima de producción anual de 500 toneladas de uranio de acuerdo con las autorizaciones de explotación y de fabricación vigentes y con un enriquecimiento máximo del 5% en uranio-235. Posee un equipo especializado para abarcar todo el ciclo de producción de combustible nuclear: abastecimiento, suministro, almacenamiento de uranio, logística de componentes, fabricación y control del nivel de calidad del producto, desarrollo de equipos para la fabricación de elementos combustibles para reactores de agua a presión (PWR y VVER) y de agua en ebullición (BWR) y gestión de la logística y distribución a las centrales españolas y de algunos países europeos.

Cuenta con seis laboratorios especializados –avalados por las certificaciones ENAC según la norma ISO 17.025 y por AENOR según la norma ISO 9.002– que realizan el seguimiento del proceso de fabricación, la vigilancia ambiental del entorno y el control de la dosimetría del personal.

**LA FÁBRICA DE JUZBADO  
HA SUMINISTRADO  
COMBUSTIBLE EN 2019 A  
CENTRALES NUCLEARES  
ESPAÑOLAS, BELGAS,  
FRANCESAS Y SUECAS**





En 2019, **ENUSA Industrias Avanzadas S.A.** suministró a las centrales nucleares españolas de **Almaraz II, Ascó II, Cofrentes, Trillo y Vandellós II un total de 180 toneladas de uranio (tU)** en distintos grados de enriquecimiento, lo que equivale a 1.849 toneladas de concentrados de uranio ( $U_3O_8$ ), 1.560 toneladas de uranio natural en forma de  $UF_6$  y 1,311 millones 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).

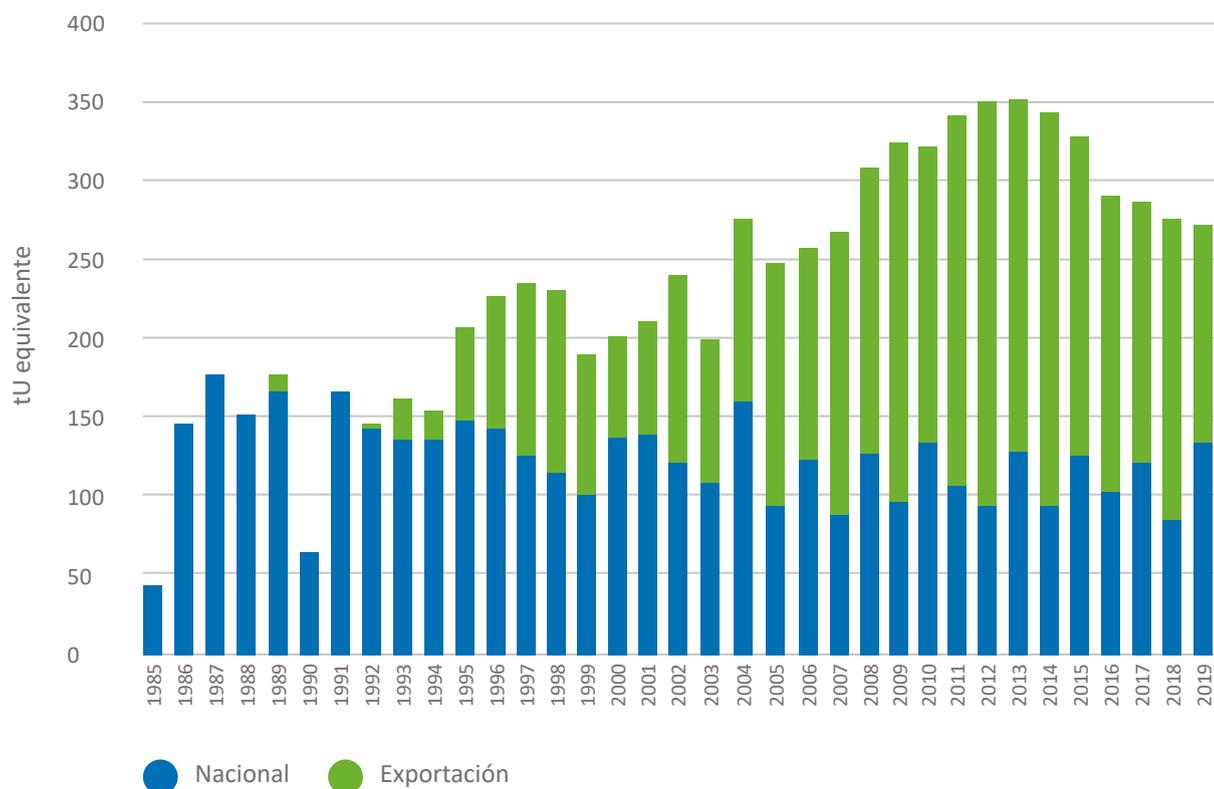
**La fábrica de Juzbado fabricó 273,70 toneladas de uranio, de las que el 51% se dedicaron a la exportación, para centrales de Bélgica, Francia y Suecia.** En total se montaron 615 elementos combustibles, 505 para reactores de agua a presión (PWR) y 110 para reactores de agua en ebullición (BWR).

Hay que destacar que el combustible suministrado a los reactores PWR españoles viene operando sin fallos desde hace más de cinco años. Así mismo, un año más el inventario de material nuclear en fábrica fue verificado por la agencia Euratom de la Unión Europea y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de Naciones Unidas, comprobando su adecuación a los requisitos aplicables en base a los compromisos internacionales adquiridos por España.

Detalle de un elemento combustible

Durante 2019, se puso en marcha un nuevo escáner pasivo y la digitalización de los equipos de primera soldadura, se realizaron mejoras en equipos de proceso e inspección para garantizar su disponibilidad y aumentar su seguridad y se comenzó la fabricación del nuevo producto de Combustible Tolerante a Accidentes (*Accident Tolerant Fuel – ATF*).

## CANTIDADES ANUALES (t Ueq) FABRICADAS DESDE 1985



Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.

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

	PWR	BWR	TOTAL		
	Total	Total	Nacional	Exportación	Total
tU	6.242,41	1.944,49	4.284,03	3.902,88	8.196,91
Elementos combustibles (unidades)	13.630	10.811	11.981	12.460	24.441

Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.

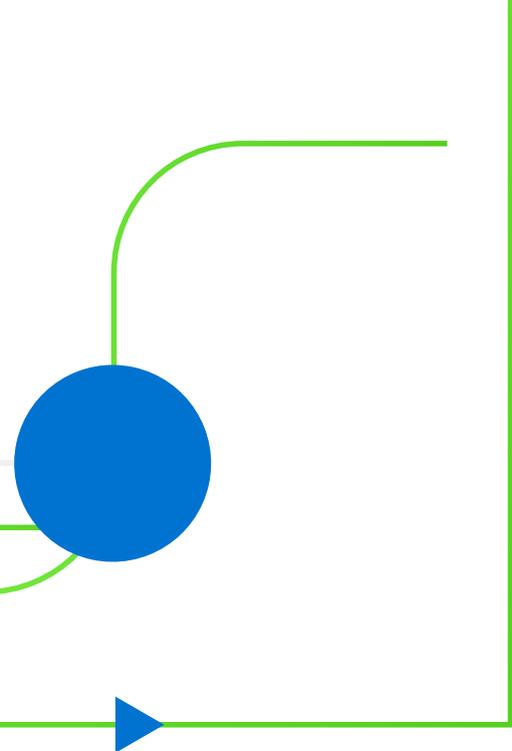
En 2020, está previsto la producción de 319 toneladas equivalentes de uranio, con suministro de 440 elementos combustibles PWR para las centrales españolas Almaraz I y II y Ascó I y II, belgas Doel 3 y 4, y francesas Chinon 1 y 4, Blayais 1, Paluel 3 y Golfech 1. Además, se suministrarán 504 elementos combustibles BWR a las centrales suecas Forsmark 1 y 2 y a la finlandesa Olkiluoto 1, con un **incremento muy significativo del nivel de producción, especialmente en combustible BWR.**

Se acometerá la actualización del sistema electrónico y *software* del equipo de inspección por ultrasonidos, la automatización del almacén de bidones de polvo y la implantación del proyecto de dosimetría digital para mejorar el seguimiento de las dosis internas del personal.

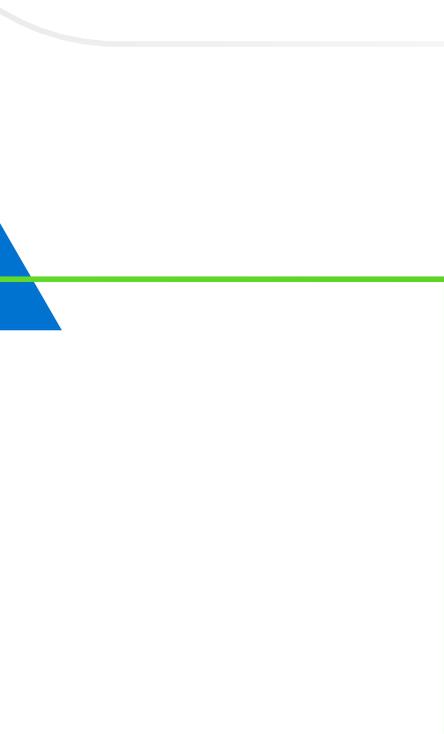
Fábrica de elementos combustibles de Juzbado (Salamanca)







3



GESTIÓN DE  
**RESIDUOS**  
RADIATIVOS Y  
DESMANTELAMIENTOS  
DE INSTALACIONES

# 3.1 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 la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) de El Cabril en Hornachuelos (Córdoba). Estos residuos se almacenan de forma temporal en las instalaciones que las propias centrales nucleares tienen en sus emplazamientos, hasta su traslado a dicho almacén.

Durante 2019, se produjeron 969,72 m<sup>3</sup> de residuos y 858,50 m<sup>3</sup> 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 (m<sup>3</sup>)

CENTRAL NUCLEAR	GENERADOS	RETIRADOS	GRADO DE OCUPACIÓN (%) <sup>(1)</sup>
Almaraz I <sup>(2)</sup>	62,22	50,60	50,43
Almaraz II <sup>(2)</sup>	62,22	50,60	34,48
Ascó I	28,60	39,60	36,28
Ascó II	56,10	22,66	38,76
Cofrentes	230,68	135,68	49,45
Santa María de Garoña	408,90	415,12	48,05
Trillo	61,16	91,96	11,80
Vandellós II	59,84	52,58	22,09
<b>TOTAL</b>	<b>969,72</b>	<b>858,50</b>	---

(1) Datos a 31 de diciembre de 2019

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

Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

## 3.2 CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE EL CABRIL

En 2019 se recibieron en El Cabril un total de 2.674 m<sup>3</sup> de residuos radiactivos, de los cuales 826 m<sup>3</sup> eran residuos de baja y media actividad (RBMA) y 1.848 m<sup>3</sup> eran residuos de muy baja actividad (RBBA). Estos residuos llegaron en un total de 295 expediciones: 256 procedentes de instalaciones nucleares con 2.557 m<sup>3</sup> (816 m<sup>3</sup> RBMA y 1.741 m<sup>3</sup> RBBA) y 39 provenientes de instalaciones radiactivas con 117 m<sup>3</sup> (10 m<sup>3</sup> RBMA y 107 m<sup>3</sup> RBBA).



Vista de El Cabril, el almacén de residuos de muy baja, baja y media actividad (Córdoba)

**LOS RESIDUOS  
RADIATIVOS DE  
MUY BAJA, BAJA Y  
MEDIA ACTIVIDAD SE  
ALMACENAN EN EL  
CABRIL, PROVINCIA  
DE CÓRDOBA**

## **ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE MUY BAJA ACTIVIDAD**

En 2019 se recibieron 1.848 m<sup>3</sup> de residuos de muy baja actividad, 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 2019, el volumen almacenado de este tipo de residuos es de 17.383 m<sup>3</sup>, lo que supone un 39% de la capacidad actualmente en operación (un 12% de la capacidad total de las cuatro estructuras específicas previstas para este tipo de residuos).

## **ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD**

Durante 2019, El Cabril recibió un total de 826 m<sup>3</sup> de residuos de baja y media actividad. Respecto a la ocupación, de las 28 celdas de almacenamiento para residuos de baja y media actividad (RBMA) que dispone la instalación, a 31 de diciembre de 2019 se encontraban completas y cerradas un total de 21 celdas: las 16 estructuras de la plataforma norte y 5 estructuras de la plataforma sur, con un total de 33.602 m<sup>3</sup>. Esto supone una ocupación del 79% de la capacidad total de almacenamiento de residuos de baja y media actividad (RBMA).

## **VOLUMEN DE RESIDUOS RADIATIVOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD RECIBIDOS EN 2019 (m<sup>3</sup>)**

Procedentes de instalaciones nucleares	2.557
Procedentes de instalaciones radiactivas (hospitales, laboratorios y centros de investigación)	117
<b>TOTAL</b>	<b>2.674</b>

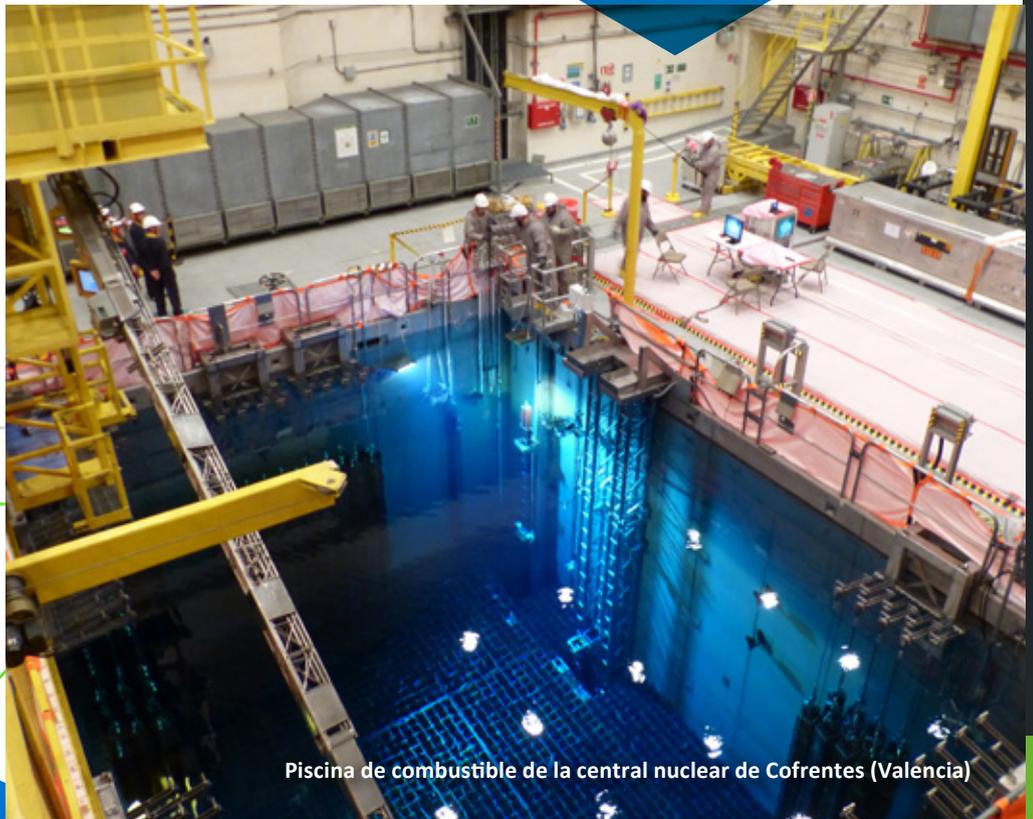
Fuente: Enresa

# 3.3 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 2019, el número de elementos combustibles irradiados almacenados temporalmente en las centrales nucleares españolas era de 16.324, de los que 14.475 se encuentran en piscinas y 1.849 en almacenes temporales individualizados.

LAS CENTRALES NUCLEARES ALMACENAN TEMPORALMENTE EL COMBUSTIBLE IRRADIADO EN PISCINAS Y, CUANDO ÉSTAS ALCANZAN SU GRADO DE OCUPACIÓN, EN ALMACENES EN SECO



Piscina de combustible de la central nuclear de Cofrentes (Valencia)

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	1.512	91,80
Almaraz II	1.564	94,96
Ascó I	1.096	86,71
Ascó II	1.164	92,09
Cofrentes	4.736	99,08
Santa María de Garoña	2.505	96,01
Trillo	566	88,54
Vandellós II	1.332	92,69
<b>TOTAL</b>	<b>14.475</b>	<b>---</b>

Datos a 31 de diciembre de 2019 / Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear



Almacén Temporal Individualizado de la central nuclear José Cabrera (Guadalajara), en desmantelamiento

**La central nuclear de Trillo cuenta desde 2002 con un Almacén Temporal Individualizado en seco** en el que a 31 de diciembre de 2019 había 34 contenedores (32 del tipo DPT con 21 elementos combustibles cada uno y 2 del tipo ENUN32P con 32 elementos combustibles cada uno) con un total de 736 elementos combustibles irradiados, lo que supone un grado de ocupación del 33%.

**La central nuclear de Ascó cuenta, desde abril de 2013, con un Almacén Temporal Individualizado en seco para sus dos unidades.** Durante el año 2019 se cargaron dos contenedores HI-STORM con 64 elementos combustibles irradiados procedentes de la piscina de la unidad I y dos contenedores con 64 elementos procedentes de la piscina de la unidad II, con lo que a 31 de diciembre de 2019 se encontraban en el mismo doce contenedores con 384 elementos combustibles irradiados de la unidad I y nueve contenedores con 288 elementos combustibles irradiados de la unidad II, almacenados en las respectivas losas de cada unidad –lo que supone un grado de ocupación del 75% y del 56%–.

La central nuclear de Almaraz tiene, desde diciembre de 2018, un Almacén Temporal Individualizado en seco. Durante el año 2019 se cargó un contenedor ENUN32P con 32 elementos combustibles irradiados procedentes de la piscina de la unidad I, con lo que a 31 de diciembre de 2019 se encontraban en el mismo dos contenedores con un total de 64 elementos combustibles irradiados de la unidad I, lo que supone un grado de ocupación del 10%.

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.

## 3.4 PREDESMANTELAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE SANTA MARÍA DE GAROÑA

La singularidad del cese de la central de Santa María de Garoña ha llevado a plantear un proceso de desmantelamiento en dos fases: la fase 1, consistente en el desmontaje de los equipos del edificio de turbina, a la vez que se produce la evacuación de los elementos combustibles almacenados en la piscina de combustible irradiado y su traslado al Almacén Temporal Individualizado (ATI), y la fase 2, que consistirá en el desmantelamiento propiamente dicho de la central, una vez que todo el combustible irradiado se encuentre almacenado en los contenedores en seco ubicados en el ATI.

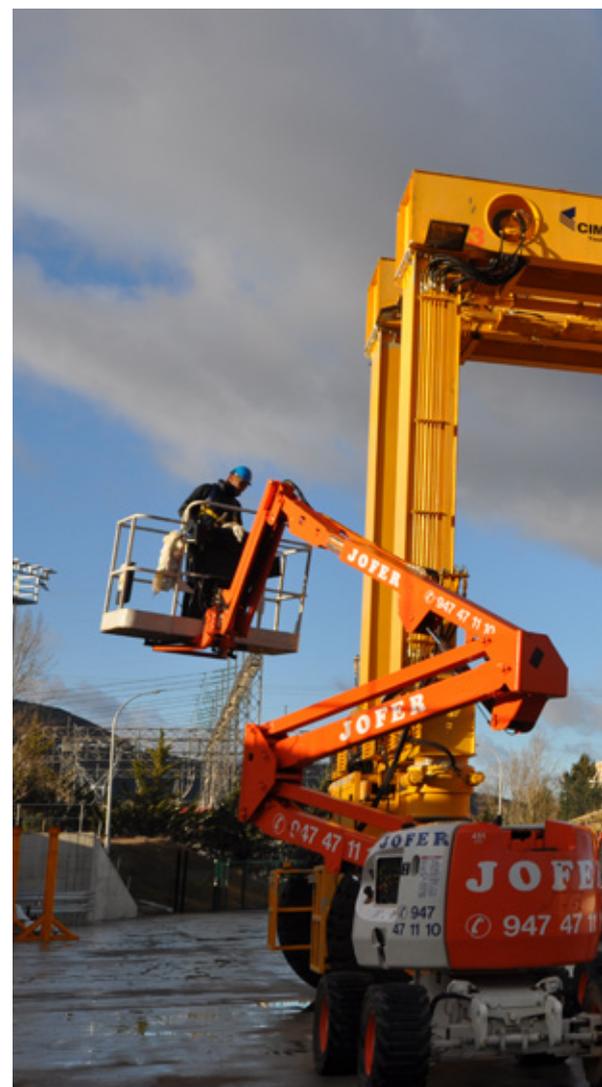
Durante 2019, Nuclenor –propietaria de la central– ha continuado en fase de transición al desmantelamiento, realizando actividades orientadas a transferir de forma segura y eficiente la titularidad de la instalación a Enresa para llevar a cabo su desmantelamiento.

