

LA INDUSTRIA NUCLEAR EN EL EJERCICIO 2022



ANTONIO GONZÁLEZ JIMÉNEZ
Director de Estudios y Apoyo Técnico
FORO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

El pasado mes de abril, Foro de la Industria Nuclear Española publicó su informe anual *Resultados nucleares de 2022 y perspectivas de futuro*, en el que se recogen las actividades de la industria nuclear –tanto en España como a nivel internacional– a lo largo del ejercicio 2022. En este artículo se realiza un resumen de las principales. El informe completo se puede consultar [aquí](#).

INTRODUCCIÓN

En 2022, la **producción neta de energía eléctrica** en España fue de 276.315 GWh, experimentando un incremento del 6,3 % respecto al año anterior. La generación no renovable –nuclear, ciclo combinado, cogeneración, carbón, fuel/gas y residuos no renovables– representaron el 56,4 % del total de la producción eléctrica, con 155.956 GWh, un 14,7 % más que el año anterior, debido al fuerte aumento del 53,1 % de los ciclos combinados y del 55,7 % del carbón y a pesar de la significativa disminución de la cogeneración. La generación renovable –eólica, solar, hidráulica, turbinación de bombeo, residuos renovables y otras renovables– produjo un 4 % menos, por el fuerte descenso de la producción hidráulica, llegando a su mínimo histórico, y a pesar de que se registraron máximos en la producción eólica y fotovoltaica.

La **demanda de electricidad disminuyó un 2,4 % respecto al ejercicio anterior**, un decremento del 3,9 % si se tienen en cuenta los efectos de la laboralidad y las temperaturas. Esta aparente contradicción se debe a que el sistema eléctrico español tuvo un saldo neto exportador de 19.841 GWh –el mayor de la historia–, tras haber tenido un saldo neto importador en los anteriores siete ejercicios.

La potencia neta total instalada del sistema nacional a 31 de diciembre –119.091 MW– creció un 5,5 % respecto a la de la misma fecha del año 2021. Se experimentó un importante incremento en las energías renovables, con más de 4.700 MW de solar fotovoltaica y más de 1.800 MW de eólica.

A pesar de ello, **las emisiones de CO₂ del sistema eléctrico crecieron un 23,8 % respecto a las del 2021**, pasando

de 35,8 millones de toneladas a 44,4 millones de toneladas, debido al espectacular aumento de la producción con combustibles fósiles.

EL PARQUE NUCLEAR ESPAÑOL

El **parque nuclear español está formado por siete reactores en cinco emplazamientos**: Almaraz I y II, Ascó I y II, Cofrentes, Trillo y Vandellós II. Las empresas eléctricas españolas –EDP, Endesa, Iberdrola y Naturgy– son las propietarias de las centrales nucleares y tienen como objetivo trabajar permanentemente por la excelencia en su gestión, comprometiéndose con la continuidad de su operación de forma segura y fiable.

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

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Empresas propietarias e inicio de operación de los reactores nucleares españoles.

En el año 2022, la **energía eléctrica neta producida por el parque nuclear español** fue de 55.983,50 GWh, lo que representó el 20,26 % –prácticamente el mismo porcentaje que en el ejercicio anterior– del total de la producción eléctrica neta del país. La producción bruta fue de 58.589,95 GWh, un 3,5 % superior a la del año anterior, ya que tan solo se realizaron cuatro paradas de recarga frente a las seis que tuvieron lugar en 2021. La tecnología nuclear lleva doce años consecutivos produciendo más del 20 % de la electricidad consumida en España.

“La energía nuclear lleva doce años consecutivos produciendo más del 20 % de la electricidad consumida en España”

El **parque nuclear español funcionó con las máximas garantías de seguridad, proporcionando un suministro eléctrico firme y continuo y ayudando a la estabilidad de la red eléctrica**. Los indicadores de funcionamiento, que se muestran en la Figura 2, fueron de los mejores a nivel mundial, lo que demuestra el nivel de excelencia en su operación.

En este sentido, y atendiendo siempre a la seguridad como prioridad, **los titulares de las centrales nucleares españolas invirtieron –un año más– del orden de 30 millones de euros por unidad** en tareas de mantenimiento y actualizaciones. De esta manera, se puede afirmar que son seguras y disponen de las últimas mejoras, por lo que están preparadas para operar a largo plazo desde un punto de vista técnico y organizativo.

Central nuclear	Producción bruta (GWh)	Factor de carga (%)	Factor de operación (%)	Factor de disponibilidad (%)	Factor de indisponibilidad no programada (%)
Almaraz I	8.766,60	95,36	97,76	97,30	1,94
Almaraz II	7.916,34	86,52	88,64	87,75	0,79
Ascó I	8.877,66	96,15	99,48	99,20	0,67
Ascó II	7.933,71	88,17	89,41	88,72	0,99
Cofrentes	8.649,61	90,42	90,68	89,81	9,89
Trillo	8.224,07	88,07	89,59	89,41	1,58
Vandellós II	8.221,96	86,33	88,58	87,35	1,33
TOTAL/GLOBAL	58.589,95	90,40	91,98	91,32	2,50

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.

