# RESULTADOS NUCLEARES DE 2021 Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Foro Nuclear

Foro de la Industria Nuclear Española

Foro Nuclear
Foro de la Industria Nuclear Española
www.foronuclear.org

# Índice


0
PRESENTACIÓN 5
¿Qué es el Foro Nuclear? 6
Carta del Presidente 8
Datos destacables del año 2021 10
Energía eléctrica en España 12

1
CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS 21
1.1 Producción 28
1.2 Potencia 30
1.3 Indicadores de funcionamiento 32
1.4 Autorizaciones de explotación 34
1.5 Paradas de recarga 35
1.6 Actualidad de las centrales nucleares españolas 36

2
FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO 73

3
GESTIÓN DE RESIDUOS Y DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES 81
3.1 Residuos de muy baja, baja y media actividad 82
3.2 Centro de almacenamiento de El Cabril 84
3.3 Gestión del combustible irradiado 87
3.4 Predesmantelamiento de Santa María de Garoña 90
3.5 Desmantelamiento de José Cabrera y Vandellós I 94

4
INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA 99

5
PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO 139
5.1 Unión Europea 152
5.2 Estados Unidos 160
5.3 Asia 164
5.4 Otros países con programas nucleares 166

6
SOCIOS DE FORO NUCLEAR 171
Socios ordinarios 172
Socios adheridos 173

# 0
# PRESENTACIÓN

# ¿Qué es el Foro Nuclear?

**Desde 1962, Foro de la Industria Nuclear Española es la asociación que representa los intereses del sector nuclear español.** Pone en valor sus actividades, productos y servicios y apoya a sus empresas socias en la consecución de sus objetivos comerciales y empresariales. Impulsa, además, su cada vez mayor presencia internacional al tratarse de una industria competitiva, capacitada, tecnológica y reconocida a nivel mundial.

**Foro Nuclear integra a cerca de 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 y profesionales y escuelas universitarias.

Apoya el mantenimiento y la continuidad de las **centrales nucleares españolas** como fuente de producción eléctrica estable, constante, fiable, libre de $CO_2$ e imprescindible en la lucha contra el cambio climático. **Promueve un mejor y mayor conocimiento de la energía nuclear y sus aplicaciones en otros campos en la sociedad, proporcionando información rigurosa, contrastada y especializada.**

**Desde hace 60 años Foro Nuclear apoya y respalda al conjunto de la industria nuclear española**, impulsa el presente y futuro de la energía nuclear y pone en valor la importancia de su contribución al PIB, la creación de riqueza y empleo y su esencial papel en la transición energética.

Todas las actividades que realiza se pueden consultar en la web institucional foronuclear.org, así como en distintas redes sociales.

# Carta del Presidente

## Ignacio Araluce

**La energía nuclear es una pieza clave para reducir las emisiones contaminantes y resulta fundamental en la transición energética**

Me dirijo un año más a todos los lectores de este informe en el que se exponen los resultados del sector nuclear español, con la satisfacción de compartir la **excelente operación de nuestras centrales durante el año 2021**, así como las reconocidas capacidades, los servicios, productos y avances tecnológicos de la industria nuclear española.

**Durante el pasado año, las centrales nucleares españolas han generado casi el 21% de la electricidad consumida en nuestro país**, con unos factores de operación por encima de los de la media mundial. Junto a ello, **han evitado, un año más, la emisión de más de 20 millones de toneladas de $CO_2$ a la atmósfera**. Esta cifra equivale a retirar de la circulación el 35% del parque automovilístico español. Más del 30% de la electricidad sin emisiones contaminantes generada en nuestro país ha tenido origen nuclear, lo que la convierte en esencial en la lucha contra el cambio climático y **pieza clave en la reducción de emisiones para alcanzar los compromisos ambientales**.

En un año nuevamente complicado por la pandemia y que comenzó con un suceso meteorológico extremo, la tormenta Filomena, **el parque nuclear ha funcionado con las máximas garantías de seguridad y fiabilidad, asegurando un suministro eléctrico firme y continuo y ayudando a la estabilidad de la red eléctrica.**

Por otra parte, en 2021 seis de los siete reactores que componen nuestro parque nuclear han llevado a cabo paradas de recarga, que no solo implican renovar parte de los elementos combustibles del reactor, sino realizar **trabajos de mantenimiento, actualizaciones y modificaciones de diseño**.

Todas estas actividades son posibles gracias a la **excelencia de la industria nuclear española** que, con su tecnología puntera, sus capacidades, experiencia y conocimiento, consigue mantener las centrales siempre al día incorporando los avances tecnológicos más vanguardistas.

Al trabajo en las centrales se suma la cada vez mayor **proyección internacional del sector nuclear español**, que cuenta con un gran reconocimiento dentro y fuera de nuestras fronteras y exporta tecnología, productos y servicios a más de 40 países en los que se construyen reactores o se mantienen y operan a largo plazo los existentes. Recordemos que **en el mundo hay 442 reactores en operación y 58 más en construcción** y que a lo largo de este año, por la dependencia energética o los altos precios de la electricidad, hemos conocido la firme apuesta de muchos países por la energía nuclear y el gran interés por los reactores modulares pequeños.

Estos hechos hacen que **la energía nuclear sea reconocida en su contribución a los objetivos de sostenibilidad energética y para la transición hacia una economía baja en carbono**. En este sentido hay que destacar la concesión en el ejercicio 2021 de la renovación de las autorizaciones de explotación de las dos unidades de la central de Ascó y de la de Cofrentes.

Quiero cerrar estas líneas invitando al lector a que siga descubriendo los resultados del sector nuclear, a la vez que **agradezco a todas nuestras empresas socias y a sus profesionales su compromiso e implicación con la excelente operación de nuestros reactores** como pieza esencial en la transición energética.

# Datos destacables del año 2021

**En España, la producción eléctrica neta de origen nuclear en 2021 fue de 54.040,07 GWh, el 20,80% de la producción eléctrica neta total**. La producción bruta fue de 56.564,26 GWh, un 2,8% inferior a la del ejercicio anterior, ya que seis reactores realizaron parada de recarga, algunas de las cuales con una duración bastante mayor a la habitual debido a la Covid-19.

La tecnología nuclear lleva más de diez años consecutivos produciendo más del 20% de la electricidad consumida en España.

A 31 de diciembre, la potencia neta total instalada del parque de generación eléctrica en España era de 112.801 MW, de los que 7.117 MW netos correspondían al parque nuclear, representando el 6,31% del total de la capacidad neta instalada en el país. La potencia bruta era de 7.398,7 MW.

**La producción eléctrica nuclear supuso el 30,36% de la electricidad sin emisiones contaminantes generada en España**.

El 18 de marzo de 2021, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) -mediante la Orden Ministerial TED/308/2021- concedió la **renovación de la autorización de explotación de la central nuclear de Cofrentes** hasta el 30 de noviembre de 2030.

El 27 de septiembre de 2021 el MITECO aprobó las Órdenes Ministeriales TED/1084/2021 y TED/1085/2021 por las que se concede la **renovación de las autorizaciones de explotación de las unidades I y II de la central nuclear de Ascó** hasta el 2 de octubre de 2030 y el 2 de octubre de 2031, respectivamente.

**Las centrales nucleares españolas, libres de $CO_2$, llevan produciendo durante más de una década el 20% de la electricidad**

En el mes de junio entró en servicio el Almacén Temporal Individualizado en seco para el combustible irradiado de la central nuclear de Cofrentes.

**A 31 de diciembre, había 442 reactores en operación en el mundo en 33 países. Otros 58 nuevos reactores se encontraban en construcción** en 20 países.

La operación a largo plazo para garantizar el suministro eléctrico y reducir emisiones contaminantes es una práctica habitual. A 31 de diciembre, en el mundo había 186 reactores nucleares en 18 países a los que los distintos organismos reguladores les han concedido autorización para operar más allá de 40 años. Representan más del 40% de los reactores nucleares existentes.

En el mes de mayo, el organismo regulador nuclear de Estados Unidos -la *Nuclear Regulatory Commission*- aprobó la renovación de la autorización de explotación hasta 80 años para las unidades 1 y 2 de la central de Surry. **De esta manera, por el momento seis reactores estadounidenses disponen de autorización para operar un total de 80 años.**

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

**87,27%**

**FACTOR DE CARGA**

**89,30%**

**FACTOR DE OPERACIÓN**

**88,41%**

**FACTOR DE DISPONIBILIDAD**

**2,86%**

**FACTOR DE INDISPONIBILIDAD NO PROGRAMADA**

# 30%

**La energía nuclear ha supuesto en 2021 más del 30% de la electricidad limpia en España**

# Energía eléctrica en España

**En 2021, la producción neta de electricidad fue de 259.849 GWh, experimentando un incremento del 3,5% respecto al año anterior.** Las instalaciones convencionales -nuclear, carbón, hidráulica, ciclo combinado y fuel/gas- representaron el 52,7% del total de la producción, con 137.151 GWh, un 1,8% menos que el año anterior. El resto de tecnologías -cogeneración, residuos, eólica, solar, turbinación de bombeo y otras renovables- produjeron un 9,9% más, para un total de 122.698 GWh.

La energía nuclear ha sido la segunda fuente de generación -tras diez años consecutivos, entre 2011 y 2020, siendo la tecnología que mayor producción neta aportó al sistema eléctrico nacional- con el 20,8% del total -1,4 puntos porcentuales menos que en el ejercicio anterior, ya que se realizaron seis paradas de recarga-, con una cuota de potencia neta instalada de tan solo el 6,31%. La producción neta fue de 54.040 GWh, un 3,1% inferior a la del año anterior.

La producción libre de emisiones de $CO_2$ -nuclear, hidráulica, eólica, solar y otras renovables- fue del 68,5% del total, 1,5 puntos porcentuales más que el año anterior. **El parque nuclear generó el 30,36% de la electricidad limpia en España.**

La demanda de electricidad aumentó un 2,5% respecto al ejercicio anterior, mismo incremento si se tienen en cuenta los efectos de la laboralidad y las temperaturas.

La potencia neta total instalada del sistema nacional a 31 de diciembre -112.801 MW- creció un 2,1% respecto a la de la misma fecha del año 2020. Se experimentó un importante incremento en las energía renovables, especialmente en la solar con un 28,8%. La potencia nuclear instalada 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 2021 destacó, como es habitual, el parque nuclear con 7.593 horas,** seguido por los residuos renovables y no renovables -con 5.164 y 5.069 horas respectivamente- y la cogeneración con 4.627 horas. Las centrales eólicas lo hicieron en 2.147 horas y las solares fotovoltaicas en 1.390 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 sexto año consecutivo frente al saldo exportador registrado entre 2004 y 2015- de 884 GWh, inferior en un 73,1% al del ejercicio 2020, representando el 0,4% de la cobertura de la demanda peninsular. El transporte de electricidad a través del enlace entre la península y las Islas Baleares fue de 890 GWh, representando más del 16% de la demanda del archipiélago.





## POTENCIA NETA INSTALADA (MW)

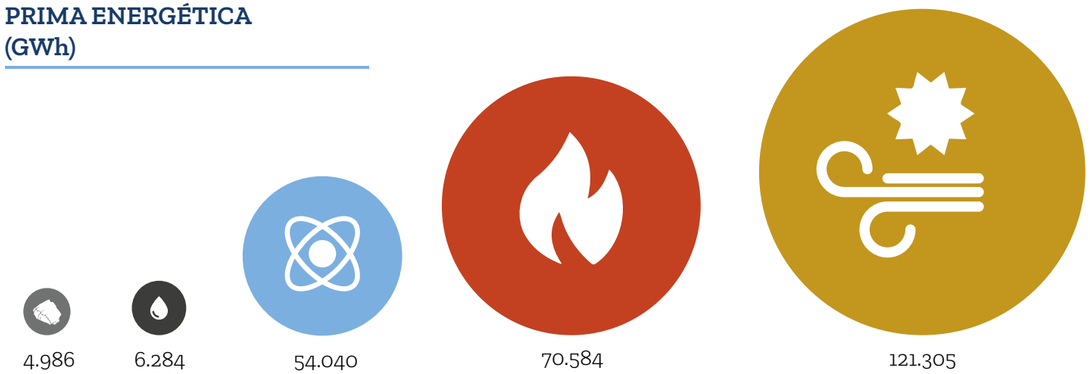
| | 2020 | 2021 |
|---|---|---|
| **Renovables y residuos** | **62.768** | **67.181** |
| Hidraúlica [1] | 20.414 | 20.380 |
| Eólica [2] | 27.270 | 28.186 |
| Solar [3] | 13.851 | 17.352 |
| Otras renovables [4] | 1.076 | 1.093 |
| Residuos renovables | 157 | 170 |
| **Cogeneración y residuos no renovables** | **6.110** | **6.080** |
| **Térmica convencional** [5] | **34.464** | **32.423** |
| **Nuclear** | **7.117** | **7.117** |
| **TOTAL** | **110.459** | **112.801** |

## PRODUCCIÓN NETA DE ELECTRICIDAD (GWh)

| | 2020 | 2021 |
|---|---|---|
| **Renovables y residuos** | **113.194** | **123.953** |
| Hidraúlica [1] | 33.295 | 32.231 |
| Eólica [2] | 54.898 | 60.508 |
| Solar [3] | 19.799 | 25.620 |
| Otras renovables [4] | 4.477 | 4.717 |
| Residuos renovables | 725 | 877 |
| **Cogeneración y residuos no renovables** | **28.967** | **28.325** |
| **Térmica convencional** [5] | **53.239** | **53.529** |
| **Nuclear** | **55.757** | **54.040** |
| **TOTAL** | **251.159** | **259.849** |

(1) Incluye turbinación de bombeo
(2) Incluye hidroeólica
(3) Incluye solar fotovoltaica y solar térmica
(4) Incluye biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica
(5) Incluye ciclo combinado, carbón y fuel/gas
Fuente: Foro Nuclear con datos de REE

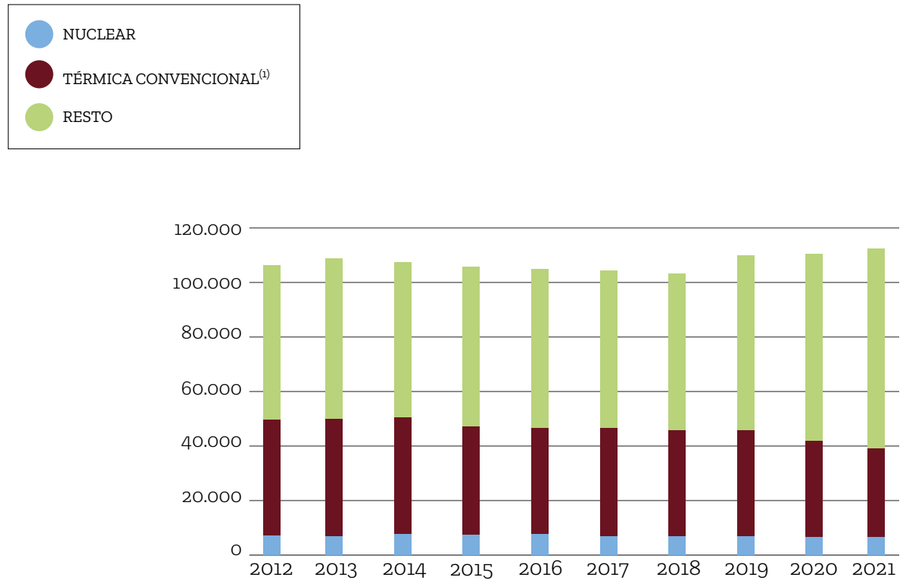
## PRODUCCIÓN NETA DE ELECTRICIDAD POR MATERIA PRIMA ENERGÉTICA (GWh)




| | 2020 | 2021 |
|---|---|---|
| Renovables y residuos (1) | 113.194 | 121.305 |
| Uranio | 55.757 | 54.040 |
| Carbón | 5.022 | 4.986 |
| Gas natural | 70.977 | 70.584 |
| Productos petrolíferos (2) | 6.209 | 6.284 |
| **TOTAL** | **251.159** | **259.849** |

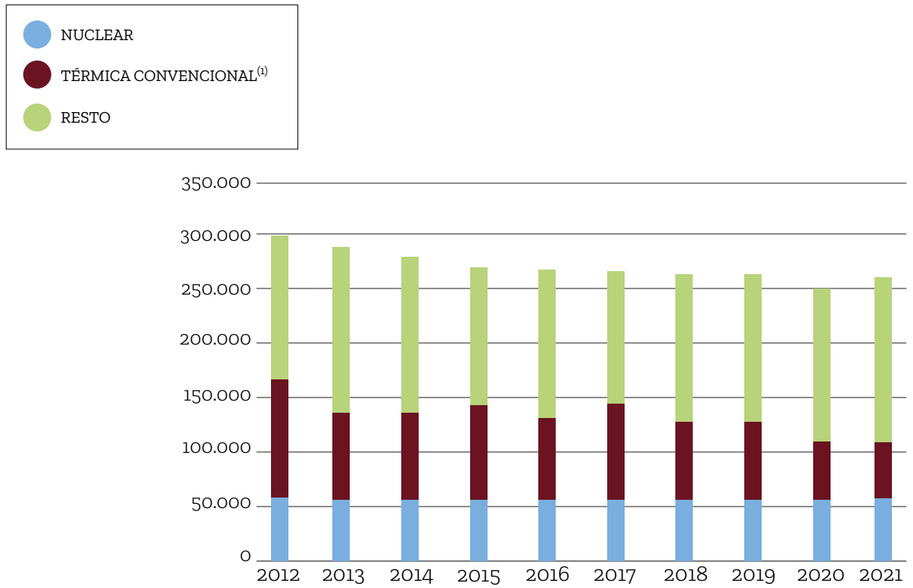
(1) Incluye hidráulica, eólica, solar, otras renovables y residuos renovables
(2) Incluye fuel/gas y residuos no renovables
Fuente: Foro Nuclear con datos de REE

## EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA (MW)




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

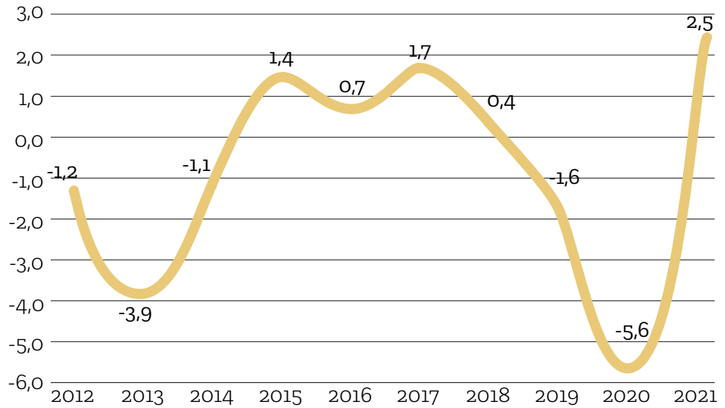
## EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (GWh)




(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

# 1

# CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

## La Agencia Internacional de la Energía califica de eficiente y bien integrada la estructura de la energía nuclear en España y destaca el excelente funcionamiento de sus reactores

En el mes de mayo de 2021, **la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó su informe *Spain 2021: Energy Policy Review*, en el que hacía una completa revisión del sistema energético español** y su evolución desde su anterior informe del año 2015.

De acuerdo con el informe, en este periodo España ha resuelto un asunto que venía de largo como los déficits de tarifa en los sectores de la electricidad y el gas y ha cerrado todas las minas de carbón, lo que ha permitido priorizar la importancia del cambio climático y alinear sus objetivos con el cumplimiento de los establecidos por la Unión Europea. Para ello, **ha situado la transición energética en el centro de sus políticas energéticas y medioambientales**, mediante la aprobación de una Ley de Cambio Climático y del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), que fija el objetivo último de la neutralidad climática en el horizonte del año 2050.

Entre sus recomendaciones generales, la AIE indicaba que **el gobierno de España debería revisar la fiscalidad sobre la electricidad** para evitar cargos excesivos e impactos distorsionadores respecto al consumo de gas e hidrocarburos para promocionar la electrificación de la economía.

**En referencia a la energía nuclear, el informe indica que España ha desarrollado en los últimos 50 años una estructura eficiente y bien integrada** que incluye los siete reactores actualmente en operación, una instalación para la fabricación del combustible, soluciones para la gestión y el almacenamiento de los residuos radiactivos y el combustible irradiado y el desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas, y unos organismos reguladores eficientes.

**Subraya el excelente funcionamiento de los reactores en operación, con elevados indicadores de funcionamiento -superiores al 90%- durante la última década.** En los últimos años, el parque nuclear ha producido alrededor del 20% de la electricidad consumida en el país, contribuyendo a la seguridad del suministro, a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y a la diversificación de las fuentes energéticas.

También recoge el calendario de cierre ordenado de las centrales entre los años 2027 y 2035, de acuerdo con el PNIEC, acordado entre las compañías propietarias y la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa), auspiciado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Por último, la Agencia Internacional de la Energía hace al gobierno de España una serie de recomendaciones específicas en relación a la energía nuclear donde debería:

- **Vigilar atentamente la situación financiera de las centrales nucleares para evitar su cierre definitivo imprevisto o repentino**, que podría deteriorar significativamente la seguridad del suministro de electricidad.

- Impulsar la oportuna implementación de la estrategia para la gestión final de los residuos, incluyendo el Almacén Temporal Centralizado y un Almacenamiento Geológico Profundo, para evitar un incremento innecesario de los costes de desmantelamiento de las centrales nucleares y de la gestión de los residuos radiactivos, incluyendo el almacenamiento definitivo del combustible irradiado.

- Desarrollar proyectos que facilitaran la conservación y la transmisión efectivas del conocimiento y la experiencia teniendo en cuenta la infraestructura técnica actual y a los trabajadores altamente cualificados, así como las ventajas institucionales de Enresa en el desmantelamiento de las centrales nucleares.

- **Considerar la utilidad de la energía nuclear**, incluyendo las aplicaciones distintas a la de la producción de electricidad, en la diversificación de las opciones **para conseguir una neutralidad climática a largo plazo en el horizonte de 2050.**

Los titulares de las centrales nucleares están comprometidos con la excelencia y la continuidad de su operación, impulsando el desarrollo económico y social

# Centrales nucleares españolas

**El parque nuclear español está formado por siete reactores en cinco emplazamientos.** Las empresas eléctricas 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 y desarrollo en sus zonas de influencia.

## Almaraz I
## Almaraz II

Cáceres

## Ascó I
## Ascó II

Tarragona

## Cofrentes

Valencia

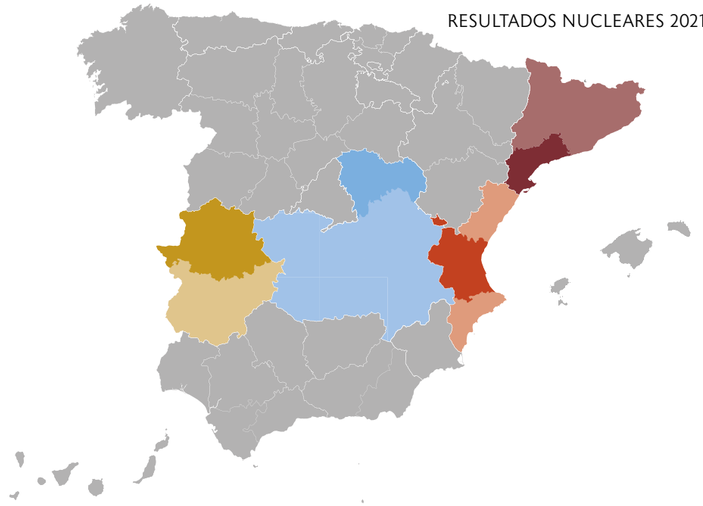
## Trillo

Guadalajara

## Vandellós II

Tarragona





### Empresas propietarias y fecha de inicio de operación de los reactores españoles

| | Empresa propietaria | % | Inicio de la operación comercial |
|---|---|---|---|
| Almaraz I | Iberdrola<br>Endesa<br>Naturgy | 53<br>36<br>11 | Septiembre 1983 |
| Almaraz II | Iberdrola<br>Endesa<br>Naturgy | 53<br>36<br>11 | Julio 1984 |
| Ascó I | Endesa | 100 | Diciembre 1984 |
| Ascó II | Endesa<br>Iberdrola | 85<br>15 | Marzo 1986 |
| Cofrentes | Iberdrola | 100 | Marzo 1985 |
| Trillo | Iberdrola<br>Naturgy<br>EDP<br>Endesa | 49<br>34,5<br>15,5<br>1 | Agosto 1988 |
| Vandellós II | Endesa<br>Iberdrola | 72<br>28 | Marzo 1988 |

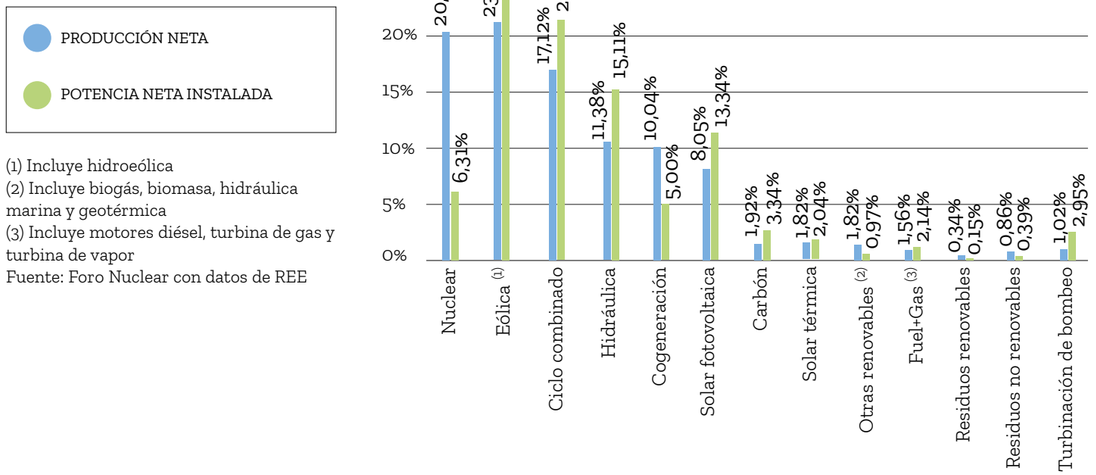
Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

## 1.1 Producción

**Durante el año 2021, la energía eléctrica neta producida en el parque nuclear español fue de 54.040,07 GWh, lo que representó el 20,80%** -1,4 puntos porcentuales menos que en el ejercicio anterior- del total de la producción eléctrica neta del país, que fue de 259.849 GWh. La producción bruta fue de 56.564,26 GWh, un 2,8% inferior a la del ejercicio anterior, ya que seis reactores realizaron parada de recarga, algunas de las cuales con una duración bastante mayor a la habitual debido a la Covid-19. **La tecnología nuclear lleva más de diez años consecutivos produciendo más del 20% de la electricidad consumida en España.**

**La producción nuclear supuso el 30,36% de la electricidad libre de emisiones generada en el país.** Durante el año 2021, la contribución en términos de producción neta y potencia neta instalada de las distintas fuentes de generación se puede consultar en el gráfico siguiente.

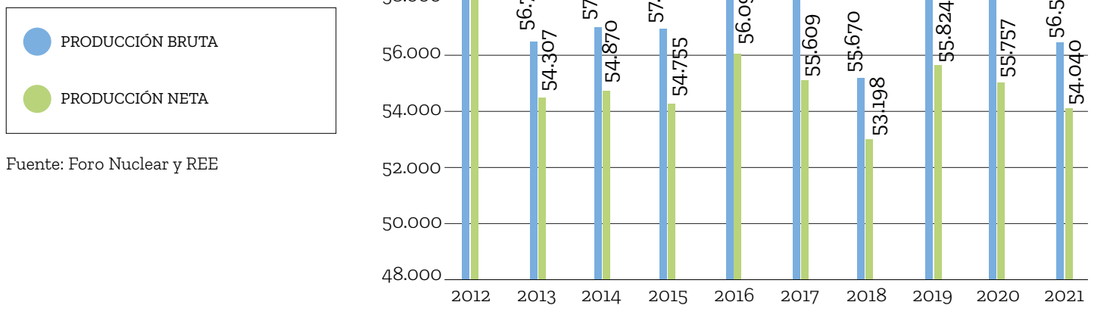
### PRODUCCIÓN Y POTENCIA SEGÚN FUENTES



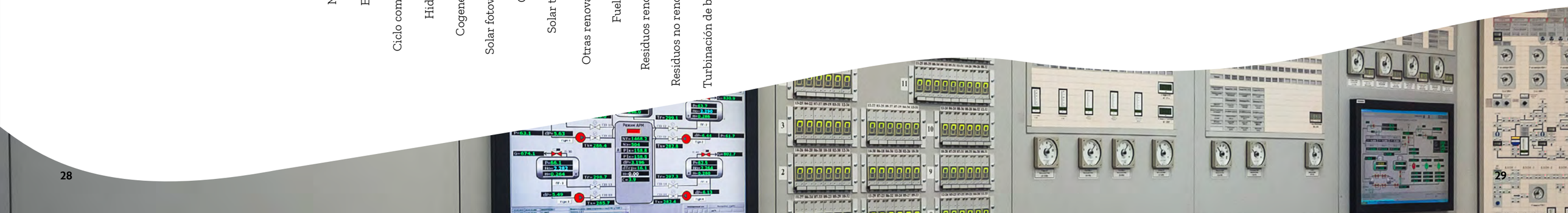

(1) Incluye hidroeólica
(2) Incluye biogás, biomasa, hidráulica marina y geotérmica
(3) Incluye motores diésel, turbina de gas y turbina de vapor
Fuente: Foro Nuclear con datos de REE

**Seis de los siete reactores operativos en España realizaron paradas de recarga de combustible, más largas de lo habitual con motivo de la pandemia**

### EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL PARQUE NUCLEAR (GWh)




Fuente: Foro Nuclear y REE



## 1.2 Potencia

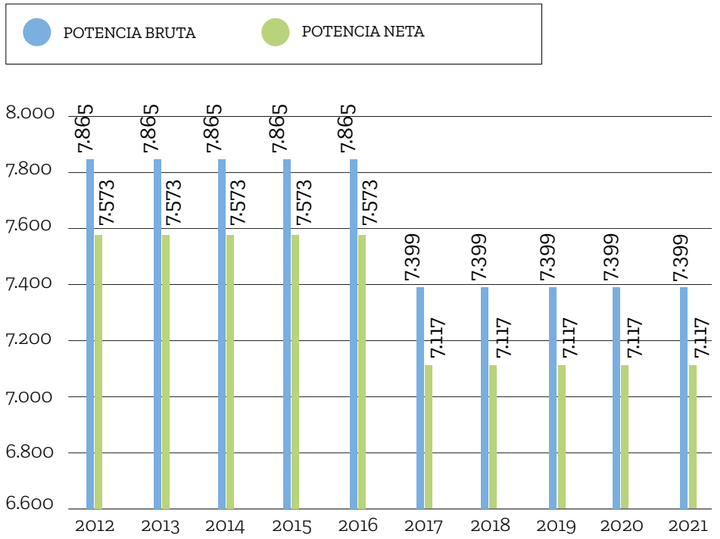
**A 31 de diciembre de 2021, la potencia neta total instalada del parque de generación eléctrica en España era de 112.801 MWe,** de los que 7.117 MWe netos correspondían a la potencia de los siete reactores que forman el parque nuclear español, representando el 6,31% del total de la capacidad neta instalada en el país. La potencia bruta era de 7.399 MWe.