La prioridad de Nuclenor continúa siendo la operación y mantenimiento seguro del combustible irradiado y los residuos radiactivos sin incidentes operativos ni accidentes laborales y el cumplimiento riguroso de la normativa y requisitos establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

A lo largo del año se ha trabajado –en estrecha colaboración con Enresa– en los proyectos siguientes, propios de la nueva fase de transición:

- Finalización del acondicionamiento de los residuos operacionales de media y baja actividad, procesando las últimas corrientes de materiales residuales pendientes, tanto tipificados como no tipificados.
- Reconfiguración de los sistemas de refrigeración de la piscina de combustible para la optimización global de los sistemas de la central tras más de seis años de enfriamiento del combustible irradiado, manteniendo las funciones de seguridad requeridas, con los siguientes objetivos: focalizar la vigilancia sobre los sistemas importantes para la seguridad, reducir riesgos, facilitar las actividades de predesmantelamiento y adaptar a los estándares internacionales.
- Gestión del combustible irradiado, habilitando el Almacén Temporal Individualizado (ATI) en el que se alojarán los cinco primeros contenedores fabricados por ENSA, así como el resto de contenedores que se suministrarán posteriormente para la descarga total del combustible almacenado en la piscina. También se ha colaborado con Enresa en la elaboración del Plan de Gestión de Combustible Gastado (PGCG) que definirá los principales aspectos de la gestión del combustible de la central.
- Acondicionamiento de la planta de recarga y de la piscina de combustible, para preparar la central para las maniobras de carga y traslado de los primeros contenedores cuando lleguen al emplazamiento.
- Caracterización radiológica del edificio de turbina, actividad necesaria para evaluar el impacto radiológico de los trabajos de su desmantelamiento (residuos, dosis al personal, etc.). Se definió el alcance de estas actividades y se procedió a la toma de medidas y muestras en campo, enviándose a analizar a los correspondientes laboratorios.
- **Preparación para el desmantelamiento de la central, colaborando con Enresa, en el conjunto de las actividades previas**, así como en el desarrollo de soluciones técnicas que permitan abordar de forma eficiente el proceso global de desmantelamiento.

El 17 de octubre se realizó el simulacro anual de emergencia interior en parada, cuyo objetivo principal fue verificar la idoneidad del Plan de Emergencia Interior en Parada, los procedimientos de actuación previstos, la formación del personal de la organización de emergencia y el funciona-



**A LO LARGO DE  
2019 NUCLENOR HA  
TRABAJADO,  
EN ESTRECHA  
COLABORACIÓN  
CON ENRESA, EN  
LOS TRABAJOS DE  
PREDESMANTELAMIENTO  
DE SANTA MARÍA DE  
GAROÑA**

miento de los equipos e instalaciones para esta situación. Se activó la casi totalidad de la Organización de Emergencia de la Central, no habiendo sido necesario solicitar apoyo exterior.

**En 2020, la central permanecerá con el combustible almacenado en condiciones de seguridad en la piscina del edificio del reactor, donde se mantendrá hasta que se empiecen a recibir los contenedores para su almacenamiento en seco y se inicie progresivamente su traslado al Almacén Temporal Individualizado (ATI).**

Se desmontarán, durante los primeros meses del año, los transformadores principales existentes en la central ya fuera de servicio. Se prevé la ejecución de las pruebas en frío de los contenedores de combustible en el último trimestre del año, y como parte del programa de eliminación de riesgos se contempla el desmontaje de calorífugo –tanto de tipo convencional como con amianto– de los equipos existentes en el edificio de turbina, iniciándose en el segundo semestre.

Se espera que salgan a licitación y adjudicación el resto de contenedores necesarios para la descarga de todo el combustible almacenado en la piscina y su posterior traslado al ATI. **Finalmente, la solicitud para la fase 1 del desmantelamiento y de la transferencia de la titularidad se espera que sea presentada por Enresa para su aprobación a lo largo de la primavera.**



Trabajos de predesmantelamiento en la central nuclear de Santa M<sup>a</sup> de Garoña (Burgos)

# 3.5 DESMANTELAMIENTO DE LAS CENTRALES NUCLEARES JOSÉ CABRERA Y VANDELLÓS I

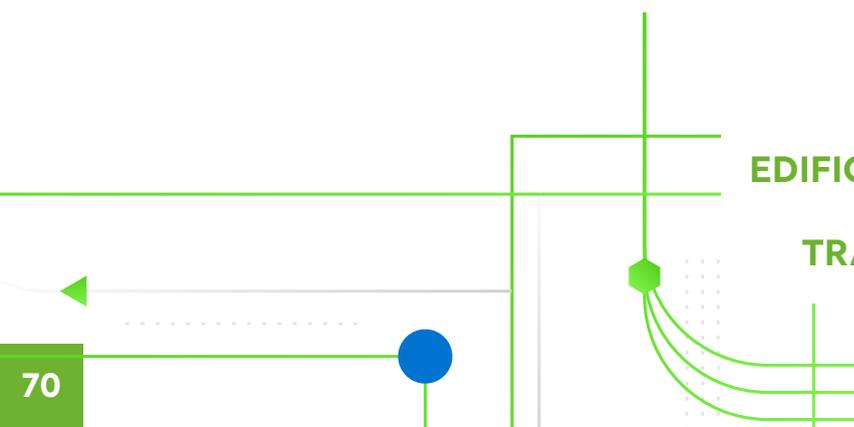
## CENTRAL NUCLEAR JOSÉ CABRERA

Durante 2019, el proceso de desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera (Guadalajara) –realizado por la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa)– **avanzó en su fase final**. La ejecución del proyecto se encontraba al 90% de avance a finales del año.

**Entre los principales trabajos acometidos durante el año, destaca el desmontaje de la cúpula del edificio de contención de la central.** Los trabajos, desarrollados dentro de la programación establecida, consistieron en el corte con plasma de un total de 297 piezas. Para ello, se emplearon dos grúas de gran tonelaje que permitieron la ejecución segura de la maniobra desde una plataforma auxiliar. Además, el desmantelamiento ha alcanzado durante 2019 avances muy importantes, dentro de esta etapa final en la que se

encuentra el proyecto. De esta manera, los cambios en la fisonomía externa de la planta son evidentes. A la retirada de la cúpula del edificio de contención se unían las demoliciones de los edificios diésel y evaporador, así como los desmontajes de estructuras de los almacenes de residuos números 1 y 2.

Desde el comienzo de los trabajos de desmantelamiento, en febrero de 2010, hasta el 31 de diciembre de 2019, la masa total de materiales generada aproximada ha sido de 34.673 toneladas, de las que 7.696 toneladas corresponden a material convencional, 8.020 toneladas a residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad y 18.957 toneladas a material desclasificable (procedente de zonas radiológicas pero que, una vez descontaminado y desclasificado, puede ser gestionado como convencional).



EL DESMONTAJE DE LA CÚPULA DEL EDIFICIO DE CONTENCIÓN DE LA CENTRAL HA SIDO UNO DE LOS PRINCIPALES TRABAJOS REALIZADOS DURANTE 2019

# CENTRAL NUCLEAR VANDELLÓS I

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.**

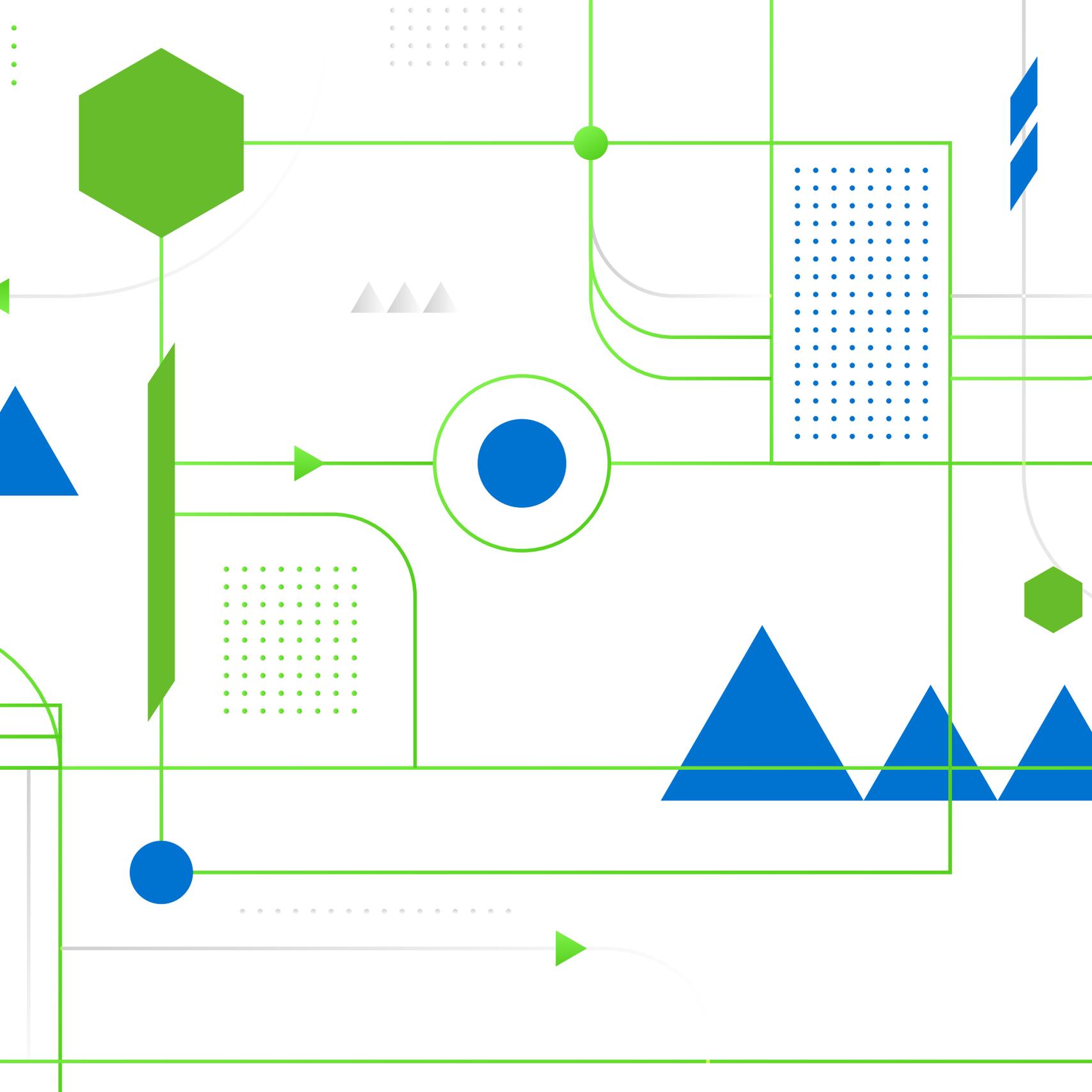
Durante 2019, una vez finalizado el plan de acción multidisciplinar a medio plazo (2013-2018) para analizar las diferentes estrategias a aplicar en el Nivel 3 de desmantelamiento, se ha empezado a preparar la instalación para un nuevo año de pruebas quinquenales. **Durante 2020 está previsto que se lleven a cabo las principales pruebas que aseguran la bondad del confinamiento estático del cajón del reactor** y el correcto estado de conservación de las estructuras internas del propio cajón.

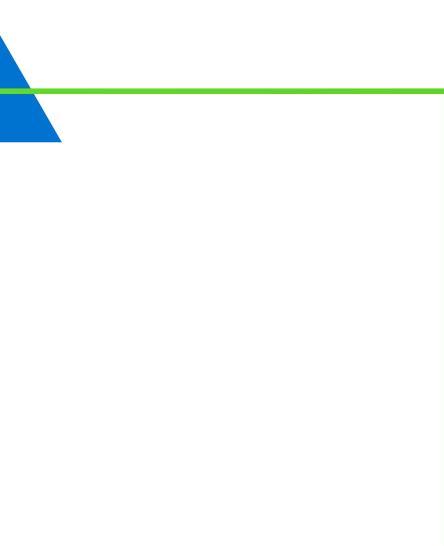
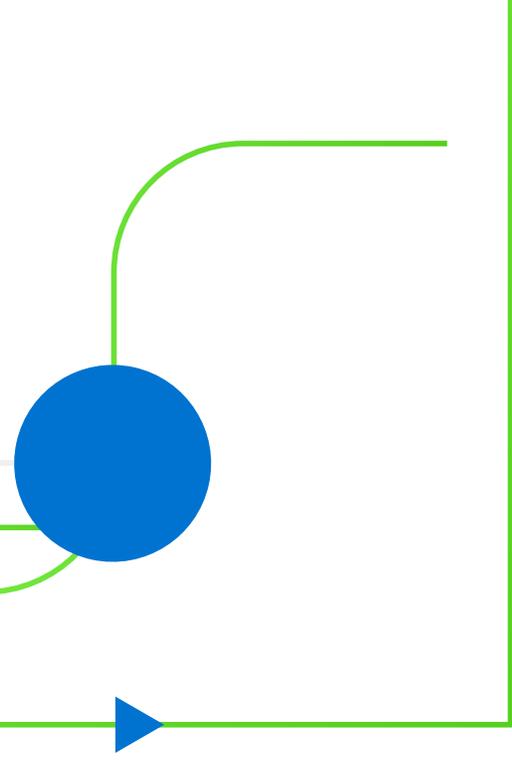
Las principales acciones llevadas a cabo durante el año 2019 fueron las siguientes:

- Reacondicionamiento de todos los residuos radiactivos de muy baja actividad que resultaron rechazados en el proceso de desclasificación del Nivel 2 de desmantelamiento. Se han reacondicionado 387 contenedores tipo CMD (Control de Materiales Desclasificables) de chatarra y escombros, dando como resultado del mismo la reducción hasta 289 contenedores CMD y consiguiendo una optimización del 25% en volumen.
- 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.
- Aprovechamiento de los resultados de experiencias positivas en otros emplazamientos de Enresa, con el fin de consolidar los activos materiales e intangibles en el campo del desmantelamiento.
- Mejoras tecnológicas en diferentes sistemas de la instalación, tales como la adquisición de un nuevo equipo de tensión segura con más capacidad que el sustituido y nueva instrumentación en el sistema de vigilancia estructural del cajón del reactor, el cual está compuesto por inclinómetros biaxiales que miden en continuo.

**VANDELLÓS I ESTARÁ EN FASE DE LATENCIA HASTA EL AÑO 2028**







4

INDUSTRIA  
**NUCLEAR**  
ESPAÑOLA

# ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

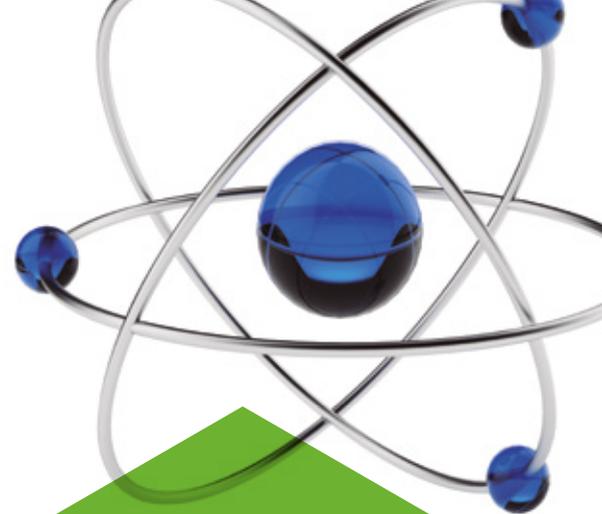
Muchas empresas han centrado su actividad en el sector nuclear, participando en el desarrollo del programa nuclear español desde su inicio y creando una **industria competitiva y experimentada que está presente en toda la cadena de valor. Atiende a un mercado internacional en crecimiento, participando en proyectos nucleares en más de 40 países**, tanto durante las fases de construcción y operación, como durante la recarga y el desmantelamiento.

La puesta en marcha del parque nuclear español implicó un gran esfuerzo para las empresas, tanto de asimilación de tecnología como de formación de técnicos y especialistas, que dio lugar a una industria sólida, necesaria para suministrar, entre otros, la ingeniería, el diseño, la construcción y el montaje de equipos, la fabricación de combustible, la operación, así como los servicios de apoyo a las recargas, protección radiológica, gestión de residuos radiactivos y desmantelamiento de instalaciones nucleares.

**El sector nuclear español emplea actualmente a cerca de 28.000 personas de forma directa e indirecta.** Al ser un sector muy técnico, requiere de personal altamente cualificado y con un gran conocimiento tecnológico por lo que, aproximadamente, el 50% de sus trabajadores son titulados universitarios, de grado medio y superior, invirtiendo las empresas en la formación continua de sus empleados.

Las compañías participan en proyectos internacionales de nuevos modelos de centrales nucleares avanzadas, en programas basados en la fusión nuclear, como el proyecto ITER, y en otros relacionados con la física de altas energías. Por ello, **realizan importantes inversiones en programas de I+D+i**, lo que supone un elevado grado de especialización en los diferentes ámbitos en los que intervienen.

Algunas empresas han creado centros tecnológicos para el desarrollo de estos proyectos o trabajan con los ya existentes en distintas universidades, tanto nacionales como internacionales. En estos centros llevan a cabo su actividad profesionales altamente cualificados, que aseguran el crecimiento tecnológico y la capacitación de la industria nuclear española.



LA  
INDUSTRIA NUCLEAR  
ESPAÑOLA EXPORTA  
SERVICIOS, TECNOLOGÍA  
Y PRODUCTOS A MÁS DE  
40 PAÍSES, INVIRTIENDO  
ALREDEDOR DE 70 MILLONES  
DE EUROS AL AÑO EN I+D+i  
Y GENERANDO EMPLEO  
ESTABLE Y ALTAMENTE  
CUALIFICADO

# PRINCIPALES ACTIVIDADES EN 2019

## Y PREVISIONES DE LAS EMPRESAS QUE CONFORMAN EL SECTOR NUCLEAR ESPAÑOL

### AMPHOS 21

[www.amphos21.com](http://www.amphos21.com)

**Amphos 21 es una empresa de servicios científicos, técnicos y estratégicos en medio ambiente y desarrollo económico y social**, que proporciona soluciones de consultoría e investigación en la gestión de los residuos radiactivos y aplica soluciones innovadoras, eficientes, integradas y transversales para los mercados de la minería, nuclear, agua, medio ambiente y *oil & gas*. **En el año 2019 se cumplió el 25 aniversario de su fundación.**

En 2019, ha renovado los convenios marco de colaboración con las agencias de residuos radiactivos de Suecia (SKB) y Francia (ANDRA); ha desarrollado una base de datos de adsorción de radionúclidos en arcillas y cementos para la agencia belga de gestión de residuos radiactivos (Ondraf/Niras); ha firmado un contrato de modelización geoquímica con el Los Alamos National Laboratory de Estados Unidos; ha continuado el desarrollo de la base de datos termodinámicos ThermoChimie para la evaluación del rendimiento de los repositorios de residuos radiactivos para ANDRA, Ondraf/Niras y la agencia británica NDA; ha contratado el proyecto H2MC-Scellement para la evaluación del comportamiento del repositorio de residuos radiactivos francés Cigéo; ha desarrollado soluciones tecnológicas innovadoras para la simulación de la erosión de bentonita en aguas muy poco salinas, como las esperadas en el próximo periodo de glaciación; ha realizado trabajos sobre la evolución de la bentonita compactada para el almacenamiento MINALBEN de residuos radiactivos en Finlandia y ha participado en diferentes consorcios internacionales de I+D.

**En 2020, en el sector nuclear continuará desarrollando los convenios marco vigentes con la agencia sueca de residuos radiactivos (SKB) y la francesa (ANDRA), sus dos principales clientes.** Además, continuará e iniciará nuevos proyectos en Bélgica, Finlandia, Estados Unidos y Japón y comenzará proyectos de consultoría en Taiwán.

## CEN SOLUTIONS

[www.censolutions.es](http://www.censolutions.es)

**CEN Solutions desarrolla su actividad dentro de los sectores de energía, oil & gas, industria y transporte**, en los que proporciona soluciones dentro del área de la fabricación de equipos y mantenimiento experto.

**La fabricación de equipos de seguridad es clave dentro de las actividades de la empresa**, con capacidad para el suministro de equipos de media y baja tensión, además de servicios de retrofitado de equipos y de mantenimiento durante recarga.

En 2019, en la central de Trillo realizó mantenimiento preventivo en barras de 10 kV, barras de 400 VAc y equipos de corriente continua; sustitución de antiguos interruptores Metrón por nuevos interruptores EMax y suministró un panel de diagnóstico para optimizar los trabajos durante la recarga. En la central de Almaraz desarrolló trabajos de mejoras en los cuadros NIS I-II-III-IV RVLIS con objeto de adaptarlos a la normativa RG1.75 de separación de trenes de cableado y trabajos de supervisión del saneamiento para conducto de fase agrupadas de alimentación al transformador T2A3. En la central de Ascó comenzó los trabajos de recualificación de cubículos extraíbles para ambas unidades y el grupo común. Además, continuó suministrando repuestos clasificados y no clasificados para mantenimiento de *stocks* o uso durante las paradas en varias centrales nucleares.



Trabajadores de CEN Solutions

En el ámbito internacional, suministró un panel de ventilación para la central nuclear eslovena de Krško y continuó con el contrato de suministro del sistema de control distribuido nuclear en el proyecto de fusión ITER, en consorcio con Empresarios Agrupados.

En 2020, la empresa continuará reforzando la formación del personal en la cultura nuclear y potenciará el desarrollo de negocio para **seguir siendo el proveedor de referencia para equipos eléctricos dentro de las centrales nucleares españolas.**



## CENTRO TECNOLÓGICO CTC

[www.centrotecnologicoctc.com](http://www.centrotecnologicoctc.com)

El Centro Tecnológico de Componentes (CTC) es una fundación privada cuya misión es aportar valor a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, diseñando soluciones prácticas y avanzadas para la industria y desarrollando procesos innovadores de transferencia tecnológica.

Su actividad se posiciona en las ciencias experimentales y en la ingeniería, ofreciendo soluciones en materiales avanzados, mantenimiento predictivo, nanomateriales, sistemas robóticos y vehículos autónomos, sistemas de navegación, estructuras *offshore* inteligentes e industria 4.0.