Fuente: Elaboración propia con datos de informes mensuales de explotación (IMEX)

Figura 2. Indicadores de funcionamiento de las centrales nucleares españolas en 2022.

“Desde un punto de vista técnico, las centrales nucleares españolas están preparadas para operar a largo plazo”

A 31 de diciembre de 2022, la potencia neta instalada del parque nuclear era de 7.117 MW, el 5,98 % del total de la capacidad neta instalada en el país. La potencia bruta era de 7.398,7 MW. Por otra parte, en 2022 **la producción nuclear supuso el 31,75 % de la electricidad libre de emisiones de CO₂ generada**.

A lo largo del año, en todas las centrales tuvieron lugar los preceptivos simulacros anuales de los Planes de Emergen-

cia Interior (PEI), ejercicios de alcance integrado y algunas de ellas acogieron misiones de seguridad internacionales (*Peer-Review*, *Corporate-Peer-Review*, SALTO, etc.) de la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) y del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), con resultados satisfactorios.

FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLE, GESTIÓN DE RESIDUOS Y COMBUSTIBLE IRRADIADO Y DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES

La fábrica de elementos combustibles de Juzbado (Salamanca) –propiedad de la empresa pública española ENUSA Industrias Avanzadas S.A.– comenzó su operación en el año 1985. La instalación posee un equipo especializado para abarcar todo el ciclo de producción del combustible nuclear y 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.

En el año 2022 **se comenzó la instalación de una nueva línea de fabricación para combustible VVER-440**, mediante la que – con un acuerdo de colaboración con Westinghouse – se suministrará conjuntamente combustible a los clientes europeos con centrales de este diseño: Chequia, Eslovaquia, Finlandia, Hungría y Ucrania.

Durante el ejercicio, ENUSA Industrias Avanzadas S.A. suministró a las centrales nucleares españolas Almaraz I y II, Ascó I, Trillo y Vandellós II un total de 129,4 toneladas de uranio (tU) en distintos grados de enriquecimiento.

“El 68% de la fabricación de combustible nuclear en Juzbado se dedicó a la exportación”

La fábrica de Juzbado fabricó 282,03 tU, de las que el 68 % se dedicaron a la exportación, para centrales de Bélgica, Finlandia, Francia y Suecia (Figura 3). En total se montaron 826 elementos combustibles, 368 para reactores de agua a presión y 458 para reactores de agua en ebullición. Hay que destacar que **el combustible suministrado a los reactores PWR españoles viene operando sin fallos desde hace más de ocho años**.

Por otra parte, los **residuos de muy baja, baja y media actividad procedentes de la operación de las centrales nucleares** son acondicionados por las mismas, debiendo cumplir los criterios de aceptación establecidos para su **almacenamiento definitivo** en el Almacén Centralizado de Residuos de Muy Baja, Baja y Media Actividad de la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) **de El Cabril** en Hornachuelos (Córdoba). Estos residuos se almacenan de forma temporal en las instalaciones que las propias centrales nucleares tienen en sus emplazamientos, hasta su traslado a dicho almacén. Durante 2022, se produjeron 661,91 m³ de residuos y 447,88 m³ fueron retirados por Enresa.

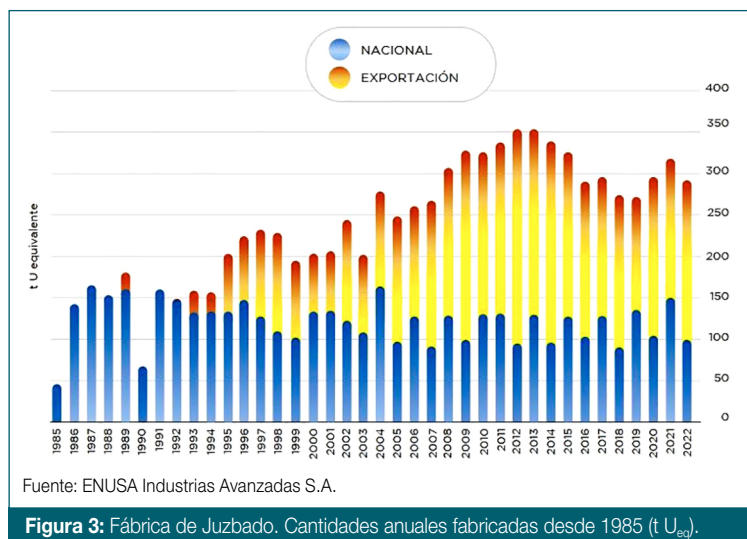


Figura 3: Fábrica de Juzbado. Cantidades anuales fabricadas desde 1985 (t U_{eq}).