### POTENCIA INSTALADA (MWe)

| Central nuclear | Potencia neta | Potencia bruta |
|---|---|---|
| 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 2021
Fuente: Foro Nuclear

### EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA 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.

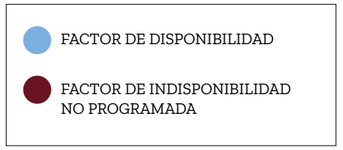
### INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

| Central nuclear | Producción bruta (GWh) | Factor de carga (%) | Factor de operación (%) | Factor de disponibilidad (%) | Factor de indisponibilidad no programada (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Almaraz I | 8.008,86 | 87,12 | 89,04 | 88,96 | 0,68 |
| Almaraz II | 7.828,81 | 85,57 | 88,17 | 86,91 | 2,31 |
| Ascó I | 7.348,48 | 81,25 | 83,71 | 81,78 | 7,25 |
| Ascó II | 8.884,33 | 98,73 | 99,33 | 99,03 | 0,85 |
| Cofrentes | 8.389,36 | 87,70 | 90,03 | 88,84 | 1,31 |
| Trillo | 7.929,09 | 84,91 | 86,47 | 86,10 | 5,80 |
| Vandellós II | 8.175,32 | 85,85 | 88,55 | 87,39 | 1,87 |
| **TOTAL / GLOBAL** | **56.564,26** | **87,27** | **89,30** | **88,41** | **2,86** |

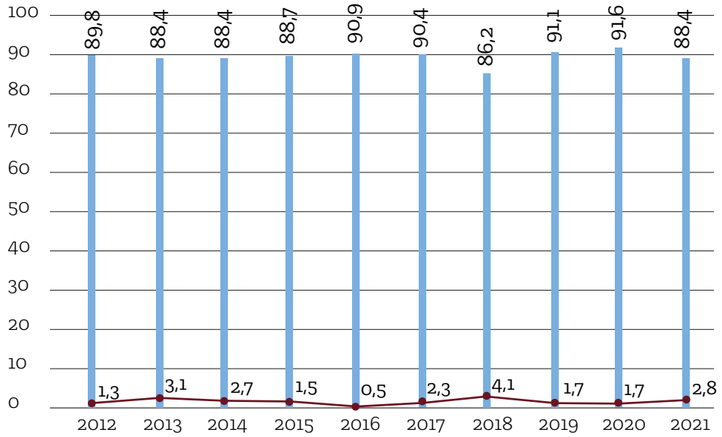
Fuente: Foro Nuclear con datos de Informes mensuales de explotación (IMEX)

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

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

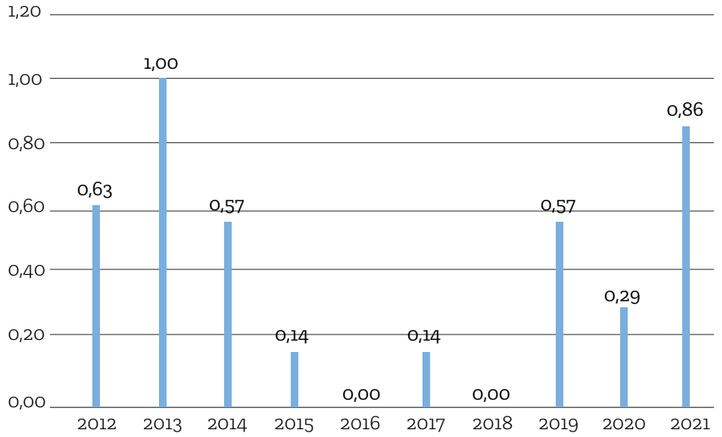



Fuente: Foro Nuclear




### NÚMERO 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 para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

**Ascó I y II, así como Cofrentes, recibieron en 2021 la renovación de sus autorizaciones de explotación**

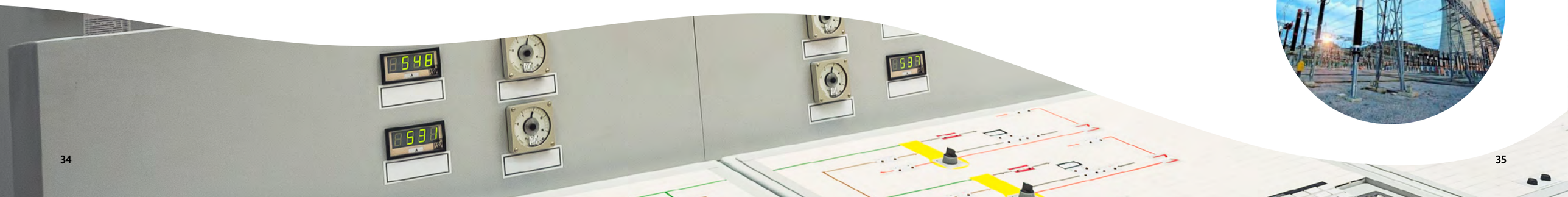
### FECHAS DE AUTORIZACIÓN DE EXPLOTACIÓN

Fuente: Foro Nuclear

| Central nuclear | Fecha de autorización actual | Validez hasta | Próxima renovación |
|---|---|---|---|
| Almaraz I | 23/07/2020 | 01/11/2027 | --- |
| Almaraz II | 23/07/2020 | 31/10/2028 | --- |
| Ascó I | 27/09/2021 | 02/10/2030 | --- |
| Ascó II | 27/09/2021 | 02/10/2031 | Octubre 2031 |
| Cofrentes | 18/03/2021 | 30/11/2030 | --- |
| Trillo | 17/11/2014 | 17/11/2024 | Noviembre 2024 |
| Vandellós II | 23/07/2020 | 27/07/2030 | Julio 2030 |

El 18 de marzo de 2021, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) -mediante la Orden Ministerial TED/308/2021- concedió la **renovación de la autorización de explotación de la central nuclear de Cofrentes** hasta el 30 de noviembre de 2030.

De la misma manera, el 27 de septiembre de 2021 el MITECO aprobó las Órdenes Ministeriales TED/1084/2021 y TED/1085/2021 por las que se concede la **renovación de las autorizaciones de explotación de las unidades I y II de la central nuclear de Ascó** hasta el 2 de octubre de 2030 y el 2 de octubre de 2031, respectivamente.







## 1.5 Paradas de recarga

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

### PARADAS DE RECARGA DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS EN 2021 Y PRÓXIMAS PREVISTAS

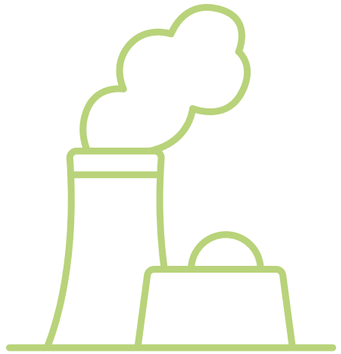
Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

| Central nuclear | Año 2021 | Próxima prevista |
|---|---|---|
| Almaraz I | 22 de noviembre a 9 de enero de 2022 | Mayo 2023 |
| Almaraz II | 13 de marzo a 24 de abril | Septiembre 2022 |
| Ascó I | 16 de octubre a 4 de diciembre | Abril 2023 |
| Ascó II | --- | Abril 2022 |
| Cofrentes | 11 de noviembre a 13 de diciembre | Septiembre 2023 |
| Trillo | 18 de mayo a 23 de junio | Mayo 2022 |
| Vandellós II | 15 de mayo a 23 de junio | Octubre 2022 |

## 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 2021 y los objetivos previstos para 2022.

# Almaraz



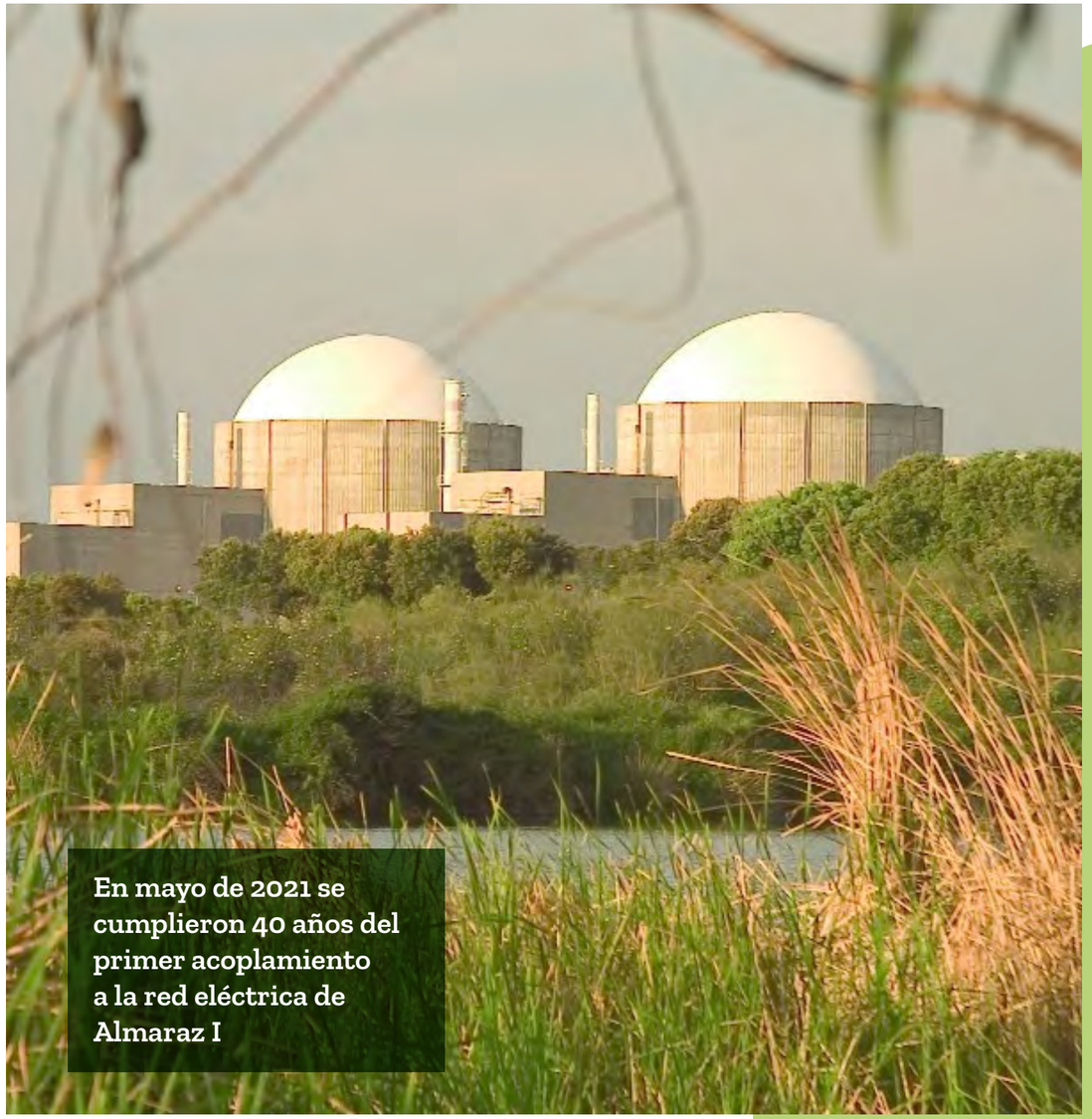
**Durante 2021, la producción de energía eléctrica bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Almaraz fue de 15.837,67 GWh.**

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I fue de 8.008,86 GWh y desde el inicio de su operación comercial en septiembre de 1983 hasta el 31 de diciembre de 2021 lleva acumulados 290.416 GWh.

La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II fue de 7.828,81 GWh y desde el inicio de su operación comercial en julio de 1984 hasta el 31 de diciembre de 2021 lleva acumulados 286.948 GWh.

El 1 de mayo se cumplieron 40 años del primer acoplamiento a la red eléctrica de la unidad I.

En el año 2021 no se produjeron accidentes laborales con baja y sin baja, ni en personal propio ni en el de empresas colaboradoras, cerrándose el ejercicio con el mejor dato histórico acumulado de 865 días y más de 5,7 millones de horas trabajadas sin accidentes con baja.



**En mayo de 2021 se cumplieron 40 años del primer acoplamiento a la red eléctrica de Almaraz I**

**En el año 2021 no se produjeron accidentes laborales y Almaraz sigue trabajando en el objetivo de cero accidentes**

## HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2021

Almaraz I y II operaron de manera estable durante todo el año, excepto cuando a principios de febrero -a petición del Despacho Central de Generación y por operación flexible- la unidad I bajó carga hasta el 65% y la unidad II hasta el 75%.

El 8 de julio tuvo lugar en la unidad II una parada automática del reactor a consecuencia de una señal de tierra que provocó la apertura del interruptor principal del tren A, procediéndose a su reacoplamiento a la red al día siguiente.

### Paradas de recarga

**Entre el 22 de noviembre y el 9 de enero de 2022 tuvo lugar la vigésimo octava parada de recarga de combustible de la unidad I**, en la que se ejecutaron más de 13.500 actividades de mantenimiento y revisión de equipos y componentes; se realizaron en torno a 1.100 contrataciones, menos de lo habitual, con el fin de seguir protegiendo a los trabajadores del riesgo de contagio por coronavirus, habiéndose mantenido y reforzado gran parte de las medidas de protección que se habían implantado en las anteriores recargas. Durante su último ciclo logró el segundo mejor registro con 513 días de acoplamiento ininterrumpido a la red eléctrica.

**Entre el 13 de marzo y el 24 de abril tuvo lugar la vigésimo sexta parada de recarga de combustible de la unidad II**, que se llevó a cabo con un menor número de contrataciones de lo habitual para garantizar la protección de todos los trabajadores frente a la pandemia por Covid-19, siendo obligatorio el uso de todas las protecciones establecidas, el cumplimiento de las medidas de higienización implantadas y la limitación en la concurrencia de personal, manteniéndose los máximos niveles de prevención frente a la accidentabilidad, la seguridad nuclear y la protección radiológica.

### Cultura de seguridad

**La central de Almaraz siguió avanzando en el objetivo de cero accidentes y la mejora de la prevención de riesgos mediante el Plan A-CERO**. Además, puso en marcha el Plan PREVEO para la generación y uso de lecciones aprendidas dentro del programa de experiencia operativa en términos de seguridad, fiabilidad y eficiencia.

Desde el 1 de abril, la central cuenta en sus instalaciones con un simulador de sala de control, trasladado desde la sede de Tecnatom en Madrid, para entrenamiento y formación de sus operadores y supervisores.

Entre el 20 y el 24 de septiembre, el Grupo de Intervención en Emergencias Tecnológicas y Medioambientales (GIETMA) de la Unidad Militar de Emergencias (UME) llevó a cabo un ejercicio de actuación en emergencia de alcance integrado, desarrollado en seis escenarios simultáneos.

El 21 de octubre se llevó a cabo el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI) con medidas especiales de protección frente a la Covid-19, con resultados satisfactorios.

Del 23 de noviembre al 2 de diciembre se recibió la visita de un grupo de expertos internacionales de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO - *World Association of Nuclear Operators*) para llevar a cabo la Revisión Interpares Corporativa (CPR - *Corporate Peer Review*).

## Relaciones externas y actividades de comunicación

En el año 2021, 163 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, A.I.E. pasó adecuadamente la segunda auditoría del certificado de Empresa Familiarmente Responsable (EFR) acreditado desde 2010 de la mano de la Fundación Másfamilia, alcanzando el nivel de excelencia A -desde el año 2019-, en el que se reconocen las buenas prácticas para la conciliación de la vida laboral y familiar.

## PERSPECTIVAS PARA 2022

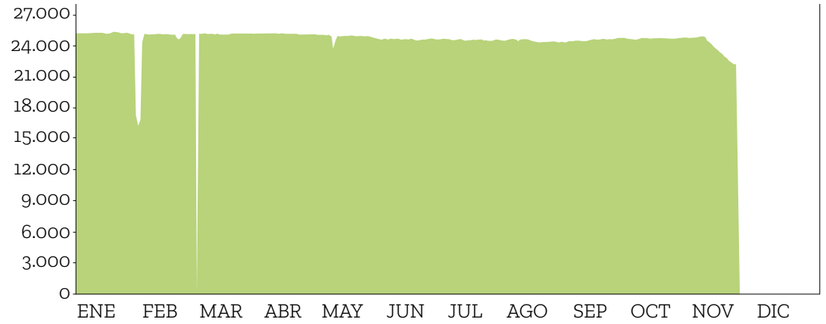
**En el mes de septiembre está programada la vigésimo séptima parada de recarga de la unidad II**, con una duración prevista de 40 días, en la que se seguirán implementando muchas de las mejoras asociadas a la renovación de las autorizaciones de explotación concedidas en el año 2020.

También se llevará a cabo la misión de seguimiento (*Follow-up*) de la Revisión Interpares *(Peer Review*) de WANO que se recibió en enero de 2020.

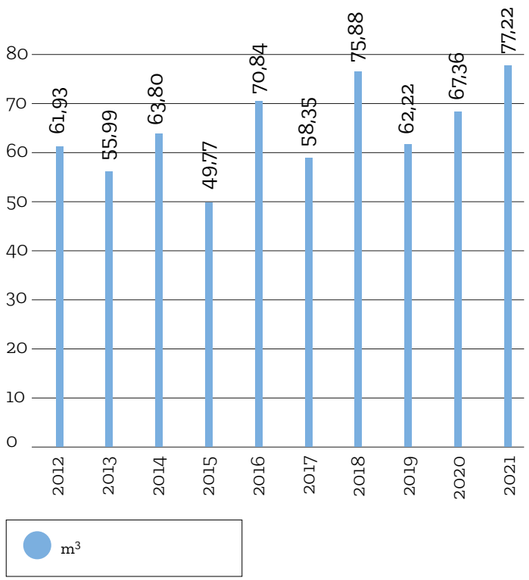
# Central nuclear de Almaraz I

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

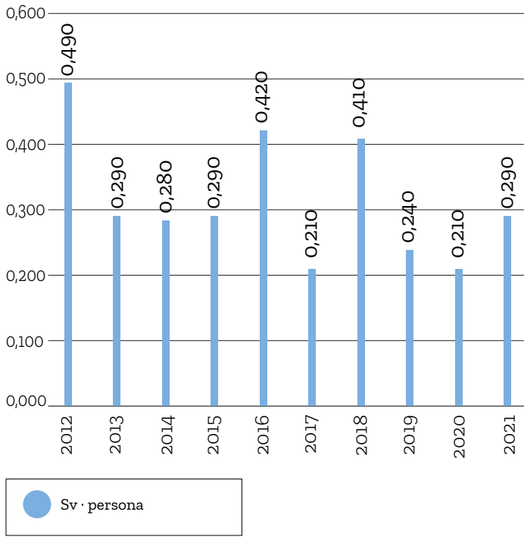
## PRODUCCIÓN DIARIA AÑO 2021 (MWh)



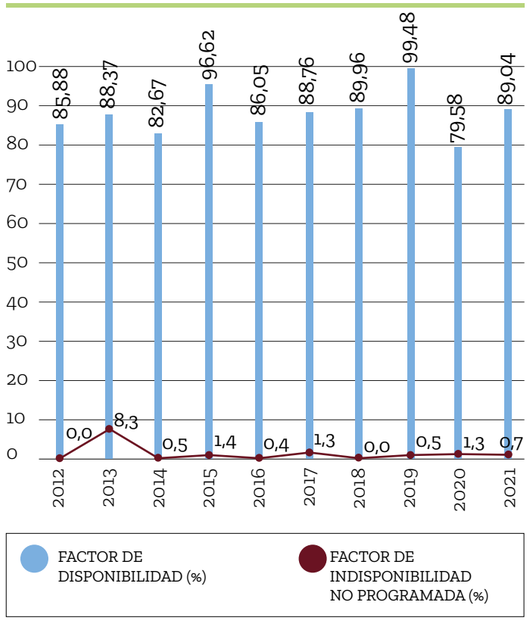

## RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD



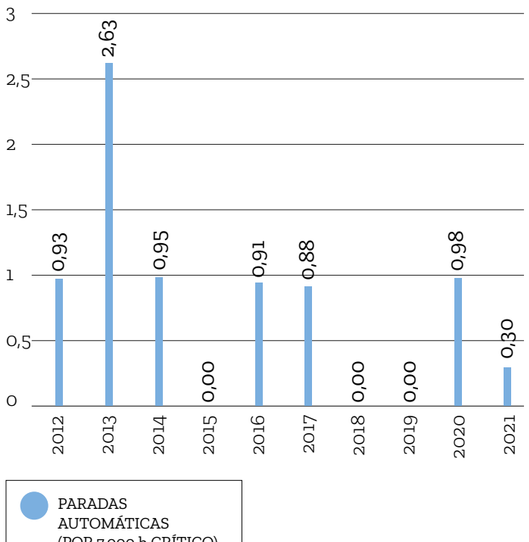

## DOSIS COLECTIVA




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD




## PARADAS AUTOMÁTICAS

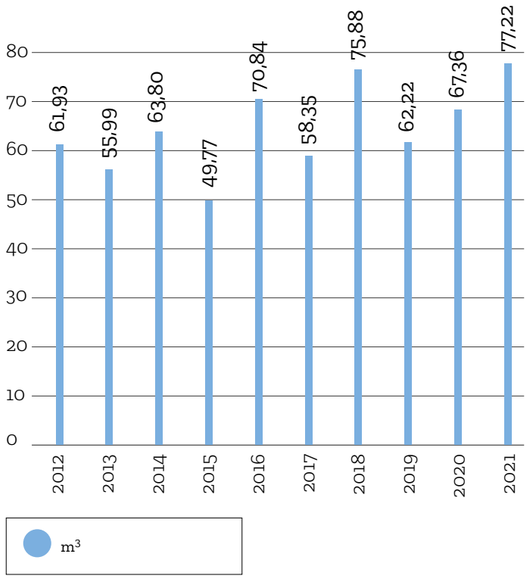



Almaraz I

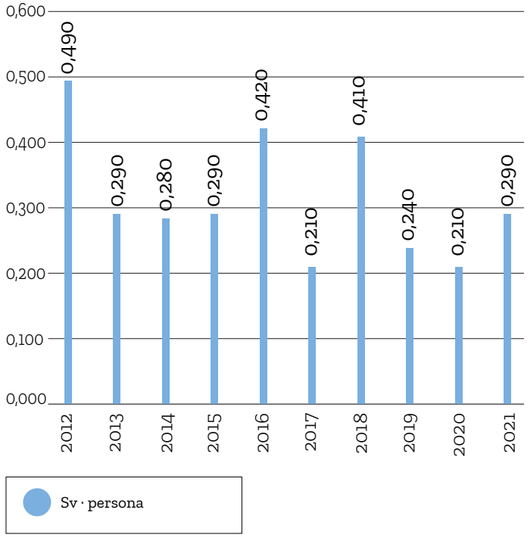
# Central nuclear de Almaraz II

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

## RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD



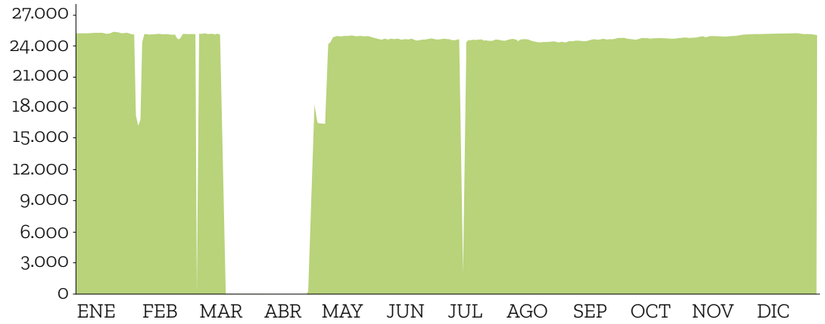

## DOSIS COLECTIVA



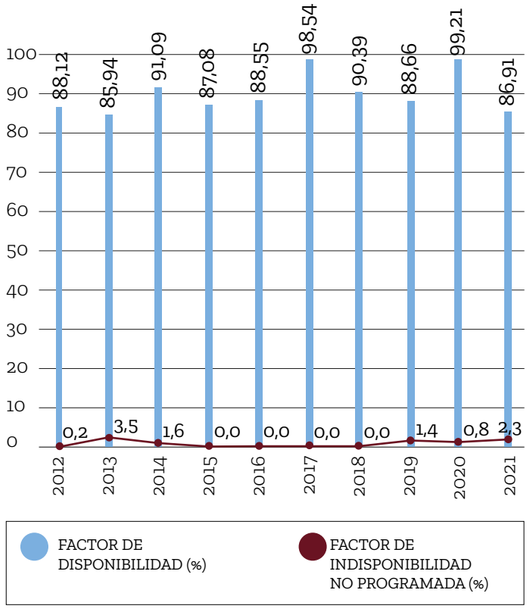




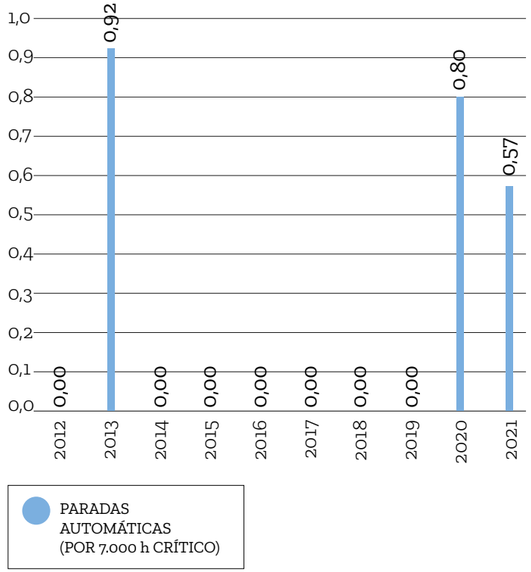

## PRODUCCIÓN DIARIA AÑO 2021 (MWh)




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD

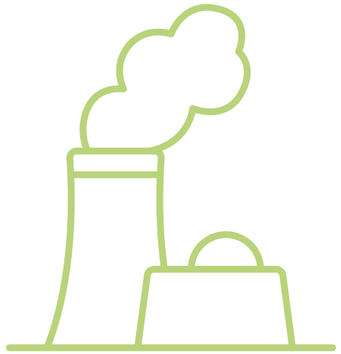



## PARADAS AUTOMÁTICAS




Almaraz II

# Ascó



**Durante 2021, la producción de energía eléctrica bruta generada conjuntamente por las dos unidades de la central nuclear de Ascó fue de 16.232,81 GWh.**

De forma individual, la producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad I fue de 7.348,48 GWh y desde el inicio de su operación comercial en diciembre de 1984 hasta el 31 de diciembre de 2021 lleva acumulados 281.355 GWh.

La producción de energía eléctrica bruta correspondiente a la unidad II fue de 8.884,33 GWh y desde el inicio de su operación comercial en marzo de 1986 hasta el 31 de diciembre de 2021 lleva acumulados 275.337 GWh.

El 27 de marzo de 2020, la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II, A.I.E. presentó la solicitud de renovación de las autorizaciones de explotación vigentes de la unidad I de la central nuclear de Ascó hasta el 2 de octubre de 2030 y de la unidad II hasta el 2 de octubre de 2031, que han sido concedidas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) mediante las respectivas Órdenes Ministeriales TED/1084/2021 y TED/1085/2021 de fecha 27 de septiembre de 2021, tras el informe previo favorable del Consejo de Seguridad Nuclear de julio de 2021.