En 2019, realizó análisis de integridad estructural (resistencia de materiales y cálculos de transferencia de calor) de reactores nucleares de última generación bajo los códigos de diseño ASME y de diseño de componentes y útiles auxiliares según los códigos ASME, RCC-M, Eurocódigo y FEM. **Realizó el diseño de detalle y la fabricación de componentes de reactores de generación III+ y IV, así como de recambios de componentes de reactores de generación II.**

En 2020, continuará con el diseño de útiles para manipulación y ensayo de componentes para la industria nuclear, la realización de cálculos y análisis de integridad estructural de componentes, el desarrollo de nuevos recubrimientos de altas prestaciones, los procesos de simulación de soldadura, el tratamiento de aguas contaminadas para captura de isótopos radiactivos y el desarrollo de materiales compuestos con propiedades barrera frente a la radiación. En el ámbito europeo participará en proyectos de investigación aplicada de última generación.

## COAPSA

[www.coapsa.com](http://www.coapsa.com)

Coapsa es una empresa de ingeniería eléctrica y mecánica, especializada en suministro, reparación, mantenimiento y modernización de grúas con requisitos especiales, principalmente en el sector nuclear, portuario y del automóvil, realizando proyectos llave en mano de este tipo de suministros. Su principal mercado es el español, aunque también realiza trabajos en otros países del mundo.

En 2019, la empresa ha ampliado los contratos vigentes con los clientes hasta finales del año 2021, permitiendo aumentar la presencia en las distintas centrales nucleares españolas. En la central de Almaraz realizó la modernización de la grúa del edificio de turbinas –tras la que se realizó la extracción del rotor-alternador y el diseño de los nuevos equipos para la modernización de la grúa ARTS–, previéndose su finalización a finales del ejercicio 2020. Además, ha obtenido contratos con empresas automovilísticas para el mantenimiento y mejoras de sus puentes grúas para el suministro de matrices en sus líneas de prensas y ha alcanzado un acuerdo con Siemens para ser fabricante homologado de centros de control de motores destinados a la automatización de plantas industriales.

**En 2020, remodelará numerosas grúas en todas las centrales nucleares españolas para dotarlas de mayores prestaciones.** Junto a ello, la empresa tiene grandes perspectivas de crecimiento de la actividad en los sectores industrial y portuario.



Equipos con requisitos especiales para centrales nucleares de la empresa Coapsa



# EMPRESARIOS AGRUPADOS

[www.empresariosagrupados.es](http://www.empresariosagrupados.es)

Empresarios Agrupados es una organización de ingeniería que ofrece una gama completa de servicios de ingeniería en todas las fases del ciclo de vida para proyectos de centrales de generación eléctrica nucleares, convencionales y de energías renovables. Fundada en 1971, tiene una plantilla permanente de más de 900 personas, de las cuales el 80% son titulados universitarios, y cuenta con una amplia experiencia nacional e internacional. La empresa sigue estando clasificada por la revista estadounidense *Engineering News Record* entre las 225 principales empresas internacionales de ingeniería.

En 2019, participó en el sector nuclear en España en servicios de ingeniería de apoyo a la operación a las centrales de Almaraz, Trillo y Cofrentes, en los cálculos radiológicos en la instalación de almacenamiento temporal individualizado de la central de Cofrentes y en los servicios de ingeniería para el desmantelamiento de la central de José Cabrera.

En el ámbito internacional, realizó el análisis de rotura de tuberías de alta energía en la isla nuclear de la central eslovaca en construcción Mochovce 3 y 4 y apoyo en la resolución de consultas por parte del organismo regulador eslovaco; la preparación del estudio preliminar de seguridad de la central finlandesa de Hanhikivi-1; el diseño de detalle civil y estructural de los edificios de la isla de turbina de la central británica de Hinkley Point C; el diseño de la disposición general de la isla de turbina, tuberías y soportes para las unidades 5 y 6 de la central húngara de Paks y de las unidades 1 y 2 de la central egipcia de El-Dabaa; la ingeniería de los sistemas del ciclo agua-vapor de la isla de turbina para las cuatro unidades de la central turca de Akkuyu; la dirección del proyecto de desmantelamiento de las unidades 1 a 4 de la central búlgara de Kozloduy; la dirección de la construcción del almacén nacional de residuos de baja y media actividad de Bulgaria; la planificación y la metodología de vigilancia de edificios y estructuras de las centrales VVER ucranianas; el proyecto para la gestión de residuos radiactivos en el Vektor Industrial Complex de Chernobyl; y la ingeniería, análisis y dirección de construcción de distintos edificios e infraestructuras del proyecto de fusión nuclear ITER.

En 2020, la compañía continuará trabajando en los proyectos de ingeniería y servicios de apoyo a la explotación de las siete centrales nucleares españolas, con proyectos de modernización, modificaciones de diseño, aumentos de potencia y extensión de la operación; servicios de apoyo de ingeniería para el desmantelamiento del JRC en Ispra (Italia); apoyo al desmantelamiento de reactores de investigación y gestión de residuos en Noruega; servicios de ingeniería para el sistema de control de seguridad nuclear del proyecto de fusión ITER y servicios de ingeniería para el desarrollo del diseño conceptual del reactor de investigación Myrrha en Mol (Bélgica).

LA EMPRESA  
DE INGENIERÍA  
EMPRESARIOS  
AGRUPADOS,  
FUNDADA EN 1971,  
TIENE UNA PLANTILLA  
PERMANENTE  
DE MÁS DE  
900 PERSONAS

## ENSA – EQUIPOS NUCLEARES S.A., S.M.E.

[www.ensa.es](http://www.ensa.es)

Ensa es una empresa pública especializada –desde 1975– en el suministro de grandes componentes y servicios a centrales nucleares de todo el mundo, cumpliendo con los más altos estándares de seguridad y calidad. Es referente en el sector nuclear internacional debido a su especialización en la fabricación de grandes componentes, como vasijas de reactor –incluyendo sus internas, soportes y tapas–, generadores de vapor, tubería del circuito primario de refrigeración, presurizadores e intercambiadores de calor.

A través del Área de Desarrollo de Negocio realiza trabajos en centrales nucleares como montajes, gestión de combustible, reparación y mantenimiento de instalaciones, descontaminación y desmantelamiento.

En 2019, Ensa estuvo involucrada en el desarrollo de la soldadura de los sectores que componen el anillo toroidal (*Vacuum Vessel*) y la fabricación de subconjuntos del proyecto de fusión ITER, en el suministro de componentes para la central británica Hinkley Point C, en la fabricación y suministro de tres intercambiadores de calor para el circuito primario del reactor de investigación francés Joles Horowitz, en la fabricación de generadores de vapor y subconjuntos de la flota de 1.300 MW para centrales nucleares francesas y en la fabricación de contenedores de combustible irradiado para las centrales de Santa María de Garoña (en predesmantelamiento), Almaraz y Trillo.

También ha conseguido proyectos y contratos para la fabricación de piezas internas, mecanizados y suministro de electrodos para tecnólogos, suministro para ensayos de componentes para laboratorios americanos, fabricación de compo-

**ENSA FABRICA,  
EN CANTRABRIA,  
GRANDES COMPONENTES  
PARA CENTRALES  
NUCLEARES COMO  
VASIJAS DE REACTOR,  
GENERADORES DE VAPOR  
O INTERCAMBIADORES  
DE CALOR**

Generadores de vapor para centrales nucleares francesas fabricados por Ensa



nentes para nuevas centrales nucleares, soldadura para reactores de investigación, ingeniería de adaptación y realización de pruebas de contenedores para elementos radiactivos y carga de contenedores en las centrales de Ascó y Almaraz.

Ha desarrollado diversos programas de formación técnica, comercial y de calidad para su personal, entre los que destacan procesos de soldadura tecnológica, transformación digital, cultura de seguridad nuclear, factores humanos, secuencias de fabricación de componentes, materiales e inspecciones y códigos de fabricación RCC-M.

**En 2020, la compañía potenciará y desarrollará diseños propios para almacenamiento y transporte de combustible irradiado, mejorará su competitividad en el mercado de grandes componentes nucleares,** garantizando la alta calidad de los productos y aportando un valor diferenciador, avanzará en el proceso de transformación digital y desarrollo tecnológico, potenciará alianzas y desarrollará tecnología para trabajos de desmantelamiento, ganará presencia en proyectos de reactores modulares pequeños (SMR por sus siglas en inglés) y potenciará el Centro de Tecnología Avanzada (CTA), cuyas funciones incluyen tanto la validación y cualificación de los materiales y procesos utilizados durante la fabricación, como el desarrollo de nuevos procesos automatizados y robotizados, liderando el plan de I+D+i y colaborando con organismos, instituciones y universidades en proyectos de innovación tecnológica.

## ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS S.A., S.M.E.

[www.enusa.es](http://www.enusa.es)

**ENUSA** es una empresa pública participada por la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) y por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). **Su actividad se estructura en dos grandes áreas de negocio: el nuclear y el medioambiental.**

Dentro del negocio nuclear, actúa como central de compras de las empresas españolas para el uranio enriquecido y **diseña, licencia, fabrica y suministra elementos combustibles nucleares** para reactores de agua ligera (tipo PWR, BWR y VVER) en España y otros países europeos. Además, proporciona servicios para el combustible en operación como para el combustible irradiado. También suministra equipos especializados para la fabricación e inspección de combustible, así como sistemas de inspección de combustible irradiado.

**En 2019, el hito más importante fue la adjudicación por la central de Cofrentes de todas las necesidades de combustible para el año 2021,** lo que consolida a GENUSA –empresa formada por ENUSA y GNF-A desde 1996– como líder absoluto del mercado de combustible para reactores BWR en los próximos años. De esta forma, la fábrica de Juzbado alcanzará unos niveles de producción similares a los máximos de los años 2014 y 2015, con 325 toneladas equivalentes de uranio enriquecido.

**Ha puesto en marcha el acuerdo con Endesa, Iberdrola y Naturgy, propietarias de las centrales de Ascó, Vandellós II y Almaraz, para el suministro in-**



Fabricación de varillas de combustible en la fábrica de Juzbado (Salamanca)

combustible nuclear de Yibin de la empresa CJNF, así como la firma de un acuerdo estratégico de colaboración con ENEC de Emiratos Árabes Unidos y de un acuerdo de prestación de servicios con la empresa china SNPI, por el que se convierte en socio tecnológico para la inspección de combustible irradiado.

En 2020, el principal reto es cumplir todos los compromisos para el diseño, licenciamiento e ingeniería y fabricación de combustible. Destaca la acumulación de entregas en la primavera para los países nórdicos, así como el concurso de suministro de combustible para la central de Cofrentes para el periodo 2023-2030 y la entrega a la central de Doel (Bélgica) del primer combustible con barras de diseño ATF (*Accident tolerant fuel*), hecho pionero en Europa. Continuará el proyecto con ENGIE para la reparación de elementos combustibles irradiados, para su almacenamiento en contenedores una vez reparados.

Junto a ello, Enusa continuará con el apoyo a Ensa para el licenciamiento de contenedores de almacenamiento y transporte y desarrollará nuevas capacidades para la gestión de residuos operacionales y desmantelamiento de instalaciones nucleares, además de que **ahondará en la internacionalización, la transformación digital e impulsará los proyectos de I+D+i.**

**tegrado de 24 recargas de combustible entre los años 2019 y 2027.**

En 2019 también comenzó la fabricación de los primeros elementos combustibles destinados a centrales BWR en Suecia (para la central de Forsmark 1 y 2) y Finlandia (para la central de Olkiluoto). Además, continuó con entregas a los reactores PWR en Francia pertenecientes a EDF y a las centrales belgas Doel 3 y 4 y Tihange 2 y 3, gestionadas por Electrabel.

Hay que destacar la entrega de la máquina automática de inspección de pastillas a la fábrica china de

**ENSA DISEÑA,  
LICENCIA, FABRICA Y  
SUMINISTRA ELEMENTOS  
COMBUSTIBLES PARA  
REACTORES ESPAÑOLES  
Y EUROPEOS**

# ENWESA OPERACIONES

[www.enwesa.com](http://www.enwesa.com)

**Enwesa Operaciones** es una empresa pública con actividad en varios sectores. La mayor parte del **negocio está centrado en el mantenimiento de plantas de generación eléctrica, especialmente nucleares, donde desarrolla su actividad desde hace más de 30 años.**

Tiene gran experiencia y conocimiento de los componentes principales de la isla nuclear, sobre todo en centrales de agua a presión PWR, así como en válvulas y equipos rotativos de diferentes tecnologías. **Integra servicios de ingeniería, prefabricación, montaje y mantenimiento, lo que permite intervenir en todas las fases del ciclo de vida de los componentes.**

**En 2019, participó en todas las paradas de recarga de las centrales nucleares españolas y en un buen número de plantas francesas.** La mayor parte del trabajo ha sido el programado durante las paradas, con apertura y cierre de los componentes principales, modificacio-

nes de diseño, inspección de equipos, revisión de válvulas y actividad relacionada con el combustible fresco e irradiado. También estuvo presente en trabajos de mantenimiento durante el ciclo de operación de varias centrales térmicas y nucleares. La mayor carga de trabajo se desarrolló en España y Francia, con intervenciones puntuales en Eslovenia. Parte de los recursos humanos y materiales se destinaron a proyectos de desarrollo tecnológico enfocados a la mejora de procesos productivos de la propia empresa. Se mantuvieron todas las homologaciones del sistema de calidad (ISO, ASME) sobre procesos, medio ambiente y prevención de riesgos laborales, incluida la migración de la normativa OHSAS 18001 a ISO 45001.

**En 2020, crecerá y consolidará sus distintas actividades de negocio, especialmente en las áreas de servicios nucleares y válvulas.** También espera crecer en el área de fabricación, tanto en componentes nucleares como en construcción naval.

Trabajadores de Enwesa



## EQUIMODAL

[www.equimodal.com](http://www.equimodal.com)

Equimodal es una empresa fabricante de soluciones especiales en contenedores diseñadas específicamente para el uso final de cada cliente. Trabaja para los sectores de transporte, energía, industria y defensa. Algunos ejemplos de sus productos son centros de transformación, salas eléctricas, transporte de residuos, etc. El producto pertenece a la categoría ETO (*Engineer To Order*) y el departamento de diseño trabaja en paralelo con cada cliente para dar respuesta a las necesidades de cada proyecto. Se ha unido en un solo concepto el continente y el contenido, convirtiendo el contenedor en la propia instalación, de tal forma que se resuelven el transporte y el montaje en campo.

En 2019, ha invertido gran parte de sus recursos en I+D+i+h (homologación), siendo la ingeniería el pilar de las soluciones ofrecidas. Algunos de los nuevos modelos desarrollados son un contenedor para el almacenamiento de energía, superestructuras metálicas de 19 m x 4 m x 6 m, contenedor para transporte de material de obra civil y un centro de control expansible para defensa de 20 pies. A nivel internacional ha aumentado su presencia, destacando la entrada en el mercado energético en Reino Unido, con proyectos de innovación.

En 2020, prevé un crecimiento de su actividad basado en proyectos específicos e internacionales. Al mismo tiempo seguirá trabajando para alcanzar una cuota significativa en el mercado nacional del sector nuclear. Tiene proyectos previstos en plantas industriales llave en mano, contenedores presurizados y optimización de producción en el sector transporte.

## GD ENERGY SERVICES

[www.gdes.com](http://www.gdes.com)

GD Energy Services (GDES) es un grupo empresarial de origen familiar y ámbito internacional, que cuenta con más de 85 años de experiencia en la prestación de servicios a la industria energética en distintos sectores como mantenimiento nuclear, protección radiológica, tratamiento de superficies, desmantelamiento, logística, servicios a renovables y emergencias.

Trabajador de GDES, empresa especializada en mantenimiento nuclear, protección radiológica y tratamiento de superficies

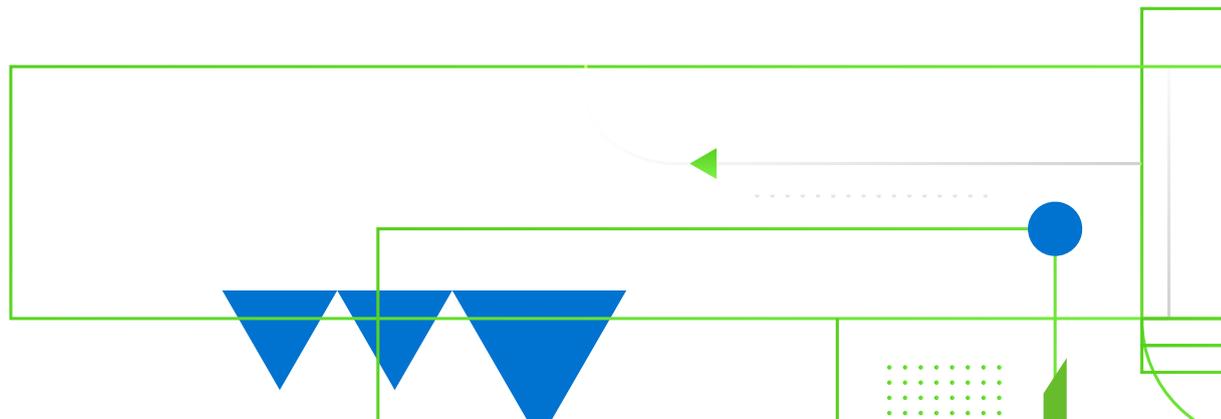


En 2019, GD Energy Services se ha adjudicado los contratos de limpieza y descontaminación en Centrales Nucleares Almaraz-Trillo, el contrato de limpieza industrial en la central de Vandellós I (en desmantelamiento), el contrato de aplicación de pinturas en la central de Almaraz y el de aplicación de pinturas en la central de Cofrentes. En la central de Vandellós II ha llevado a cabo la reparación de paneles de cerramiento de los edificios de turbina y talleres con refuerzo de fibra de carbono, la instalación de protecciones pasivas contra el fuego en el área de la bomba de carga y el diseño, suministro e instalación de protecciones pasivas homologadas de una hora de resistencia al fuego en conducciones eléctricas. En la central de Cofrentes ha realizado proyectos de descontaminación de interruptores por asbestos y el apoyo a movimiento de combustible. En la central de José Cabrera (en desmantelamiento), ha procedido a realizar trabajos de demolición de edificios y excavación de áreas radiológicas. En el Ciemat ha realizado el servicio técnico de desclasificación de las paredes norte y sur de la antigua nave del reactor del edificio 11.

Además, **desarrolla el revestimiento interior de todo el edificio del reactor Tokamak de la instalación ITER**, el contrato de mantenimiento y reparación de cisternas de residuos procedentes de las limpiezas químicas de generadores de vapor en distintas centrales nucleares francesas, la clausura de las balsas de fosfoyesos en

Huelva, el proyecto MEGAPORT para la actuación ante detección de material y participación en la calibración de los detectores de pórtico y el servicio de limpieza del interior de las torres de tiro natural en la central de Cofrentes.

**En 2020, mantendrá los negocios en el sector nuclear en España y Francia**, con el servicio de operación de los sistemas químicos y de gestión de almacenes en las centrales de Ascó y Vandellós II; los servicios de aislamiento térmico convencional, sellados, señalización e identificación de tuberías y componentes de la planta y adecuación de lugares de trabajo en la central de Cofrentes; el servicio de verificación de los niveles de dosis de exposición en los puestos de trabajo y lugares accesibles al público de las instalaciones de radiodiagnóstico y la realización de los controles de calidad de los equipos de rayos X de los centros sanitarios dependientes de la Conselleria de Sanidad de la Comunidad Valenciana; los servicios de protección radiológica para dar soporte a las actividades de combustible para Enusa; el servicio de inspección con dron, escaneado y modelado 3D; trabajos finales para la central de José Cabrera; la evaluación de impacto radiológico en la postclausura de las balsas de fosfoyesos (ResRad); la caracterización radiológica y transporte de componentes de CICLOTRON a Francia y la limpieza química y mecánica de GSS en la central francesa de Flamanville.



## GE HITACHI NUCLEAR ENERGY INTERNATIONAL

[www.ge.com/es/](http://www.ge.com/es/)

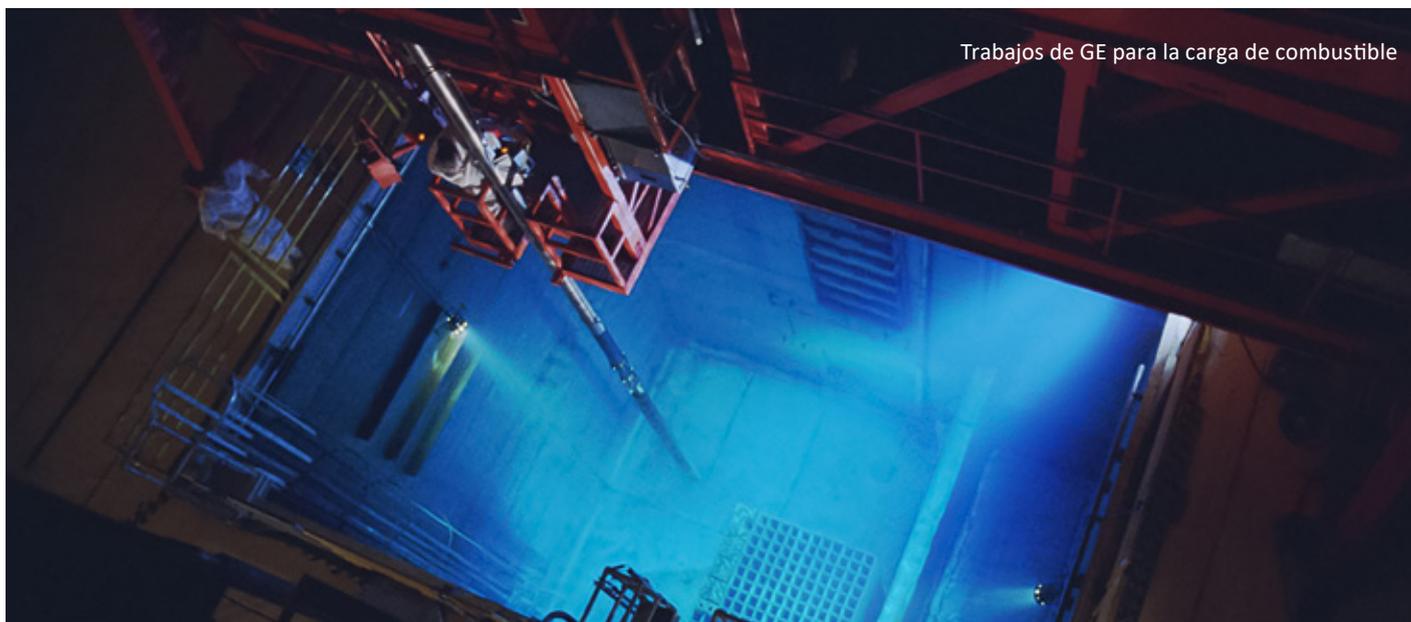
**GE Hitachi Nuclear Energy (GEH) es una empresa mundial de reactores avanzados y servicios nucleares**, cuya sede central se encuentra en Wilmington, Carolina del Norte, Estados Unidos. GEH se formó en el año 2007 a través de una alianza global entre GE e Hitachi para servir a la industria nuclear mundial, ejecutando una única visión estratégica para crear una cartera más amplia de soluciones, incrementando sus capacidades para nuevas oportunidades de reactores y servicios.