En 2022 se recibieron en El Cabril un total de 2.129 m³ de residuos radiactivos –tanto de instalaciones nucleares como de instalaciones radiactivas–, de los cuales 270 m³ eran residuos de baja y media actividad (RBMA) y 1.860 m³ eran residuos de muy baja actividad (RBBA).

Por otra parte, las centrales nucleares españolas almacenan el combustible irradiado o gastado en las piscinas construidas al efecto y, cuando se completan, en Almacenes Temporales Individualizados (ATIs) en seco, ambos localizados en sus emplazamientos. Existen ATIs en operación en las centrales de José Cabrera (central en desmantelamiento), Trillo, Ascó, Almaraz, Cofrentes y Santa María de Garoña (puesto en servicio en junio de 2022 y central en proceso de presdesmantelamiento).

A 31 de diciembre de 2022, el número de elementos combustibles irradiados almacenados temporalmente en las centrales nucleares españolas era de 17.276, de los que 14.635 se encontraban en piscinas y 2.641 en ATIs.

“El combustible gastado se almacena en piscinas y, cuando estas se completan, en almacenes en seco conocidos como ATIs, ambos localizados en los emplazamientos de las centrales”

Es muy importante que el Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR) del Gobierno de España –cuya séptima edición se encuentra en trámite de aprobación– **garantice la ejecución de los proyectos de Almacenes Temporales Individualizados de capacidad total (ATI-100)** en los emplazamientos de todas las centrales nucleares españolas, ya que deberían entrar en servicio, como muy tarde, en el año 2026.

En caso contrario, las centrales tendrían que parar su operación al carecer de espacio suficiente para almacenar el combustible irradiado. De esta forma, ni siquiera podrían alcanzar las fechas establecidas en el Protocolo de Intenciones firmado –bajo el auspicio del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico– en marzo de 2019 entre Enresa y las empresas propietarias de las centrales nu-

cleares españolas, mediante el que se establece un calendario ordenado de cese de su actividad, comenzando en noviembre de 2027 y finalizando en mayo de 2035.

Además, a lo largo del ejercicio 2022 **continuaron las labores de presdesmantelamiento de la central de Santa María de Garoña**. Nuclenor –empresa propietaria de la central– llevó a cabo las actividades orientadas a transferir de forma segura y eficiente la titularidad de la instalación a Enresa para proceder a su desmantelamiento, cumpliendo de forma rigurosa la normativa y requisitos establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Respecto al proceso de desmantelamiento de la central de José Cabrera, se encontraba al 98 % de avance a finales del año 2022. Desde el comienzo en febrero de 2010 hasta el 31 de

diciembre de 2022, se han gestionado cerca de 120.000 toneladas de materiales, de las que 20.928 corresponden a material convencional, 16.332 a residuos de muy baja actividad, 1.721 a residuos de baja y media actividad y 80.910 a material desclasificable.

En cuanto al desmantelamiento de la central de Vandellós I, en el año 2022 se mantuvo en el estado de latencia en Nivel 2 –que se prolongará hasta 2030–, año a partir del cual se retirarán el cajón del reactor y todas las estructuras internas para liberar completamente el emplazamiento.

ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA

Después de la situación vivida por la pandemia por la Covid-19 y a pesar de las consecuencias derivadas de la invasión de Ucrania por Rusia en febrero de 2022, la industria nuclear española ha reforzado su participación en numerosos proyectos –tanto en España como en el exterior– y ha continuado generando empleo de calidad, con personal altamente cualificado y amplias capacidades en diferentes disciplinas.

“La industria nuclear española ha reforzado su participación en proyectos a nivel nacional e internacional y ha continuado con la generación de empleo de calidad”

La contribución desde hace más de 60 años de muchas empresas al desarrollo del programa nuclear español ha dado lugar a una **industria sólida y competitiva**. Esta experiencia ha posibilitado que, actualmente, empresas del sector estén presentes en toda la cadena de valor del negocio nuclear y que hayan alcanzado un gran prestigio, nacional e internacional, **exportando productos, servicios y alta tecnología a más de 40 países**.

Las empresas del sector nuclear español apuestan, cada vez más, por la investigación, el desarrollo y la innovación, lo que hace posible su participación en proyectos de nuevos modelos de centrales nucleares avanzadas y reactores modulares pequeños y en programas basados en la fusión nuclear, como el proyecto ITER, y la física de altas energías.

El **reconocimiento a nivel mundial** queda también reflejado en el apoyo a la operación, el mantenimiento y la puesta al día de los reactores nucleares españoles, que funcionan con las máximas garantías de seguridad y con excelentes indicadores de funcionamiento.