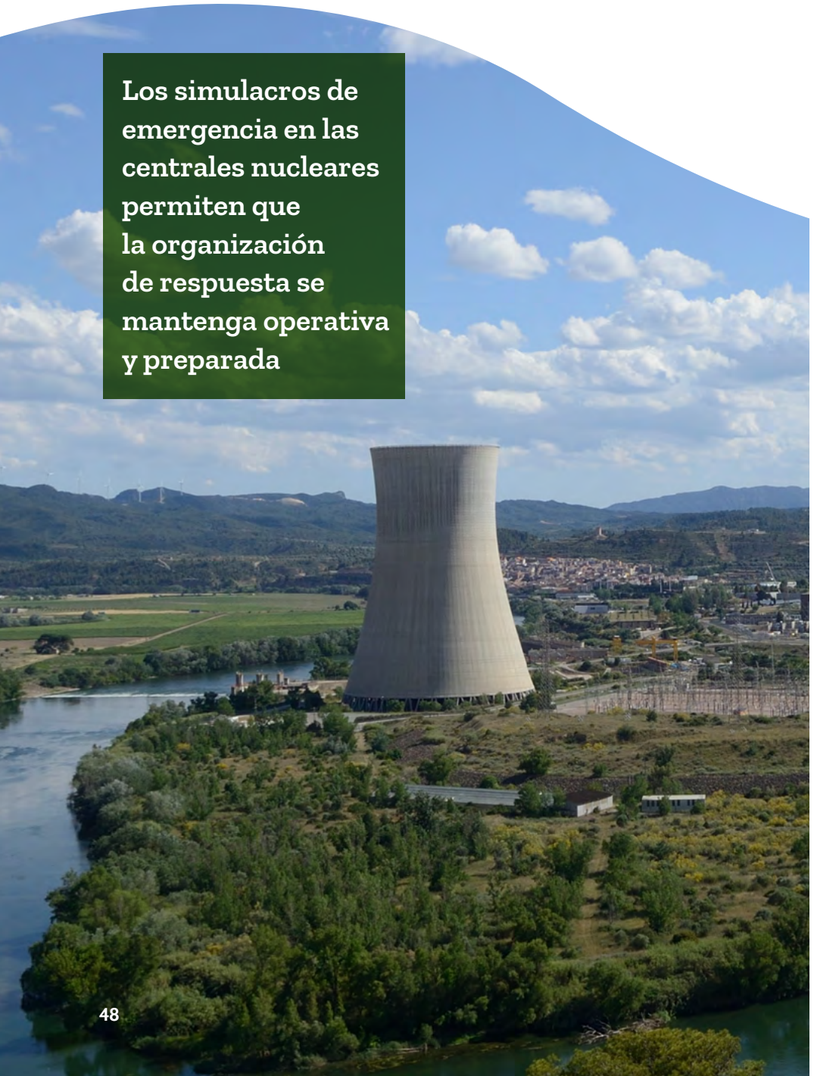
## HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2021

### Parada de recarga

**Entre el 16 de octubre y el 4 de diciembre se llevó a cabo la vigésimo octava parada de recarga de la unidad I**, en la que se ejecutaron más de 15.000 órdenes de trabajo y se realizaron 39 modificaciones de diseño. **Se incorporaron más de 1.100 trabajadores a los de la operación habitual** y se tuvieron en cuenta todas las medidas necesarias frente a la Covid-19.

Entre los principales trabajos efectuados se realizaron -además de la sustitución de 64 elementos de combustible gastados- la inspección visual remota del exterior de la vasija y de la tapa, así como la inspección exterior de las penetraciones del fondo de la misma; la inspección de tubos por corrientes inducidas en los tres generadores de vapor; la sustitución del motor de una de las bombas de refrigerante del reactor; la sustitución de los cambiadores de calor de aislamiento de los trenes de salvaguardias; la sustitución del motor de uno de los generadores diésel de emergencia; y la vigilancia del sistema de postensado del edificio de contención, un trabajo que se realiza cada 5 años y que se ejecuta durante el ciclo.

**Más de 1.100 trabajadores adicionales a la plantilla habitual participaron en las tareas de recarga de combustible de Ascó I**



**Los simulacros de emergencia en las centrales nucleares permiten que la organización de respuesta se mantenga operativa y preparada**



## Simulacro de emergencia

El 23 de septiembre se realizó el simulacro anual de emergencia del Plan de Emergencia Interior (PEI), minimizando el número de personas involucradas debido a la pandemia. El ejercicio se basó en la simulación de un incendio con heridos en la unidad I mientras se trasladaba un contenedor cargado con combustible gastado al Almacén Temporal Individualizado. Posteriormente, en la unidad II se simuló un transitorio operativo que llevó a declarar la categoría de Emergencia en el Emplazamiento.

La realización de estos ejercicios, auditados interna y externamente, permite que la organización de respuesta a la emergencia se mantenga operativa y debidamente preparada, al tiempo que se identifican áreas y oportunidades de mejora que se traducen en las correspondientes acciones para lograr mayor eficacia en el desempeño de las tareas asociadas para hacer frente a una eventual emergencia.

## Cultura de seguridad

En el mes de mayo tuvo lugar la misión de seguimiento (*Follow-up*) de la Revisión Interpares (*Peer Review*) de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) realizada en el año 2019, habiendo evolucionado de forma favorable todas las áreas de mejora identificadas.

En el mes de julio, la central acogió la tercera fase de la Misión SALTO (*Safety Aspects for Long Term Operation*) del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), dentro de su preparación para la operación a largo plazo.

Un equipo de 11 expertos de 8 países evaluó, durante 11 días, el estado de implantación de todas las actividades lanzadas por la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) tras dos años de la misión Pre-SALTO y coincidiendo con el proceso de renovación de la autorización de explotación. Los expertos constataron que **la mayor parte de las actividades de gestión del envejecimiento y operación a largo plazo están en plena consonancia con los estándares del OIEA.**

## Relaciones externas y actividades de comunicación

El centro de información de ANAV, localizado en la central de Ascó, estuvo cerrado durante el año por precaución sanitaria. Desde el inicio de sus actividades en noviembre de 2011 ha recibido a un total de 20.000 visitantes.

Además, **se ha mantenido el compromiso de ANAV con el entorno, apoyando distintas actividades socioculturales y educativas** realizadas por diferentes entidades en los municipios cercanos a la instalación. Ha colaborado económicamente y ha donado alimentos para Cáritas, y ha firmado un acuerdo con los *Bombers* de la Generalitat de Cataluña para donar diferentes materiales y equipos.

## PERSPECTIVAS PARA 2022

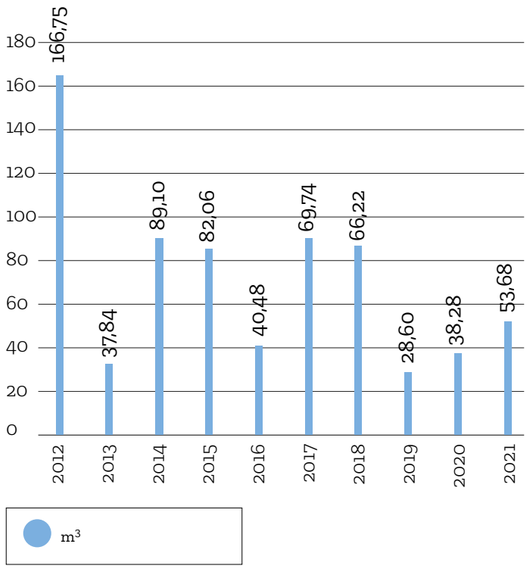
**En el mes de abril está prevista la realización de la vigésimo séptima recarga de la unidad II**, en la que habrá un mayor volumen de trabajos a realizar, puesto que en la anterior parada se reprogramaron distintas actuaciones debido a la situación por la Covid-19.

A lo largo del año, también están programados diferentes trabajos e inspecciones relacionados con la operación a largo plazo.

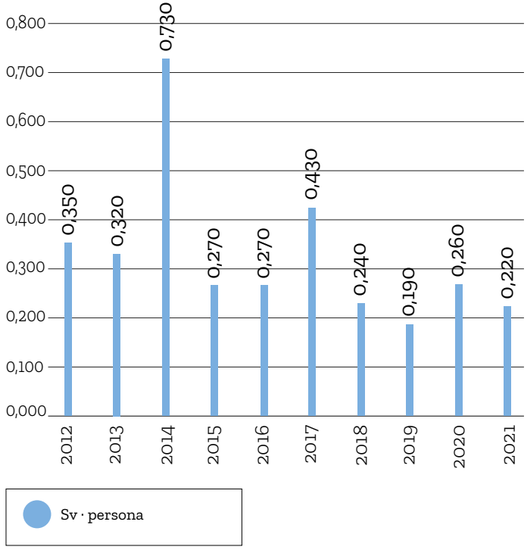
# Central nuclear de Ascó I

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

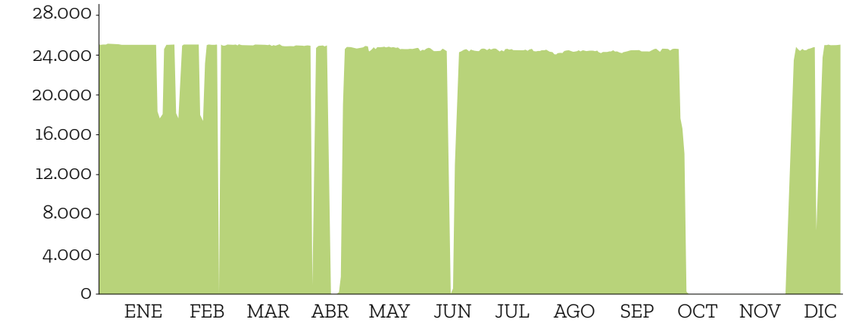
## RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD



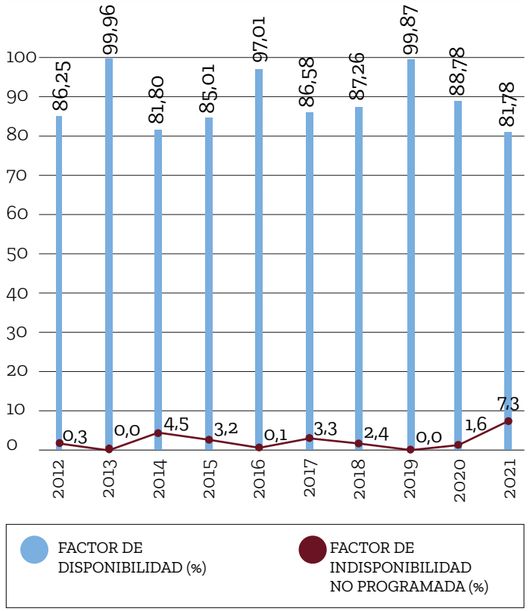

## DOSIS COLECTIVA



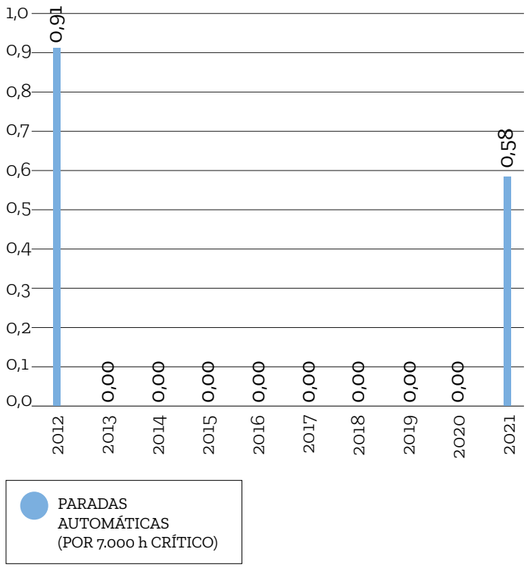

## PRODUCCIÓN DIARIA AÑO 2021 (MWh)




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD




## PARADAS AUTOMÁTICAS

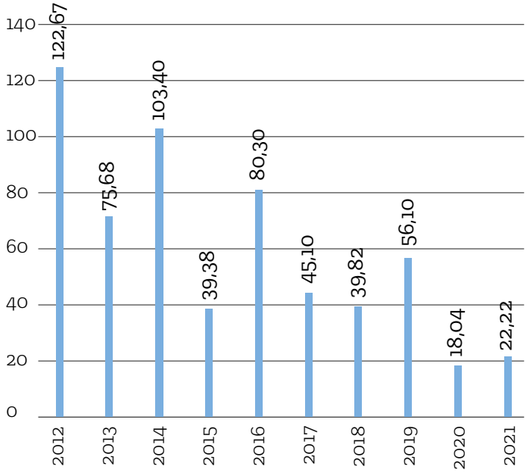



Ascó I

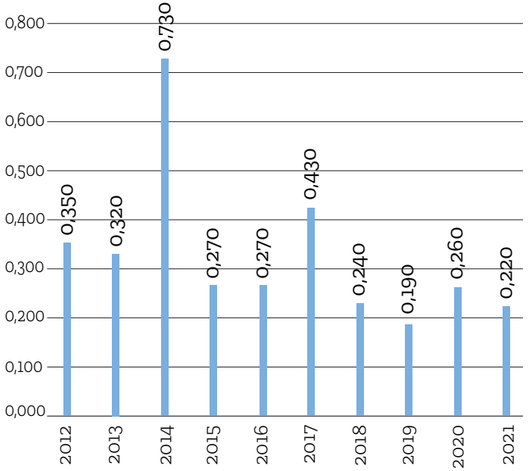
# Central nuclear de Ascó II

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

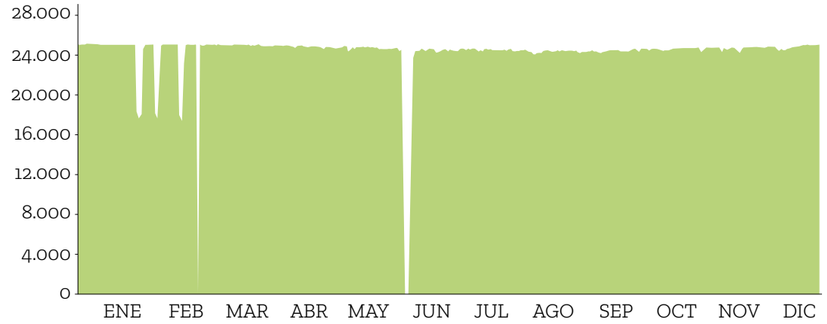
## RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD



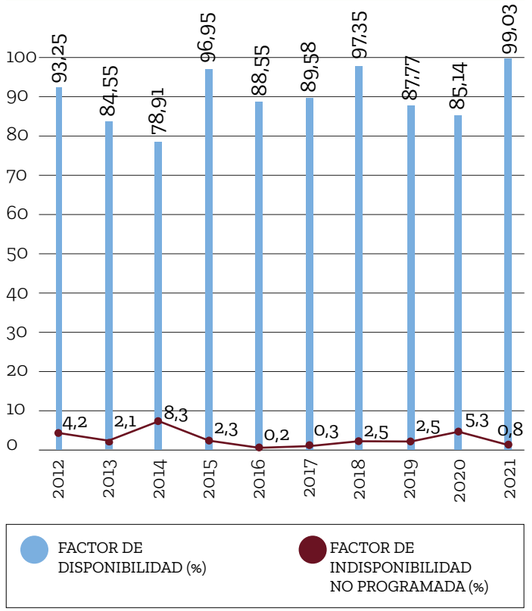

## DOSIS COLECTIVA



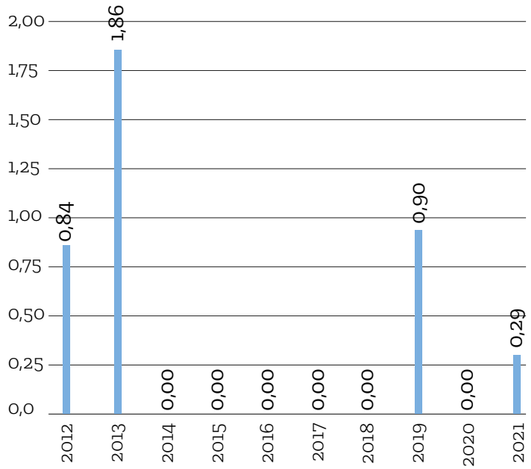

## PRODUCCIÓN DIARIA AÑO 2021 (MWh)




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD

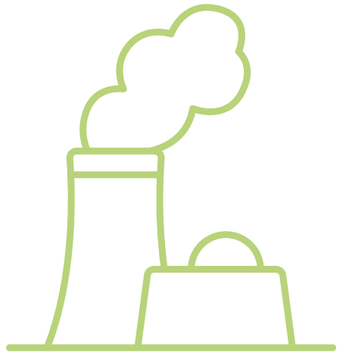



## PARADAS AUTOMÁTICAS




Ascó II

# Cofrentes



**Durante 2021, la producción de energía eléctrica bruta de la central nuclear de Cofrentes fue de 8.389,35 GWh, mejor resultado histórico en año de recarga desde que opera en ciclos de 24 meses**. La producción acumulada desde que entró en operación comercial en marzo de 1985 hasta el 31 de diciembre de 2021 es de 297.685 GWh.

El 27 de marzo de 2020, **Iberdrola Generación Nuclear, S.A.U. presentó la solicitud de renovación de la autorización de explotación vigente hasta el 30 de noviembre de 2030**, que fue concedida por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico el 18 de marzo de 2021, mediante la Orden Ministerial TED/308/2021, tras el informe previo favorable del Consejo de Seguridad Nuclear del 17 de febrero de 2021. En paralelo quedaron aprobados los programas de la Revisión Periódica de Seguridad y el Plan Integrado de Gestión del Envejecimiento.

**El 23 de junio se puso en servicio el Almacén Temporal Individualizado (ATI) para el almacenamiento de combustible irradiado mediante contenedores en seco.**

Tras 12 años y cuatro meses de funcionamiento sin paradas automáticas del reactor, en septiembre se produjo la parada automática del reactor debido a la actuación del sistema de protección por señal puntual de bajo nivel en vasija. La parada no tuvo ninguna incidencia en las personas, en la instalación ni en el medio ambiente.

## HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2021

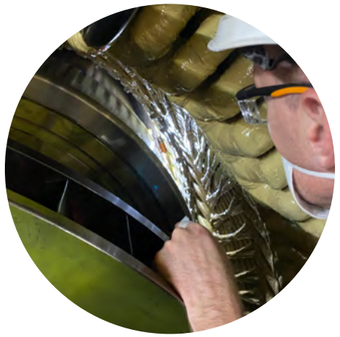
### Parada de recarga

**Entre el 11 de noviembre y el 13 de diciembre se llevó a cabo la vigésimo tercera parada de recarga, con la incorporación de 1.200 trabajadores a la plantilla habitual de la planta.**

Entre los principales trabajos efectuados se realizaron la sustitución de 228 elementos combustibles, 14 barras de control, 8 tubos secos de instrumentación y la gestión de 80 filtros trinuke; mejoras en el servicio de protección contra incendios; la sustitución de uno de los rotores de baja presión de la turbina; la sustitución del interruptor de generación por uno de tipo electrohidráulico con extinción de arco SF6 y mantenimiento nulo; la sustitución de enfriadores de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC); la sustitución del motor y la bomba del sistema de extracción de calor residual; la sustitución de la bomba del sistema de agua esencial; la revisión de las turbo-bombas de agua de alimentación; la revisión de válvulas; y la inspección mayor del generador mediante el uso de un pequeño robot (Magic Robot), evitando la maniobra de extracción del rotor.

Así mismo se implantaron 26 modificaciones de diseño y las mejoras surgidas del Plan de Fiabilidad de Planta de Recarga, que tiene como objetivo consolidar la excelencia en el movimiento de combustible e internos de la vasija, así como minimizar los tiempos de indisponibilidad de los equipos críticos.

**Cofrentes puso en servicio en junio de 2021 su Almacén Temporal Individualizado para el combustible gastado**



## Cultura de seguridad

Técnicos de la central participaron a lo largo del año como representantes españoles en sus áreas de responsabilidad en Revisiones Interpares (*Peer Review*) de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) en la central finlandesa de Olkiluoto, en la central argentina de Embalse y en la central británica de Heysham.

## Simulacro de emergencia

El 18 de junio tuvo lugar el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI), en el que se simularon incidencias climatológicas adversas en el emplazamiento (fuertes vientos) que derivarían en inestabilidades de la red eléctrica y provocarían la pérdida de energía eléctrica exterior. Este hecho, unido a la simulación de diversos fallos operativos de sistemas de emergencia, junto a la pérdida de tensión eléctrica interior simulada, llevaron a la organización a desplegar varios equipos de intervención en campo así como el desplazamiento de equipos portátiles de medición de condiciones meteorológicas, de recuperación de tensión eléctrica y de inyección de agua. La evolución del ejercicio llegó a la declaración de la Categoría III, emergencia en el emplazamiento.

El simulacro se realizó atendiendo a la excepcionalidad de la situación de pandemia por la Covid-19, priorizando la seguridad y la salud de las personas, comprobando de manera real la efectividad de estrategias de emergencia con medidas de protección pertinentes y otras que hubieran requerido gran concentración de trabajadores. Fue seguido *in situ* por representantes del Consejo de Seguridad Nuclear y auditores internos de la central.

## Relaciones externas y actividades de comunicación

Durante el año -y debido a las medidas de protección sanitaria- tan solo 395 personas pudieron visitar el Centro de Información de la central, lo que hace un total de más de 312.000 visitantes desde su apertura en 1978.

En el mes de octubre, y dentro del programa de relaciones institucionales con el Consejo de Seguridad Nuclear, visitaron las instalaciones de la central su presidente, tres consejeros, el secretario general y el director técnico de seguridad nuclear.

El 2 de diciembre tuvo lugar la vigésimo primera reunión del Comité de Información, convocada por el Ministerio para la Transición Ecológica, en la que intervino el director de la central, resumiendo los acontecimientos más significativos acontecidos desde la celebración de la anterior reunión.

## PERSPECTIVAS PARA 2022

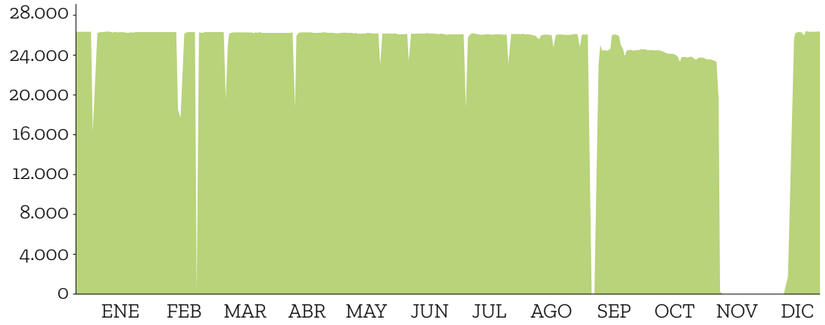
**Además de continuar con la operación segura y fiable -primer y principal objetivo de toda la organización-, en 2022 se ahondará en la prevención de riesgos laborales, con el objetivo de conseguir cero accidentes;** en la seguridad nuclear y la protección radiológica, con el mejor nivel de seguridad medido de manera independiente por el Consejo de Seguridad Nuclear; en la evaluación de la cultura de seguridad, realizando entre los meses de enero y febrero la fase de encuestas y entrevistas y obteniendo los resultados en el mes de mayo que permitan abordar un plan de acción; y en la gestión y transferencia del conocimiento.

También se contratará la incorporación de nuevos contenedores para el almacenamiento de combustible irradiado en seco en el ATI, procediéndose a su gestión posterior.

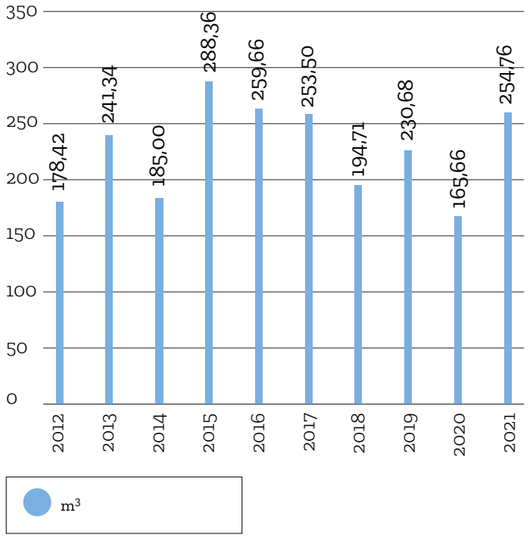
# Central nuclear de Cofrentes

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

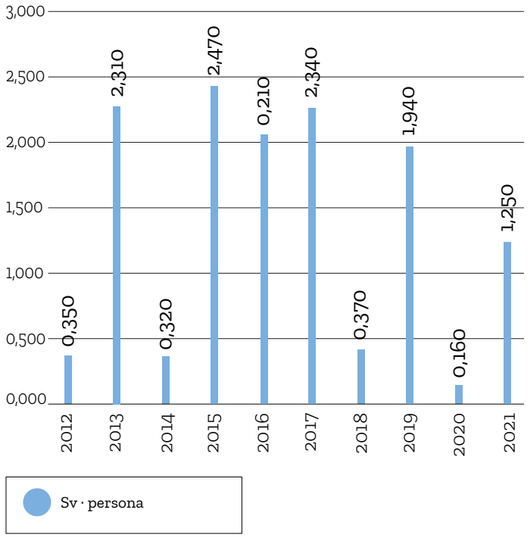
## PRODUCCIÓN DIARIA AÑO 2021 (MWh)



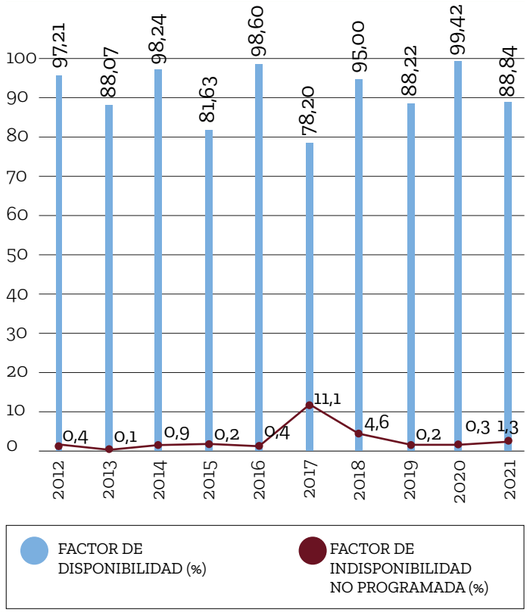

## RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD



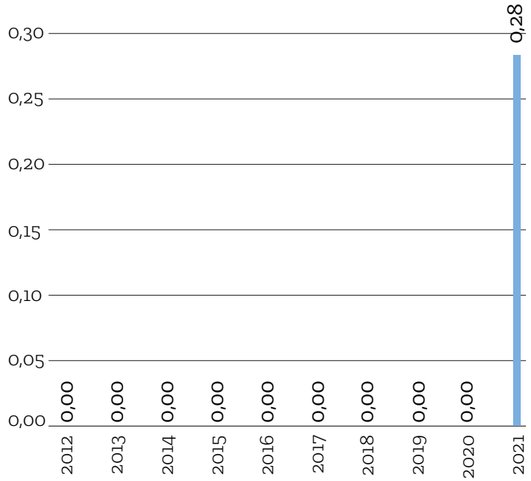

## DOSIS COLECTIVA




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD




## PARADAS AUTOMÁTICAS

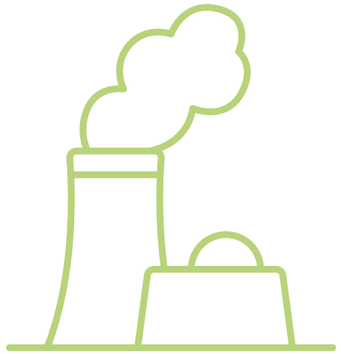



Cofrentes

# Trillo

**Durante 2021, la producción de energía eléctrica bruta de la central nuclear de Trillo fue de 7.929,09 GWh**. La producción de energía eléctrica bruta acumulada desde que entró en operación comercial en agosto de 1988 hasta el 31 de diciembre de 2021 es de 271.953 GWh.

El 25 de noviembre se publicó en el BOE la Orden Ministerial mediante la que se modifica el plazo para la solicitud de la renovación de la autorización de explotación de la central nuclear de Trillo, fijándose como fecha límite el 31 de marzo de 2023 y siempre coincidiendo con la fecha de presentación de la Revisión Periódica de la Seguridad. La autorización de explotación vigente expira el 17 de noviembre de 2024.



## HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2021

La fuerte nevada caída en la provincia de Guadalajara los días 8, 9 y 10 de enero, como consecuencia de la borrasca Filomena, puso a prueba los protocolos previstos en estos casos. Gracias al operativo puesto en marcha, la planta operó con normalidad y no se produjeron daños personales ni materiales.

La central operó de manera estable durante todo el año, excepto cuando a petición del Despacho Central de Generación y por operación flexible bajó carga los días 30 de enero y 1 de febrero. Se mantuvo parada entre los días 16 y 27 de febrero como consecuencia del fallo de la válvula de cierre rápido TF30S014 del sistema de refrigeración de componentes nucleares.

### Parada de recarga

**Entre el 18 de mayo y el 23 de junio tuvo lugar la trigésimo tercera parada de recarga de combustible y mantenimiento general**, con una duración de 37 días, plazo superior al habitual debido a los protocolos sanitarios puestos en marcha por la pandemia.

Las principales actividades llevadas a cabo -para las que se incorporaron cerca de 1.000 personas adicionales a la plantilla habitual- fueron la sustitución de 40 elementos combustibles, la inspección por corrientes inducidas de las barras de control, el cambio del motor de la bomba principal 10 por mantenimiento preventivo, la prueba de capacidad en baterías de redundancia 1/5, la revisión eléctrica y mecánica de la redundancia 4/8, la sustitución del enfriador de alta presión TA11B001, la inspección de válvulas por mantenimiento preventivo en el turbogrupo y la prueba de integridad del recinto de contención.