En 2019, en España finalizó el proyecto de segmentación y acondicionamiento de barras de control y canales de combustible en la central de Cofrentes, de cara a

reducir el volumen de residuos, realizado por un equipo conjunto de GEH y Ensa.

A nivel internacional, finalizó el proyecto de segmentación de internos de la vasija en las unidades 1 y 2 de la central sueca de Oskarshamn y adquirió la compañía estadounidense REI, especializada en el desarrollo de herramientas y ejecución de proyectos de desmantelamiento.

**En 2020, GEH continuará siendo tecnólogo de referencia para combustible y servicios en las centrales de tecnología de agua en ebullición BWR a nivel mundial**, intentando una mayor penetración del combustible PWR en las centrales europeas. Iniciará el licenciamiento del reactor modular BWRX-300 ante el organismo regulador nuclear estadounidense (NRC) y continuará el desarrollo de plataformas digitales de GE para su aplicación en las distintas fases de la operación de las plantas nucleares.



Trabajos de GE para la carga de combustible

# GEOCISA

[www.geocisa.com](http://www.geocisa.com)

**Geocisa (Geotecnia y Cimientos S.A.) es una empresa fundada en 1968 especializada en estudios geotécnicos, cimentaciones especiales, gestión de carreteras, auscultación de infraestructuras, restauración, actuaciones medioambientales y caracterización radiológica de centrales e instalaciones nucleares.**

En 2019, el Área 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, así como en el almacenamiento de residuos de baja y media actividad de El Cabril y como laboratorio de control de calidad para las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II.

Concluyó formalmente 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.

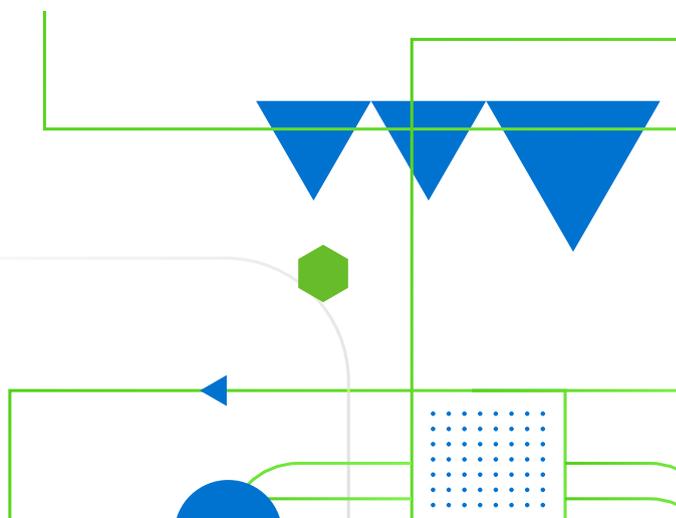
También llevó a cabo las determinaciones radioquímicas de protección radiológica operativa y Manual de Cálculo de Dosis al Exterior (MCDE), así como el servicio de laboratorio exterior para medidas de control de calidad del proceso de restauración del emplazamiento del plan de desmantelamiento y clausura de la central nuclear José Cabrera. También la de aguas subterráneas en la zona de la tubería de descarga de efluentes radiactivos líquidos al mar (SROA) del emplazamiento de la central nuclear de Vandellós I (en desmantela-

miento), así como el programa de vigilancia radiológica del centro de recuperación de inertes CRI-9 en Huelva.

Obtuvo el contrato para el servicio de operación de equipos de espectrometría gamma para caracterización y distribución de la actividad de residuos radiactivos en contenedores aceptados por Enresa, así como el servicio de toma de muestras, medidas *in situ* y análisis de laboratorio de terrenos, aguas y paramentos de los edificios de la central de José Cabrera (en desmantelamiento). Comenzó la caracterización radiológica preliminar del edificio de turbina de la central de Santa María de Garoña, actualmente en predesmantelamiento.

En el campo de la dosimetría por bioensayo, continuó con la vigilancia en excretas de los trabajadores expuestos de la central nuclear José Cabrera, así como la de los trabajadores externos de la fábrica de combustible nuclear de Juzbado.

**En 2020**, continuará con todos los proyectos de larga duración –especialmente en la finalización del proyecto de desmantelamiento y clausura de la central de José Cabrera y en las fases de caracterización de la central de Santa María de Garoña– y **se afianzará como una de las principales compañías en el sector de la medida y caracterización radiológica.**



## GRUPO EULEN

[www.eulen.com](http://www.eulen.com)

Grupo Eulen inició su actividad en 1962, convirtiéndose en una de las primeras empresas en el sector en ofrecer un servicio profesionalizado de limpieza. Su amplia experiencia, así como la formación de sus profesionales le han permitido especializarse en diferentes sectores: nuclear, automoción, siderúrgico, industrial, petroquímico, farmacéutico, grandes superficies, hospitalario, agroalimentario, transportes, edificios de oficinas, etc.

En 2019, Eulen ha continuado realizando distintos servicios para centrales nucleares españolas, tanto durante la operación normal como en los periodos de recargas de combustible, entre los que destacan la limpieza de zonas radiológicas y áreas exteriores, descontaminación de zonas y herramientas, operación de lavandería caliente, gestión y acondicionamiento de residuos radiactivos, montaje de andamios, brigada contra incendios y protección radiológica en las centrales de Santa María de Garoña (en proceso de predesmantelamiento), Vandellós I (en desmantelamiento), Ascó, Vandellós II y Almaraz, en unión temporal de empresas con Proinsa.

En 2020, mantendrá los servicios prestados hasta el momento en las centrales nucleares, ampliándolos a otras instalaciones nucleares, desarrollando y participando en proyectos de gestión de residuos, tanto en las centrales en operación como en los proyectos de predesmantelamiento y desmantelamiento.



Trabajos realizados por el Grupo Eulen

## IDOM CONSULTING, ENGINEERING & ARCHITECTURE

[www.idom.com](http://www.idom.com)

Idom es una empresa internacional independiente que ofrece servicios profesionales de ingeniería, arquitectura y consultoría, dando soporte a proyectos realizados por un equipo de cerca de 4.000 personas en más de 125 países. Se encuentra en un continuo camino de crecimiento en el ámbito de los servicios profesionales ofrecidos mediante la excelencia, la innovación y el compromiso, así como la formación y el desarrollo profesional de las personas.



**EN 2019,  
IDOM AMPLIÓ  
SU PRESENCIA  
INTERNACIONAL  
EN PAÍSES COMO  
CANADÁ, MÉXICO,  
FRANCIA, HOLANDA,  
REINO UNIDO  
Y ESLOVENIA**

En 2019, su departamento Nuclear Services **trabajó para las centrales nucleares españolas realizando evaluaciones técnicas, ingeniería, gestión de proyectos y supervisión de obra en modificaciones de diseño y cálculos especializados.** Entre sus principales actividades, sigue participando en los proyectos de gestión de vida y operación a largo plazo para las centrales de Ascó, Vandellós II, Almaraz y Trillo, así como en la Revisión Periódica de Seguridad (RPS) de Ascó y Vandellós II. En la central de Santa María de Garoña forma parte del consorcio para el desarrollo de la ingeniería de detalle del desmantelamiento. En la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) ha desarrollado gemelos digitales integrando la información de planta y fue seleccionada para la realización de la gestión de vida de los almacenes temporales individualizados de las centrales de Santa María de Garoña, Almaraz y Trillo.

**Idom amplió en 2019 su presencia internacional consiguiendo contratos en Canadá, México, Francia, Holanda, Reino Unido y Eslovenia.** Uno de los principales hitos ha sido la inversión en el desarrollo de un reactor modular pequeño (SMR) de demostración de 300 MWe basado en un diseño innovador, que permitirá usar combustible usado de centrales convencionales para seguir produciendo energía.

En Eslovenia, terminó la ingeniería y el suministro de la sala de control de emergencia para la central de Krško y desarrolló la instalación de un sistema de refrigeración alternativo en el edificio del reactor. En el proyecto de fusión ITER se adjudicó la ingeniería de los *Test Blanket Modules* y el desarrollo conceptual del complejo de los *Hot Cells*.

**En 2020, Idom continuará con proyectos para las centrales nucleares españolas como gestión de vida, estudios de seguridad, modificaciones de diseño, digitalización y gestión de residuos y desmantelamiento,** así como la participación en el proyecto ITER tanto en estudios y diseño avanzado como en actividades de gestión y supervisión de obra. También continuará con su expansión multinacional participando en grandes proyectos de nueva construcción, así como consolidando su posicionamiento en el sector del desmantelamiento y gestión de residuos, mediante servicios integrales de ingeniería especializada, gestión de proyectos, seguridad y licencia.

## NEWTESOL

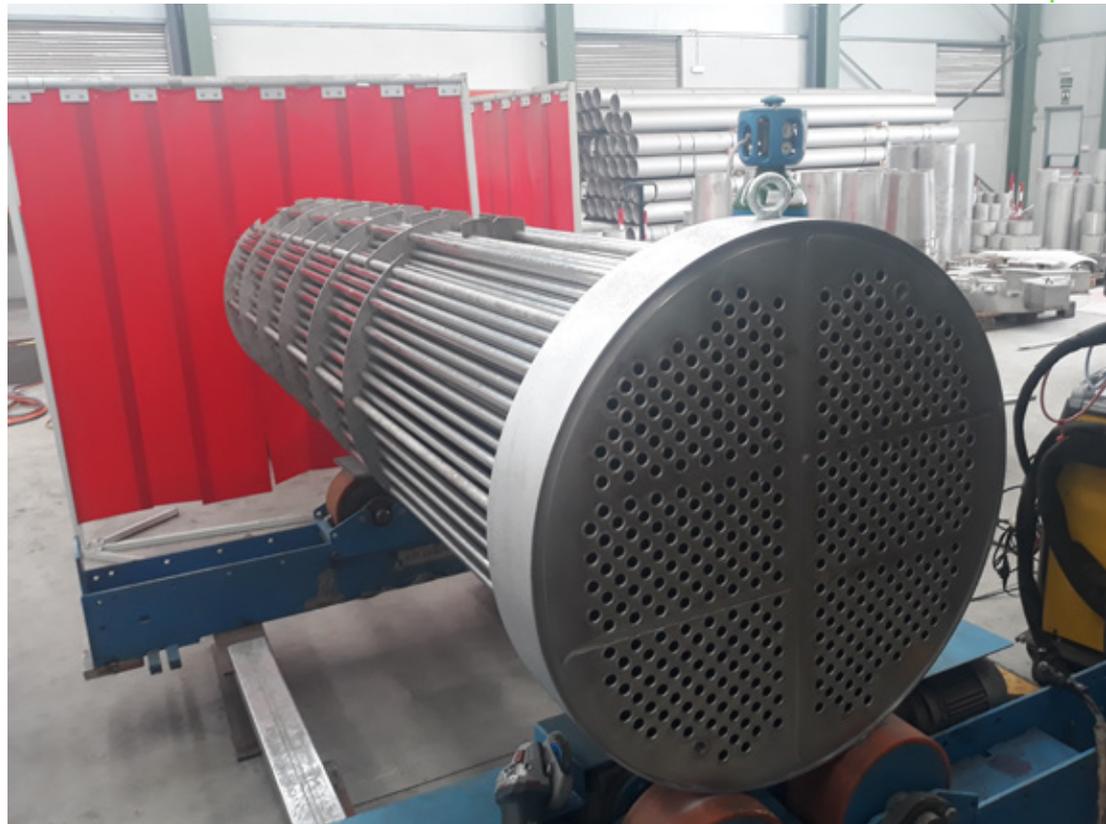
[www.newtesol.com](http://www.newtesol.com)

**Newtesol es una empresa experta en soldadura que fabrica pequeños equipos nucleares** –de hasta 50 toneladas de peso–, como las internas de los generadores de vapor o de los contenedores de residuos radiactivos, intercambiadores de calor u otro tipo de equipos a presión, *spools*, etc., destacando como especialista en el recargue por soldadura en placas tubulares y otras aplicaciones nucleares, así como en otros mercados como el naval, *offshore* u *oil & gas*.

**En 2019, la empresa ha acometido diversos proyectos, entre los que destacan la sustitución de varios intercambiadores de calor en las centrales nucleares españolas** y la construcción de diversas partes de bombas para el programa de actualización de las centrales francesas. El principal proyecto adjudicado ha sido la construcción de las internas de los ocho generadores de vapor correspondientes a las dos primeras centrales nucleares del nuevo programa británico, así como otros componentes menores para centrales europeas.

**El premio a la excelencia operativa otorgado por la *World Nuclear Exhibition 2018* en París ha sido determinante para abrir mercado en América y en Asia a lo largo de 2019.**

En 2020, la empresa volverá a estar presente en la *World Nuclear Exhibition* en París, así como en determinados eventos sectoriales de Reino Unido, España y otros países. Será un año de consolidación de los mercados en los que ya está presente con la obtención de nuevos proyectos complementarios que den continuidad a la actividad ya en marcha.



Equipos fabricados por Newtesol, empresa especializada en soldadura

## NUSIM

[www.nusim.com](http://www.nusim.com)

**Nusim, empresa que proporciona soluciones tecnológicas, se compone de cuatro divisiones: residuos radiactivos, protección radiológica, instrumentación de seguridad e higiene y automatización**, todas apoyadas por sus correspondientes áreas de mantenimiento. Ofrece productos de alta calidad y servicios a una amplia gama de clientes, incluyendo centrales nucleares, organismos oficiales, hospitales, universidades, laboratorios y otras industrias especializadas. Dispone de un sistema de calidad de acuerdo con los requisitos de la norma UNE 73401:95 y los de la ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, además de disponer de certificaciones GES y Enresa.

En 2019, Nusim continuó realizando trabajos de puesta en marcha, apoyo al comisionado y formación del personal de operación de la Planta de Solidificación de Residuos NORM de Abu Dhabi, tanto para equipos de la planta como del equipamiento completo de protección radiológica suministrado. Comenzó la fase de construcción de siete equipos de manipulación de bultos para la Instalación de Producción de Monolitos (Belgoprocess - Ondraf/Niras) a través de la empresa Montair Process Technologies, abarcando equipos de manipulación de bidones (de hasta 3 toneladas), así como equipos de manipulación de contenedores de hormigón (de hasta 40 toneladas).

Ha diseñado y fabricado equipos de diversa índole, como prototipos para la extracción de tubos de intercambiador que permita su posterior descontaminación y desmantelamiento para Iberdrola, un

equipo polivalente para el transporte interno de bultos en las instalaciones del almacén de residuos de muy baja, baja y media actividad de El Cabril, un sistema de manipulación y blindaje para el transporte por carretera de contenedores CMT altamente irradiantes o embalajes tipo IP-2 para residuos radiactivos líquidos.

Ha desarrollado soluciones técnicas para la manipulación y volteo de bidones que permiten su almacenamiento vertical y horizontal, nuevos equipos autónomos para contenedores CMT o para Big-Bags que permitan operar de forma remota y sin instalación, desde grúas o carretillas elevadoras y un extenso catálogo de accesorios y mejoras para los equipos ya implantados, como accesorios de manipulación de tapas, accesorios de volteo de bidones, etc.

En 2020, continuará con la fabricación de los siete equipos de manipulación de bultos para la Instalación de Producción de Monolitos (Belgoprocess - Ondraf/Niras), se acabará la fabricación de un equipo de manipulación de contenedores para la central de Vandellós II, donde también llevará a cabo la adaptación del puente grúa y la adecuación del equipo de manipulación de bidones, aumentando su capacidad de carga. Instalará y pondrá en marcha un nuevo sistema para la monitorización de latencia de la estabilidad estructural del cajón del reactor de la central de Vandellós I en desmantelamiento, basado en una red distribuida de inclinómetros biaxiales. Además, **seguirá suministrando sus equipos de protección radiológica, manipulación, compactación, reducción de volumen por microondas y tratamiento de líquidos tanto en España como en otros países.**

## PROINSA

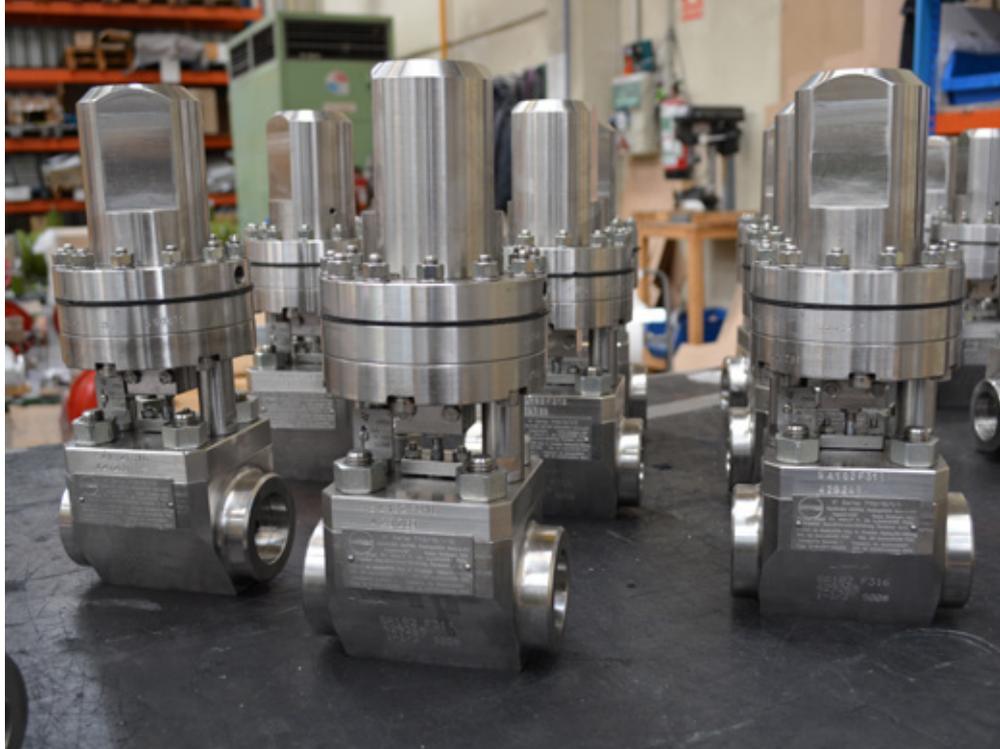
[proinsa.eulen.com](http://proinsa.eulen.com)

Proinsa es una compañía, integrada en el Grupo Eulen, que como Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR) presta servicios de protección radiológica en instalaciones nucleares y radiactivas, así como servicios medioambientales a grandes empresas de los sectores nuclear, químico, siderúrgico y hospitalario. También presta servicios relacionados con la gestión de materiales y la protección contra incendios en centrales nucleares.

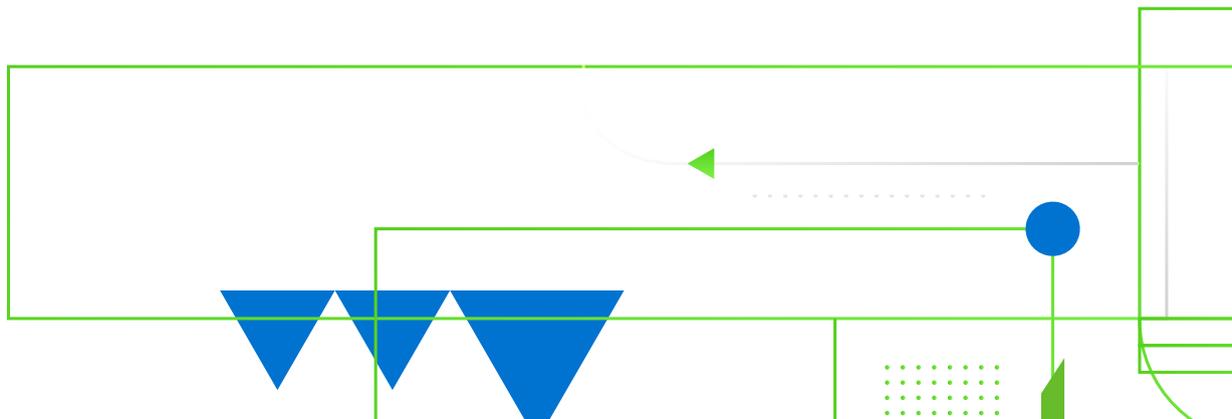
En 2019, Proinsa prestó sus servicios de protección radiológica en las centrales nucleares de Ascó, Vandellós II y Santa María de Garoña (en predesmantelamiento), tanto durante la operación como a lo largo de las paradas para recarga. Prestó servicio como UTPR para Enresa, realizó actividades de gestión de materiales en la central nuclear de Santa María de Garoña y servicios de protección contra incendios en la citada central y en la de Almaraz.