Los nuevos proyectos, trabajos y actividades de las empresas españolas son exponente de que **la tecnología nuclear no sólo se mantiene, sino que sigue desarrollándose en España**.

PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS EN EL MUNDO

A 31 de diciembre de 2022, en el mundo había 422 reactores en operación en 33 países, según datos del Organismo Internacional de Energía Atómica. Otros 58 nuevos reactores se encontraban en construcción en 17 países. La producción de electricidad de origen nuclear en los últimos ejercicios ha sido de unos 2.700 TWh, lo que representa aproximadamente el **10% 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.

“El mundo cuenta con 422 reactores en operación y 58 unidades más en construcción”

Durante el ejercicio 2022, **se inició la construcción de siete reactores, se conectaron seis a las distintas redes eléctricas y se procedió a la parada definitiva de cinco unidades**. Por áreas geográficas, había 2 reactores en operación y 2 en construcción en África, 118 en operación y 4 en construcción en América, 132 en operación y 40 en construcción en Asia y 170 en operación y 12 en construcción en Europa.

En la Unión Europea 13 de los 27 estados miembros tenían 3 reactores en construcción y 103 en funcionamiento, que durante el año produjeron más del 25 % de la electricidad consumida en el conjunto de la Unión, lo que representa cerca de la mitad de la electricidad generada sin emisiones de carbono.

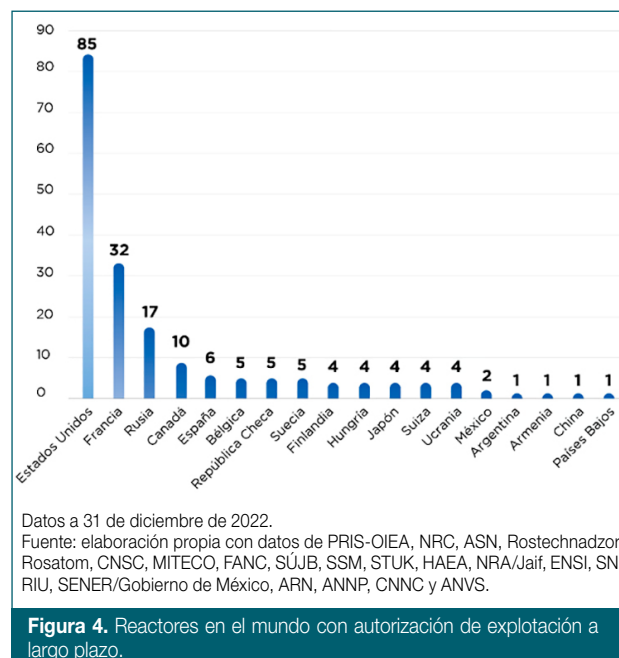
En el ejercicio 2022 hay que destacar la **inclusión de la energía nuclear** –mediante un Acto Delegado Complementario aprobado por el Consejo y el Parlamento europeos– **dentro de los mecanismos de la taxonomía de la Unión Europea**, ya que, bajo los criterios de la misma, no causa más daño a la salud humana o al medio ambiente que cualquier otra tecnología de generación eléctrica que se considere sostenible.

También es una cuestión muy importante la continuidad de la operación de las centrales nucleares, consistente en su funcionamiento más allá del periodo inicialmente considerado en su diseño. Es un procedimiento habitual en muchos

países y la experiencia internacional acumulada demuestra que es técnicamente viable, manteniéndose los niveles de seguridad y fiabilidad exigidos por las legislaciones nacionales e internacional.

“La operación a largo plazo de los reactores nucleares es una práctica habitual en muchos países, con autorizaciones a 50, 60 o incluso 80 años, como ocurre en Estados Unidos”

Así, a 31 de diciembre de 2022, en el mundo había 191 reactores nucleares –más del 45 % de los existentes– a los que los distintos organismos reguladores de 18 países (Figura 4) les han concedido autorización para operar más allá de 40 años –seis de ellos en España: Almaraz I y II, Vandellós II, Cofrentes y Ascó I y II–, adoptando distintos esquemas: en unos casos autorizaciones para 20 años adicionales, en otros por un periodo determinado y en otros de forma indefinida.



El que 2022 se haya caracterizado por ser un año muy complicado en el sector energético –tanto por el incremento de los precios como por la incertidumbre en la seguridad del suministro, lo que ha provocado una crisis global– ha motivado que **un gran número de países en las distintas regiones del mundo hayan decidido apostar no solo por la operación a largo plazo de sus reactores nucleares, sino que también han anunciado la construcción de nuevas unidades o el desarrollo de reactores nucleares pequeños**. Estas decisiones demuestran la importancia de la **energía nuclear como fuente que garantiza el suministro eléctrico, reduce la dependencia exterior y frena las emisiones contaminantes al no emitir CO₂**. ■