### Cultura de seguridad

**Con el propósito de avanzar en el objetivo de cero accidentes, se sigue desarrollando el Programa de Prevención A-CERO.**

En el mes de junio tuvo lugar la visita previa a la Revisión Interpares Corporativa (*Corporate Peer Review*) de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO), que tuvo lugar entre los meses de noviembre y diciembre. En el mes de septiembre tuvo lugar el curso *Field Training* de WANO.

### Simulacro de emergencia

El 18 de noviembre se llevó a cabo el simulacro anual del Plan

de Emergencia Interior (PEI). El ejercicio comenzó con un gran terremoto que ocasionó la pérdida de suministro eléctrico exterior. Posteriormente se declaró un incendio que requirió apoyo exterior y el despliegue de equipos post-Fukushima. Durante el ejercicio se simularon daños muy importantes en el edifico de turbina llegando a declararse Emergencia General.

## Relaciones externas y actividades de comunicación

El 23 de noviembre tuvo lugar de forma telemática la vigésimo primera reunión del Comité Local de Información. La central tiene siete convenios de colaboración con asociaciones sociales, educativas y culturales del entorno.

Centrales Nucleares Almaraz-Trillo, A.I.E. pasó adecuadamente la segunda auditoría del certificado de Empresa Familiarmente Responsable (EFR) acreditado desde 2010 de la mano de la Fundación Másfamilia, alcanzando el nivel de excelencia A -desde el año 2019-, en el que se reconocen las buenas prácticas para la conciliación de la vida laboral y familiar.

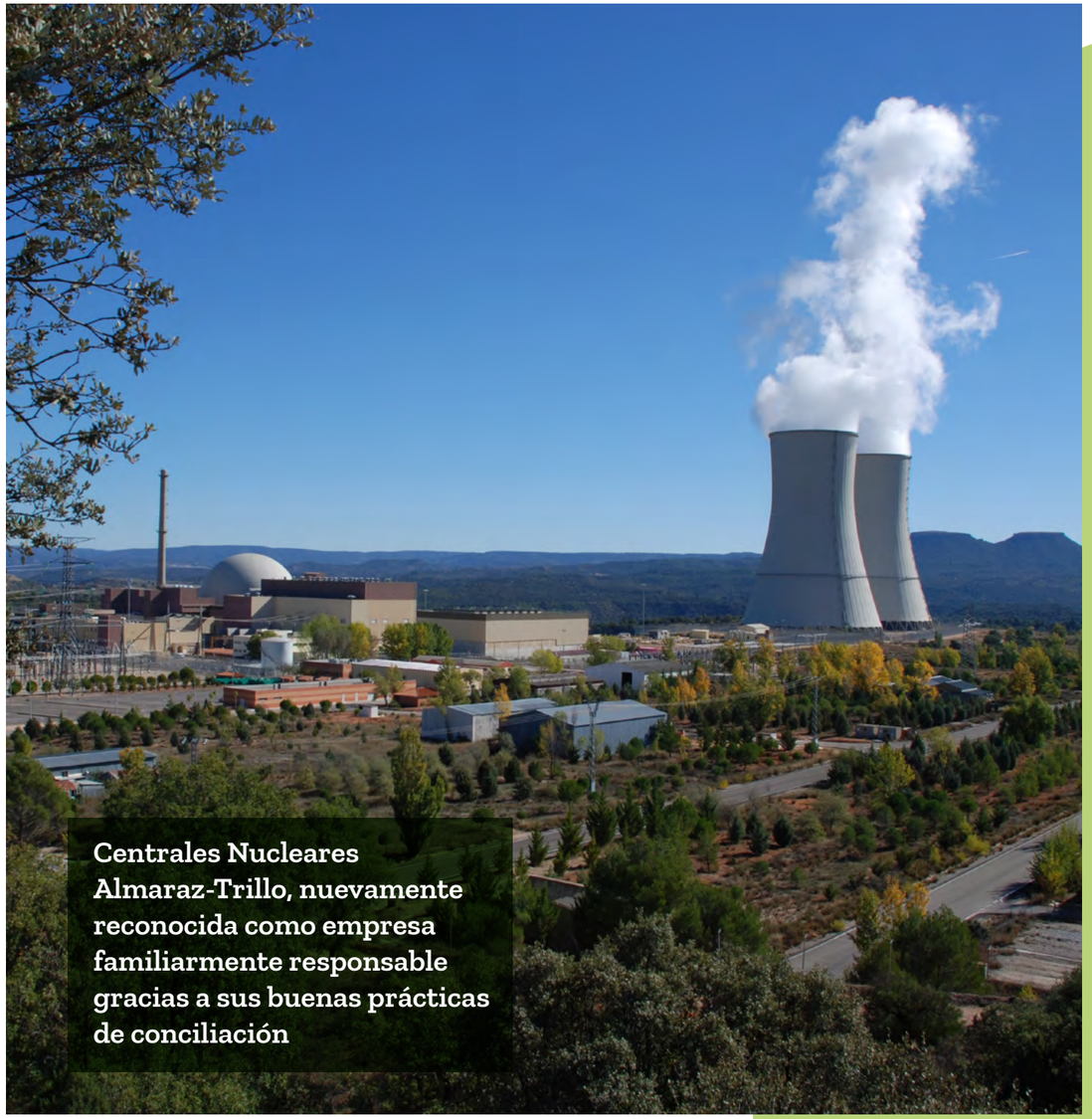
## PERSPECTIVAS PARA 2022

En el mes de marzo está prevista la realización de una Revisión Interpares (*Peer Review*) de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO).

**En el mes de mayo se llevará a cabo la trigésimo cuarta parada de recarga de combustible**. En los 32 días de duración prevista, se realizará la sustitución de 40 elementos combustibles gastados y todas las actividades necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de la planta en el siguiente ciclo de operación. Para ello, se contará con los servicios de más de cuarenta empresas especializadas que darán trabajo a más de 1.000 personas adicionales a la plantilla habitual de la instalación.





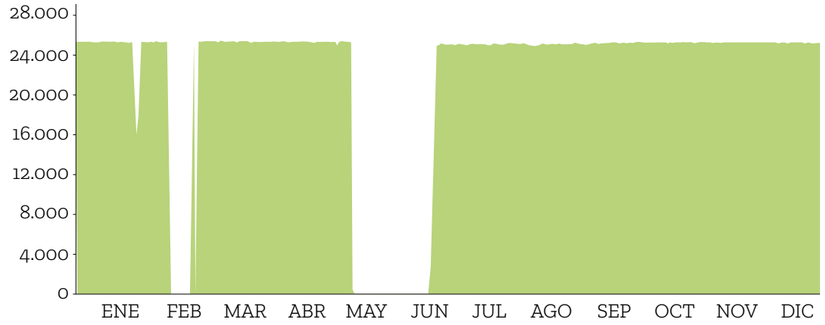


**Centrales Nucleares Almaraz-Trillo, nuevamente reconocida como empresa familiarmente responsable gracias a sus buenas prácticas de conciliación**

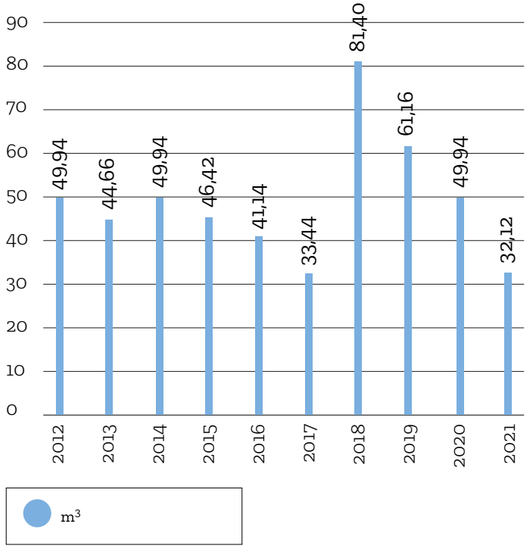
# Central nuclear de Trillo

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

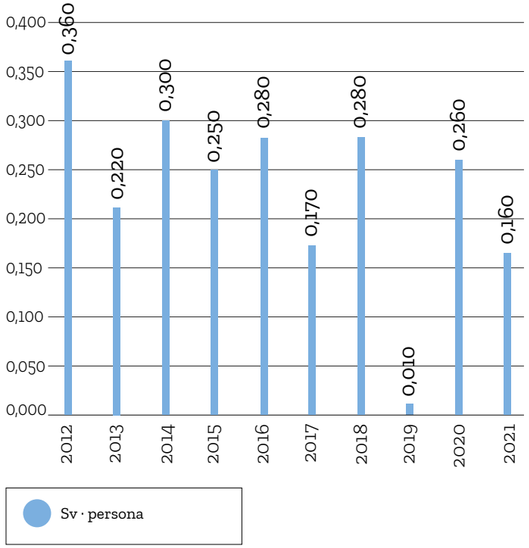
## PRODUCCIÓN DIARIA AÑO 2021 (MWh)



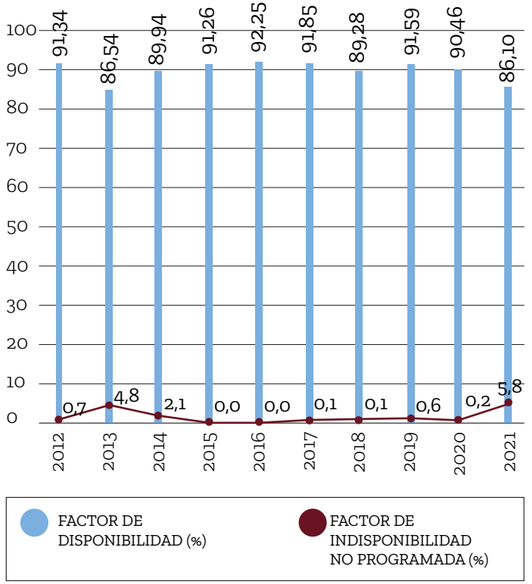

## RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD



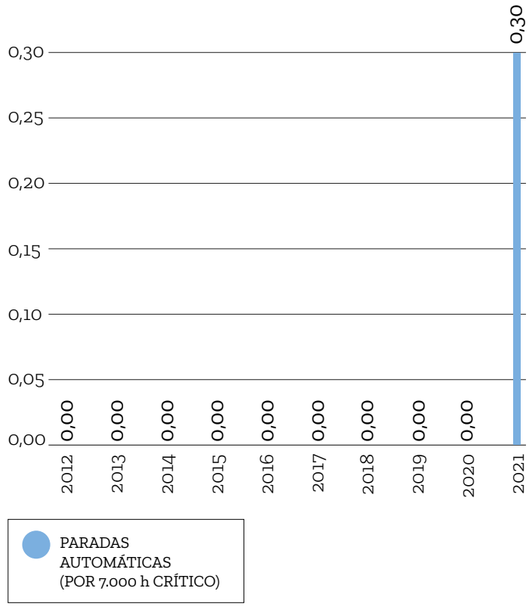

## DOSIS COLECTIVA




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD

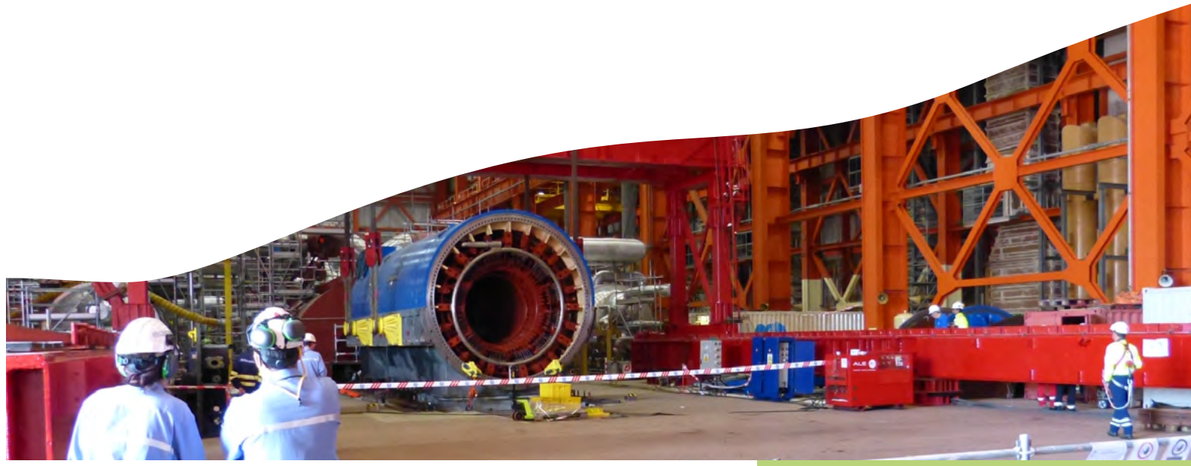



## PARADAS AUTOMÁTICAS




Trillo

# Vandellós II



**Durante 2021, la producción de energía eléctrica bruta de la central nuclear de Vandellós II fue de 8.175,32 GWh.** La producción de energía eléctrica bruta acumulada desde que entró en operación comercial en marzo de 1988 hasta el 31 de diciembre de 2021 es de 258.982 GWh.

## HECHOS MÁS DESTACADOS DURANTE 2021

### Parada de recarga

**Entre el 15 de mayo y el 23 de junio tuvo lugar la vigésimo cuarta parada de recarga de combustible y mantenimiento general**, con una duración de 40 días, plazo superior al habitual.

Se llevaron a cabo cerca de 10.000 órdenes de trabajo y 30 modificaciones de diseño, entre las que destacan la renovación de 60 de los 157 elementos que conforman el núcleo del reactor, la inspección visual remota con equipo submarino de las superficies accesibles de la vasija, la inspección de otros componentes del reactor, la inspección por corrientes inducidas en uno de los generadores de vapor, la sustitución de las tres válvulas de seguridad del presionador, las pruebas funcionales de la grúa manipuladora del combustible, el escaneado digital de la contención, la revisión completa del alternador principal, la verificación del alineamiento turbina-alternador, la inspección de los recalentadores separadores de humedad, la sustitución de dos motores del generador diésel A, la revisión completa de los dos motores del generador diésel B y la diagnosis de un total de 39 válvulas motorizadas y 11 válvulas neumáticas.

### Simulacro de emergencia

El 16 de diciembre se realizó el simulacro anual del Plan de Emergencia Interior (PEI), minimizando el número de personas involucradas debido a la situación de pandemia. El ejercicio se basó en la simulación de la caída de un elemento combustible en la piscina de combustible gastado, con daño parcial de sus varillas, unido a la pérdida de transmisión de datos con la Sala de Emergencias (SALEM) del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), con una evolución de sucesos que condujo a la declaración de Emergencia General. El simulacro fue gestionado desde el Centro Alternativo de Gestión de Emergencias (CAGE) y contó con el seguimiento de inspectores del CSN, además de auditores internos independientes de la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV).

**La realización de estos simulacros permite que la organización de respuesta a la emergencia se mantenga operativa y debidamente preparada**, al tiempo que se identifican áreas y oportunidades de mejora que se traducen en las correspondientes acciones para lograr mayor eficacia en el desempeño de las tareas asociadas para hacer frente a una eventual emergencia.

## Relaciones externas y actividades de comunicación

El centro de información de ANAV en la central de Ascó estuvo cerrado durante el año por precaución sanitaria. Desde el inicio de sus actividades en noviembre de 2011 ha recibido a un total de 20.000 visitantes.

Además, **se ha mantenido el compromiso de ANAV con el entorno, apoyando distintas actividades socioculturales y educativas** realizadas por diferentes entidades en los municipios cercanos a la instalación. Ha colaborado económicamente y ha donado alimentos para Cáritas, y ha firmado un acuerdo con los *Bombers* de la Generalitat de Cataluña para donar diferentes materiales y equipos.

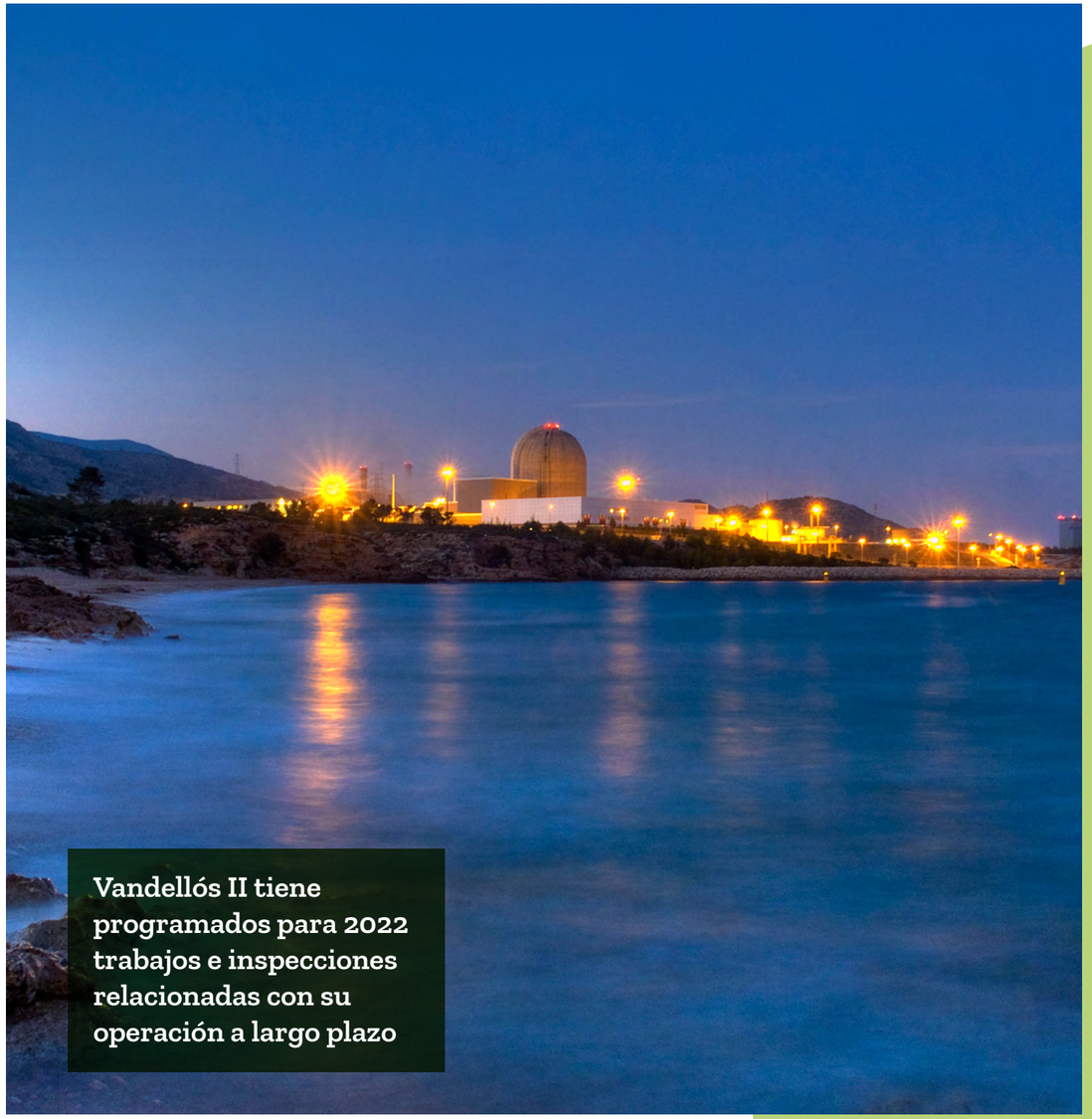
## PERSPECTIVAS PARA 2022

**En el mes de octubre está prevista la realización de la vigésimo quinta parada de recarga de combustible y mantenimiento general en Vandellós II**, con trabajos significativos en los circuitos primario y secundario, la casa de bombas, válvulas motorizadas, así como implantación de PCD's y mejoras en la grúa manipuladora de contención.

**A lo largo del año también están programados diferentes trabajos e inspecciones relacionados con la operación a largo plazo.**





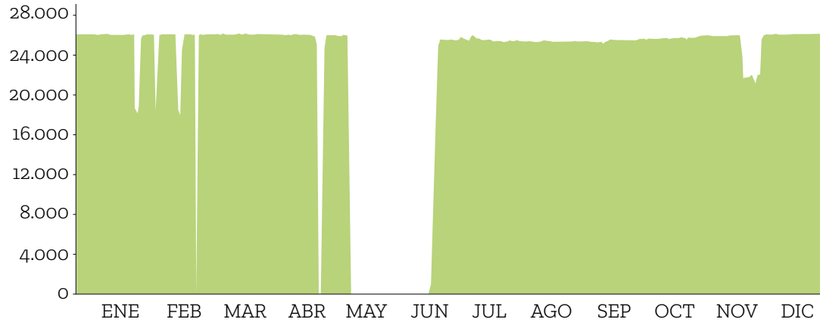


**Vandellós II tiene programados para 2022 trabajos e inspecciones relacionadas con su operación a largo plazo**

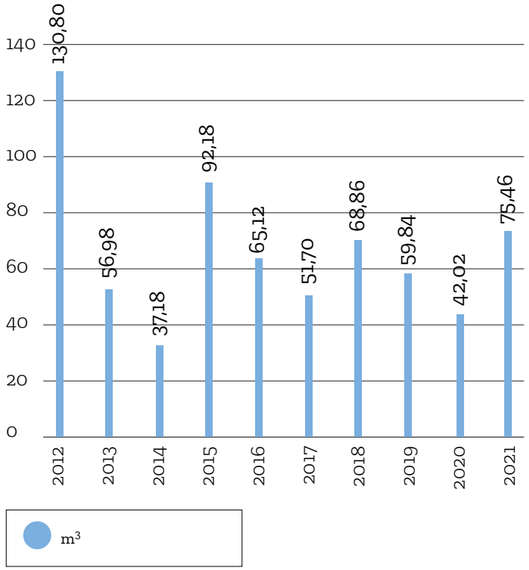
# Central nuclear de Vandellós II

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

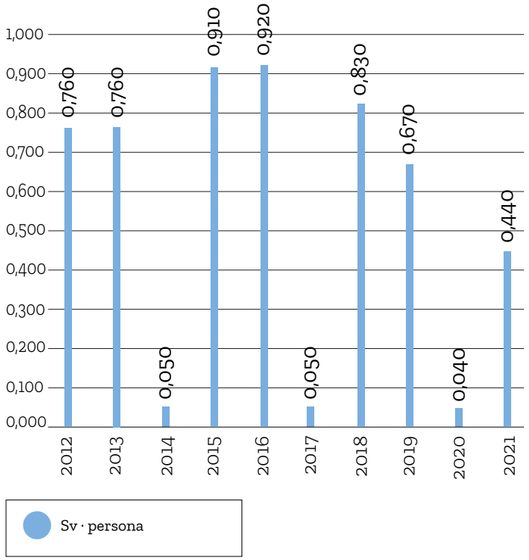
## PRODUCCIÓN DIARIA AÑO 2021 (MWh)



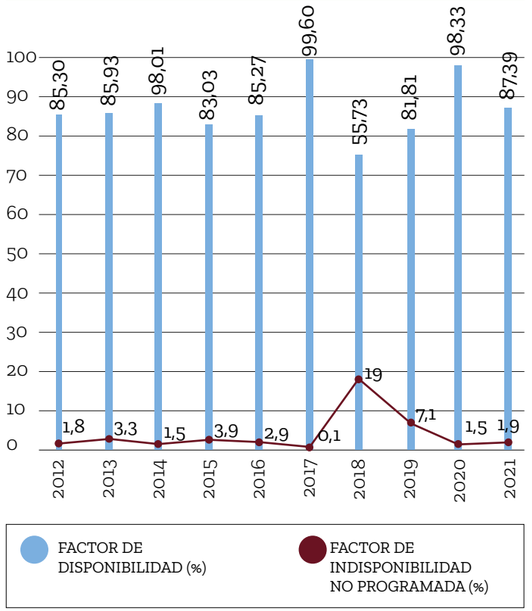

## RESIDUOS SÓLIDOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD



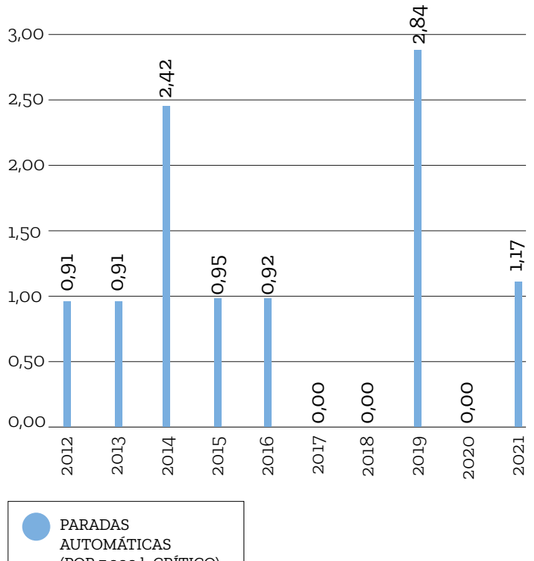

## DOSIS COLECTIVA




## FACTORES DE DISPONIBILIDAD




## PARADAS AUTOMÁTICAS




Vandellós II

# 2

# FÁBRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE JUZBADO

**A pesar de la Covid-19, la fábrica de Juzbado ha cumplido todos sus compromisos de suministro de combustible a centrales nucleares españolas, belgas, francesas, suecas y finlandesas**

**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.

**La fábrica de Juzbado 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.





## Juzbado fabrica combustible para reactores de agua a presión y ebullición del tipo PWR, VVER y BWR

**En 2021, ENUSA Industrias Avanzadas S.A. suministró a las centrales nucleares españolas Almaraz I, Ascó y II, Cofrentes y Trillo** un total de 147 toneladas de uranio (tU) en distintos grados de enriquecimiento, lo que equivale a 1.525 toneladas de concentrados de uranio ($U_3O_8$), 1.287 toneladas de uranio natural en forma de $UF_6$ y 1.085 miles de UTS (unidades técnicas de separación), que es la 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 en 2021 un total de 320,3 tU, de las que el 53% se dedicaron a la exportación, para centrales de Bélgica, Francia, Suecia y Finlandia.** En total se montaron 919 elementos combustibles: 527 para reactores de agua a presión (PWR) y 392 para reactores de agua en ebullición (BWR).

### Juzbado en cifras

**500 tU**

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ANUAL MÁXIMA DE URANIO

**6**

LABORATORIOS ESPECIALIZADOS Y CERTIFICADOS

**147 tU**

SUMINISTRADAS EN 2021 A LAS CENTRALES ESPAÑOLAS

**53%**

DE LA PRODUCCIÓN DE 2021 DESTINADA A LA EXPORTACIÓN

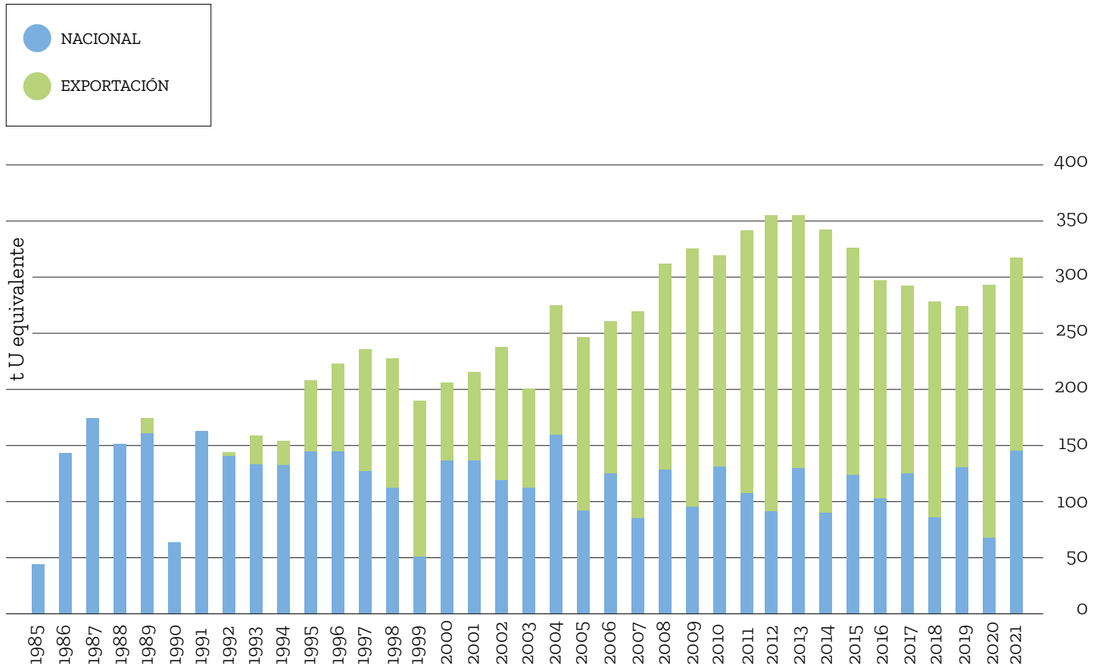
## El inventario de material nuclear de la fábrica cumple los requisitos y compromisos internacionales

Hay que destacar que **el combustible suministrado a los reactores PWR españoles viene operando sin fallos desde hace más de siete 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.

Durante 2021, se han sustituido los alimentadores vibrantes de las líneas de rectificado, parte de los granuladores de polvo pre-prensado y se ha actualizado el automatismo de las autoclaves. También se han realizado distintas mejoras en otros equipos de proceso e inspección para garantizar su disponibilidad y mejorar su seguridad.

El gráfico recoge las **cantidades anuales fabricadas desde 1985.**

### CANTIDADES ANUALES FABRICADAS DESDE 1985 ($tU_{eq}$)




Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.