Además, llevó 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, y continuó impartiendo diversos cursos relacionados con la protección radiológica para personal de instalaciones radiactivas, específicos para centrales nucleares y monográficos para distintas instituciones oficiales.

**En 2020 continuará con las actividades y proyectos desarrollados en los años anteriores en el ámbito de la protección radiológica y medioambiental, tanto en las centrales nucleares españolas como para diferentes organismos oficiales.**



Válvulas fabricadas por Ringo Válvulas



# RINGO VÁLVULAS

[www.ringospain.com](http://www.ringospain.com)

**Ringo Válvulas es un fabricante de válvulas** hasta clase nuclear CN1, para la isla nuclear o el resto de la planta, tanto servicio ON/OFF (compuerta, globo, globo fuelle, retención, mariposa, bola y diafragma) como servicio control, con válvulas de globo guiadas por caja, bola, mariposa y axial. Posee la certificación *ASME III N & NPT stamp* para la fabricación de válvulas nucleares y una amplia experiencia de suministro, ya que **está presente en más de 40 centrales nucleares en 22 países en Europa, América, Asia y África.**

En 2019, Ringo Válvulas realizó suministros de válvulas y repuestos a todas las centrales nucleares españolas en operación, manteniendo el nivel de volumen de negocio respecto a años anteriores.

**Continuó con su proceso de expansión en el mercado nuclear internacional**, realizando el suministro de válvulas de retención con control de posición remoto para las centrales ucranianas de Khmel'nitskaya y Rivne III y un primer pedido para la central británica de Sizewell. Ha sido clave el mercado nuclear ruso, donde ha conseguido nuevos contratos y ha mantenido su presencia en los mercados belga, nórdico, eslovaco y esloveno.

Uno de los mercados clave ha sido el ruso, tanto para las centrales en operación en Rusia como para terceros países como India, Turquía y Bangladesh, donde ha conseguido contratos en las centrales que construye la empresa estatal rusa Rosatom. Asimismo, ha completado el primer suministro para la central británica de Sizewell y ha conseguido un contrato para el proyecto europeo de investigación *European Spallation Source*.

**En 2020, Ringo Válvulas espera incrementar su volumen de negocio en el sector nuclear, con una mayor participación en los mercados español, belga y del norte europeo**, en los que ya está presente, y la buena perspectiva del mercado ruso y los terceros países en los que éste está presente. También en un nuevo contrato para el suministro de válvulas en Estados Unidos y Canadá. En el primer trimestre del año pondrá en servicio unas nuevas instalaciones para la realización de ensayos no destructivos, montaje y pruebas de válvulas nucleares, mejorando así la calidad del servicio y el compromiso con sus clientes.

**RINGO VÁLVULAS ESTÁ PRESENTE EN MÁS DE 40 CENTRALES NUCLEARES EN 22 PAÍSES DE EUROPA, AMÉRICA, ASIA Y ÁFRICA**

## TAIM WESER

[www.taimwesor.com](http://www.taimwesor.com)

Taim Weser es una compañía que suministra soluciones personalizadas para el manejo de materiales nucleares, tanto para proyectos de nueva construcción como para desmantelamiento de centrales nucleares. Cuenta con una amplia experiencia en el transporte y manejo de materias primas –como mineral de uranio– así como en equipos de elevación *in-cell* y *out-cell* de alta integridad y a prueba de fallo único, para llevar a cabo operaciones críticas de carga y elevación, como el manejo de residuos nucleares de baja y media actividad y de elementos combustibles nucleares.

En 2019, Taim Weser ha resultado adjudicataria de un nuevo proyecto para el diseño, fabricación y suministro de dos puentes grúa para dos centrales de la Unión Europea. Dichas grúas manipularán contenedores de combustible gastado. Se caracterizan por su diseño de fallo único –SFP (*Single Failure Proof*)– lo que exige el cumplimiento de estrictas normas de seguridad y requerimientos especiales en su diseño, fabricación, montaje y funcionamiento, principalmente en los mecanismos de traslación y elevación, habiéndose considerado también la posibilidad de eventos sísmicos, impactos de aviones y explosiones.

La empresa ha seguido desarrollando el proyecto de suministro de un conjunto de puentes grúa nucleares *out-cell* de alta integridad, para el centro de tratamiento de residuos nucleares británico de Sellafield. Se trata de un proyecto con un plazo de ejecución de diez años y en el que las grúas están diseñadas para elevar y mover grandes paquetes nucleares, proceso en el que la estabilidad y la robustez son críticos para las operaciones de la planta.

Ha reforzado y consolidado las alianzas con sus socios para futuras licitaciones internacionales en Europa, Sudamérica y Asia. Desde su departamento de montaje y postventa llevó a cabo varias actuaciones de inspección técnica, mantenimiento y sustitución de componentes en equipos instalados en centrales nucleares de Reino Unido y Japón.



Trabajos realizados por Taim Weser, especializada en el manejo de materiales nucleares

En 2020, seguirá desarrollando en el ámbito nuclear el proyecto de grúas *out-cell* para el centro de tratamiento de residuos nucleares de Sellafield y participará en varias licitaciones internacionales en Europa y Asia. Completará el suministro de los dos nuevos puentes grúa SFP para dos centrales de la Unión Europea adjudicados en 2019. Llevará a cabo trabajos de inspección técnica, mantenimiento y asistencia a sus clientes, facilitándoles los últimos avances tecnológicos en este campo como, por ejemplo, las inspecciones técnicas con drones, que reducen sensiblemente el tiempo y coste de las mismas.

## TECNATOM

[www.tecnatom.es](http://www.tecnatom.es)

**Tecnatom es una empresa de ingeniería –con más de seis décadas de experiencia– especializada en garantizar la operación y mantenimiento de las centrales nucleares con los más altos niveles de seguridad.** Las principales actividades se centran en los servicios de inspección de componentes y de integridad estructural, la formación del personal en entornos de conocimiento avanzado y la ingeniería de apoyo a la explotación de las plantas. **Es un grupo internacional con filiales en Estados Unidos, Francia, Brasil, México, China y Emiratos Árabes y proyectos en los sectores de energía, petroquímica, industria de procesos y aeroespacial en más de 20 países.**

En 2019, continuó con su iniciativa estratégica de diversificación en productos y servicios. El mercado español sigue siendo la base fundamental de las líneas de negocio, consolidándose gracias a un continuo esfuerzo en innovación. El entrenamiento del personal y las actividades en paradas de recarga, así como los proyectos de la segunda parte del ciclo nuclear –tanto en gestión de combustible irradiado como en desmantelamiento– y las actividades de digitalización y la gestión de activos nucleares representaron el grueso de la acciones.

**En el ámbito internacional aumentó el volumen de negocio, con proyectos en 22 países** y un elevado grado de diversificación de sectores, fruto de la política de inversión en desarrollo tecnológico y de alianzas estratégicas que amplían el catálogo de capacidades, así como de la actividad de las empresas filiales y participadas. Cabe destacar la enorme actividad en la parada de recarga de la central mexicana de Laguna Verde, en la que se movilizaron más de 200 personas.

**LA EMPRESA DE  
INGENIERÍA TECNATOM,  
CON 60 AÑOS DE  
EXPERIENCIA,  
CUENTA CON PROYECTOS  
EN 22 PAÍSES**

En 2020, seguirá desarrollando nuevos proyectos en las centrales españolas, destacando la optimización de la duración de las recargas y los exigentes requisitos de mejora de la seguridad durante las operaciones, una capacitación del personal de operación más eficiente y eficaz a través de la transformación digital y el uso de nuevas plataformas interactivas, nuevos sistemas de ayuda a la operación y la monitorización *online* de componentes críticos.

En el mercado internacional continuará con la participación en el desarrollo de nuevos reactores de muy diferentes tecnologías (HPR1000, AP1000, VVER 1200, ABWR y SMR) y en el desarrollo de nuevos diseños en Reino Unido, Hungría, Finlandia y Turquía, así como en la colaboración con empresas rusas y chinas en el desarrollo de sus mercados domésticos.

## VIRLAB

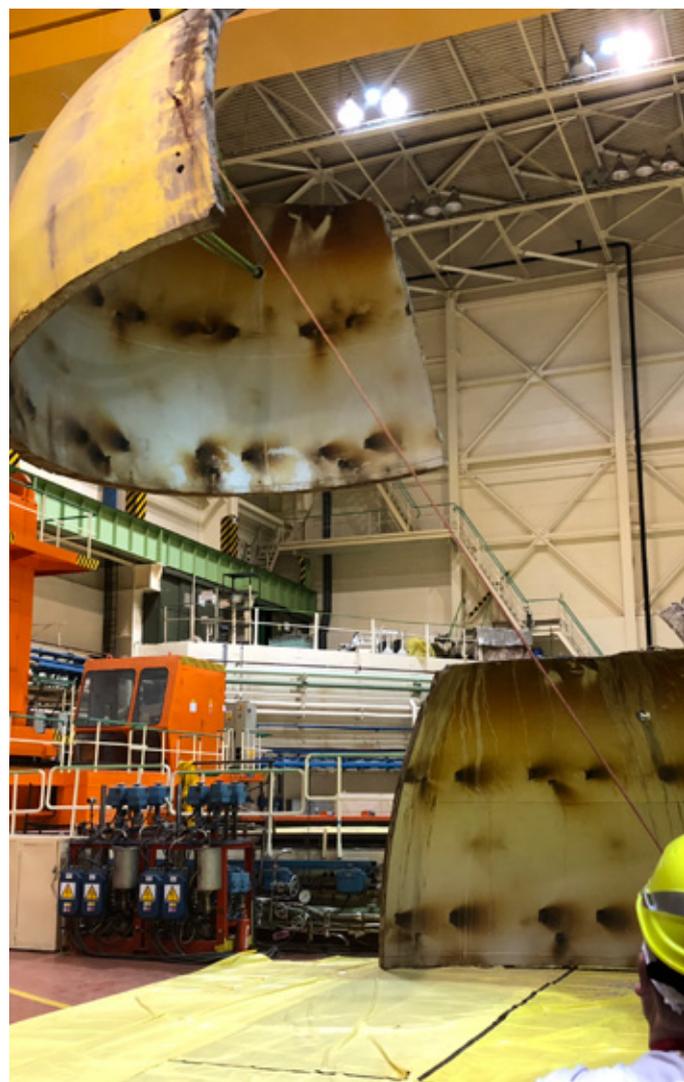
[www.virlab.es](http://www.virlab.es)

Virlab realiza ensayos dinámicos de vibraciones de todo tipo de equipos eléctricos, mecánicos y de instrumentación. Tiene un laboratorio acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para realizar ensayos de vibración y choque, y que se encuentra homologado por el Grupo de Propietarios de las Centrales Nucleares Españolas para realizar ensayos de cualificación sísmica. Dispone de dos plataformas biaxiales independientes de 1.200 mm x 1.200 mm y 2.500 mm x 2.500 mm para ensayar equipos de hasta siete toneladas con desplazamientos de hasta  $\pm 125$  mm, y dos excitadores electrodinámicos con los que se pueden generar vibraciones de hasta 2.000 Hz y aceleraciones de hasta 60 G, con una superficie útil de 750 mm x 750 mm.

En 2019, la compañía realizó la cualificación sísmica de componentes varios para las centrales nucleares de Ascó, Vandellós II, Almaraz y Trillo, centrales nucleares belgas, francesas, la central británica de Hinkley Point y la central eslovena de Krško.

En Francia, participó también en la cualificación sísmica de equipos eléctricos y mecánicos para la instalación DIADEM en Marcoule, para el reactor de investigación Jules Horowitz en Cadarache y para el Centro VALDUC, instalación dedicada al estudio, fabricación, mantenimiento y desmantelamiento de armas nucleares.

Trabajos de desmantelamiento realizados por Westinghouse



En 2020, seguirá divulgando sus capacidades entre las empresas del sector de bienes de equipo de Turquía, adquirirá una nueva mesa electrodinámica de 110 kN y superficie útil de 2.000 mm x 2.000 mm y diseñará y construirá una nueva mesa biaxial de 300 kN (cada eje) y superficie útil de 3.000 mm x 3.000 mm. También **comenzará a diversificar sus actividades en otros sectores, como el aeronáutico y aeroespacial y el de los vehículos eléctricos.**

## WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN

[www.westinghousenuclear.com](http://www.westinghousenuclear.com)

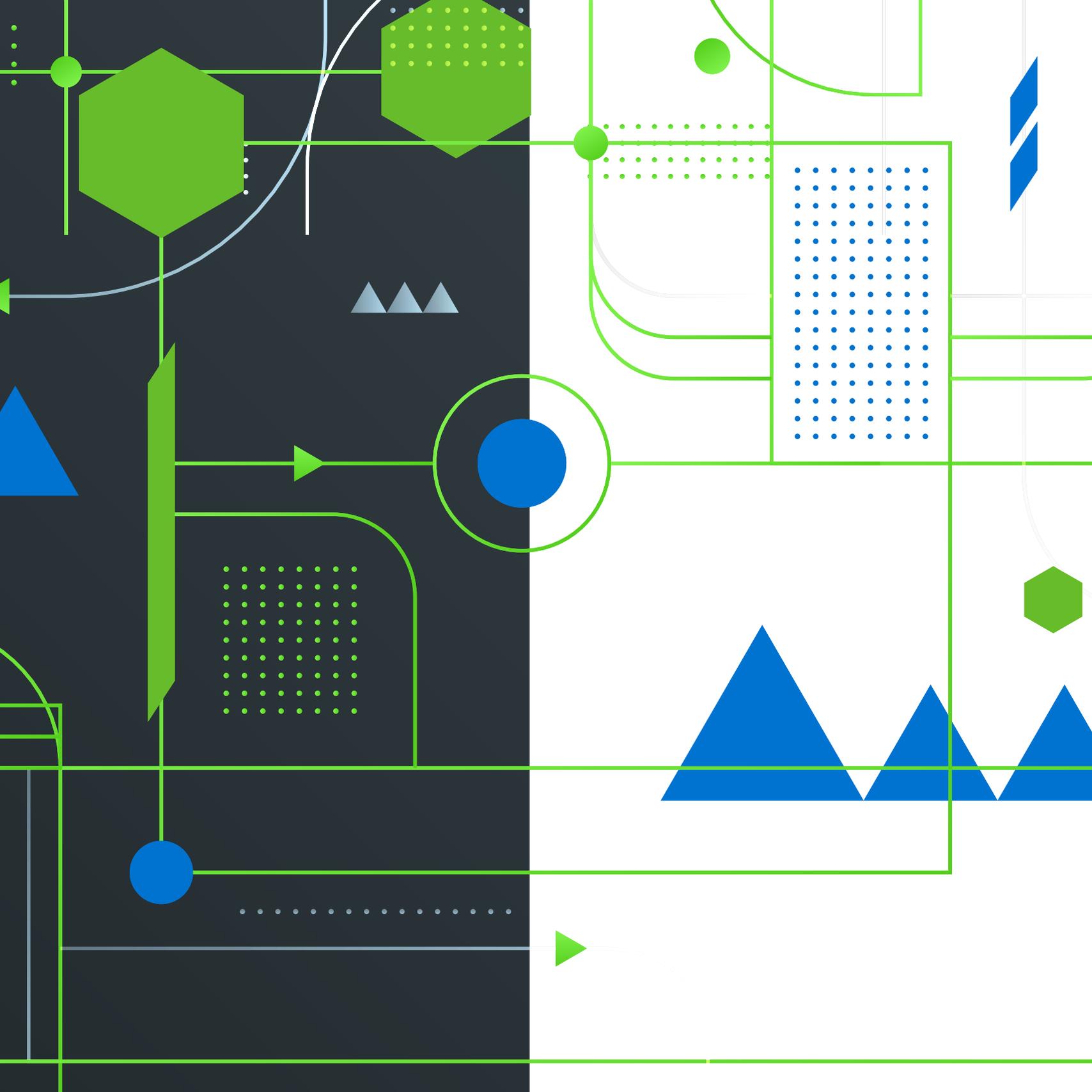
**Westinghouse es una empresa multinacional que lleva más de 45 años implantada en España.** Es pionera en la industria nuclear y líder en el suministro de tecnología y equipos nucleares, con un claro enfoque en la seguridad, calidad del servicio, cuidado al medioambiente y la innovación. Suministró el primer reactor comercial de agua a presión en 1957 en Pennsylvania. Esta tecnología es la base de la mitad de los más de 440 reactores nucleares existentes en el mundo, lo que representa la mayor flota de unidades en operación.

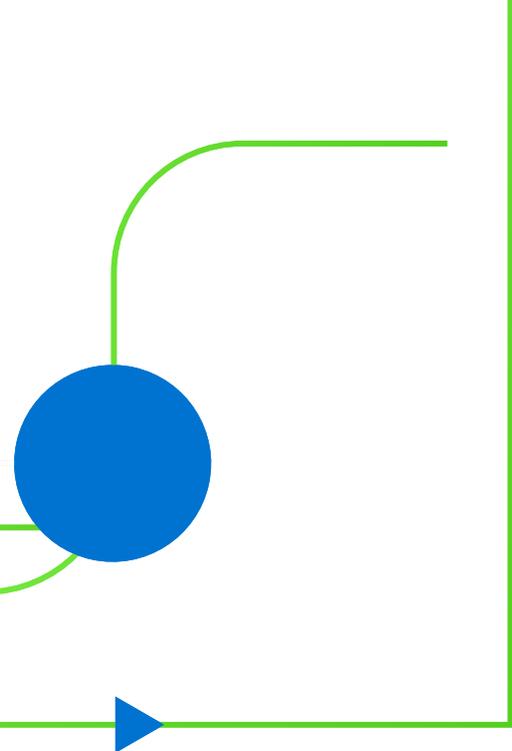
**Proporciona una gran variedad de productos en las áreas de combustible, ingeniería, plataformas de instrumentación y control, desmantelamiento y gestión de residuos,** además de los servicios tradicionales en planta, basándose en la aplicación de las últimas metodologías.

En 2019, Westinghouse Electric Spain consolidó sus contratos de apoyo en ingeniería y servicios para la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) y Centrales Nucleares Almaraz-Trillo (CNAT). Firmó los primeros contratos ligados a la operación a largo plazo en colaboración con Tecnatom para las centrales de Almaraz I y II, Ascó I y II y Vandellós II, realizó servicios de recargas de combustible en las centrales de Ascó, Almaraz y Vandellós II, ejecutó contratos de combustible vía Enusa para ANAV y CNAT y directamente con Cofrentes, se adjudicó contratos de servicios de desmantelamiento y caracterización de residuos de Enresa, llegó a un acuerdo de suministrador principal con la central eslovena de Krško, avanzó en los hitos anuales del proyecto de desmantelamiento de la central eslovaca de Bohunice y consolidó el apoyo por parte de las entidades españolas en el diseño del reactor avanzado AP-1000 (área de optimización modular).

**En 2020, Westinghouse Electric Spain asegurará el rendimiento, calidad y seguridad en los contratos actuales de ingeniería, combustible y servicio de recarga,** afianzará los logros en el reactor avanzado AP-1000, ampliará la presencia en el mercado mundial a través del centro de servicios generales de Madrid, apoyará los futuros proyectos de operación a largo plazo en las centrales de la región sur de Europa, reforzará la presencia como actor clave en proyectos de desmantelamiento y afianzará la estrategia en el área de la digitalización.

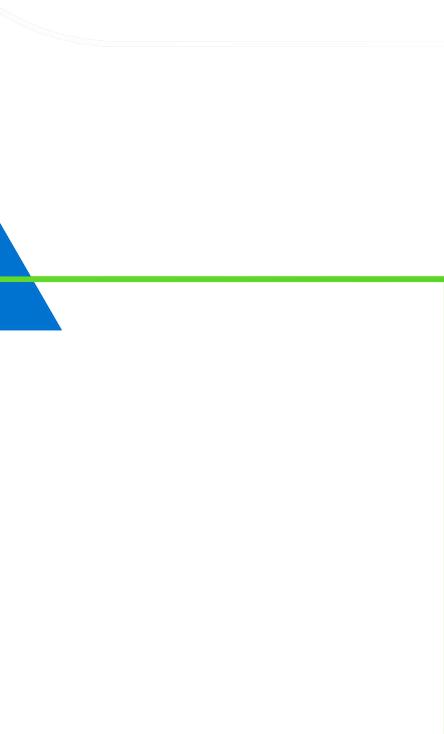






5

PRINCIPALES  
**ACONTECIMIENTOS**  
EN EL MUNDO



## EN EL MUNDO HAY 447 REACTORES EN SITUACIÓN DE OPERAR Y 52 UNIDADES NUEVAS EN CONSTRUCCIÓN

A 31 de diciembre de 2019, en el mundo había 447 reactores en situación de operar en 31 países. Otros 52 nuevos reactores se encontraban en construcción en 20 países. La producción de electricidad de origen nuclear fue de 2.701,01 TWh, lo que representa aproximadamente el 11% de la electricidad total consumida en el mundo y casi la tercera parte de la generada sin emisiones contaminantes. La nuclear es la segunda fuente baja en carbono tras la energía hidráulica.