La **fabricación acumulada** desde la puesta en marcha de la fábrica en 1985 hasta 2021 se muestra en la tabla siguiente:

## FABRICACIÓN ACUMULADA

| | PWR | BWR | Total | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Total | Total | Nacional | Exportación | Total |
| **tU** | 6.703 | 2.093 | 4.501 | 4.295 | 8.796 |
| **Elementos combustibles (unidades)** | 14.574 | 11.693 | 12.589 | 13.678 | 26.267 |

Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas, S.A.

**En 2022, está prevista la producción de 287 toneladas equivalentes de uranio**, con suministro de 368 elementos combustibles PWR para las centrales españolas Almaraz I y II y Vandellós II, la belga Doel 4, y las francesas Belleville 2, Blayais 1, Gravelines 3 y Saint Laurent 1. Además, se fabricarán 516 elementos combustibles BWR para las centrales suecas Forsmark 1 y 2 y para la finlandesa Olkiluoto 1.

También está previsto instalar en 2022 una nueva columna de inspección y una línea de lavado de tapones, iniciar la modificación del lavado de combustibles PWR y poner en marcha un nuevo laboratorio de dosimetría interna. Además, **se va a continuar con los proyectos de digitalización en marcha**, con la finalización de la automatización de la segunda soldadura **y el almacén de polvo y el inicio del control de la dosimetría digital para mejorar el seguimiento de las dosis al personal**. Se continuará también con proyectos de actualización de activos, incorporando mejoras varias en equipos de proceso e inspección.

3

# GESTIÓN DE RESIDUOS Y DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES

**No todos los residuos radiactivos son iguales. Se clasifican según la naturaleza de los isótopos radiactivos que contienen y hay dos grandes grupos: los residuos radiactivos de muy baja, baja y media actividad y los de alta actividad. La gestión de ambos tipos de residuos en España se explica a continuación.**

## 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, reconocido a nivel internacional.

Durante 2021, se produjeron 603,78 $m^3$ de residuos de muy baja, baja y media actividad y 990,02 $m^3$ fueron retirados por Enresa. **En la siguiente tabla se muestran los volúmenes de residuos de este tipo generados por cada central nuclear española y retirados por Enresa**, así como el grado de ocupación de los almacenes temporales.

### VOLUMEN DE RESIDUOS RADIACTIVOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD ($m^3$)

| Central nuclear | Generados | Retirados | Grado de ocupación (%) [1] |
|---|---|---|---|
| Almaraz I [2] | 77,22 | 80,80 | 52,68 |
| Almaraz II [2] | 77,22 | 80,80 | 62,93 |
| Ascó I | 53,68 | 67,98 | 31,84 |
| Ascó II | 22,22 | 65,78 | 31,75 |
| Cofrentes | 254,76 | 187,44 | 50,33 |
| Santa María de Garoña [3] | 11,10 | 365,32 | 30,17 |
| Trillo | 32,12 | 75,24 | 25,28 |
| Vandellós II | 75,46 | 66,66 | 27,33 |
| **TOTAL** | **603,78** | **990,02** | |

(1) Datos a 31 de diciembre de 2021
(2) Existe un único almacén para las dos unidades de la central nuclear de Almaraz
(3) Central en predesmantelamiento
Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

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

**Los residuos que se almacenan de forma definitiva en El Cabril proceden de centrales nucleares e instalaciones radiactivas como hospitales, laboratorios o centros de investigación**

# 95%

**El 95% de los residuos radiactivos que se generan en las centrales nucleares españolas son de muy baja, baja o media actividad**

## 3.2 Centro de almacenamiento de El Cabril

**El 95% de los residuos radiactivos que se generan en las centrales nucleares españolas son de muy baja, baja o media actividad**. En 2021 se recibieron en el almacén de El Cabril un total de 2.388,99 $m^3$ de residuos radiactivos, de los cuales 541,14 $m^3$ eran residuos de baja y media actividad (RBMA) y 1.847,85 $m^3$ eran residuos de muy baja actividad (RBBA). Estos residuos llegaron en un total de 275 expediciones: 231 procedentes de instalaciones nucleares con 2.368,63 $m^3$, 43 provenientes de instalaciones radiactivas con 12,20 $m^3$ y una procedente de un incidente con 8,16 $m^3$.

### Almacenamiento de residuos de muy baja actividad

**En 2021 se recibieron 1.847,85 $m^3$ de residuos de muy baja actividad, que se almacenaron en las estructuras específicas para estos materiales**. La primera de estas estructuras comenzó a funcionar en octubre de 2008 y la segunda en julio de 2016.

A 31 de diciembre de 2021, el volumen almacenado de este tipo de residuos era de 21.452,98 $m^3$, lo que supone un 25,09% y un 21,50% de ocupación de la capacidad de cada una de las dos celdas actualmente en operación.

### Almacenamiento de residuos de baja y media actividad

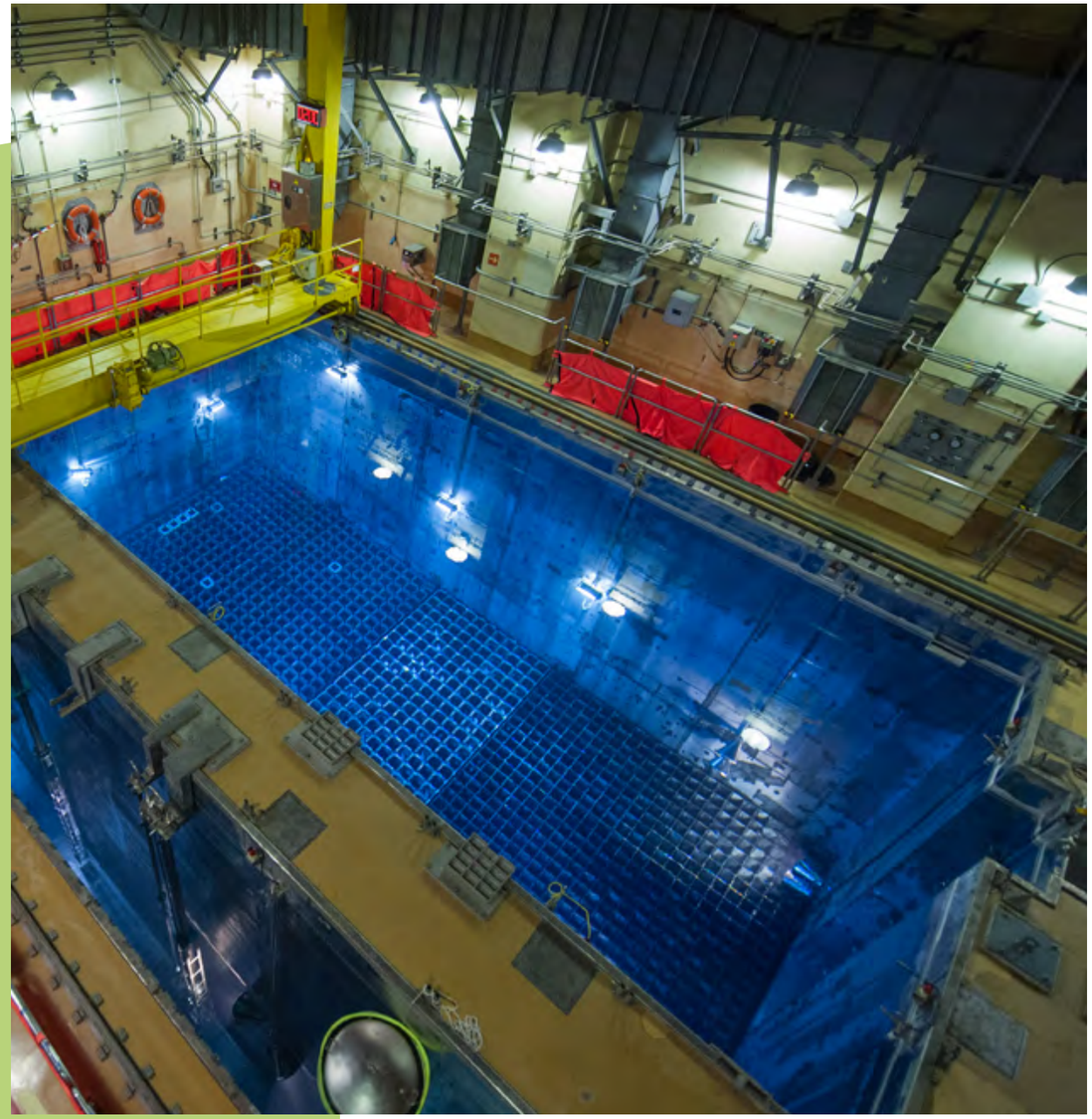
**Durante 2021, El Cabril recibió un total de 541,14 $m^3$ de residuos de baja y media actividad.**

Respecto al nivel de ocupación, de las 28 celdas de almacenamiento para residuos de baja y media actividad que dispone la instalación, a 31 de diciembre de 2021 se encontraban completas y cerradas un total de 22 celdas: las 16 estructuras de la plataforma norte y 6 estructuras de la plataforma sur, con un total de 35.524,85 $m^3$. Esto supone una ocupación del 81,38% de la capacidad total de almacenamiento de residuos de baja y media actividad (RBMA).

**VOLUMEN DE RESIDUOS RADIACTIVOS DE MUY BAJA, BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD RECIBIDOS EN EL CABRIL EN 2021 ($m^3$)**

| | |
|---|---|
| Procedente de instalaciones nucleares | 2,368,63 |
| Procedente de instalaciones radiactivas (hospitales, laboratorios y centros de investigación) | 12,20 |
| Procedente de incidentes | 8,16 |
| **TOTAL** | 2.388,99 |

Fuente: Enresa







## 3.3 Gestión del combustible irradiado

**Las centrales nucleares españolas se diseñaron para almacenar temporalmente el combustible irradiado o gastado**, que son los residuos radiactivos de alta actividad, 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 2021, el número de elementos combustibles irradiados almacenados temporalmente en las centrales nucleares españolas era de 17.062, de los que 14.601 se encuentran en piscinas y 2.461 en almacenes temporales individualizados en seco.

**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 | 1.604 | 97,39 |
| Almaraz II | 1.536 | 93,26 |
| Ascó I | 1.160 | 91,77 |
| Ascó II | 1.132 | 89,86 |
| Cofrentes | 4.704 | 98,41 |
| Santa María de Garoña (1) | 2.505 | 96,01 |
| Trillo | 568 | 90,44 |
| Vandellós II | 1.392 | 84,60 |
| **TOTAL** | **14.601** | |

Datos a 31 de diciembre de 2021
(1) Central en predesmantelamiento
Fuente: Centrales nucleares y Foro Nuclear

**Los residuos de alta actividad están almacenados en las propias centrales nucleares en piscinas y, si están completas, en almacenes temporales individualizados**

**España cuenta en la actualidad con un total de 5 almacenes temporales individualizados en seco situados en las propias centrales nucleares**

**Cuando las piscinas para almacenar el combustible gastado se completan, se construyen almacenes temporales individualizados en seco en las propias centrales**

**Respecto a los almacenes temporales individualizados en seco, conocidos como ATI y que albergan contenedores con el combustible utilizado, la central nuclear de Trillo (Guadalajara) fue la primera unidad en tener uno operativo**. Trillo cuenta desde 2002 con un ATI en el que a 31 de diciembre de 2021 había 36 contenedores (32 del tipo DPT con 21 elementos combustibles cada uno y 4 del tipo ENUN32P con 32 elementos combustibles cada uno) con un total de 800 elementos combustibles irradiados. El grado de ocupación de su Almacén Temporal Individualizado es del 36%.

**La central nuclear de Ascó (Tarragona) tiene, desde abril de 2013, un Almacén Temporal Individualizado en seco para sus dos unidades.** Durante el año 2021 se cargaron dos contenedores HI-STORM con 64 elementos combustibles irradiados procedentes de la piscina de la unidad I y dos contenedores HI-STORM con 64 elementos combustibles irradiados procedentes de la piscina de la unidad II, con lo que a 31 de diciembre de 2021 se encontraban en el mismo 14 contenedores con 448 elementos combustibles irradiados de la unidad I y 12 contenedores con 384 elementos combustibles irradiados de la unidad II, almacenados en las respectivas losas de cada unidad –lo que supone un grado de ocupación del 87,5% y del 75%-.

**La central nuclear de Almaraz (Cáceres) cuenta, desde diciembre de 2018, con un Almacén Temporal Individualizado en seco.** Durante el año 2021 se cargó un contenedor ENUN32P con 32 elementos combustibles irradiados procedentes de la piscina de la unidad II, con lo que a 31 de diciembre de 2021 se encontraban en el mismo tres contenedores con 96 elementos combustibles irradiados de la unidad I y tres contenedores con 96 elementos combustibles irradiados de la unidad II, lo que supone un grado de ocupación del 30%.

**La central nuclear de Cofrentes (Valencia) tiene, desde junio de 2021, un Almacén Temporal Individualizado.** El 23 de junio se completó la carga y el traslado del primer contenedor HI-STAR-150, con un total de 52 elementos combustibles irradiados. A partir de esa fecha se cargaron otros 4 contenedores, por lo que a 31 de diciembre de 2021 se encontraban en el mismo 5 contenedores con 260 elementos combustibles irradiados, lo que supone un grado de ocupación del 20,83%.

**La central nuclear de José Cabrera (Guadalajara), actualmente en desmantelamiento y más conocida como Zorita, 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.

**Nuclenor y Enresa han trabajado estrechamente en los trabajos de predesmantelamiento de Santa María de Garoña**

**Una vez todo el combustible irradiado se almacene en el Almacén Temporal Individualizado de Santa Mª de Garoña, se procederá al desmantelamiento de la central por parte de Enresa**

## 3.4 Predesmantelamiento de la central nuclear de Santa María de Garoña

La singularidad del cese de la central de **Santa María de Garoña (Burgos)** ha llevado a plantear un proceso de **desmantelamiento en dos fases: la fase 1, consistente en el desmontaje de los equipos del edificio de turbinas**, a la vez que se produce la evacuación del resto de 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 2021, Nuclenor** –empresa propietaria de la central, participada al 50% por Endesa e Iberdrola- ha continuado en fase de transición al desmantelamiento, realizando **actividades orientadas a transferir de forma segura y eficiente la titularidad de la instalación a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa)** para llevar a cabo su desmantelamiento. La organización de los trabajos ha estado condicionada por la implementación de las medidas de seguridad sanitarias contra la Covid-19.

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

- Apoyo a Enresa en las respuestas a las peticiones de información adicional solicitadas por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) relativas al Plan de Gestión de Combustible Gastado, que define los principales aspectos de la gestión del combustible de la central.
- Apoyo a Enresa en las respuestas a las peticiones de información adicional requeridas por el CSN sobre la solicitud de autorización de fase 1 y transferencia de titularidad.
- Recepción en el Almacén Temporal Individualizado de los primeros contenedores, fabricados por Ensa, y preparativos para la carga del primer contenedor.
- Planificación y ejecución de actividades preparatorias del desmantelamiento, entre las que cabe mencionar:
  - Finalización del inventario físico: bases de datos y modelo 3D.
  - Reconfiguración de sistemas: descargos de sistemas no necesarios y modificaciones de diseño.
  - Caracterización radiológica del edificio de turbina.
  - Adaptación de almacenes para residuos potencialmente desclasificables.
  - Retirada del calorífugo del edificio de turbina y traslado al almacén de residuos desclasificables.
  - Creación de grupos de trabajo Enresa/Nuclenor por áreas de actividad con el objetivo de fomentar la transferencia del conocimiento para la futura implantación de la organización de Enresa en la central.
  - Puesta en marcha de un plan de formación en planta para los aspirantes a obtener la licencia de operación para el desmantelamiento de la central.

Entre los meses de julio y septiembre se recibieron en la central cuatro transportes con los residuos secundarios del proceso de fundición de los componentes y materiales metálicos que habían sido enviados a procesar a Cyclife. Su destino final será las instalaciones de Enresa en El Cabril, donde quedarán almacenados.

La agencia Euratom de la Unión Europea y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de Naciones Unidas realizaron en junio y septiembre **inspecciones sobre salvaguardias nucleares** para la verificación del combustible gastado de la piscina, sobre el inventario físico de materiales nucleares en la instalación y sobre la información de diseño del Almacén Temporal Individualizado. Asimismo, verificaron la información en asuntos de salvaguardias relacionados con la futura carga de contenedores de combustible gastado y su traslado al ATI.





**Nuclenor está realizando todos los trabajos necesarios para la transferencia de la titularidad a Enresa, empresa encargada del desmantelamiento de la central**

El 5 de noviembre se llevó a cabo el simulacro anual de emergencia -adaptándose a las medidas de prevención frente a la Covid-19-, en el que se simuló un incendio que en su evolución llevó a declarar "alerta de emergencia", requiriendo el abandono de la sala de control y del centro de gestión de la emergencia.

La semana del 18 de octubre tuvo lugar la visita de técnicos expertos de la Comisión Europea para una verificación de las instalaciones de control de la radiactividad medioambiental y de la radiactividad de las descargas y comprobar el cumplimiento de España con el artículo 35 del Tratado Euratom.

A lo largo de noviembre y diciembre se llevó a cabo una evaluación interna de la cultura de seguridad en Nuclenor. Este proyecto permitirá conocer el estado actual en el que se encuentra y detectar puntos fuertes y posibles áreas de mejora.

El 17 de diciembre, una vez aprobada por el Consejo de Seguridad Nuclear, entró en vigor la revisión 3 del Plan de Emergencia Interior en Parada (PEIP).

**Durante el año 2022, la central permanecerá con el combustible almacenado en condiciones de seguridad en la piscina del edificio del reactor. También está prevista la carga de los primeros cinco contenedores con combustible irradiado** y su traslado al Almacén Temporal Individualizado. Previamente, y durante el primer trimestre, está prevista la ejecución de las pruebas en frío con el primer contenedor.

A lo largo del año se espera la aprobación por parte del CSN del Plan de Gestión de Combustible Gastado para su posterior envío al Ministerio para la Transición Ecológica y se acometerán, entre otras actividades, la retirada del calorífugo del edificio de turbina, la caracterización radiológica de exteriores y del edificio del reactor, el aislamiento de tuberías de agua de servicios del edificio de turbina, el desacoplado de la turbina y el generador y la retirada de aceites.

**Nuclenor seguirá trabajando en colaboración con Enresa en la preparación de la** documentación necesaria para la evaluación de solicitud de autorización de desmantelamiento de la fase 1 y de **transferencia de titularidad de la instalación** que requiera el Consejo de Seguridad Nuclear.

## 3.5 Desmantelamiento de las centrales nucleares José Cabrera y Vandellós I

### Central nuclear de José Cabrera

**Durante 2021, el proceso de desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera (Guadalajara), realizado por la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa), avanzó en su fase final. La ejecución del proyecto superaba el 97% de avance a finales del año.**

**Los principales trabajos acometidos durante 2021 se centraron en la demolición de edificios y grandes estructuras ya descontaminadas**, que protagonizan la fase final del desmantelamiento de la central nuclear alcarreña.

Durante el año finalizó la demolición del edificio de contención (que albergaba el reactor de la central durante la etapa de operación de la planta) y se desarrollaron trabajos en las cotas inferiores del mismo para retirar estructuras de hormigón. Por otro lado, continuaron los trabajos de retirada del almacén de residuos número 3, del edificio de oficinas, talleres y servicio médico, un almacén de materiales desclasificables y del edificio que ocupaba el archivo de garantía de calidad de la instalación. **Con estas demoliciones, la fisonomía externa de la central ha experimentado un cambio importante que evidencia la evolución del proyecto.**

Desde el comienzo de los trabajos de desmantelamiento, en febrero de 2010, hasta el 31 de diciembre de 2021, se han gestionado aproximadamente 93.705 toneladas de materiales, de las que 15.672 toneladas corresponden a material convencional, 11.068 toneladas a residuos radiactivos de muy baja actividad, 1.721 toneladas a residuos de baja y media actividad y 65.244 toneladas a material desclasificable (procedente de zonas radiológicas, pero que -una vez desclasificado- puede ser gestionado como convencional).

**A finales de 2021 se había acometido el 97% del desmantelamiento de la central nuclear de José Cabrera, más conocida como Zorita**

Durante el año 2021 no hubo ningún suceso notificable al Consejo de Seguridad Nuclear y se continuó con la aplicación de los protocolos Covid. **Las actividades de desmantelamiento no supusieron ningún riesgo** para los trabajadores, el medio ambiente ni las personas en general.

**Vandellós I se encuentra en fase de latencia, un periodo de espera hasta su desmantelamiento final hacia el año 2028**

## Central nuclear de Vandellós I

**La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) llevó a cabo, entre los años 1998 y 2003, el primer desmantelamiento de una central nuclear española.** Vandellós I (Tarragona) fue desmantelada hasta 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 -de al menos 25 años, denominado fase de latencia-, para que el decaimiento de la radiactividad de las estructuras internas haga más factible su desmantelamiento hasta Nivel 3 (desmantelamiento total de la instalación).

**La última fase de clausura de la central será ejecutada por Enresa al término del periodo de latencia, en torno al año 2028**, y consistirá en la retirada del cajón del reactor y de todas las estructuras internas para liberar completamente el emplazamiento.

**Las principales acciones llevadas a cabo durante el año 2021 fueron las siguientes:**

- Aprobación de la Revisión de Seguridad del periodo comprendido entre 2016 y 2020.
- Continuación de las tareas de reacondicionamiento de residuos radiactivos en el Almacén Temporal de Contenedores (ATOC).
- Puesta en funcionamiento de un nuevo tanque de agua y sus conexiones con el sistema de abastecimiento de agua, que contempla el Plan de Protección Contra Incendios.
- Renovación del Certificado del Sistema de Gestión Ambiental hasta 2024.

# 4
# INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

## La industria nuclear española, con capacidades punteras, tiene una presencia internacional cada vez más consolidada

A pesar de la situación vivida durante los dos últimos ejercicios como consecuencia de la pandemia por la Covid-19, **la industria nuclear española ha seguido participando en numerosos proyectos -tanto a nivel nacional como internacional-, generando empleo altamente cualificado y con un gran conocimiento tecnológico, y con una decidida apuesta por la investigación y el desarrollo.**

La contribución de muchas empresas al desarrollo del programa nuclear español desde su inicio dio lugar a una industria sólida, competitiva y experimentada, que está presente en toda la cadena de valor y tiene una presencia internacional cada vez más consolidada.

El reconocimiento y prestigio del sector nuclear español a nivel mundial queda también reflejado en la ejecución de proyectos de mantenimiento y puesta al día de los reactores nucleares españoles, que funcionan con las máximas garantías de seguridad y con excelentes indicadores de funcionamiento.

**La industria nuclear española cuenta con capacidades punteras y exporta productos, servicios y alta tecnología a más de 40 países**, desarrollando proyectos de nuevos modelos de centrales nucleares avanzadas y programas basados en la fusión nuclear, como el proyecto ITER, y la física de altas energías.

Las actividades de las empresas españolas que se presentan a continuación son garantía de que la tecnología nuclear no sólo se mantiene, sino que se sigue desarrollando en España, para apoyar a las centrales nucleares en operación y para atender un mercado nuclear internacional en continuo crecimiento.

Foto: ITER

## AMPHOS 21

www.amphos21.com

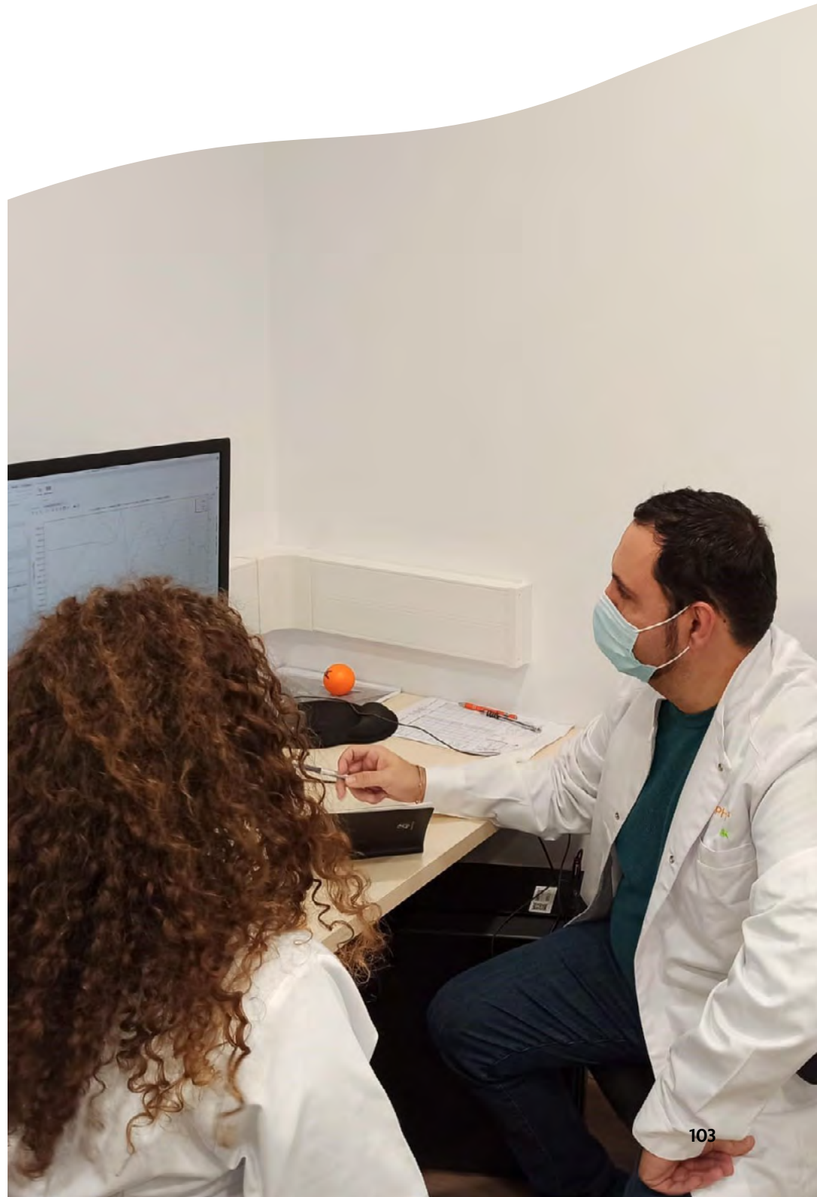
**Amphos 21 es una empresa de consultoría e ingeniería medioambiental miembro del grupo multinacional RSK Group**. Sus principales clientes pertenecen a los sectores minero, energético e industrial en general, así como a agencias gubernamentales. **La principal actividad de la empresa está relacionada con proyectos de consultoría científica e I+D para la gestión de residuos radiactivos** y mantiene proyectos activos para clientes del sector nuclear en Bélgica, Canadá, Corea del Sur, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Japón, Reino Unido, Suecia y Taiwán.

En 2021, Amphos 21 fue adjudicatario del proyecto de I+D para la ingeniería de la cobertera definitiva del almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril. Además, experimentó un crecimiento significativo en sus actividades con diversos clientes en Asia. También se adjudicó sendos convenios marco con LLWR y RWM, las dos agencias inglesas con competencias en la gestión de residuos radiactivos, los cuales se suman a los convenios marco comerciales de larga duración que tiene con SKB (Suecia), ANDRA (Francia) y ONDRAF/NIRAS (Bélgica).

**En 2022, el Plan Estratégico de la compañía estima un crecimiento de entre el 10% y el 15% de las actividades en el sector nuclear**, con la previsible participación por vez primera en el programa alemán de gestión de residuos radiactivos. Además, se espera una consolidación de la expansión asiática y la apertura de nuevas oprtunidades en la construcción de los almacenamientos geológicos profundos de Suecia y Finlandia.

**En 2021, Amphos 21 fue adjudicatario del proyecto de I+D para la ingeniería de la cobertera definitiva del almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril**

Por otra parte, ha creado la nueva linea de negocio "Digital Solutions", desde la cual pone a disposición de sus clientes soluciones tecnológicas basadas en la utilización de inteligencia artificial, sensórica avanzada, internet de las cosas, *big data* y computación.



## CEN Solutions

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 eléctricos, mantenimiento experto y el sector de aguas.

**La fabricación de equipos de seguridad para el sector nuclear 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 2021, CEN Solutions 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 suministro de repuestos clasificados y no clasificados para su uso en parada en la central de Trillo.

En la central de Almaraz desarrolló trabajos de saneamiento de cableado en los cuadros RVLIS para su adapatación a la normativa RG1.75 de separación de trenes de cableado, realizó trabajos de supervisión del saneamiento para conducto de fases agrupadas de alimentación al transformador T2A3 y suministró material de repuesto clasificado.

En la central de Ascó continuó los trabajos de recualificación de cubículos extraíbles para ambas unidades y el grupo común. En la central de Cofrentes realizó trabajos de sustitución de interruptores Metrón instalados originalmente en las barras de corriente continua por equipos análogos de nueva gama, destinados a alimentaciones de seguridad y no clase, incluyendo el panel de alimentación provisional para ser usado durante la parada para mantener la energización de los equipos aguas abajo.

**En el ámbito internacional, CEN Solutions continuó participando en el proyecto de fusión nuclear ITER.**

En 2022, 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.

## COAPSA CONTROL

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 entregas llave en mano de este tipo de suministros. Su principal mercado es el español, aunque también realiza trabajos en otros países.

En 2021, Coapsa ha afianzado su presencia en las centrales nucleares españolas, realizando trabajos de mantenimiento y modernización de los equipos de elevación existentes, prorrogando los contratos vigentes. Ha consolidado su participación en el mantenimiento de maquinaria de elevación y transporte de grandes cargas en puertos y en el sector automovilístico.