PAÍS	REACTORES EN SITUACIÓN DE OPERAR	REACTORES EN CONSTRUCCIÓN	REACTORES PARADOS	PRODUCCIÓN ELÉCTRICA ORIGEN NUCLEAR (TWh)	ELECTRICIDAD DE ORIGEN NUCLEAR (%)
Alemania	6	-	30	75,07	12,40
Argentina	3	1	-	7,92	5,92
Armenia	1	-	1	2,03	27,80
Bangladesh	-	2	-	---	---
Bélgica	7	-	1	41,30	47,56
Bielorrusia	-	2	-	---	---
Brasil	2	1	-	16,13	2,72
Bulgaria	2	-	4	16,56	37,53
Canadá	19	-	6	95,11	14,90
China	48	10	-	348,35	4,88
Corea del Sur	24	4	2	138,62	26,20
Emiratos Árabes Unidos	-	4	-	---	---
Eslovaquia	4	2	3	15,37	53,86
Eslovenia	1	-	-	5,53	37,04
España	7	-	3	58,39	21,41
Estados Unidos	96	2	37	809,40	19,70
Finlandia	4	1	-	22,93	34,71
Francia	58	1	12	379,50	70,58
Hungría	4	-	-	15,41	49,24
India	22	7	-	40,74	3,23
Irán	1	1	-	5,86	1,84
Japón	37	2	23	65,64	7,54
México	2	-	-	13,20	5,30
Países Bajos	1	-	1	3,70	3,15
Pakistán	5	2	-	9,03	6,60
Reino Unido	15	1	30	60,05	17,80
República Checa	6	-	-	28,58	35,23
Rumania	2	-	-	10,35	18,47
Rusia	38	4	8	208,78	19,71
Sudáfrica	2	-	-	13,59	6,74
Suecia	7	-	6	55,87	33,97
Suiza	4	-	2	16,55	23,86
Taiwán	4	2	2	31,15	13,40
Turquía	-	1	-	---	---
Ucrania	15	2	4	83,01	53,91
<b>Total</b>	<b>447</b>	<b>52</b>	<b>175</b>	<b>2.701,01</b>	<b>---</b>

Datos a 31 de diciembre de 2019  
Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

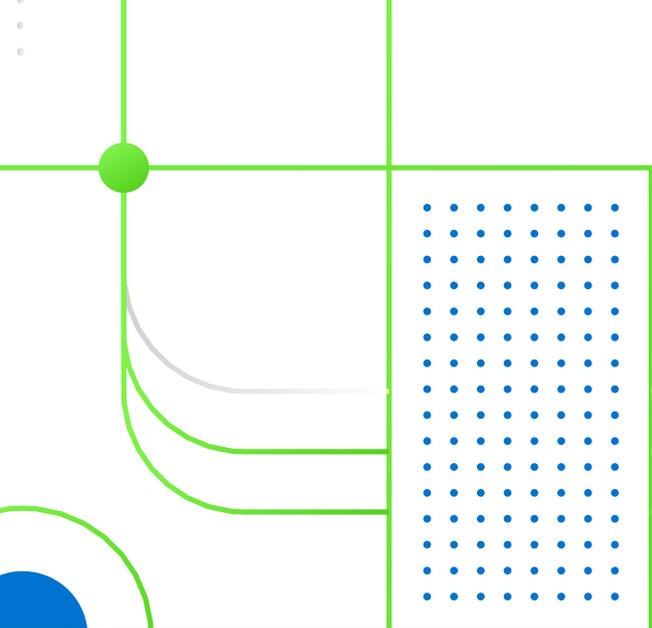
### Durante 2019, iniciaron su construcción tres reactores:

- **China:** la unidad 1 de la central de Zhangzhou, un reactor de agua a presión PWR HPR-1000 de 1.212 MWe.
- **Irán:** la unidad 2 de la central de Bushehr, un reactor de agua a presión PWR VVER-1000-V-528 de 1.057 MWe.
- **Rusia:** la unidad 2 de la central de Kursk 2, un reactor de agua a presión PWR VVER-V-510K de 1.255 MWe.

### Durante 2019, se conectaron a la red seis reactores:

- **China:** la unidad 2 de la central de Taishan, un reactor de agua a presión PWR APR-1750 de 1.750 MWe y la unidad 6 de la central de Yangjiang, un reactor de agua a presión PWR ACPR-1000 de 1.086 MWe.
- **Corea del Sur:** la unidad 4 de la central de Shin-Kori, un reactor de agua a presión PWR APR-1400 de 1.400 MWe.
- **Rusia:** las unidades 1 y 2 –flotantes– de la central de Akademik Lomonosov, dos reactores de agua a presión PWR KLT-40S “Floating” de 35 MWe y la unidad 2 de la central de Novovoronezh 2, un reactor de agua a presión PWR VVER-V-392M de 1.181 MWe.





**Durante 2019, se procedió a la parada definitiva de nueve reactores:**

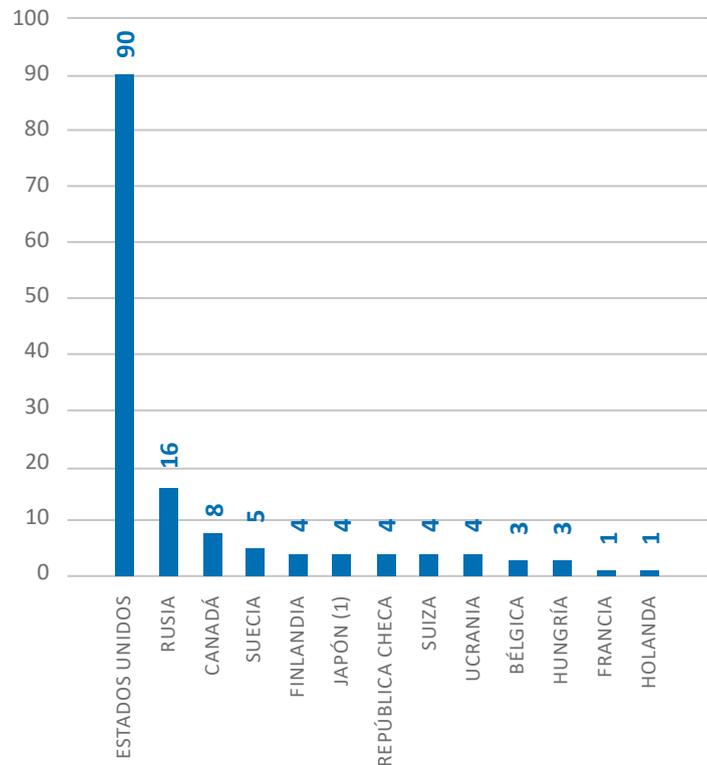
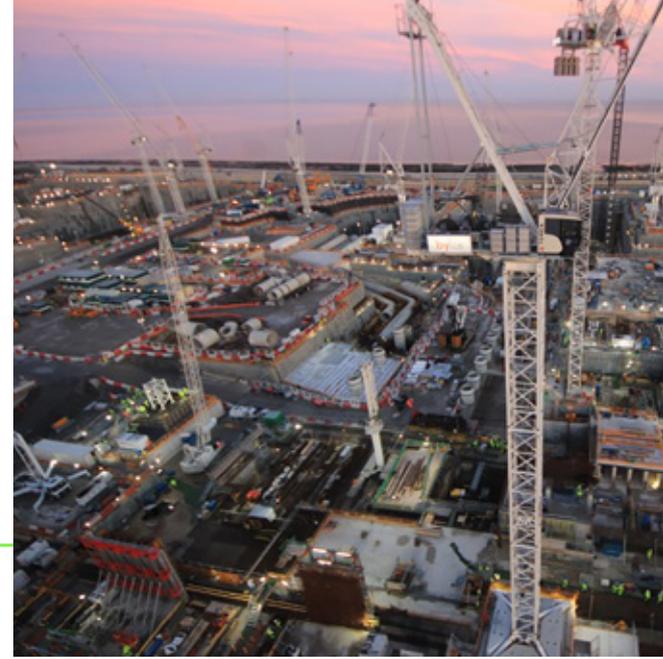
- **Alemania:** la unidad 2 de la central de Philippsburg, un reactor de agua a presión PWR de 1.468 MWe.
- **Corea del Sur:** la unidad 1 de la central de Wolsong, un reactor de agua pesada a presión PHWR-CANDU-6 de 683 MWe.
- **Estados Unidos:** la central de Pilgrim-1, un reactor de agua en ebullición BWR de 711 MWe y la unidad 1 de la central de Three Mile Island, un reactor de agua a presión PWR de 880 MWe.
- **Japón:** la unidad 2 de la central de Genkai, un reactor de agua a presión PWR de 559 MWe.
- **Rusia:** la unidad 1 de la central de Bilibino, un reactor de grafito y agua ligera LWGR de 12 MWe.
- **Taiwán:** la unidad 2 de la central de Chinshan, un reactor de agua en ebullición BWR-4 de 636 MWe.
- **Suecia:** la unidad 2 de la central de Ringhals, un reactor de agua a presión PWR de 963 MWe.
- **Suiza:** la central de Muehleberg, un reactor de agua en ebullición BWR-4 de 390 MWe.

# 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 adecuada 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 2019, en el mundo había 147 reactores nucleares a los que los distintos organismos reguladores les han concedido autorización para operar más allá de 40 años, adoptando distintos esquemas: en unos casos se han concedido autorizaciones para 20 años adicionales, en otros por un periodo determinado y, en otros casos, de forma indefinida. En Estados Unidos, dos reactores tienen autorización para operar durante 80 años. En total representan más del 30% de los reactores nucleares existentes en el mundo, y se reparten de la manera siguiente:



(1) Estos cuatro reactores se encuentran parados desde marzo de 2011  
Datos a 31 de diciembre de 2019  
Fuente: Foro Nuclear con datos de PRIS-OIEA, NEA, NRC, Rostechndazor, CNSC, SSM, STUK, NRA/Jaif, SJUB, ENSI, SNRIU, FANC, HAEA, ASN y ANVS

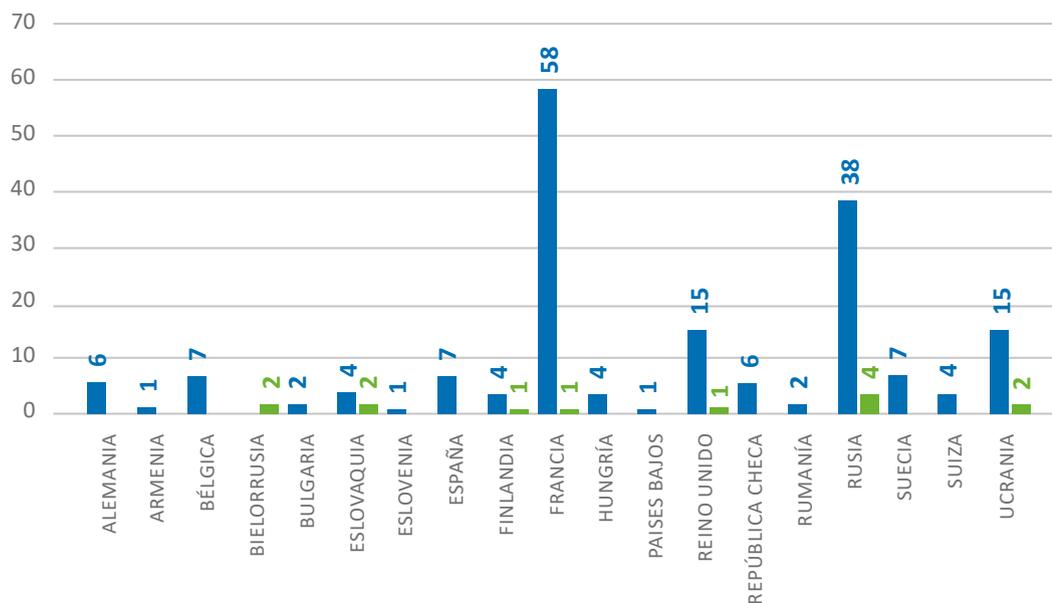


Avances en la construcción de la central nuclear británica, Hinckley Point C.  
Imagen: EDF Energy

# REACTORES EN SITUACIÓN DE OPERAR Y EN CONSTRUCCIÓN EN EL MUNDO

## REACTORES EN EUROPA

En Europa hay 182 reactores en operación y 13 en construcción.

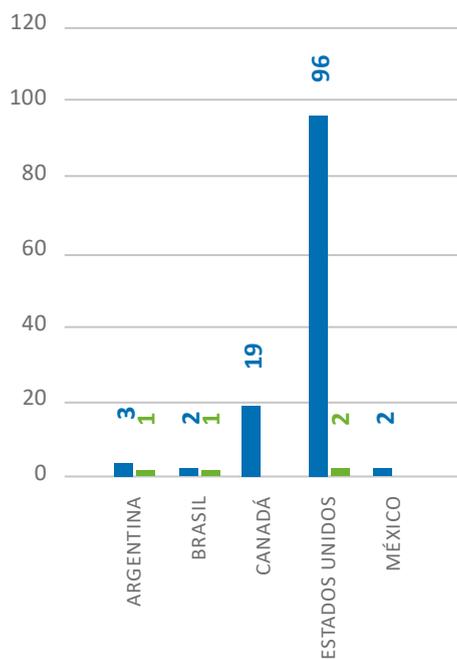


 OPERACIÓN  
 CONSTRUCCIÓN

Datos a 31 de diciembre de 2019  
Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

## REACTORES EN AMÉRICA

En América hay 122 reactores en operación y 4 en construcción.

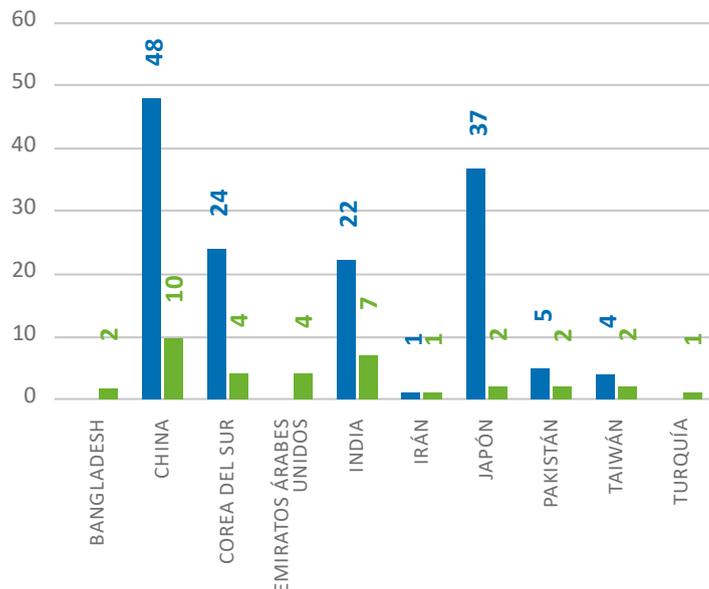


● OPERACIÓN ● CONSTRUCCIÓN

Datos a 31 de diciembre de 2019  
Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

## REACTORES EN ASIA

En Asia hay 141 reactores en situación de operar y 35 en construcción.



● EN SITUACIÓN DE OPERAR

● CONSTRUCCIÓN

Datos a 31 de diciembre de 2019  
Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

## REACTORES EN ÁFRICA

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

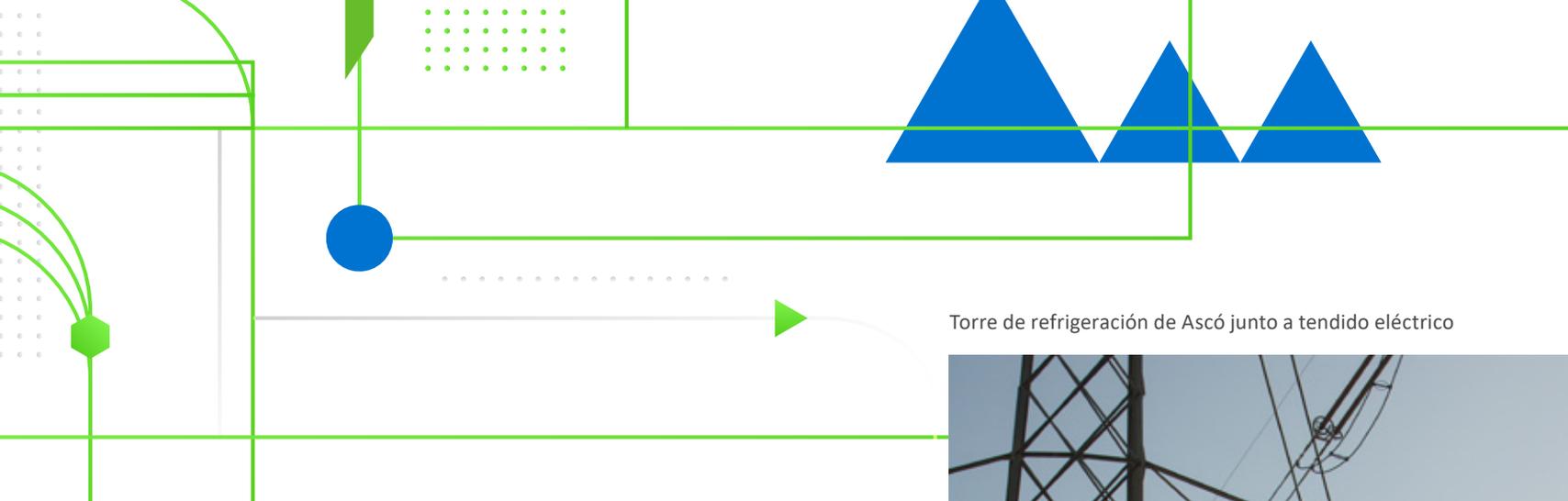
# INFORMES DESTACADOS DE ORGANISMOS INTERNACIONALES PUBLICADOS DURANTE 2019

## Informe *Nuclear power in a clean energy system* de la Agencia Internacional de la Energía

En el mes de mayo, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó el informe *Nuclear power in a clean energy system*, en el que señala que el desarrollo de la energía nuclear, al ser una fuente que no genera dióxido de carbono ni otras emisiones contaminantes, debería progresar al triple del ritmo al que lo ha venido haciendo hasta ahora, con el objetivo de que el 85% de la electricidad generada a nivel mundial en el horizonte del año 2040 proceda de fuentes no contaminantes.

**“Sin una contribución importante de la energía nuclear, la transición energética mundial será mucho más difícil”, señaló Fatih Birol, director ejecutivo de la AIE, en la presentación de la publicación. “Junto con las energías renovables, la eficiencia energética y otras tecnologías innovadoras, la energía nuclear puede hacer una contribución significativa para lograr los objetivos de energía sostenible y mejorar la seguridad energética”, aseguró.**





Además, el estudio advierte que no contar con la energía nuclear en el *mix* requeriría de “un esfuerzo extraordinario” y tendría consecuencias negativas como el aumento de emisiones contaminantes, el incremento de los costes de generación y del precio final que pagaría el consumidor por la electricidad y pondría en riesgo la seguridad de suministro.

Así, el informe de la Agencia Internacional de la Energía recoge que un fuerte descenso de la nuclear implicaría una inversión adicional de 1,6 billones de dólares entre 2018 y 2040 para incrementar la capacidad renovable –a lo que habría que sumar una importante inversión para ampliar las redes de transporte– mientras que el coste de mantener el parque nuclear actual sería mucho menor.

Con respecto a las emisiones contaminantes, la AIE advierte que se incrementarían en 4.000 millones de toneladas las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> en el horizonte 2040, poniendo en riesgo el cumplimiento de los compromisos climáticos internacionales. A nivel global, la electricidad producida con fuentes que no emiten CO<sub>2</sub> representó el 36% en 2018, el mismo porcentaje que 20 años antes –precisa la Agencia Internacional de la Energía– pese al impulso de las energías renovables porque, al mismo tiempo, la demanda de electricidad se ha disparado.

Torre de refrigeración de Ascó junto a tendido eléctrico



## Informe *World Energy Outlook 2019* de la Agencia Internacional de la Energía

En el mes de noviembre, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) presentó su informe anual *World Energy Outlook 2019*, en el que indica que **las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> continuarán aumentando durante décadas a menos que los gobiernos sean mucho más ambiciosos en la lucha contra el cambio climático**, a pesar de los profundos cambios ya en marcha en el sistema energético global. Para ello no existe una única solución. Distintas tecnologías y combustibles han de jugar un importante papel en todos los sectores de la economía.

En este sentido, **la AIE subraya que “la extensión de vida y la continuidad de la operación de los reactores nucleares en funcionamiento son una de las fuentes más competitivas de energía limpia”**.

El informe propone tres escenarios para el *mix* mundial en 2040: el Escenario de Políticas Declaradas (anteriormente llamado Escenario de Nuevas Políticas) –que contempla el impacto de las políticas existentes de los gobiernos y los compromisos en demanda, abastecimiento e inversiones–, el Escenario de Políticas Actuales –que solo incluye las políticas aprobadas, proporcionando un estándar de comparación– y el escenario de Desarrollo Sostenible –que identifica una hoja de ruta coherente con las principales objetivos de sostenibilidad relativos a la energía, calidad del aire, incluyendo la disponibilidad de electricidad para todos en 2030–.

En el Escenario de Políticas Declaradas, la generación eléctrica de origen nuclear crece desde los 2.718 TWh de 2018 a 3.073 TWh en 2030 y a 3.475 TWh en 2040, representando el 8% del total de la electricidad demandada, frente al 10% del pasado año. Y en el de Desarrollo Sostenible aumentará hasta 3.435 TWh en 2030 y hasta 4.409 TWh en 2040 –el 11% del total–, con un incremento medio anual de la potencia instalada de 15 GW, por encima de los 11 GW puestos en marcha en 2018.

En este último escenario, las inversiones en energía nuclear se doblan respecto a los niveles actuales, dedicándose más de un 10% de las mismas a la extensión de la vida operativa de los reactores en funcionamiento.