Sigue siendo fabricante homologado de centros de control de motores destinados a la automatización de plantas industriales.

En 2022, mantendrá los contratos de mantenimiento y modernización de diferentes grúas de las centrales nucleares españolas y ofertará trabajos de remodelación y mantenimiento para la central nuclear mexicana de Laguna Verde. Junto a ello, la empresa tiene grandes perspectivas de crecimiento de la actividad en los sectores automovilístico y portuario, además de potenciar la fabricación y suministro de centros de control de motores y sus periféricos.

**Drace Geocisa, como expertos en caracterización radiológica, realiza entre otras tareas trabajos de protección radiológica y planes de vigilancia radiológica ambiental en centrales nucleares españolas**

## DRACE GEOCISA

www.drace.com

En noviembre de 2021, **Geocisa (Geotecnia y Cimientos S.A.) se fusionó con Drace Infraestructuras S.A. dando lugar a la nueva empresa Drace Geocisa S.A.** De esta forma, el Área Nuclear y su Laboratorio de Radioquímica -adscritos hasta entonces a la Dirección de Producción de Geocisa- han pasado a formar parte de la Dirección de Producción de Drace Geocisa S.A., conservando íntegramente su estructura.

En 2021, el Área Nuclear de Geocisa realizó los Planes de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) como laboratorio principal en las centrales nucleares en desmantelamiento José Cabrera y Vandellós I, 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.

Continuó como laboratorio de apoyo a los servicios de protección radiológica de José Cabrera y Vandellós I en el ámbito de las medidas radiológicas para la caracterización, desclasificación y liberación de terrenos y superficies, y con la explotación del Laboratorio de Verificación de la Calidad de los Residuos de El Cabril.

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

Continuó 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 el campo de la dosimetría por bioensayo, continuó con la vigilancia en excretas de los trabajadores externos de la fábrica de combustible nuclear de Juzbado. Inició el contrato de servicios de análisis químicos para el seguimiento de actividades de lavado de suelos y excavaciones en el PDC de la central de José Cabrera.

**En 2022**, 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 ámbito de la caracterización radiológica.**

## EMPRESARIOS AGRUPADOS

www.empresariosagrupados.es

**Empresarios Agrupados Internacional, S.A. 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 1.100 personas, de las cuales el 70% son titulados universitarios, y **cuenta con una amplia experiencia nacional e internacional**. En sus más de 50 años de trayectoria ha desarrollado proyectos como ingeniería principal en centrales eléctricas, totalizando más de 55.000 MW en más de 45 países.

En 2021, Empresarios Agrupados 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 servicios de apoyo para la construcción del Almacén Temporal Individualizado de combustible irradiado de la central de Cofrentes; en servicios de análisis probabilístico de seguridad para la transición a la norma NFPA 805 contra incendios de la central de Ascó y en servicios de ingeniería y supervisión para el desmantelamiento de la central de José Cabrera.

**Empresarios Agrupados ha realizado tareas de ingeniería en las centrales nucleares españolas, así como en instalaciones de Finlandia, Reino Unido, Bélgica o Noruega.**

En el ámbito internacional, realizó la preparación del estudio preliminar de seguridad y el diseño básico del sistema de drenajes pluviales, industriales y domésticos de la central finlandesa de Hanhikivi-1; apoyo al desmantelamiento de reactores de investigación y gestión de residuos en Noruega; el diseño de detalle civil y estructural de los edificios de la isla nuclear de la central británica de Hinkley Point C; el diseño del edificio principal, sistemas de planta, análisis de seguridad nuclear, blindaje y dosis para la instalación del IFMIF-DONES; los servicios de ingeniería y diseño para el reactor belga MYRRHA de investigación experimental subcrítico acoplado a un acelerador; y, para el proyecto de fusión nuclear ITER, la ingeniería para el diseño, la gestión de la construcción, pruebas y puesta en marcha de distintos edificios y sistema de suministro eléctrico; el contrato de construcción del *Tokamak Complex*; la producción en serie de los paneles de recubrimiento interior del *Tokamak* y el proyecto de diseño, calificación y aprovisionamiento del sistema de control central de seguridad nuclear para el primer plasma.

**En 2022, 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, protección radiológica, mantenimiento y digitalización y extensión de la operación.** Junto a ello, ofrecerá servicios de apoyo de ingeniería para el desmantelamiento del JRC en Ispra (Italia); trabajos de ingeniería y consultoría para la central finlandesa de Hanhikivi-1; actividades de I+D+i para el desmantelamiento de instalaciones nucleares y gestión de residuos radiactivos en Reino Unido; servicios de ingeniería para los proyectos EPR/EPR2, ITER, DEMO y DONES; trabajos de ingeniería y diseño de los sistemas auxiliares de la isla de turbina de reactores VVER; y servicios de ingeniería para el reactor de sales fundidas indonesio TMSR-500 de ThorCon.

Foto: ITER

**Ensa dará comienzo a los trabajos de montaje de la cámara de vacío del reactor del proyecto ITER en 2022**

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

www.ensa.es

**Ensa es un suministrador multisistema de componentes nucleares del circuito primario -como generadores de vapor, reactores y presionadores-, así como de otros equipos -como contenedores, bastidores y cabezales para elementos combustibles, intercambiadores de calor y tanques- para centrales nucleares**. Presta servicios a las centrales nucleares y cuenta con experiencia y desarrollos propios en el área de desmantelamiento. Está fuertemente involucrada en la energía de fusión participando en importantes proyectos como el ITER, tanto en su fabricación como en su ensamblaje. Tiene participación en las empresas ENWESA (Enwesa Operaciones S.A, S.M.E.) y WTS (Westinghouse Technology Services S.A.).

El año 2021 finalizó en medio de una tendencia muy positiva a nivel global y buenas expectativas para la energía de origen nuclear, con la apertura del debate sobre la necesidad de la puesta en marcha de nuevas centrales y la posible extensión de vida de algunas de las existentes. Esta situación aporta optimismo en cuanto a las oportunidades que el futuro depara, tanto en la línea de fabricación de componentes, como en la de servicios.

Este contexto socioeconómico pone el foco en el seguimiento de las oportunidades de nuevas plantas que están persiguiendo los más importantes tecnólogos, sin olvidar la **oportunidad que presenta el desarrollo de los nuevos reactores avanzados y modulares**, que seguro que se afianzarán como importantes actores en el área de generación nuclear en los próximos años.

Ensa tiene muy presente el mercado ligado al final de la operación de las centrales nucleares, que supone una importante oportunidad para los desarrollos de almacenamiento y transporte de combustible gastado. Además, dispone ya de una gran experiencia en el área de desmantelamiento y tratamiento de residuos, y actualmente destina un importante capital humano y económico al desarrollo de nuevas capacidades, que permitan atender las necesidades de los clientes aportando el mayor valor.

**En 2022, Ensa dará comienzo a los trabajos de montaje de la cámara de vacío del reactor del ITER**, proyecto en el que lleva inmersa cerca ya de un lustro y que ha supuesto un gran reto tecnológico superado hasta la fecha con éxito.

En la línea de suministro de equipos principales para las plantas nucleares continuará con los trabajos de fabricación de generadores de vapor para reposición. También comenzará las entregas de los contenedores de combustible gastado ENUN y finalizará la entrega de los equipos destinados a la nueva central británica de Hinkley Point C, a excepción de los últimos equipos adjudicados en 2020.

Un importante hito será también la realización de los primeros trabajos de carga de contenedores de combustible irradiado en la central de Santa María de Garoña, que unidos a los realizados en ejercicios anteriores en las centrales de Almaraz, Trillo, Ascó y Cofrentes, consolidan a Ensa como empresa referente en toda la línea de suministro de contenedores de combustible gastado.

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

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 los servicios de combustible tanto 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.

**Enusa es la matriz del Grupo Enusa, que se completa con las empresas Emgrisa y Etsa, dedicadas a los negocios medioambiental y logístico respectivamente.**

Durante 2021, Enusa ha alcanzado una producción de más de 320 toneladas equivalentes de uranio enriquecido, habiendo destinado casi el 55% a la exportación y cumpliendo con todos sus compromisos contractuales, realizando en plazo todas las entregas comprometidas. Además, se ha vuelto a alcanzar el nivel máximo de calidad otorgado por uno de los clientes más exigentes en Europa, la eléctrica francesa EDF.

Los hechos más destacables han sido la firma del contrato de suministro de combustible y servicios asociados con Endesa, Iberdrola y Naturgy, propietarias de las centrales de Ascó, Vandellós II y Almaraz -hasta el cese actualmente programado de su operación- y la firma del contrato con Iberdrola para el suministro de combustible y servicios asociados a la central de Cofrentes hasta el cese definitivo de operación.

En el plano internacional, se ha entregado combustible a las centrales de tecnología BWR en Suecia (Forsmark 1 y 2) y en Finlandia (Olkiluoto) y a las de tecnología PWR en Bélgica (Doel y Tihange), así como a varios reactores de la empresa francesa EDF.

Es igualmente destacable la adjudicación y entrega de un servicio de consultoría a la empresa ENEC de Emiratos Árabes Unidos, cuyo objetivo respondía a las necesidades de la empresa de construir una fábrica de elementos combustibles en el país.

**La inversión en programas de I+D+i se situó en 2021 en alrededor de los dos millones de euros**, enfocándose principalmente en la investigación del comportamiento en servicio del combustible nuclear, así como de las propiedades y comportamiento del combustible irradiado; el desarrollo de capacidades relacionadas con la restauración de suelos de mina, el desarrollo de soluciones para la gestión del combustible gastado y el desmantelamiento de instalaciones nucleares.

En 2022, el principal reto es cumplir todos los compromisos contractuales para el diseño, licenciamiento, ingeniería y fabricación de combustible, destacando la acumulación de entregas en la primavera para los países nórdicos. Desde el punto de vista comercial, conseguir alcanzar un acuerdo para el suministro a los reactores BWR suecos de Vatenfall a partir de 2024. Además, la estrategia para posicionar a Enusa en el mercado del desmantelamiento de instalaciones nucleares y la gestión de residuos operacionales.

**Enusa diseña, licencia, fabrica y suministra elementos combustibles nucleares para reactores españoles y europeos**

## ENWESA OPERACIONES

www.enwesa.com

**Enwesa Operaciones es una empresa de servicios de mantenimiento ligada al sector nuclear y a otros sectores afines** como el naval. 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 le permite intervenir en todas las fases del ciclo de vida de los componentes, desde la prefabricación hasta el desmantelamiento.

En 2021, Enwesa participó en todas las paradas de recarga de las centrales nucleares españolas y en varias de plantas francesas, con el mantenimiento de los componentes principales de la isla nuclear, modificaciones de diseño, inspección de equipos, revisión de válvulas y actividad relacionada con el combustible fresco e irradiado. También realizó trabajos de mantenimiento durante el ciclo de operación, principalmente en las áreas mecánica, eléctrica y de instrumentación.

Algunas de las actividades se desarrollaron junto a otras empresas del sector, trabajando en forma de UTE o AIE. Se mantuvieron todas las homologaciones del sistema de calidad (ISO, ASME) sobre procesos, medio ambiente y prevención de riesgos laborales.

**En 2022, crecerá y consolidará sus distintas actividades de negocio, especialmente en las áreas de servicios nucleares y válvulas**. También espera crecer a medio plazo en el área de fabricación, en su vertiente de prefabricación de componentes nucleares y de construcción naval.

**Durante 2021, Enwesa participó en todas las paradas de recarga de las centrales nucleares españolas y en varias de plantas francesas**

## GD ENERGY SERVICES

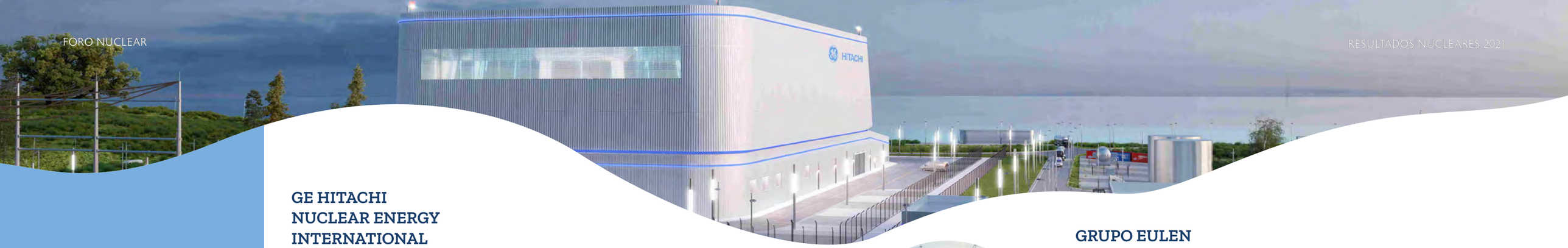
www.gdes.com

**GD Energy Services (GDES)** es un grupo empresarial de origen familiar y ámbito internacional, **experto en la prestación de servicios a la industria energética en distintas áreas como mantenimiento nuclear, tratamiento de superficies, servicios de desmantelamiento, protección radiológica** servicios para el sector eólico, fotovoltaico y eficiencia energética, logística y emergencias. Desde 2020, incorpora a su actividad Transformación Digital y Negocio 4.0, acompañando a las empresas en su digitalización para una toma de decisiones más ágil e inteligente, convirtiendo los datos en oportunidades.

En 2021, GDES mantuvo los negocios en el sector nuclear en España y Francia, con el servicio de operación de los sistemas químicos de las centrales de Ascó y Vandellós II; los servicios de aislamiento térmico convencional, sellados, señalización e identificación de tuberías y componentes y adecuación de lugares de trabajo en la central de Cofrentes; el contrato de limpieza, descontaminación y andamios en la central de Vandellós II; el contrato de mantenimiento de pintura en las centrales de Ascó y Vandellós II; el mantenimiento de protecciones pasivas y sellados en la central de Almaraz; el suministro de unidades portátiles de agua borada de emergencia en centrales nucleares francesas y la limpieza química y mecánica de GSS en la central de Flamanville. Además, se han iniciado dos grandes proyectos de desmantelamiento internacionales: uno en las centrales nucleares suecas de Barsebäck y Oskarshamn y otro en la planta de extracción de plutonio (UP1) del complejo nuclear francés de Marcoule del *Commissariat à l'Energie Atomique* (CEA).

En 2022, llevará a cabo la limpieza química de circuitos y sistemas, servicios de sellados y protecciones pasivas y suministro de unidades portátiles de agua borada de emergencia en centrales nucleares francesas. Suministrará equipos de caracterización radiológica para la central belga de Doel, llevará a cabo la metalización *cross-under* en la central mexicana de Laguna Verde y continuará con el desmantelamiento de instalaciones del *Commissariat à l'Energie Atomique* (CEA).

Además, dará apoyo al movimiento de combustible, a la operación del servicio de química de centrales nucleares, realizará formación semipresencial en protección radiológica mediante plataforma digital y desarrollará la metalización fría (*cold arc spray*).




## GE HITACHI NUCLEAR ENERGY INTERNATIONAL

https://nuclear.gepower.com

**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 2021, la compañía canadiense Ontario Power Generation eligió el diseño BWRX-300 de reactor modular pequeño SMR de GEH para la construcción en su central de Darlington en Canadá. Además, GEH, BWXT Canada y Synthos Green Energy (SGE) firmaron un acuerdo para la construcción de al menos diez reactores BWRX-300 en Polonia.

En 2022, continuará siendo tecnólogo de referencia para combustible y servicios en las centrales de tecnología BWR a nivel mundial, mediante la optimización del comportamiento del combustible al tiempo que se reducen los costes del ciclo, y continuará el desarrollo de plataformas digitales para su aplicación en las distintas fases de la operación de las plantas nucleares.

**GEH utilizará la realidad virtual inmersiva para ayudar a la formación del personal en trabajos de mantenimiento y operaciones durante las paradas de recarga**. Además, seguirá con el desarrollo del reactor rápido refrigerado por sodio -Natrium- en alianza con la compañía TerraPower.

**GE Hitachi Nuclear Energy seguirá en 2022 con el desarrollo del reactor rápido refrigerado por sodio Natrium, en alianza con la compañía TerraPower**

## GRUPO EULEN

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 2021, Eulen ha continuado realizando distintos servicios, tanto para las centrales nucleares españolas en operación como en desmantelamiento, entre los que destacan la brigada contra incendios y limpieza convencional en las centrales de Santa María de Garoña y Almaraz; limpieza industrial, limpieza y descontaminación de zona radiológica, operación de la lavandería industrial, acondicionamiento y gestión de residuos, mantenimiento de edificios y apoyo a trabajos de pre-desmantelamiento en la central de Santa María de Garoña; limpieza industrial dentro de zona controlada en el Centro de Almacenamiento de El Cabril; y el mantenimiento de edificios en la central de Vandellós I.

En 2022, mantendrá los servicios prestados en las centrales nucleares, tanto en los proyectos de gestión de residuos de operación procedentes de modificaciones de diseño y grandes componenetes, como en servicios de apoyo y proyectos de control y gestión de materiales en instalaciones en desmantelamiento.

## IDOM CONSULTING, ENGINEERING & ARCHITECTURE

www.idom.com

**Idom es una empresa independiente española fundada en 1957 que ofrece servicios profesionales de ingeniería, arquitectura y consultoría, dando soporte a proyectos en más de 125 países** realizados por un equipo de cerca de 4.000 personas localizadas en 45 oficinas. Se encuentra en un continuo camino de crecimiento mediante la excelencia, la innovación y el compromiso, así como la formación y el desarrollo profesional de las personas.

Cubre todas las etapas de la vida de las instalaciones nucleares, desde los estudios iniciales, el diseño, la ingeniería, la construcción, el soporte en la operación, la gestión de residuos y el desmantelamiento y el ciclo de vida del combustible nuclear.

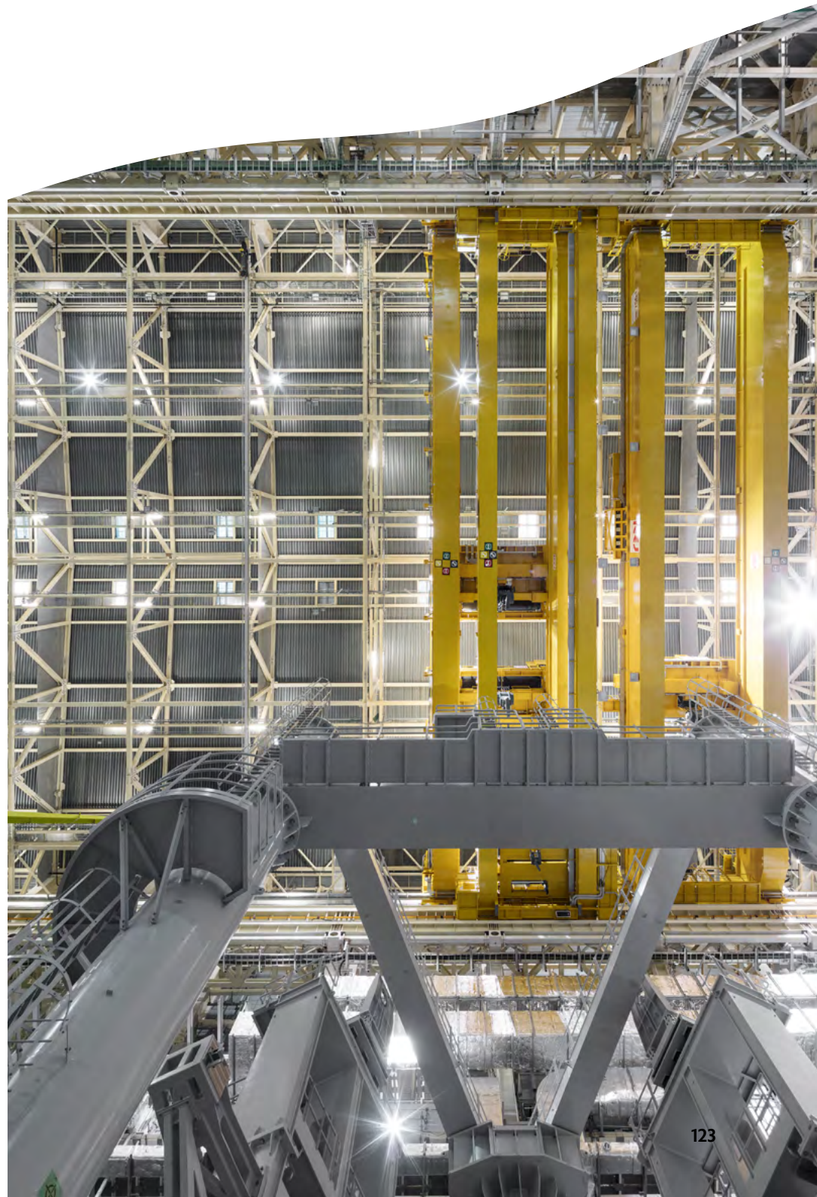
En 2021, el departamento de Idom continuó trabajando con las centrales nucleares españolas en evaluaciones técnicas, ingeniería, gestión de proyectos y supervisión de obra en modificaciones de diseño. Cabe destacar los proyectos de gestión de vida y operación a largo plazo para la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV) y Centrales Nucleares Almaraz-Trillo (CNAT), así como el soporte en la revisión periódica de seguridad de ANAV y el análisis estructural del edificio de almacenamiento de combustible gastado de la central de Ascó. En el proyecto de desmantelamiento de la central de Santa María de Garoña, continúa con el desarrollo de la ingeniería de detalle. Idom participó en diferentes proyectos de digitalización, caracterización de residuos radiactivos de alta actividad y residuos especiales para Enresa, la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, así como la ingeniería básica del proyecto del centro tecnológico para el mantenimiento de equipos de Enusa.

**Idom, que presta servicios en ingeniería, arquitectura y consultoría, ofrece soporte a proyectos en más de 125 países**

Consolidó su presencia internacional en el mercado nuclear en más de 23 países. En el campo de la fusión participó activamente en varios contratos marco de diseño para la agencia británica UKAEA, dando soporte en aspectos técnicos relacionados con el combustible del reactor y servicios de ingeniería avanzada del proyecto STEP, y en trabajos de ingenieria del proyecto ITER, llevando a cabo diferentes análisis mecánicos de componentes y civil/estructurales para Fusion for Energy (F4E).

Cabe destacar también la participación en la ingeniería del sistema de seguridad y diseño de refrigeración alternativo del proyecto del reactor modular pequeño SMR de 300 MWe para el reactor de sales fundidas de MOLTEX, que permitirá la reutilización del combustible gastado de las centrales convencionales para la producción de energía eléctrica.

**En 2022**, continuará con proyectos para las centrales nucleares españolas como gestión de vida, estudios de seguridad, modificaciones de diseño, transformación digital y gestión de residuos y desmantelamiento, así como la participación en proyectos de fusión (UKAEA e ITER) tanto en estudios y diseño avanzado como en actividades de gestión y supervisión de obra. También **continuará con su multinacionalización 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.



**En 2021, Konecranes Nuclear Equipment & Services envió grúas y equipos nucleares a Suecia, Canadá, Estados Unidos, Arabia Saudí, España y Reino Unido**

## KONECRANES & DEMAG IBÉRICA

www.konecranes.com/industries/nuclear

**Konecranes Nuclear Equipment & Services (KNES)** es una empresa con más de medio siglo de experiencia en la industria nuclear que **proporciona equipos de manejo de materiales nucleares y servicios y modernizaciones en centrales nucleares**. Es proveedor de soluciones completas con una amplia gama de productos, desde equipos de elevación a prueba de calidad mejorada y seguridad hasta equipos nucleares no relacionados con la seguridad.

En 2021, KNES envió grúas y equipos nucleares a Suecia, Canadá, Estados Unidos, Arabia Saudí, España y Reino Unido. Hay que destacar una grúa pórtico de 140 t para la fuerza de submarinos de Estados Unidos. Se trata de una grúa de edición especial de 1,3 millones de kilogramos para levantar materiales nucleares durante los periodos de actualización y mantenimiento de la flota nuclear.

También ha suministrado varias grúas a prueba de fallo único (SFP) NUREG-0554 para un reactor experimental en Arabia Saudí y para el manejo de combustible nuclear gastado en una central estadounidense en operación.

Además, ha llevado a cabo el reemplazo completo y la actualización de los carros de cuatro grúas polares de las centrales de North Anna y Surry, lo que posibilitará que continúen en servicio durante 30 años más. Se incluyeron nuevos controles, nuevas cabinas, ruedas de puente y barras colectoras de reemplazo

**En 2022, continuará analizando múltiples grúas, con actividades de desmantelamiento y pedidos de máquinas de reabastecimiento de combustible en varios países** del mundo. Además, participará en el desarrollo de los nuevos reactores modulares pequeños.

## NEWTESOL

www.newtesol.com

**Newtesol es una empresa experta en soldadura** y especializada tanto en la construcción soldada de equipos nucleares (intercambiadores de calor, recipientes a presión, calderería, placas tubulares, *swirl vane separators, spools, racks* y *casks*), como en el recargue por soldadura de tubos, bridas o *fittings* con aleaciones resistentes a la corrosión o a la abrasión para aplicación en el mercado nuclear y en otros mercados, como el *offshore, oil & gas* y submarinos. Desarrolla soluciones bajo los códigos de calidad más estrictos y está reconocida con las principales certificaciones internacionales.

En 2021, Newtesol continuó fabricando equipos según el código nuclear RCCM, destacando la fabricación de los separadores de vapor que se instalarán en los generadores de vapor de la nueva central nuclear británica de Hikley Point C. Además, realizó tanto el diseño como la fabricación según ASME III de un sistema de limpieza autónomo para optimizar la capacidad térmica en los intercambiadores de calor y condensadores, así como mejorar la durabilidad de los equipos en centrales nucleares españolas. Desarrolló un nuevo procedimiento para optimizar la inspección y garantizar la calidad de la soldadura en productos tubulares de gran longitud.

En una clara apuesta por el capital humano, desarrolló un programa de formación en códigos de diseño y fabricación, teniendo en cuenta las últimas actualizaciones de los principales códigos nucleares, tales como RCCM o ASME, y en nuevas tecnologías de soldadura al personal de producción.

**En 2022, continuará aportando soluciones para el proyecto de fusión ITER**, llevando a cabo el diseño y la fabricación de depósitos a presión, que serán parte del sistema primario de calentamiento. Además, continuará dando soporte a las principales demandas de las centrales nucleares españolas para la renovación de los equipos más críticos, tales como intercambiadores de calor, depósitos o válvulas nucleares.

## NUSIM

www.nusim.com

**Nusim** se creó en 1980 para proporcionar soluciones tecnológicas a los sectores nuclear, sanitario, investigación, construcción y prevención. **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 2021, Nusim completó el suministro de siete equipos de manipulación de contenedores y bidones para la planta belga de Producción de Monolitos de Ondraf/Niras. Diseñó, fabricó y suministró ocho cunas móviles para el transporte, elevación y posicionamiento de precisión de *spools* durante los trabajos de sustitución y soldadura en la central francesa de Flamanville-3. Suministró quince equipos para filtrado de piscina para los trabajos de corte sumergido y desmantelamiento de la central francesa de Chooz A. Inició los trabajos de diseño y fabricación de equipos de descontaminación y limpieza de los paneles FWP de *Fusion Business Leadership* para el proyecto ITER.

En el mercado nacional, desarrolló nuevos equipos de manipulación y tratamiento, como el útil para la introducción de bidones en contenedores CE2a con armadura adicional, para dar solución a nuevas necesidades del centro de almacenamiento de El Cabril o el equipo de filtrado para las estufas de secado de la central de Vandellós II.

**En 2022, reforzará su presencia en el mercado internacional**, con proyectos como el de un sistema de inspección por rayos X de bidones compactables para *South African Nuclear Energy Corporation* o para desmantelamiento, manipulación y tratamiento de residuos para el sector nuclear francés.

Seguirá suministrando equipos de protección radiológica, manipulación, compactación, reducción de volumen por microondas y tratamiento de líquidos, tanto en España, para centrales nucleares y emplazamientos radiactivos, como en otros países.

**Nusim reforzará en 2022 su presencia en el mercado internacional con proyectos tanto en Francia como en Sudáfrica**

## PROINSA

**www.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 2021, Proinsa prestó sus servicios de protección radiológica en las centrales nucleares tanto operativas como en desmantelamiento de Vandellós I, Vandellós II y Santa María de Garoña. Prestó servicio como UTPR para Enresa, realizó actividades de gestión y caracterización de materiales en la central 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 el protocolo de colaboración sobre vigilancia radiológica de los materiales metálicos y con las industrias NORM, 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.

Proinsa obtuvo, por parte del Consejo de Seguridad Nuclear, la modificación de la Autorización como Unidad Técnica de Protección Radiológica en el ámbito de recuperación de material radiactivo huérfano y otros materiales fuera del control regulador, siendo la primera UTPR autorizada.

En 2022 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.

## RINGO VÁLVULAS

**www.ringospain.com**

**Ringo Válvulas es un fabricante de válvulas** hasta clase nuclear CN1, para la isla nuclear y 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 45 centrales nucleares en 24 países de África, América, Asia y Europa**.

En 2021, Ringo Válvulas -tras superar las dificultades creadas el año anterior por la Covid-19- continuó realizando suministros relevantes a las centrales nucleares españolas, entre los que destacan válvulas de clase 2 y 3 para el sistema de inyección de agua para la mitigación de incendios, accidentes, refrigeración del núcleo y de las piscinas de combustible gastado para la central de Cofrentes, válvulas de compuerta de clase nuclear 2

con actuador neumático para el Aislamiento del Sistema de Protección Anti Incendios (FP) para la central de Almaraz y válvulas de mariposa de 6" 150# en clase nuclear 3 para el Sistema de Refrigeración No Radiactivo de la central de Ascó.

En el mercado internacional, hay que destacar un contrato de válvulas de compuerta de hasta DN500 con actuadores eléctricos, con mando a distancia y pasa muros para la central sueca de Forsmark. También realizó con éxito las pruebas del prototipo de las válvulas de control en ángulo de DN300 y clase nuclear 2 para descarga a la atmósfera de la central rusa de Kursk.

**En 2022, continuará con su crecimiento en el mercado norteamericano, donde ya ha suministrado varios pedidos en Estados Unidos y Canadá** y ha conseguido nuevos proyectos para la central estadounidense de Watts Bar Nuclear y las canadienses Pickering, Darlington y Bruce Power, en las que se incluyen válvulas con Estampa N, según ASME III. También contará con una cantidad relevante de contratos para suministro en los mercados en los que históricamente ha sido muy activo, como el español, sueco, finlandés o ruso.

**Ringo Válvulas está en la actualidad presente en más de 45 centrales nucleares en 24 países de África, América, Asia y Europa**

## TECNATOM

www.tecnatom.es

**Tecnatom es una empresa de ingeniería -con más de seis décadas de experiencia- especializada en garantizar la operación segura y eficiente de las centrales nucleares con los más altos niveles de seguridad a nivel internacional**. Las principales áreas de actividad son la formación del personal de las plantas, el apoyo a la operación, la inspección, pruebas y mantenimiento y la gestión de residuos radiactivos.

Es un grupo internacional con filiales en Brasil, China, Emiratos Árabes, Eslovenia, Estados Unidos, Francia, México, Portugal y Reino Unido y proyectos tanto en el sector nuclear como en otros con grandes sinergias, como el aeroespacial.

En 2021, Tecnatom -a pesar de mantenerse la situación mundial de pandemia y gracias a los procesos de digitalización desarrollados desde hace años- continuó con el entrenamiento del personal y las actividades de inspección, diagnosis y pruebas en paradas de recarga.

**En el ámbito nacional ha consolidado los contratos a largo plazo con las plantas nucleares en materia de formación e inspección hasta su cese de operación** y ha participado en las paradas de recarga de las centrales de Trillo, Vandellós II, Cofrentes, Almaraz I y Ascó I.

Además, continuó apoyando a Enresa en las etapas finales del desmantelamiento de la central de José Cabrera y a Nuclenor en las actividades previas a la transferencia de titularidad de la central de Santa María de Garoña.

**En el ámbito internacional, cabe destacar la enorme actividad en la parada de recarga de la central brasileña de Angra**. Junto a ello, Tecnatom firmó acuerdos con EDF para la realización de las inspecciones pre-servicio de la nueva central británica de Hinkley Point C y con Rosatom para la participación en el proyecto nuclear finlandés de Hanhikivi y en el programa nuclear de Turquía.

Ha conseguido contratos para formación en Canadá, Estados Unidos y Emiratos Árabes Unidos, así como para el desarrollo de tareas de ingeniería de factores humanos en Estados Unidos, tanto para la flota existente como para el reactor modular pequeño BWRX-300 de General Electric Hitachi. Así mismo, ha logrado varios contratos para las actividades de simulación en el proyecto internacional de fusión ITER.

**En 2022, tratará de impulsar nuevos productos y servicios con una gran componente tecnológica y de digitalización**. A nivel nacional apoyará la operación y las paradas de recarga en las centrales nucleares, y tendrá especial incidencia, en el plano internacional, en el proyecto de la central de Hinkley Point C y en el proyecto de fusión nuclear ITER. **Actividades como la simulación y el suministro de equipos cobrarán una relevancia especial.**

**En 2022, actividades como la simulación y el suministro de equipos cobrarán para Tecnatom una relevancia especial**

## VIRLAB

www.virlab.es

**Virlab realiza -desde 1976, año en que se constituyó- 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 ±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 2021, Virlab 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 en la cualificación sísmica de equipos eléctricos y mecánicos para la instalación DIADEM (*Déchets radioactifs ou Alpha de Demantèlement*) 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.

**En 2022 y posteriormente seguirá divulgando sus capacidades entre las empresas del sector de bienes de equipo de Turquía -por los proyectos de construcción de nuevas centrales nucleares en este país-**, adquirirá una 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.

**La prioridad de Westinghouse es la operación segura y fiable a largo plazo de los reactores nucleares, haciendo énfasis en las revisiones periódicas de seguridad, las renovaciones de licencia y el combustible tolerante a accidentes**

## WESTINGHOUSE SPAIN

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 del medioambiente e innovación. **Suministró el primer reactor comercial de agua a presión en 1957 en Pennsylvania (Estados Unidos)**. 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.

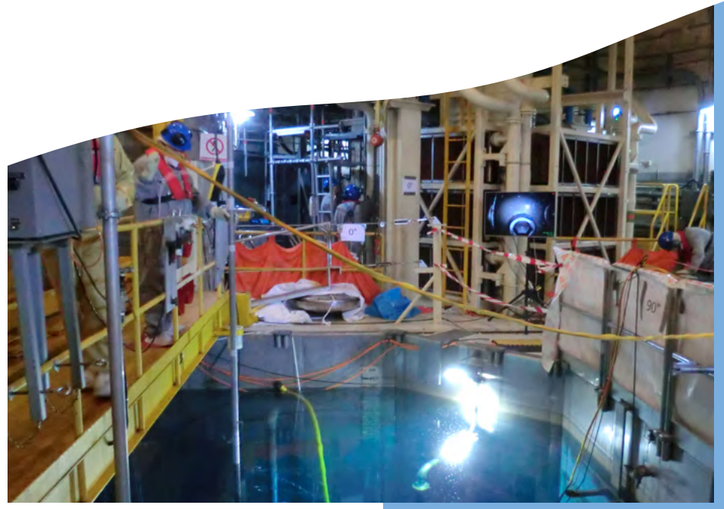
Proporciona una gran variedad de productos en las áreas de combustible, ingeniería y diseño, plataformas de instrumentación y control, desmantelamiento y gestión de residuos, además de los servicios tradicionales en planta, basándose en la aplicación de las últimas tecnologías avanzadas.

**En 2021, Westinghouse Spain ha mantenido el rendimiento, la calidad y la seguridad en los contratos de ingeniería, combustible y servicios de recarga**. Ha desarrollado proyectos de revisión de bases de diseño y relacionados con el análisis probabilístico de seguridad en la central de Almaraz; renovó el contrato WIN hasta 2024 para la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós II (ANAV); ha conseguido la extensión del contrato de combustible hasta el final de la vida operativa y el análisis del envejecimiento limitado en el tiempo para la central eslovena de Krsko. Continuó con el proyecto de desmantelameinto de la central eslovaca de Bohunice; consiguió la extensión del contrato de componentes y conversión de combustible hasta el final de la vida de las centrales españolas y el contrato de combustible hasta el final de la operación de la central de Cofrentes.

**Westinghouse Spain firmó el 4 de octubre un acuerdo definitivo con Iberdrola y Naturgy para la adquisición del 50% de Tecnatom, de la que será copropietaria y cogestora junto a Endesa** a través de una *joint venture*.

En 2022 seguirá apostando por la energía nuclear como complemento a tecnologías renovables intermitentes como la eólica y la solar, para coseguir los objetivos mundiales de descarbonización.

Su prioridad estará en la operación segura y fiable a largo plazo de las centrales nucleares, haciendo énfasis en las revisiones periódicas de seguridad, renovaciones de licencia y combustible tolerante a accidentes (ATF); en el relevo generacional, la transferencia de conocimiento, la formación, la digitalización de componentes, la obsolescencia, la instrumentación y control y el hormigón; y en la optimización de recargas, la operación flexible y el seguimiento de carga. Ofrecerá nuevos reactores pasivos, modulables y flexibles; servicios para el desmantelamiento de instalaciones nucleares; colaboración con empresas nacionales; e internacionalización de sus operaciones.



# 5

# PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO

## Energía nuclear en el mundo en cifras

**442**

REACTORES EN OPERACIÓN EN 33 PAÍSES

**58**

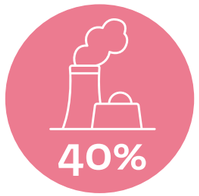
REACTORES EN CONSTRUCCIÓN EN 20 PAÍSES

**10,5%**

DE LA ELECTRICIDAD MUNDIAL

**1/3**

DE LA ELECTRICIDAD SIN EMISIONES




**EUROPA**

**177**

REACTORES EN OPERACIÓN Y 13 EN CONSTRUCCIÓN

**ASIA**

**144**

REACTORES EN OPERACIÓN Y 41 EN CONSTRUCCIÓN

**AMÉRICA**

**119**

REACTORES EN OPERACIÓN Y 4 EN CONSTRUCCIÓN

A 31 de diciembre de 2021, **en el mundo había 442 reactores en operación en 33 países. Otros 58 nuevos reactores se encontraban en construcción en 20 países**. La producción de electricidad de origen nuclear en los últimos ejercicios ha sido de aproximadamente 2.700 TWh, lo que **representa el 10,5% 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 operación (1) | Reactores en construcción (1) | Reactores parados (1) | Producción eléctrica origen nuclear (TWh) (2) | Electricidad de origen nuclear (%) (2) |
|---|---|---|---|---|---|
| Alemania | 6 | --- | 30 | 60,91 | 11,3 |
| Argentina | 3 | 1 | --- | 10,01 | 7,5 |
| Armenia | 1 | --- | 1 | 2,5 | 34,5 |
| Bangladesh | --- | 2 | --- | --- | --- |
| Bélgica | 7 | --- | 1 | 32,61 | 39,1 |
| Bielorrusia | 1 | 1 | --- | 0,34 | 1,0 |
| Brasil | 2 | 1 | --- | 14,05 | 2,1 |
| Bulgaria | 2 | --- | 4 | 16,62 | 40,8 |
| Canadá | 19 | --- | 6 | 92,65 | 14,6 |
| China | 53 | 16 | --- | 366,30 | 4,9 |
| Corea del Sur | 24 | 4 | 2 | 152,32 | 29,6 |
| Emiratos Árabes Unidos | 2 | 2 | --- | 1,56 | 1,1 |
| Eslovaquia | 4 | 2 | 3 | 15,44 | 53,1 |
| Eslovenia | 1 | --- | --- | 6,04 | 37,8 |
| España | 7 | --- | 3 | 55,75 | 22,2 |
| Estados Unidos | 93 | 2 | 40 | 789,91 | 19,7 |
| Finlandia | 4 | 1 | --- | 22,35 | 33,9 |
| Francia | 56 | 1 | 14 | 379,50 | 70,6 |
| Hungría | 4 | --- | --- | 15,17 | 48,0 |
| India | 23 | 8 | --- | 40,37 | 3,3 |
| Irán | 1 | 1 | --- | 5,79 | 1,7 |
| Japón | 33 | 2 | 27 | 42,99 | 5,1 |
| México | 2 | --- | --- | 10,86 | 4,9 |
| Países Bajos | 1 | --- | 1 | 3,86 | 3,3 |
| Pakistán | 5 | 1 | 1 | 9,64 | 7,1 |
| Reino Unido | 12 | 2 | 33 | 45,66 | 14,5 |
| República Checa | 6 | --- | --- | 28,37 | 37,3 |
| Rumania | 2 | --- | --- | 10,56 | 19,9 |
| Rusia | 38 | 4 | 9 | 215,74 | 20,6 |
| Sudáfrica | 2 | --- | --- | 11,61 | 5,9 |
| Suecia | 6 | --- | 7 | 47,26 | 29,8 |
| Suiza | 4 | --- | 2 | 22,99 | 32,9 |
| Taiwán | 3 | 2 | 3 | 30,34 | 12,7 |
| Turquía | --- | 3 | --- | --- | --- |
| Ucrania | 15 | 2 | 4 | 76,20 | 51,2 |
| **TOTAL** | **442** | **58** | **191** | **2.636,27** | **10,5** |

(1) Datos a 31 de diciembre de 2021
(2) Datos correspondientes al año 2020, últimos disponibles
Fuente: PRIS-OIEA, World Nuclear Association y Foro Nuclear

**En 2021 se conectaron a la red seis nuevos reactores en China, Emiratos Árabes Unidos, India y Pakistán y se inició la construcción de siete más en China, Rusia y Turquía**

**Durante 2021, iniciaron su construcción siete reactores:**

- **China:** las unidades 3 y 4 de la central de Changjiang, dos reactores de agua a presión PWR HPR-1000 de 1.200 MWe cada uno; la unidad 7 de la central de Tianwan, un reactor de agua a presión PWR VVER-1200/V-491 de 1.265 MWe; la unidad 3 de la central de Xudabu, un reactor de agua a presión PWR VVER-1200/V-491 de 1.274 MWe y la unidad 2 de la central de Sanaocun, un reactor de agua a presión PWR HPR-1000 de 1.210 MWe.

- **Rusia:** la central Brest-OD-300, un reactor reproductor rápido FBR de 320 MWe.

- **Turquía:** la unidad 3 de la central de Akkuyu, un reactor de agua a presión PWR VVER-V-509 de 1.200 MWe.

**Durante 2021, se conectaron a la red seis reactores:**

- **China:** la unidad 6 de la central de Tianwan, un reactor de agua a presión PWR CNP-1000 de 1.118 MWe, la unidad 5 de la central de Hongyanhe, un reactor de agua a presión PWR ACPR-1000 de 1.119 MWe y la unidad 1 de la central de Shidao Bay, un reactor modular pequeño SMR de alta temperatura HTGR HTR-PM de 211 MWe.

- **Emiratos Árabes Unidos:** la unidad 2 de la central de Barakah, un reactor de agua a presión PWR APR-1400 de 1.400 MWe.

- **India:** la unidad 3 de la central de Kakrapar, un reactor de agua pesada a presión PHWR-700 de 700 MWe.

- **Pakistán:** la unidad 2 de la central de Kanupp, un reactor de agua presión PWR ACP-1000 de 1.100 MWe.

**Durante 2021, se procedió a la parada definitiva de nueve reactores:**

- **Alemania:** la central de Brokdorf, un reactor de agua a presión PWR de 1.480 MWe; la central de Grohnde, un reactor de agua a presión PWR de 1.430 MWe y la unidad C de la central de Gundremmingen, un reactor de agua en ebullición BWR-72 de 1.344 MWe.

- **Estados Unidos:** la unidad 3 de la central de Indian Point, un reactor de agua a presión PWR WH-4LP de 1.085 MWe.

- **Pakistán:** la unidad 1 de la central de Kanupp, un reactor de agua pesada a presión PHWR CANDU-137 de 100 MWe.

- **Reino Unido:** las unidades 1 y 2 de la central de Dungeness-B, dos reactores refrigerados por gas GCR AGR de 615 MWe y la unidad 1 de la central de Hunterston-B, un reactor refrigerado por gas GCR AGR de 644 MWe.

- **Taiwan:** la unidad 1 de la central de Kuosheng, un reactor de agua en ebullición BWR de 985 MWe.

Foto: Rosatom

## La operación a largo plazo de las centrales nucleares permite garantizar el suministro eléctrico y luchar contra el cambio climático

## 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.

**La experiencia internacional acumulada demuestra 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.

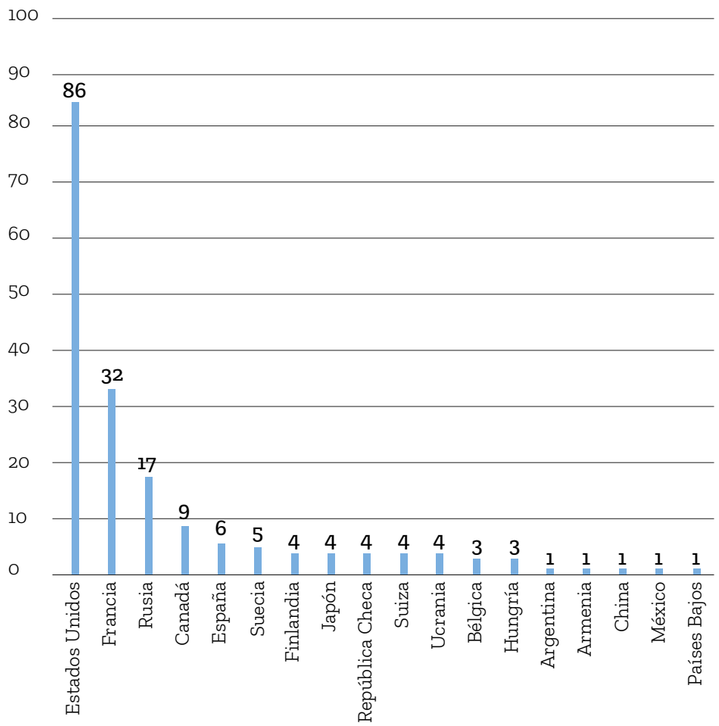
Así, a 31 de diciembre de 2021, **en el mundo había 186 reactores nucleares a los que los distintos organismos reguladores de 18 países les han concedido autorización para operar más allá de 40 años**, adoptando distintos esquemas: en unos casos se han concedido autorizaciones para 20 años adicionales, en otros por un periodo determinado y, en otros casos, de forma indefinida.

**En Estados Unidos**, donde la mayor parte de sus reactores tienen autorizaciones a 60 años, **seis de ellos tienen autorización para operar durante 80 años**. En total representan más del 40% de los reactores nucleares existentes en el mundo, y se reparten de la manera siguiente:





### REACTORES EN EL MUNDO CON AUTORIZACIÓN DE EXPLOTACIÓN A LARGO PLAZO



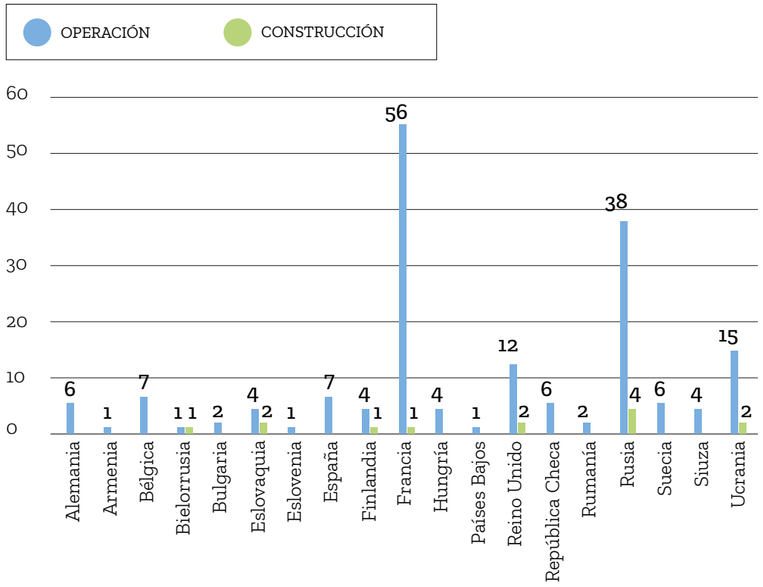

Datos a 31 de diciembre de 2021
Fuente: Foro Nuclear con datos de PRIS-OIEA, NRC, ASN, Rostechnadzor/Rosatom, CNSC, MITECO, SSM, STUK, NRA/Jaif, SÚJB, ENSI, SNRIU, FANC, HAEA, ARN, ANNP, CNNC, SENER/Gobierno de México y ANVS.

**En Estados Unidos la mayor parte de sus reactores podrán operar a 60 años y seis de ellos tienen autorización para hacerlo durante 80**

# REACTORES EN OPERACIÓN Y EN CONSTRUCCIÓN EN EL MUNDO

## REACTORES EN EUROPA

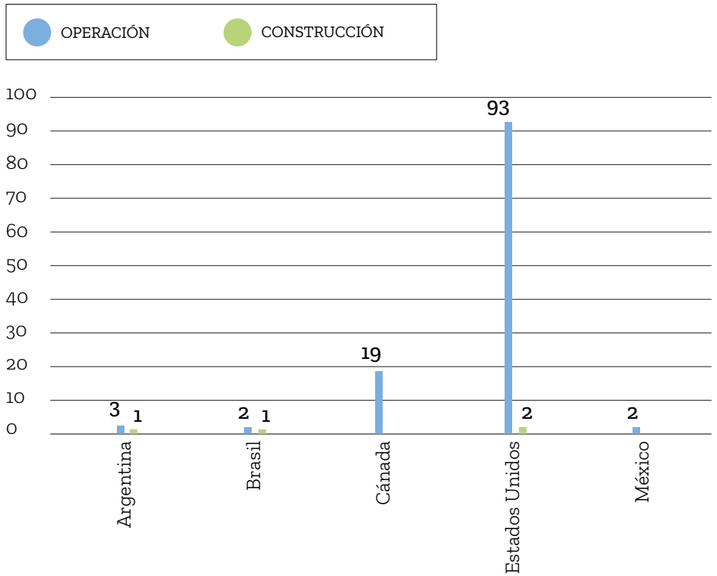
**177 REACTORES EN OPERACIÓN Y 13 EN CONSTRUCCIÓN**




Datos a 31 de diciembre de 2021
Fuente: PRIS-OIEA, World Nuclear Association y Foro Nuclear

## REACTORES EN AMÉRICA

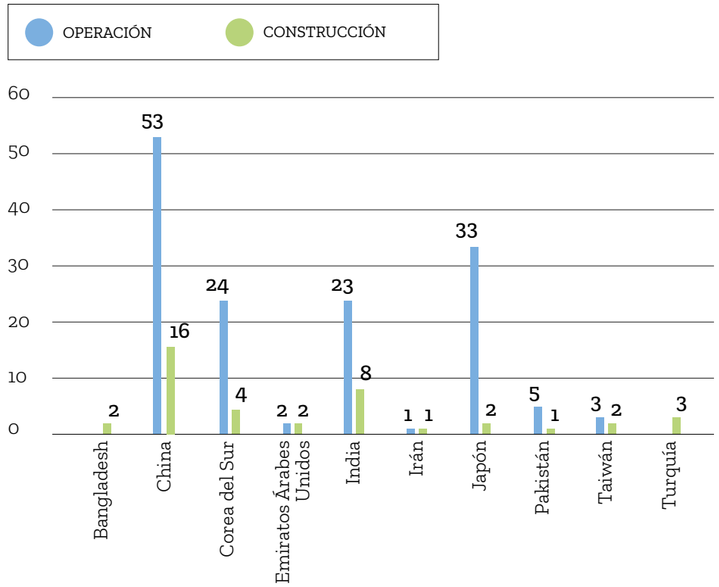
**119 REACTORES EN OPERACIÓN Y 4 EN CONSTRUCCIÓN**




Datos a 31 de diciembre de 2021
Fuente: PRIS-OIEA, World Nuclear Association y Foro Nuclear

## REACTORES EN ASIA

**144 REACTORES EN OPERACIÓN Y 41 EN CONSTRUCCIÓN**




Datos a 31 de diciembre de 2021
Fuente: PRIS-OIEA, World Nuclear Association y Foro Nuclear

Foto: ENEC

## REACTORES EN ÁFRICA

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

# INFORMES DESTACADOS DE ORGANISMOS INTERNACIONALES PUBLICADOS DURANTE 2021

## Informe *World Energy Outlook* 2021 de la Agencia Internacional de la Energía

**La Agencia Internacional de la Energía pone como ejemplos a China, Rusia y Corea del Sur que han construido con éxito varios reactores nucleares en el plazo de cinco a siete años**

En el mes de octubre, la Agencia Internacional de la Energía (AIE) publicó **su informe anual *World Energy Outlook* 2021, en el que advertía que la transición a un sistema energético limpio se está realizando demasiado despacio para que el mundo pueda alcanzar un balance neto de cero emisiones en el horizonte de 2050** y que habrá que tener en cuenta las decisiones que se tomen sobre la energía nuclear.

El WEO 2021 contempla tres posibles escenarios: el de Cero Emisiones Netas en 2050 (NZE) -que establece lo que debe hacerse para ir más allá de los compromisos anunciados para alcanzar la neutralidad de emisiones en 2050-; el de Políticas Establecidas (STEPS) -que recoge una hoja de ruta basada en las medidas ya puestas en marcha por los gobiernos hasta la fecha, así como iniciativas políticas específicas en desarrollo-; y el de Compromisos Anunciados (APS) -que explora una trayectoria en la que los compromisos de cero emisiones netas anunciados hasta ahora se implementan en tiempo y forma-.

En el escenario STEPS, casi todo el incremento de la demanda se satisface mediante fuentes bajas en carbono, aunque las emisiones anuales se mantienen en los niveles actuales. Como resultado, la temperatura media global aumenta en 2,6 °C en 2100 respecto a los niveles preindustriales. En el escenario APS, la demanda de combustibles fósiles alcanza su máximo en 2025 y las emisiones globales de $CO_2$ descienden alrededor del 40% en 2050. Se experimenta una disminución en todos los sectores, siendo la mayor en el sector eléctrico. El incremento medio de la temperatura global se mantiene alrededor de 2,1 °C.

En el escenario STEPS la potencia eléctrica global se multiplica por más de dos, pasando de 7.782 GWe en 2020 a 17.844 GWe en 2050. La energía nuclear crece de 415 GWe a 525 GWe, aumentando su producción de electricidad de 3.115 TWh a 3.711 TWh. En el APS, la potencia total se incrementa hasta los 22.795 GWe, representando la nuclear 641 GWe. En el NZE, la capacidad total será de 33.415 GWe, de los que 812 GWe serán nucleares.

Según el informe, "**el futuro de la energía nuclear depende de las decisiones que aún deben de tomarse tanto sobre los reactores existentes como sobre los de nueva construcción**. Durante la próxima década, la expansión de la energía nuclear estará fuertemente determinada por los cerca de 60 GWe en construcción en 19 países al comienzo del año 2021. China, Rusia y Corea del Sur han construido con éxito varios reactores en un plazo de cinco a siete años, así que es posible que algunas unidades adicionales que comiencen su construcción antes de 2025 puedan estar terminadas hacia 2030". Añadía que "existe incertidumbre acerca del ritmo de clausura de las centrales en servicio; muchas de las que existen en Estados Unidos, Europa y Japón necesitarán de inversiones adicionales y de nuevas políticas regulatorias para extender su vida operativa. Las decisiones al respecto tendrán que afrontar también las condiciones de mercado, estrictas revisiones de la seguridad y la aceptación por la sociedad".

La AIE indicaba que **"las tecnologías avanzadas -como los reactores modulares pequeños (SMR)- pueden tener plazos de aprobación y construcción más cortos, así como ofrecer otras aplicaciones diferentes a la generación de electricidad**, tales como la producción de calor y de hidrógeno. Para ello, han de ponerse en marcha esfuerzos innovadores para acelerar y mejorar sus perspectivas de futuro".

Foto: TVO

**La energía nuclear produce menos emisiones de $CO_2$ en su ciclo completo de vida que cualquier otra fuente**

## Informe *Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options* de la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas

En el mes de noviembre, **la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (UNECE)** publicó su informe ***Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options*, en el que concluía que la energía nuclear produce menos emisiones de $CO_2$ en su ciclo completo de vida que cualquier otra fuente de producción de electricidad.**

El informe también indica que la energía nuclear es -entre las tecnologías limpias- la que en su ciclo de vida hace un menor uso de terreno y la que requiere una menor cantidad de minerales y materiales metálicos.

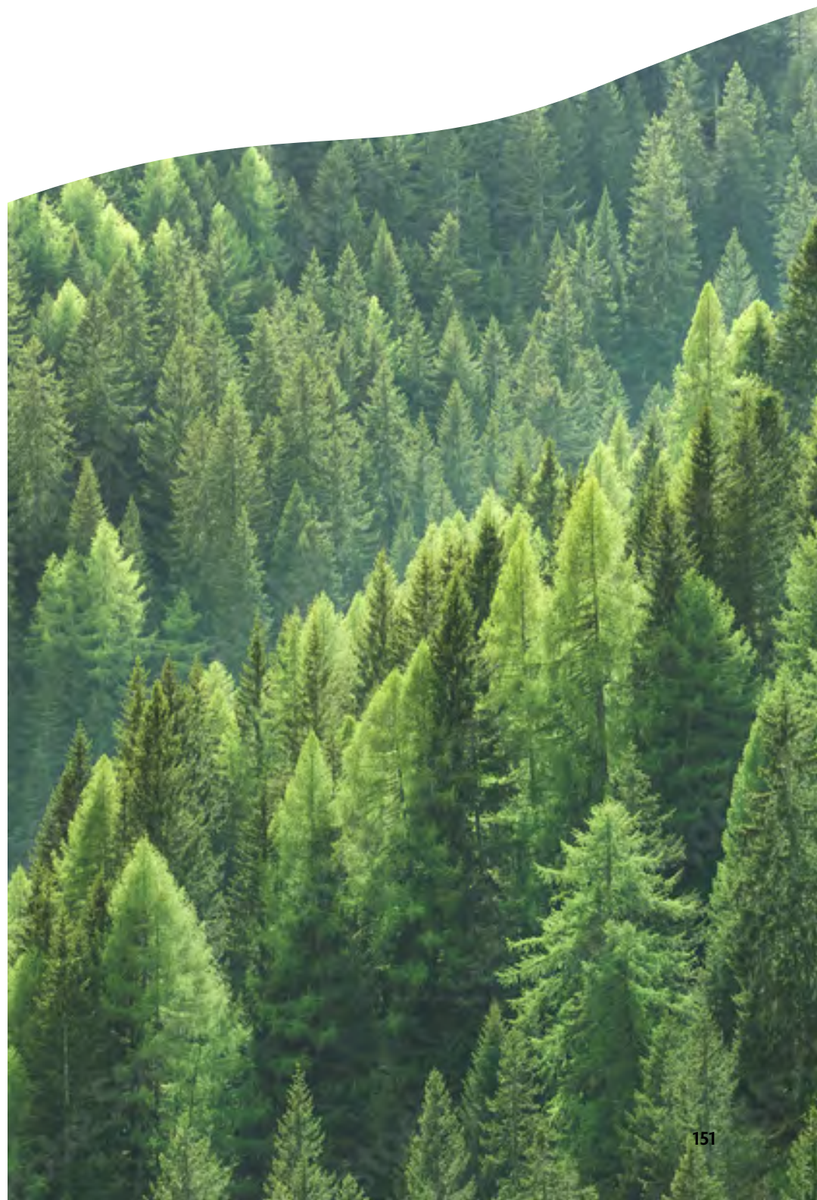
**Tanto la energía nuclear como las renovables no emiten gases de efecto invernadero en sus procesos de producción de electricidad**, pero cada una de las fuentes tiene una huella de carbono en las distintas etapas a lo largo de su ciclo completo de vida: fabricación del combustible, construcción de las instalaciones, plazo de operación y desmantelamiento al final de su vida operativa.