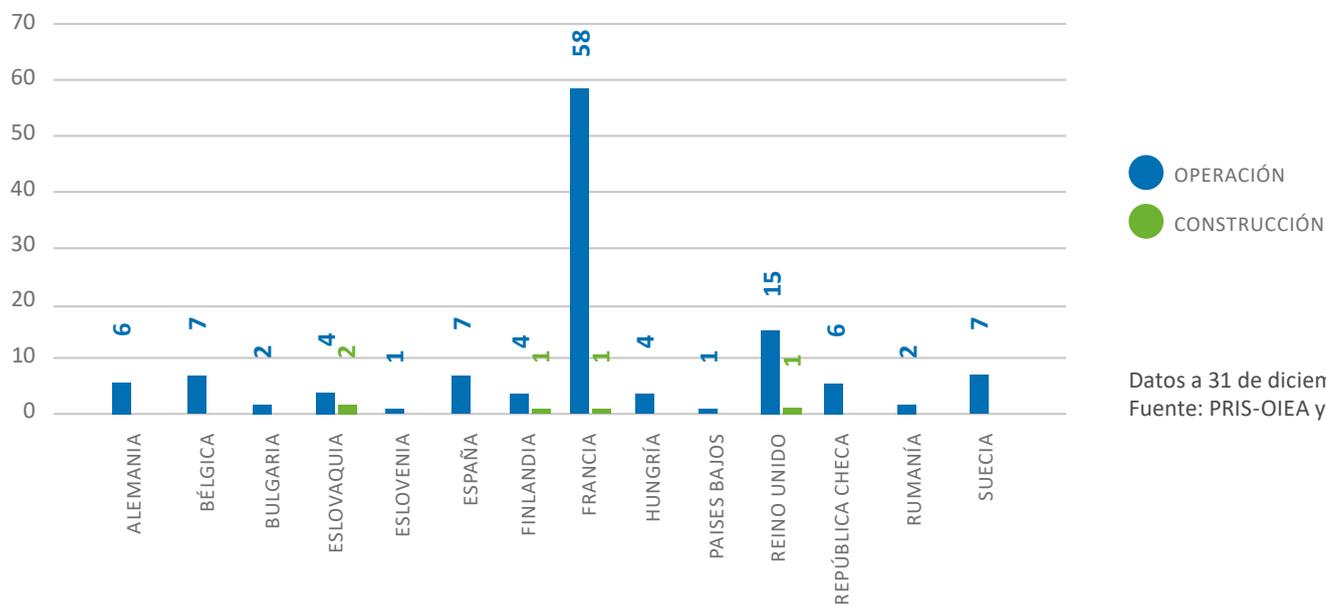
La Agencia resalta que “las decisiones políticas y regulatorias son críticas para el futuro de los reactores nucleares, especialmente en los países desarrollados, en los que la edad media de los reactores es de 35 años. Sin inversiones en la extensión de la vida operativa o en la construcción de nuevas unidades, la potencia nuclear podría disminuir en un 66% entre 2018 y 2040, con importantes implicaciones para el desarrollo sostenible y la competitividad económica”. Según el informe, si eso ocurriera, serían necesarias de aquí a 2040 inversiones por valor de 1,6 billones de dólares en energías renovables para compensar una menor potencia nuclear.

# 5.1 UNIÓN EUROPEA

A 31 de diciembre de 2019, en la Unión Europea 14 de los 28 Estados miembros tenían centrales nucleares. Había un total de 124 reactores en operación, que durante el año produjeron cerca del 26% del total de la electricidad consumida en el conjunto de la Unión Europea. Otros cinco reactores se encontraban en construcción en cuatro países (Eslovaquia, Finlandia, Francia y Reino Unido).

CUATRO PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA CONSTRUYEN REACTORES NUCLEARES: ESLOVAQUIA, FINLANDIA, FRANCIA Y REINO UNIDO

## REACTORES EN LA UNIÓN EUROPEA



Datos a 31 de diciembre de 2019  
Fuente: PRIS-OIEA y Foro Nuclear

El 28 de noviembre de 2019 el **Parlamento Europeo** aprobó –con 427 votos a favor, 191 en contra y 38 abstenciones– una resolución sobre la vigesimoquinta reunión de la Conferencia de las Partes de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP25) –que tuvo lugar en Madrid entre el 2 y el 13 de diciembre–, en la que se **reconoce el papel de la energía nuclear en la lucha contra el cambio climático**. Ese mismo día, también aprobó otra resolución en la que declara la emergencia climática y medioambiental en la Unión Europea. La resolución sobre COP25 indica que “**el Parlamento Europeo cree que la energía nuclear puede jugar un papel en alcanzar los objetivos climáticos**, ya que no emite gases de efecto invernadero, y también puede garantizar una parte importante de la producción eléctrica en Europa”. De hecho, los 124 reactores en operación producen el 25% de la energía eléctrica consumida, lo que representa el 50% de la electricidad baja en carbono.

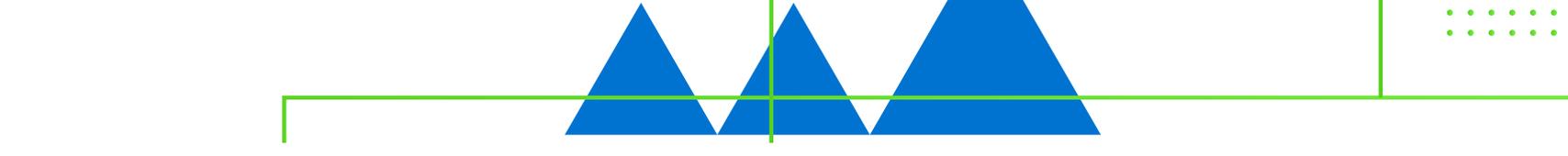
La Comisión Europea, en su estrategia *A Clean Planet for All* de noviembre de 2018, ya indicaba que **las re-**

**novables, “junto con una participación de la energía nuclear cercana al 15% deben formar la espina dorsal de un sistema eléctrico europeo libre de emisiones en 2050”.**

Por su parte, la presidenta de la nueva Comisión Europea, Ursula von der Leyen, anunció que en los primeros cien días de mandato se va a aprobar un **nuevo paquete energético y climático** –denominado *Green New Deal*– en el que se establezcan objetivos aún más ambiciosos para el conjunto de la Unión Europea, con una reducción del 55% de las emisiones contaminantes en 2030 y un balance cero neto de emisiones en 2050. En su comunicación del 11 de diciembre, la Comisión Europea indicaba que “para que esto sea posible, es esencial asegurar que el mercado energético europeo se encuentre completamente integrado, interconectado y digitalizado, **al mismo tiempo que se respete la neutralidad tecnológica**”.



**EL PARLAMENTO  
EUROPEO CONSIDERA  
QUE LA ENERGÍA  
NUCLEAR PUEDE JUGAR  
UN PAPEL EN ALCANZAR  
LOS OBJETIVOS  
CLIMÁTICOS**



# ACONTECIMIENTOS DESTACADOS EN ALGUNOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA

## ALEMANIA

Durante 2019, **los 7 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 75,07 TWh, el 12,40% del total de la electricidad consumida.** Alemania tiene 30 reactores parados.

El día 31 de diciembre paró de forma definitiva –antes de 40 años de operación comercial, había entrado en funcionamiento en abril de 1985– la unidad 2 de la central de Philippsburg, como parte de la política del Gobierno alemán de eliminar la energía nuclear tras el accidente de Fukushima.

**Está previsto que las últimas centrales nucleares se cierren a finales de 2022,** lo que dejará al país en una situación difícil para cubrir la brecha en la generación de electricidad y cumplir sus objetivos climáticos. Alemania tendrá que reemplazar más del 40% de sus fuentes de electricidad en las próximas dos décadas, ya que las centrales térmicas de carbón –cuyo cierre total está previsto para el año 2038– todavía representan más de un tercio de la generación y el parque nuclear suministra alrededor de una décima parte.

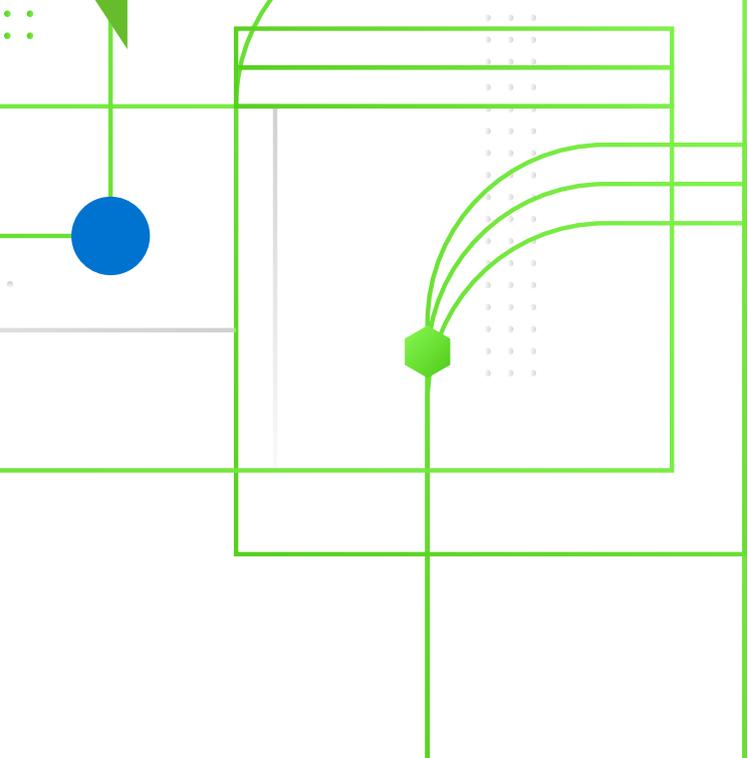
## BÉLGICA

Durante 2019, **los 7 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 41,30 TWh, el 47,56% del total de la electricidad consumida.** Bélgica tiene un reactor parado.

En el mes de febrero, la Agencia Federal Belga para el Control Nuclear (FANC) aprobó el reinicio de la unidad 1 de la central de Doel, tras la reparación de una fuga en el circuito de agua de refrigeración de emergencia descubierta en abril de 2018. FANC ha pedido a la empresa propietaria y operadora de la planta, Engie Electrabel, que controle las tuberías y realice inspecciones de seguimiento. Además, **el organismo regulador autorizó a la unidad 3 reiniciar su operación después de una parada programada** para comprobar si existían imperfecciones en las paredes de acero de la vasija de presión del reactor, indicando que las microburbujas de hidrógeno en las paredes de la vasija no han evolucionado y no han surgido nuevos indicios.

En el mes de julio, el operador de la red eléctrica belga (ELIA) señaló que el país necesitará alrededor de 3,9 GW de nueva capacidad de generación de electricidad para hacer frente a la escasez que se espera que surja de los planes del Gobierno para eliminar la energía nuclear en 2025.





## BULGARIA

Durante 2019, los 2 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 16,56 TWh, el 37,53% del total de la electricidad consumida. Bulgaria tiene 4 reactores parados.

En el mes de agosto, el Gobierno búlgaro anunció que siete empresas, tres de ellas búlgaras, habían solicitado ser **inversores estratégicos en el proyecto de la nueva central nuclear de Belene**, revitalizado en junio de 2018 y que podría entrar en operación en un plazo de diez años. La empresa estatal rusa Rosatom, la estatal china China Nuclear National Corporation (CNNC) y la compañía coreana Korea Hydro and Nuclear Power Company (KHNP) han confirmado su interés en el proyecto. Entre las tres empresas búlgaras hay dos consorcios con intereses en la energía que se han formado específicamente para este proyecto. A su vez, Macedonia del Norte ha pedido invertir en el proyecto con una participación minoritaria y comprar parte de la electricidad para el consumo propio.

Trabajos de soldadura en la construcción de una central nuclear. Imagen: EDF Energy



## FRANCIA

Durante 2019, los 58 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 379,5 TWh, el 70,58% del total de la electricidad consumida.

Francia tiene un reactor en construcción y 12 reactores parados.

En el mes de mayo, el Gobierno francés presentó un proyecto de ley de energía y clima en el que se propone que la reducción de la participación de la energía nuclear en el *mix* de generación eléctrica del país a un 50% se retrase al año 2035, frente a los planes actuales de conseguirlo en 2025, ya que este año habría requerido la construcción de nuevas centrales térmicas, lo que está en contradicción con los objetivos climáticos del país. **El compromiso del presidente Emmanuel Macron es conseguir la neutralidad en carbono en el horizonte del año 2050.**

En el mes de octubre, el Gobierno francés solicitó a la compañía eléctrica EDF que se prepare para un nuevo comienzo de la energía nuclear en el país, con un plan para construir seis unidades del reactor avanzado europeo de agua a presión EPR en los próximos quince años. La compañía debería construir tres pares de reactores en tres emplazamientos, con una diferencia de cuatro años entre cada par y con un intervalo de 18 meses entre las unidades de cada par.

Trabajos en la central nuclear británica de Hinckley Point C.  
Imagen: EDF Energy

## REINO UNIDO

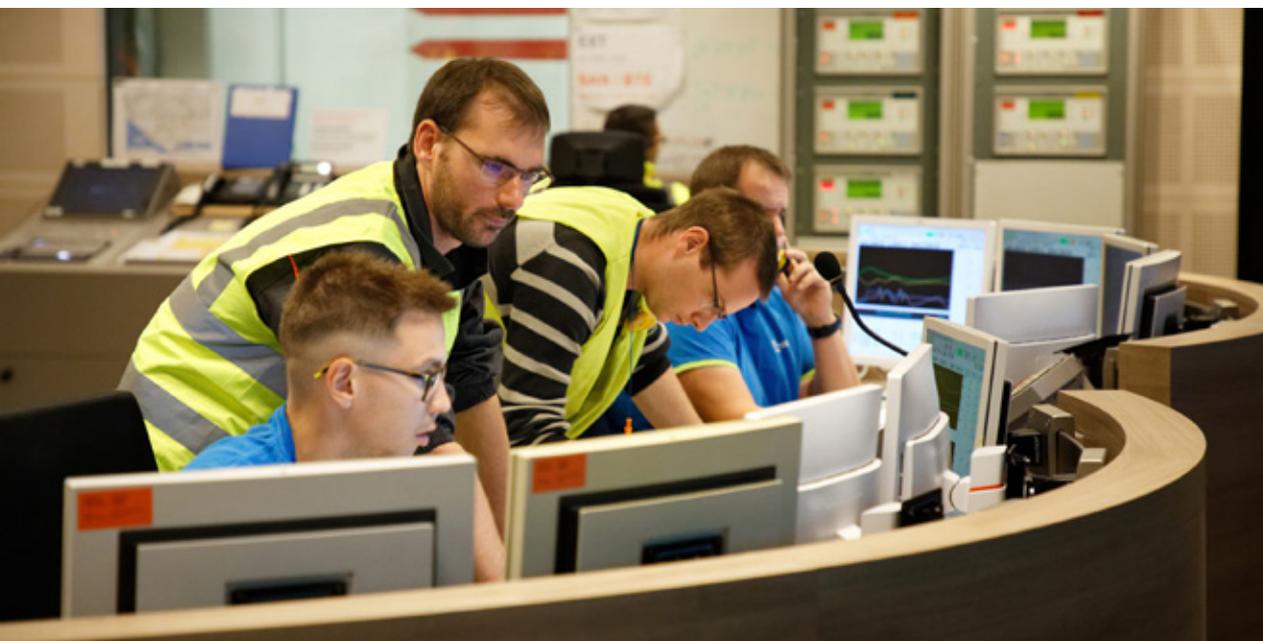
Durante 2019, los 15 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 60,05 TWh, el 17,80% del total de la electricidad consumida.

Reino Unido tiene un reactor en construcción y 30 reactores parados.

En el mes de noviembre, Hitachi y su filial Horizon Nuclear Power anunciaron la suspensión de los trabajos para la construcción de dos reactores avanzados de agua en ebullición en el emplazamiento de Wylfa Newydd en la isla de Anglesey en el norte de Gales, debido al aumento de los costes y a la imposibilidad de llegar a un acuerdo con el Gobierno para su financiación.

No obstante, Reino Unido sigue adelante con otros proyectos nucleares, como la construcción de la central de Hinkley Point C (HPC), que durante 2019 ha continuado avanzando su construcción. Se trata de una central nuclear del tipo European Pressurized Reactor (EPR) con dos unidades de 3.200 MW en total y localizada en Somerset, Inglaterra.





Sala de control de una central nuclear

## SUECIA

Durante 2019, los **8 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 55,87 TWh, el 33,97% del total de la electricidad consumida**. Suecia tiene **6 reactores parados**.

En el mes de diciembre, la Autoridad de Seguridad Radiológica sueca (SSM) aprobó el informe de seguridad para el desmantelamiento y la demolición de las unidades 1 y 2 de la central de Barsebäck, al sur del país. Se trata de dos reactores de agua en ebullición BWR de 600 MWe de diseño ABB, que se habían cerrado definitivamente en noviembre de 1999 y mayo de 2005 respectivamente, tras la decisión de cierre del Gobierno sueco en 1997.

El 31 de diciembre paró de forma definitiva –tras más de 43 años de operación comercial– la unidad 2 de la central de Ringhals, en el suroeste del país. En el año 2015, los propietarios de la planta –la empresa sueca Vatenfall y la alemana Uniper– anunciaron que cerrarían esta unidad cinco años antes de lo previsto, como resultado de la caída de la demanda y la disminución de los precios de la electricidad.

## 5.2 ESTADOS UNIDOS

Durante 2019, los **96 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 809,40 TWh –récord de producción histórico–**, el **19,70% del total de la electricidad consumida**. Estados Unidos tiene **2 reactores en construcción y 37 reactores parados**.

A mediados del año, **la construcción de las unidades 3 y 4 de la central de Vogtle** –que comenzó en marzo y noviembre de 2013, respectivamente- **se encontraba en un grado de avance del 80%**, según anunció la empresa operadora de las mismas Southern Company. Se espera que comiencen su operación comercial en noviembre de 2021 y noviembre de 2022 respectivamente. Por otra parte, en el mes de septiembre cesó su actividad la unidad 1 de la central de Three Mile Island, un reactor de agua a presión PWR de 880 MWe de potencia bruta instalada que había comenzado su operación comercial en 1974, estando en funcionamiento durante más de 45 años.

### Regulación medioambiental y energía nuclear

En el mes de abril, la Junta de Servicios Públicos del Estado de Nueva Jersey aprobó destinar 300 millones de dólares anuales para certificados de cero emisiones, incluyendo a las centrales de Hope Creek y Salem. El programa de créditos de emisión cero (*Zero Emissions Credits, ZEC*), que reconoce el valor de las fuentes de producción de energía eléctrica no contaminantes, se puso en marcha en mayo de 2018 para ayudar a mitigar el cambio climático. **En Nueva Jersey, la energía nuclear suministra el 32% de la electricidad consumida.**

Además, en el mes de mayo, la Cámara de Representantes del Estado de Ohio aprobó un plan para añadir un cargo a las tarifas de la electricidad, para apoyar financieramente a las centrales de Davis Besse y Perry como instalaciones no emisoras de gases contaminantes.

**DOS REACTORES NUCLEARES ESTADOUNIDENSES PODRÁN OPERAR, POR PRIMERA VEZ EN LA HISTORIA, DURANTE 80 AÑOS**

Central nuclear estadounidense.  
Imagen: IAEA



## Renovación de autorizaciones de explotación: 80 años de operación

**En Estados Unidos, las autorizaciones de explotación 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. Una vez concedida esta autorización para un total de 60 años, pueden solicitar la llamada subsecuente solicitud de renovación de la autorización por otros 20 años adicionales, para un total de 80 años de funcionamiento.

En el mes de marzo de 2019, y continuando el proceso iniciado en el año 2000 con las dos unidades de la central de Calvert Cliffs, el organismo regulador nuclear (NRC) renovó la autorización de explotación por un plazo adicional de 20 años, a la central de Seabrook, un reactor de agua a presión PWR de 1.296 MWe de potencia instalada bruta, que comenzó su operación comercial en agosto de 1980 y que dispone de autorización hasta el 15 de marzo de 2040.

Además, en el mes de diciembre, **la NRC aprobó la subsecuente renovación de la autorización de explotación hasta 80 años para las unidades 3 y 4 de la central de Turkey Point**, siendo la primera vez que un organismo regulador emite licencias para ampliar la operación hasta ese plazo de tiempo.

La unidad 3 dispone de un reactor de agua a presión PWR de 829 MWe de potencia instalada bruta. Comenzó su operación comercial en diciembre de 1972 y en el año 2002 se le concedió la primera renovación por 20 años adicionales. Con la nueva autorización, dispone de permiso para operar hasta el 19 de julio de 2052. La unidad 4 también cuenta con un reactor de agua a presión PWR de 829 MWe de potencia instalada bruta. Comenzó su operación comercial en septiembre de 1973 y en el año 2002 se le concedió la primera renovación por 20 años adicionales. Con la nueva autorización, dispone de permiso para operar hasta el 10 de abril de 2053.

De esta manera, a finales de 2019, **la NRC había renovado las autorizaciones de explotación a 90 de los 96 reactores en funcionamiento en el país.** Se espera la presentación de otras cuatro solicitudes para 60 años de operación en los próximos tres ejercicios. Además, se encuentran en proceso de revisión las subsecuentes solicitudes de renovación de la autorización para un total de 80 años de las unidades 2 y 3 de la central de Peach Bottom y las unidades 1 y 2 de la central de Surry, que fueron presentadas durante el año 2018.



## 5.3 ASIA

### CHINA

Durante 2019, los **48 reactores nucleares en funcionamiento** produjeron **348,35 TWh**, el **4,88% del total de la electricidad consumida**. China tiene 10 reactores en construcción.

En el mes de enero comenzó la operación comercial de la unidad 2 de la central de Haiyang, al noreste del país. Es la **cuarta unidad del reactor avanzado de agua a presión AP-1000 de diseño Westinghouse en entrar en funcionamiento en China**. En septiembre, la segunda unidad de la central de Taishan, en la provincia de Guangdong al sur del país, comenzó a funcionar comercialmente. Se trata de un proyecto conjunto chino-francés y es el segundo reactor European Pressurized Reactor (EPR) de diseño Areva en funcionamiento en el mundo.