Los rangos de emisiones -expresados en g $CO_2$ / kWh producido- para cada una de ellas son las siguientes:

| | |
|---|---|
| Nuclear | 5,1 - 6,4 |
| Hidráulica | 6,1 - 147 |
| Eólica | 7,8 - 23 |
| Sola fotovoltaica | 7,4 - 83 |
| Solar de concentración | 14 - 122 |
| Gas | 403 - 513 |
| Carbón | 753 - 1.095 |

En este mismo sentido, EDF Energy realizó un estudio referente a la central Hinkley Point C, en construcción en el Reino Unido, titulado *Life Cycle Carbon and Environmental Impact Analysis of Electricity from Hinkley Point C Nuclear Power Plant Development*. Los resultados alcanzados eran similares e indicaban que el ciclo de vida completo producirá 5,49 g de $CO_2$ por cada kWh generado.

En el caso de tener en cuenta el impacto de las redes de transporte y distribución para llevar dicha electricidad a un consumidor final, la cifra es de 10,91 g $CO_2$ / kWh.

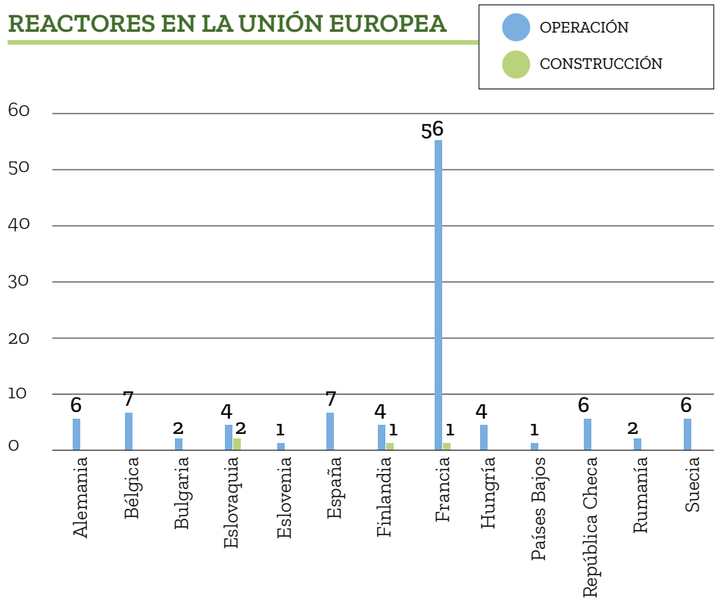


**El 25% de la electricidad de la Unión Europea procede de la energía nuclear. Hay 106 reactores operativos y 4 más en construcción**

## 5.1 Unión Europea

**A 31 de diciembre de 2021, en la Unión Europea, 13 de los 27 Estados miembros tenían centrales nucleares.** Había un total de 106 reactores en operación, que durante el año produjeron más del 25% del total de la electricidad consumida en el conjunto de la Unión Europea. Otros **cuatro reactores se encontraban en construcción en tres países** (Eslovaquia, Finlandia y Francia).

### REACTORES EN LA UNIÓN EUROPEA




Datos a 31 de diciembre de 2021
Fuente: PRIS-OIEA, World Nuclear Association y Foro Nuclear

Foto: EDF

## Acontecimientos destacados en algunos países de la Unión Europea

### ALEMANIA

**Alemania tiene 6 reactores nucleares en funcionamiento y 30 parados.**

En el mes de marzo, el Gobierno de Alemania llego a un acuerdo con las compañías eléctricas E.On, EnBW, RWE y Vattenfall, propietarias de las centrales nucleares, para compensar el cierre del parque nuclear alemán. Este acuerdo, cifrado en 2.438 millones de euros, puso fin a años de litigios entre ambas partes.

De este modo, Alemania compensará los volúmenes de electricidad que no se podrán generar por la decisión de cierre de las centrales nucleares, así como las inversiones que ya habían llevado a cabo las empresas propietarias de estas instalaciones.

En este sentido, el día 31 de diciembre se procedió a la parada definitiva de tres de las seis unidades que aún permanecían en operación a lo largo del ejercicio 2021, en el marco del calendario de cierre del gobierno de la canciller Merkel impulsado en el año 2011 tras el accidente de Fukushima.

La central de Brokdorf, equipada con un reactor de agua a presión PWR de 1.480 MWe de potencia bruta instalada, que había comenzado su operación comercial en diciembre de 1986; la central de Grohnde, equipada con un reactor de agua a presión PWR de 1.430 MWe de potencia bruta instalada, que había comenzado su operación comercial en febrero de 1985; y la unidad C de la central de Gundremmingen, equipada con un reactor de agua a presión PWR de 1.344 MWe de potencia bruta instalada, que había comenzado su operación comercial en enero de 1985, no han llegado, ni siquiera, a estar durante 40 años en operación, debido a la toma de una decisión política. Entre las tres unidades han producido más de un millón de GWh.

### BÉLGICA

**Bélgica tiene 7 reactores nucleares en funcionamiento y uno parado.**

En el mes de diciembre de 2021, el Gobierno de coalición belga anunció la confirmación del cierre de la última central nuclear existente en el país en el año 2025, de acuerdo a los planes de sus predecesores, siempre que la seguridad del suministro de electricidad no se viera afectada.

En este sentido, en el mes de julio la Oficina Federal de Planificación (FPB) indicó en un informe que **el abandono previsto de la energía nuclear aumentará las emisiones de gases de efecto invernadero y las importaciones de energía**. Según los planes iniciales del gobierno, la energía nuclear suministrará el 35% de la electricidad consumida en el país en 2023, pero se reducirá a cero a principios de 2026.





## El reactor finlandés Olkiluoto-3 comenzará su operación comercial en julio de 2022

Sin embargo, en marzo de 2022, el primer ministro belga, Alexander De Croo, anunció que **el gobierno federal del país había decidido** tomar las medidas necesarias para prolongar durante diez años más la operación de los reactores nucleares más recientes.

### FINLANDIA

**Finlandia tiene 4 reactores nucleares en funcionamiento y uno en construcción.**

A finales del mes de diciembre, el organismo regulador nuclear finlandés, la Autoridad de Seguridad Nuclear y Radiológica (STUK) concedió una autorización a la empresa Teollisuuden Voima Oyj (TVO) para seguir adelante con la puesta en marcha de la nueva unidad 3 de la central de Olkiluoto, equipada con un reactor de agua a presión EPR de 1.720 MWe.

STUK indicó que Olkiluoto-3 había cumplido las condiciones previas para la criticidad y las pruebas de baja potencia, pero antes de que el reactor se convierta en crítico el regulador aún verificará la preparación para el arranque de la planta.

**TVO señaló que la conexión a la red eléctrica se realizó a finales de enero de 2022 y la operación comercial está prevista para julio de 2022.** El nuevo reactor cubrirá alrededor del 15% del consumo de electricidad del país. La cuota de electricidad producida con energía nuclear se elevará a cerca del 40%.

Por otra parte, a principios de enero de 2022 Posiva, empresa encargada del almacenamiento final de los residuos radiactivos de alta actividad que se producen en Finlandia, remitió la **solicitud para recibir la licencia de operación de la instalación que se encargará del encapsulado y almacenamiento final del combustible nuclear gastado.** De esta forma, Finlandia será el primer país en contar con una Almacén Geológico Profundo (AGP) operativo en todo el mundo.

Foto: Posiva

Foto: EDF

## FRANCIA

**Francia tiene 56 reactores nucleares en funcionamiento, uno en construcción y 14 parados.**

En el mes de marzo, el organismo regulador nuclear, la *Autorité de Sûreté Nucléaire* (ASN), estableció las condiciones necesarias para ampliar la operación -garantizando la seguridad- de los 32 reactores que conforman la flota de 900 MWe durante una década adicional para llegar hasta 50 años de funcionamiento.

A finales de octubre, **el presidente Emmanuel Macron hizo público el plan "France 2030"** para la reindustrialización del país, que prevé la inversión, en la próxima década, de unos 30.000 millones de euros en la transición ecológica y digital, de los que **al menos 1.000 millones se destinarán a la construcción de reactores modulares pequeños**, que cuentan con tecnología innovadora y una mejor gestión de los residuos.

En el mes de noviembre, el operador del sistema eléctrico *Réseau de Transport d´Electricité* (RTE), publicó el estudio *Futurs énergétiques 2050* sobre la evolución del sistema eléctrico del país, en el que apunta que **el país galo puede alcanzar su objetivo de cero emisiones netas en el horizonte 2050** a través de la eficiencia energética y la electrificación, lo que significaría un aumento del 35% en la demanda de electricidad.

El informe considera seis escenarios diferentes, desde la generación exclusivamente a través de fuentes renovables a una combinación de éstas y de energía nuclear en diferentes proporciones. De todos los escenarios propuestos, **el más competitivo implicaría la construcción de 14 nuevos reactores nucleares, la operación a largo plazo de los existentes, una flota de pequeños reactores modulares y una inversión significativa en energía renovable.**

En este sentido, en febrero de 2022 Macron anunció que Francia **ha planificado empezar a construir 6 reactores del tipo EPR2** a partir de 2028 para su entrada en servicio en el horizonte de 2035 y lanzar estudios para la construcción de 8 EPR2 adicionales antes del año 2050. Indicó, igualmente, la necesidad de la operación a largo plazo de los reactores existentes en el país.

Foto: EDF

## PAÍSES BAJOS

**Países Bajos tiene un reactor nuclear en funcionamiento y uno parado.**

En el mes de diciembre, se alcanzó el acuerdo de coalición del nuevo gobierno, tras las elecciones generales del mes de marzo, en el que se recoge que **el país construirá dos nuevas centrales nucleares** en un intento de alcanzar objetivos climáticos más ambiciosos.

El partido liberal, el centrista, el cristianodemócrata y la Unión Cristiana alcanzaron un acuerdo de tal manera que el primer ministro Mark Rutte cumpla un cuarto mandato. El acuerdo contiene un fuerte impulso nacional al uso de energía nula en carbono, con **la decisión de prolongar la vida operativa de la central nuclear de Borssele -que ya dispone de una autorización para 60 años hasta diciembre de 2033- y construir dos unidades más**. El gobierno proporcionará el apoyo financiero, destinando unos 500 millones de euros a la construcción de nuevas centrales nucleares hasta 2025.

**Países Bajos, con un reactor operativo a largo plazo, planifica construir dos unidades más para alcanzar los objetivos climáticos**

**Polonia ha planificado invertir 34.000 millones de euros para construir sus primeras centrales nucleares con el fin de que su primera unidad esté operativa en 2033**

## POLONIA

En el mes de febrero, el Consejo de Ministros aprobó la estrategia energética para el año 2040, en la que **se incluyen planes para invertir 34.000 millones de euros en la construcción de las primeras centrales nucleares del país.**

Se pretende disponer de una potencia total de entre 6.000 MW y 9.000 MW y **está previsto que la primera unidad entre en operación comercial en 2033**. Polonia espera completar la selección de la tecnología para este programa nuclear a lo largo del año 2022.

## REPÚBLICA CHECA

**Republica Checa tiene 6 reactores nucleares en funcionamiento.**

En el mes de marzo, la Oficina Estatal para la Seguridad Nuclear (SÚJB) concedió a la empresa Elektrárna Dukovany II –filial de ČEZ, compañía eléctrica pública- un **permiso de construcción para dos nuevas unidades en el emplazamiento de la central de Dukovany, al sur del país**. La solicitud, consistente en un informe inicial de seguridad y otros documentos exigidos por la regulación y presentada un año antes, fue evaluada por un equipo de inspectores del SÚJB y de especialistas del Instituto Nacional de Protección Radiológica.

ČEZ tiene inicialmente previsto construir un reactor de Generación III+ con una potencia máxima instalada de 1.200 MWe, aunque la solicitud fuera para dos nuevos reactores.

## SUECIA

**Suecia tiene 6 reactores nucleares en funcionamiento y 7 parados.**

En el mes de mayo, la empresa demoscópica Novus realizó una encuesta de opinión para Analysgruppen -una red de expertos e investigadores de la industria y la academia-, cuyos resultados mostraron que cerca de la mitad de los suecos, el 46%, considera que la energía nuclear es esencial para alcanzar los objetivos climáticos del país y que se deberían construir nuevas centrales nucleares. El 31% está de acuerdo con mantener el uso de las unidades existentes, pero no quiere que se construyan más, y el 14% quiere que se adelante el abandono de la energía nuclear.

Por otro lado, a principios de 2022 **el gobierno sueco aprobó la construcción del repositorio final o Almacén Geológico Profundo para el combustible nuclear gastado** del país en el emplazamiento de Forsmark.

Foto: EDF

Foto: Office of Nuclear Energy

## 5.2 Estados Unidos

**Estados Unidos tiene 93 reactores nucleares en funcionamiento, 2 en construcción y 40 parados.**

En el mes de noviembre, el Departamento de Energía (DOE) anunció, en el marco del Proyecto de Ley de Infraestructuras, un **programa destinado a apoyar económicamente la continuidad del parque nuclear estadounidense**. Tendrá una dotación de 6.000 millones de dólares y se desarrollará a lo largo de los próximos cinco años. Adicionalmente, el DOE anunció la aprobación de financiación por valor de 1.355 millones de dólares para el **desarrollo tecnológico del primer proyecto de un reactor modular pequeño** (SMR – *Small Modular Reactor*) de la compañía NuScale Power.

Por otra parte, en el mes de abril cesó su actividad la unidad 3 de la central de Indian Point, un reactor de agua a presión PWR de 1.085 MWe de potencia bruta instalada que había comenzado su operación comercial en agosto de 1976, estando en funcionamiento cerca de 45 años.

### Renovación de autorizaciones de explotación

**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 mayo de 2021, y continuando el proceso iniciado en el año 2000 con las dos unidades de la central de Calvert Cliffs, el organismo regulador nuclear estadounidense (NRC – *Nuclear Regulatory Commission*) aprobó la **renovación de la autorización de explotación hasta 80 años para las unidades 1 y 2 de la central de Surry**, pertenecientes a la compañía Dominion y localizadas en Surry (Virginia).

La unidad 1 dispone de un reactor de agua a presión PWR de 890 MWe de potencia bruta instalada. Comenzó su operación comercial en diciembre de 1972 y en marzo de 2003 se le concedió la primera renovación por 20 años adicionales. Con la nueva autorización, dispone de permiso para operar hasta el 25 de mayo de 2052. La unidad 2 también dispone de un reactor de agua en ebullición BWR de 890 MWe de potencia bruta instalada. Comenzó su operación comercial en mayo de 1973 y en marzo de 2003 se le concedió la primera renovación por 20 años adicionales. Con la nueva autorización, dispone de permiso para operar hasta el 29 de enero de 2053.

De esta manera, a finales de 2021, **el organismo regulador estadounidense había renovado las autorizaciones de explotación a 86 de los 93 reactores en funcionamiento en el país, seis de ellos para un total de 80 años**. Se espera la presentación de otras cuatro solicitudes para 60 años de operación en los próximos cuatro años.

Además, se encuentran en proceso de revisión las subsecuentes solicitudes de renovación de la autorización de las unidades 1 y 2 de la central de North Anna, presentadas en agosto de 2020; las de las unidades 1 y 2 de la central de Point Beach, presentadas en noviembre de 2020; las de las unidades 1, 2 y 3 de la central de Oconee, presentadas en junio de 2021; y las de las unidades 1 y 2 de la central de St. Lucie, presentadas en agosto de 2021. **Se espera la presentación de otras cinco solicitudes para 80 años de operación a lo largo de 2023**.

**Estados Unidos tiene una firme apuesta por la operación a largo plazo de sus reactores con autorizaciones de operación a 60 e incluso a 80 años**

Foto: Georgia Power

## Aumento de potencia

**Las centrales nucleares estadounidenses continúan aumentando su capacidad de producción de electricidad**. Las mejoras se realizan por diversos procedimientos, que suelen basarse en cambios en los generadores de vapor y en las turbinas o mediante el empleo de instrumentación más precisa, que ajusta el cálculo de la potencia térmica.

En los planes de incremento de potencia se calcula para los reactores de agua en ebullición un margen del 20% y para los de agua a presión del 10%. En total, desde finales de la década de 1970, el organismo regulador nuclear ha aprobado 171 aumentos de potencia, con un incremento total de 24.089 MWt, con una potencia eléctrica 8.030 MWe, equivalentes a ocho nuevas unidades.

Durante el año 2021, se concedieron cuatro autorizaciones: a las unidades 1, 2 y 3 de la central de Oconee, que incrementaron 42 MWt cada una de ellas, con lo que actualmente tienen una potencia eléctrica bruta instalada de 891 MWe, 891 MWe y 900 MWe respectivamente, y a la unidad 3 de la central de Millstone, con un incremento de 59 MWt para una potencia eléctrica bruta instalada de 1.280 MWe.

Foto: Dominion Energy

## 5.3 Asia

### CHINA

**China tiene 53 reactores nucleares en funcionamiento y 16 en construcción.**

A lo largo del año, **China anunció sus planes para construir 150 nuevos reactores nucleares en los próximos 15 años**, con lo que se pondrían en operación más unidades que en el conjunto del resto del mundo en los últimos 35 años. Con una inversión de más de 400.000 millones de dólares, lograría así evitar la emisión de unos 1.500 millones de toneladas de $CO_2$ anuales, más de lo que generan Reino Unido, Francia, Alemania y España de forma conjunta cada año.

En el mes de diciembre la compañía China Huaneng Group anunció la primera criticidad y la **conexión a la red del primer reactor modular pequeño SMR terrestre del mundo**, un reactor del tipo HTR-10 (*High Temperature Gas-Cooled Reactor – Pebble-bed module*) de 211 MWe de potencia eléctrica bruta. El reactor está configurado sobre una base cerámica, refrigerada por helio, mediante partículas de combustible esféricas muy pequeñas con núcleo de uranio, carbono y oxígeno recubierto de tres capas de material cerámico y carbono. Está situado en la central de Shidao Bay, en la provincia de Shandong, al nordeste del país.

Foto: Rosatom

### JAPÓN

**De los 33 reactores que forman el parque nuclear japonés, 9 unidades estuvieron en funcionamiento en 2021. En la actualidad tiene 2 reactores en construcción y 27 parados.**

En el mes de abril, el gobierno japonés anunció su decisión de verter al océano Pacífico a partir del año 2023 los más de 1,25 millones de toneladas de agua tratada -de la que se ha eliminado la mayor parte de los elementos radiactivos que contiene- de la central de Fukushima-Daiichi, que se almacena en los sistemas construidos al efecto en las instalaciones de la propia central tras el accidente de marzo de 2011.

Por otra parte, en el mes de octubre **el gobierno anunció una nueva política energética, mediante la que se compromete a reducir las emisiones del país** en un 46% en el año 2050 -respecto a los niveles de 2013- para lograr la neutralidad climática. Para ello, **tendrá que hacer un gran desarrollo de energías renovables y reiniciar la operación de los reactores nucleares parados desde marzo de 2011**. Se prevé que la energía nuclear represente entre el 20% y el 22% de la demanda del país en el horizonte del año 2030.

En este sentido, en el mes de diciembre entró de nuevo en servicio la unidad 1 de la central de Sendai -un reactor de agua a presión PWR de 890 MWe de potencia bruta instalada-, convirtiéndose en el noveno reactor en volver a funcionar después del accidente de Fukushima. De la misma forma, en junio volvió a operar la unidad 3 de la central de Mihama -un reactor de agua a presión PWR de 340 MWe de potencia bruta instalada-, primera en hacerlo con más de 40 años de antigüedad tras las nuevas normas establecidas por la Autoridad Reguladora Nuclear (NRA).

**Japón prevé que la energía nuclear aporte entre el 20% y el 22% de la electricidad en el año 2030**

La primera central nuclear de Bielorrusia inició su operación comercial en enero de 2021

## 5.4 Otros países con programas nucleares

### BIELORRUSIA

**Bielorrusia tiene un reactor nuclear en funcionamiento y uno en construcción.**

En el mes de enero, el Gobierno bielorruso -tras la evaluación del organismo regulador nuclear Gosatomnadzor- concedió la autorización para el comienzo de la operación comercial de la unidad 1 de la central de Belarusian, equipada con un reactor de agua a presión PWR VVER-V-491 de 1.194 MWe, de Generación III y diseño ruso, que había comenzado su construcción en noviembre de 2013 y se había conectado a la red eléctrica en noviembre de 2020.

Está situada cerca de Ostrovets, al noroeste de Minsk, capital del país. En el mismo emplazamiento se está construyendo una segunda unidad, gemela a la unidad 1.

### EMIRATOS ÁRABES UNIDOS

**Emiratos Árabes Unidos tiene 2 reactores nucleares en funcionamiento y 2 en construcción.**

**En el mes de abril comenzó la operación comercial de la unidad 1 de la central nuclear de Barakah, primera del mundo árabe**. De la misma manera, en el mes de septiembre se conectó al sistema eléctrico del país emiratí la unidad 2 y en el mes de octubre se terminó la construcción de la unidad 3, que será conectada a la red a lo largo del año 2023.

La central de Barakah -localizada a 50 km al oeste de Ruwais en la costa de Abu Dhabi del Golfo Pérsico- está equipada con cuatro reactores idénticos APR-1400 de Generación III+ de diseño surcoreano de 1.345 MW de potencia neta instalada cada uno de ellos, que cuando se encuentren en operación comercial en el año 2025 producirán alrededor del 25% de la electricidad consumida en el país, lo que evitará la emisión de más de 21 millones de toneladas de $CO_2$ a la atmósfera.





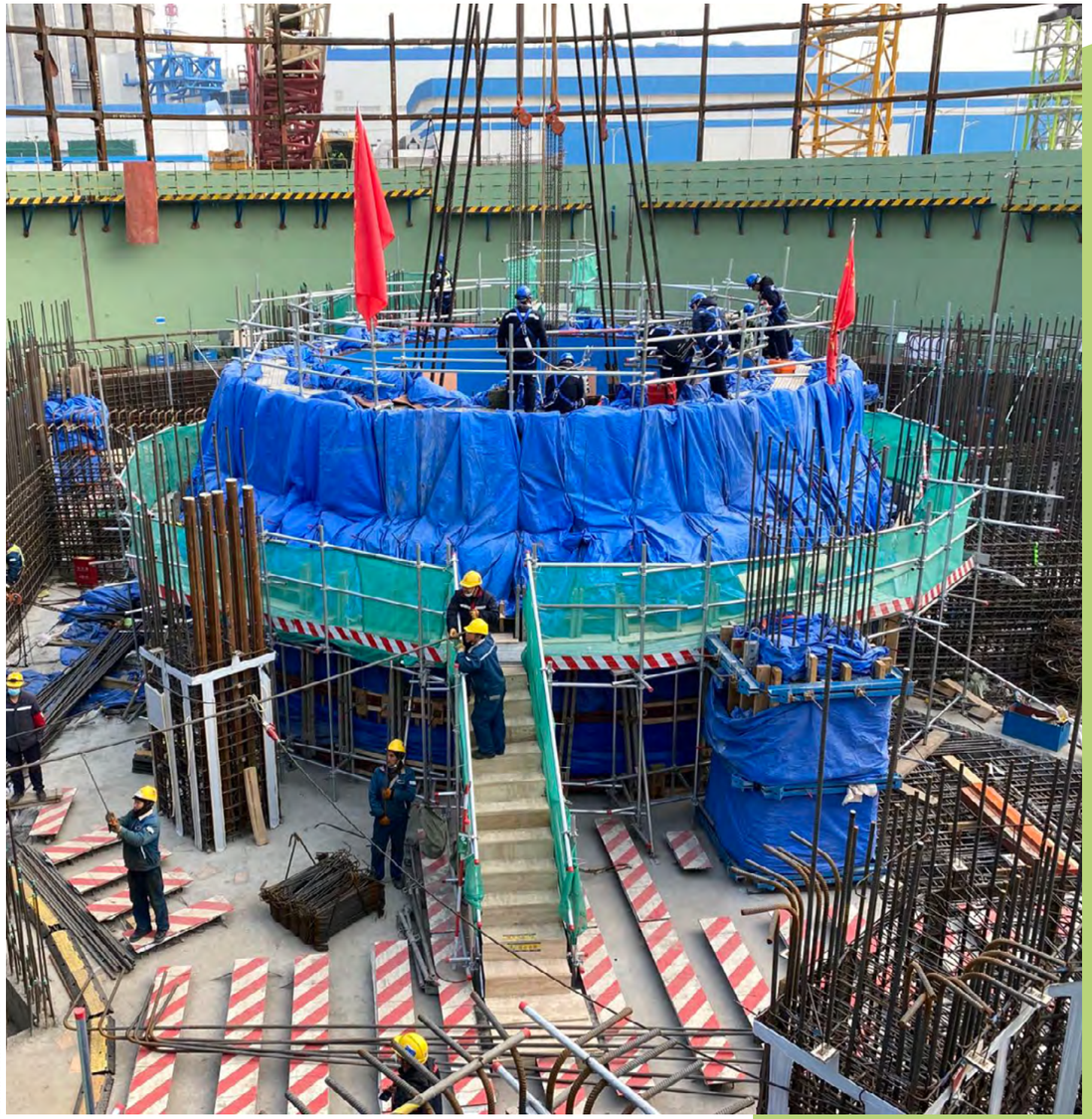


Foto: Rosatom

## RUSIA

**Rusia tiene 38 reactores nucleares en funcionamiento, 4 en construcción y 9 parados.**

Durante el año 2021, el parque nuclear ruso ha producido más de 222.400 GWh brutos, récord histórico, superando la producción prevista para el año en un 2,2%, según los datos de Rosenergoatom.

En el mes de marzo comenzó la operación comercial de la unidad 2 de la central de Leningrado-2, cerca de San Petersburgo en el Golfo de Finlandia, equipada con un reactor de agua a presión VVER-V-491 de Generación III de 1.188 MW de potencia bruta instalada, cuya construcción había comenzado en abril de 2010. Esta central tendrá cuatro unidades, que sustituirán a los anteriores reactores RBMK-1000 que cesaron su actividad el año anterior tras 45 años en servicio.

## SUDÁFRICA

**Sudáfrica tiene 2 reactores operativos.**

En el mes de octubre, la Corporación Sudafricana de Energía Nuclear (NECSA) dio la bienvenida a la decisión del Regulador Nacional de Energía (NERSA) de aprobar los planes para **la construcción y puesta en servicio de 2.500 MWe nuevos de energía nuclear**. De esta forma, se garantizará que la energía nuclear siga formando parte del *mix* eléctrico del país, en el que hay dos reactores de agua a presión PWR de 970 MWe de potencia bruta cada uno de ellos en la central de Koeberg en funcionamiento desde los años 1984 y 1985, que producen aproximadamente el 6% de la electricidad consumida cada año en el país.





**La primera central nuclear turca iniciará su operación en el primer semestre de 2023**

## TURQUÍA

**Turquía tiene 3 reactores nucleares en construcción.**

En el mes de marzo comenzó la construcción de la unidad 3 de la central nuclear de Akkuyu, equipada con un reactor de agua a presión PWR VVER-V-509 de 1.200 MWe de Generación III+ y diseño ruso.

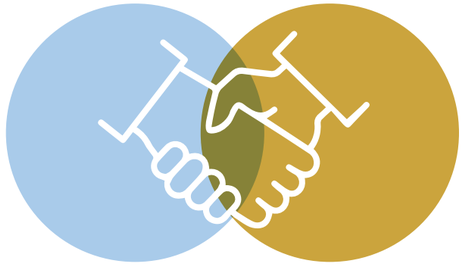
La central -emplazada al sur del país en Mersin en la costa del Mediterráneo- tendrá cuatro unidades idénticas y un coste total estimado de 20.000 millones de dólares. Se espera que la primera unidad comience su operación comercial en el primer semestre de 2023.

Foto: Rosatom

# SOCIOS DE FORO NUCLEAR

# Socios de Foro Nuclear

**Foro Nuclear agrupa a las principales empresas españolas relacionadas con la energía nuclear**. Cuenta con cerca de **50 socios** 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
- COAPSA CONTROL
- DRACE GEOCISA
- EDP
- EMPRESARIOS AGRUPADOS
- ENDESA
- ENSA
- ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS
- ENWESA
- GD ENERGY SERVICES
- GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY
- GHESA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
- GRUPO EULEN
- IBERDROLA
- IDOM CONSULTING, ENGINEERING & ARCHITECTURE
- KONECRANES
- NATURGY
- NEWTESOL
- NUCLENOR
- NUSIM
- PROINSA
- RINGO VÁLVULAS
- TECNATOM
- VIRLAB
- WESTINGHOUSE 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
- 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)

www.foronuclear.org