En noviembre se anunció el comienzo de la construcción de dos nuevos reactores en el emplazamiento de Changjiang, en la provincia insular de Hainan, frente a la costa sureste del país. Se trata de un proyecto con tecnología autóctona HPR-1000 de tercera generación, también conocido como Hualong One. Está previsto que las dos unidades comiencen su operación comercial en 2025 y 2026.

**CHINA ES EL PAÍS QUE MÁS REACTORES NUCLEARES CONSTRUYE. TIENE 48 UNIDADES EN OPERACIÓN Y 10 EN CONSTRUCCIÓN**

Unidades 1 y 2 de la central nuclear de Shin Kori en Corea del Sur.  
Imagen: Korea Shin-Kori NPP



## COREA DEL SUR

Durante 2019, los **24 reactores nucleares en funcionamiento** produjeron **138,62 TWh**, el **26,20% del total de la electricidad consumida**. Corea del Sur tiene **4 reactores en construcción** y **2 reactores parados**.

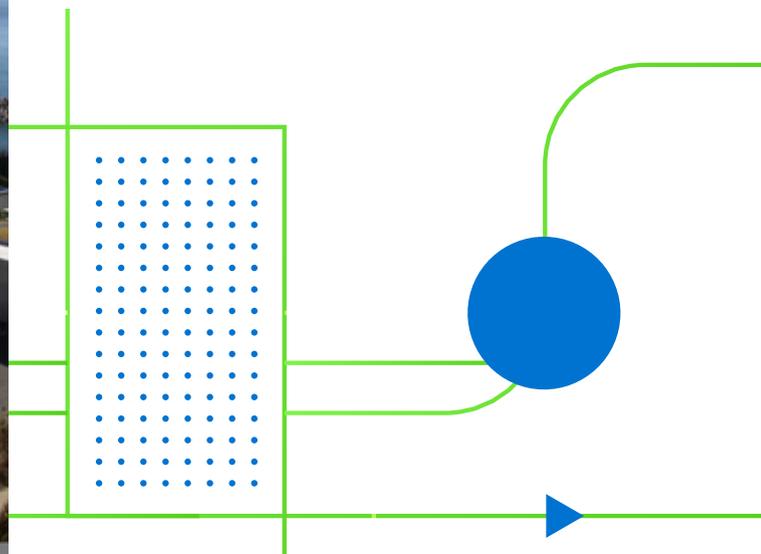
El 29 de agosto **comenzó su operación comercial la unidad 4 de la central nuclear de Shin-Kori**, según la información proporcionada por el operador nuclear del país. Situada cerca de la ciudad de Busan, en el sudeste del país, está equipada con un reactor avanzado de agua a presión APR-1400 de 1.400 MW de potencia bruta instalada, que podría operar durante 60 años.



## IRÁN

Durante 2019, el **reactor nuclear en funcionamiento** produjo **5,86 TWh**, el **1,84% del total de la electricidad consumida**. Irán tiene un reactor en construcción.

En el mes de noviembre comenzó oficialmente la construcción de la segunda unidad de la central de Buser, un reactor de agua a presión VVER-1000 V-528 de 1.057 MWe de potencia bruta instalada de diseño ruso. Irán y Rusia firmaron en 2014 un acuerdo para construir dos unidades en dicho emplazamiento y en junio de 2019 firmaron el contrato final de construcción. **El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) confirmó que el país tiene planes a largo plazo para construir una tercera unidad**, también de diseño ruso.



## JAPÓN

**Durante 2019, de los 37 reactores que forman el parque nuclear, 9 unidades han estado en funcionamiento y produjeron 65,64 TWh, el 7,54% del total de la electricidad consumida.**

**Japón tiene 2 reactores en construcción y 23 reactores parados.**

En el mes de enero, la compañía operadora nuclear Kyushu Electric Power Company (KEPCO) decidió desmantelar la unidad 2 de la central de Genkai, en la Prefectura de Saga, y en el mes de julio, Tokio Electric Power Company (Tepco) confirmó que cerrará y desmantelará los cuatro reactores de la central de Fukushima-Daini.

Según el Foro Nuclear japonés (JAIF), 24 de las 37 unidades del parque nuclear japonés han solicitado su desmantelamiento. De éstas, hay nueve plantas que ya han sido autorizadas para iniciar el desmantelamiento por parte del organismo regulador, la Nuclear Regulation Authority (NRA). Son la unidad 2 de la central de Tokai; la unidad 1 de la central de Tsuruga; las unidades 1 y 2 de la central de Hamaoka; las unidades 1 y 2 de la central de Mihama; la unidad 1 de la central de Shimane; la unidad 1 de la central de Genkai y la unidad 1 de la central de Ikata.

A comienzos del mes de abril el Gobierno japonés levantó la orden de evacuación obligatoria sobre algunas zonas de la ciudad de Okuma, cerca de la central nuclear de Fukushima-Daiichi, al verificarse los niveles de radiación más bajos logrados a través de los trabajos de descontaminación y los progresos en el desarrollo de las infraestructuras. La orden había estado en vigor

desde el accidente de 2011, obligando a sus aproximadamente 10.000 residentes a estar desplazados.

A finales del mes de noviembre, la compañía Tohoku Electric recibió permiso de la NRA para volver a poner en marcha la unidad 2 de la central de Onagawa, aunque se halla aún sujeto a un período de consulta pública. Se necesitarán más aprobaciones antes del reinicio, además del consentimiento de las autoridades locales. La empresa presentó la solicitud para la vuelta a la operación en el año 2013.

Por otra parte, **el país está incrementando sus esfuerzos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, manteniendo el objetivo de generación eléctrica de origen nuclear entre el 20% y el 22%**, según el libro blanco de la energía aprobado por el Gobierno en el mes de junio.

## TAIWÁN

**Durante 2019, los 4 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 31,15 TWh, el 13,40% del total de la electricidad consumida.**  
**Taiwán tiene dos reactores en construcción y dos reactores parados.**

A comienzos de febrero, el Ministro de Economía anunció que el país mantendrá su objetivo de abolir la energía nuclear en mayo de 2025 como fecha límite, a pesar del resultado del referéndum de noviembre de 2018 que aprobó la eliminación de un artículo de la legislación que pedía el cierre del parque nuclear taiwanés. Taiwán no extenderá la operación de las centrales nucleares existentes ni reiniciará la construcción de dos nuevas unidades en Lungmen, donde se suspendieron las obras tras el accidente de Fukushima-Daiichi.

## 5.4 OTROS PAÍSES CON PROGRAMAS NUCLEARES

### EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

**Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC) está construyendo cuatro reactores de agua a presión APR-1400 de 1.400 MW de potencia instalada de diseño surcoreano en el emplazamiento de Barakah, a unos 240 km al oeste de Abu Dhabi.**

En el mes de abril, ENEC completó con éxito la prueba de integridad estructural y la prueba de fugas de la unidad 2. A finales de año, la unidad 1 estaba completada y a la espera de recibir la autorización de explotación en el primer trimestre del año 2020, y las unidades 2, 3 y 4 se encontraban finalizadas en más del 90%. **Una vez se encuentren los cuatro reactores en operación, producirán el 25% de la electricidad consumida en el país.**

Las cuatro unidades que construye EAU en el emplazamiento de Barakah. Imagen: Enec



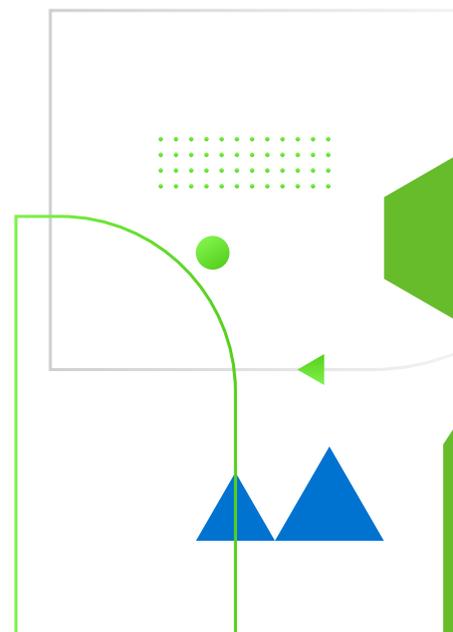
## RUSIA

Durante 2019, los **38 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 208,78 TWh, el 19,71% del total de la electricidad consumida**. Rusia tiene 4 reactores en construcción y 8 reactores parados.

En el mes de mayo, entró en funcionamiento la unidad 2 de la central de Novovoronezh 2, en el oeste del país, un reactor de agua a presión PWR VVER-V-392M de 1.181 MWe de potencia bruta instalada, cuya construcción había comenzado en julio de 2009.

En el mes de diciembre, la primera central nuclear flotante del mundo, la **Akademik Lomonosov, produjo por primera vez electricidad para la red** independiente del distrito autónomo de Chukotka en el extremo oriental del país. En el mes de junio, el organismo regulador nuclear ruso (Rostekhnadzor) emitió una autorización para diez años a Rosenergoatom, empresa operadora de la central.

En el mes de septiembre, la nave del Akademik Lomonosov atracó en su base de destino del puerto ártico de Pevek, Chukotka, tras un viaje de 18 días y 9.000 km desde su base original en Múrmansk, donde se cargó el combustible. Con dos reactores KLT-40S de diseño ruso –con una potencia de 35 MWe cada uno– la central flotante será utilizada para reemplazar la capacidad de generación perdida cuando la central nuclear de Bilibino se cierre permanentemente a principios de la década de 2030, alimentando el complejo minero Chaun-Bilibin en Chukotka, que incluye minas de oro, así como para suministrar electricidad a las plataformas petrolíferas en el Ártico ruso.



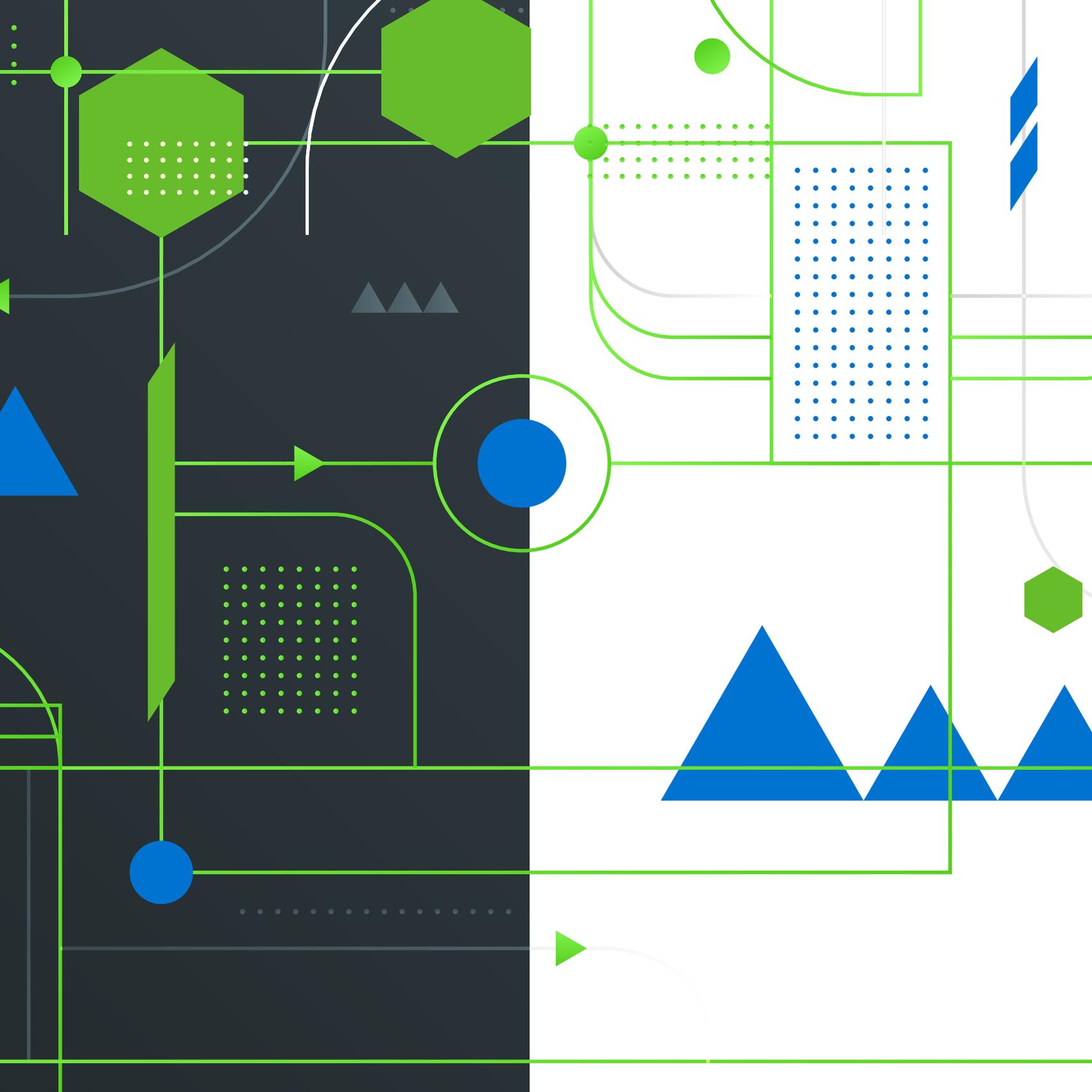
## SUIZA

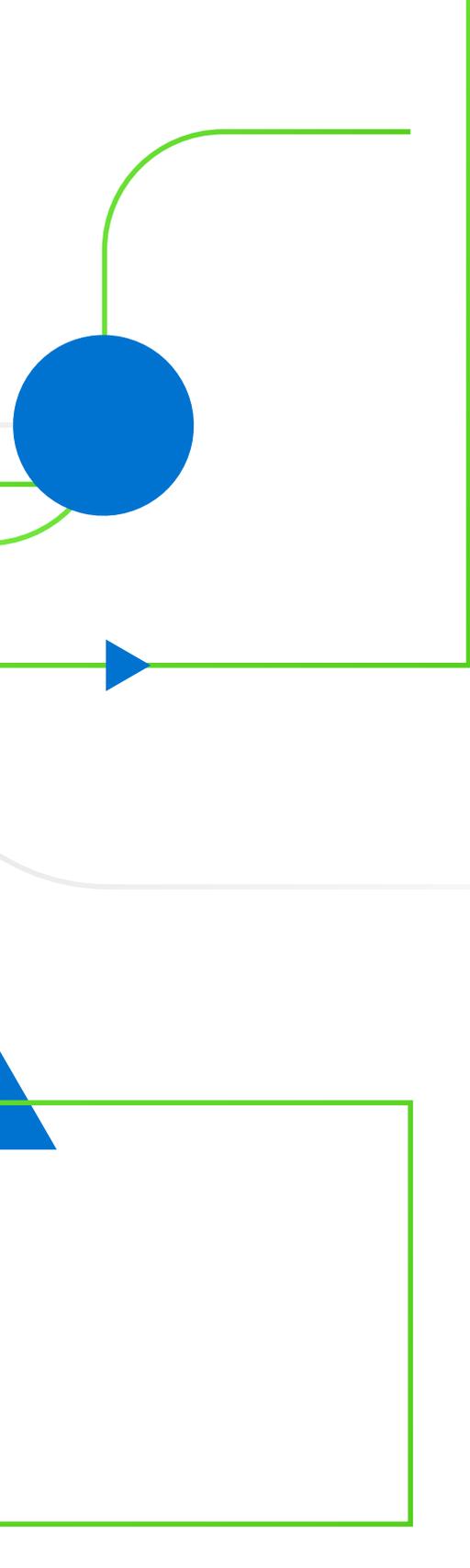
Durante 2019, los 5 reactores nucleares en funcionamiento produjeron 16,55 TWh, el 23,86% del total de la electricidad consumida. Suiza tiene 1 reactor parado.

El día 20 de diciembre, la central nuclear de Mühleberg –equipada con un reactor de agua en ebullición de 390 MWe de potencia bruta instalada– cesó en su operación después de 47 años de funcionamiento, según confirmó la empresa operadora BKW. Los trabajos de desmantelamiento comenzarán en enero de 2020, convirtiéndose en el primer reactor nuclear que se desmantele en el país.

Central nuclear flotante rusa Akademik Lomonosov







6

SOCIOS DE

**FORO NUCLEAR**



**Foro de la Industria Nuclear Española agrupa a las principales empresas de España relacionadas con la energía nuclear.** Cuenta con 50 miembros entre empresas eléctricas, centrales nucleares, empresas de explotación de instalaciones nucleares y radiactivas, fabricantes de componentes y suministradores de sistemas nucleares, así como empresas de ingeniería, de servicios nucleares y radiológicos, entidades para el desarrollo tecnológico nuclear y empresas de obra civil y montaje así como universidades, escuelas de ingeniería y distintas asociaciones agrupadas entre socios ordinarios y adheridos.

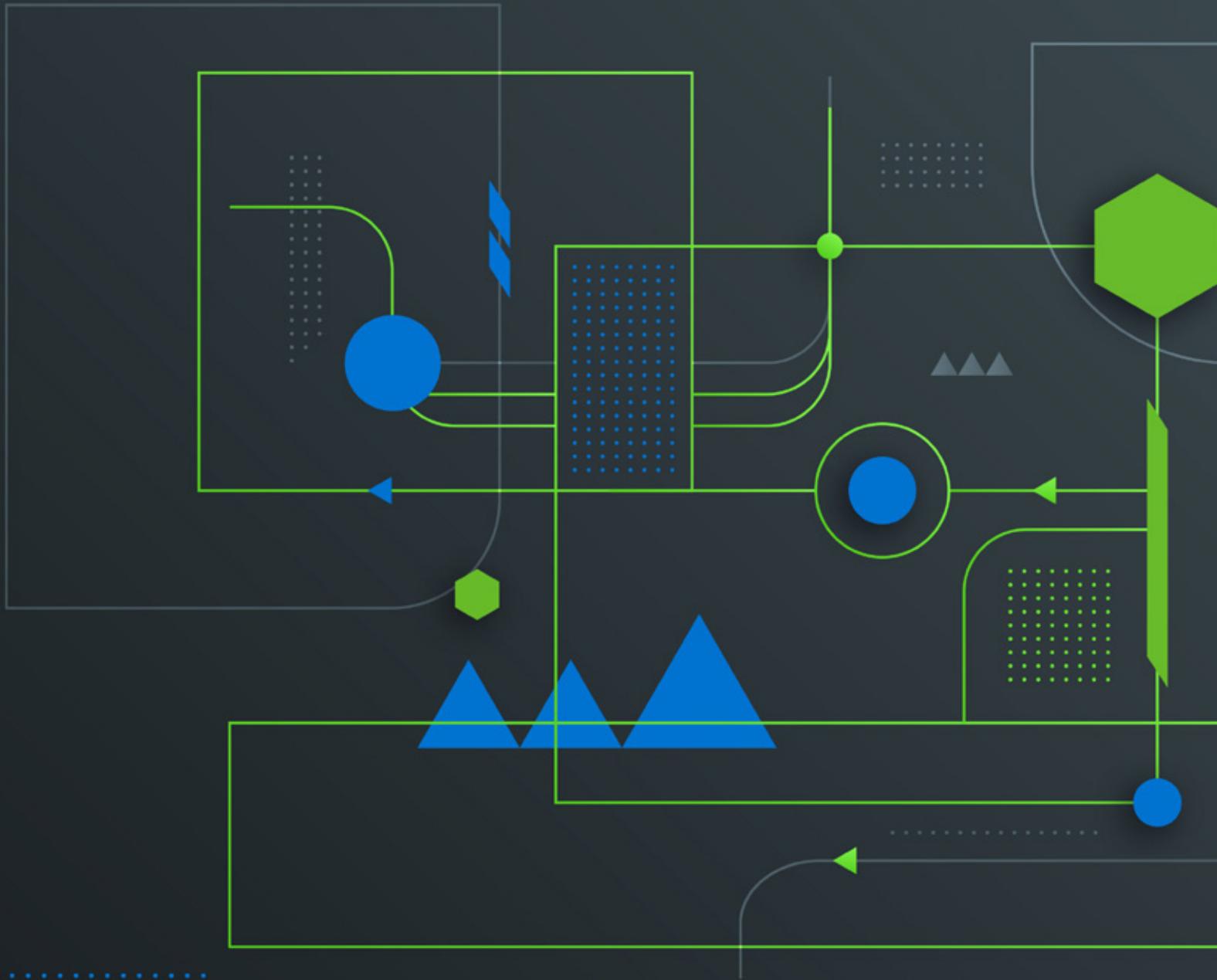
## SOCIOS ORDINARIOS

- 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
- EDP
- EMPRESARIOS AGRUPADOS
- ENDESA
- ENSA
- ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS
- ENWESA
- EQUIMODAL
- EULEN
- GD ENERGY SERVICES
- GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY
- GEOCISA
- GHESA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
- IBERDROLA
- IDOM CONSULTING, ENGINEERING & ARCHITECTURE
- NATURGY
- NEWTESOL
- NUCLENOR
- NUSIM
- PROINSA
- RINGO VÁLVULAS
- TAIM WESER
- TECNATOM
- VIRLAB
- WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN

## SOCIOS ADHERIDOS

- AEC (Asociación Española para la Calidad)
- AMAC (Asociación de Municipios en Áreas de Centrales Nucleares)
- Aseguradores de Riesgos Nucleares
- CEMA (Club Español del Medio Ambiente)
- Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Centro de España
- 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 Industriales de Bilbao
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de Madrid
- Fundación Empresa y Clima
- OFICEMEN (Agrupación de fabricantes de cemento de España)
- SEOPAN (Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras)
- SERCOBE (Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo)





 **Foro Nuclear**  
Foro de la Industria Nuclear Española

Boix y Morer 6, 3º - 28003 Madrid | +34 915 536 303 | correo@foronuclear.org  
[www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

