

PANORAMA ENERGÉTICO Y ENERGÍA NUCLEAR A OCTUBRE DE 2016

Este artículo presenta un conjunto de resultados sobre la energía nuclear en el mundo y en España, correspondientes a 2015 y hasta octubre de 2016, junto a una visión general del consumo de energía primaria y eléctrica y del funcionamiento de las centrales nucleares, las emisiones de CO₂ que evitan, la continuidad de su operación, nuevas plantas planificadas y propuestas, etc.

INTRODUCCIÓN

Como ya es tradicional en el número de octubre, este año se presentan en cifras los resultados relativos a la energía, y especialmente a la nuclear, en el mundo y en España correspondientes a 2015 y hasta octubre de 2016. Se ofrece una visión general del consumo de energía primaria y eléctrica, y el papel de las centrales nucleares, su funcionamiento, emisiones que evitan, la continuidad de su operación, nuevas plantas planificadas y propuestas, etc.

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA Situación en el mundo

El consumo de energía primaria en el mundo en el bienio 2014-2015, desglosada en las distintas fuentes, se muestra en la Tabla 1.

Según el informe *BP Statistical Review of World Energy* de junio de 2016, en 2015, el **consumo energético mundial** creció el 0,97 %, menos que la media de los últimos 10 años (1,9 %). Por zonas económicas, destaca el crecimiento del 1,6 % en los países no pertenecientes a la OCDE y en los de la UE-28. Por zonas geográficas, las tasas de mayor incremento se registraron en Oriente Medio, África y Asia-Pacífico, con valores entre el 4,2 % y 2,1 %. En el cómputo por países con mayor peso en el consumo mundial destacan con cifras positivas de crecimiento India (5,2 %) y China (1,5 %), y en la UE-28, Alemania (2,8 %) y Reino Unido (1,2 %). Redujeron su consumo Rusia (-3,3 %), EE.UU. (-0,9 %) y Japón (-1,2 %). En el cómputo mundial, los mayores consumidores fueron China con el 23 % del total y EE.UU. con el 17,3 %, seguidos a distancia por India (5,3 %), Rusia (5,1 %) y Japón (3,4 %). En la UE-28, Alemania supone el 2,4 %, Reino Unido el 1,5 %, Francia el 1,8 % y España el 1,0 %.

Los **combustibles fósiles** siguieron siendo mayoritarios, con el **86 % de la demanda** y 0,55 % de crecimiento, y un "mix" dominado por el **petróleo**, que representó el 33 % del total. La demanda de este combustible creció el 1,87 %. En los países no pertenecientes a la OCDE ese crecimiento fue del 2,62 %, en los pertenecientes del 1,13 % y en UE-28 del 1,52 %. EE.UU. fue el mayor consumidor mundial con el 20 % del total, seguido por China con el 13 %. El **carbón** le sigue en importancia con el 29 % del consumo global y un decrecimiento del 1,82 %. En los países no pertenecientes a la OCDE su consumo decreció en un 0,28 %, en los países pertenecientes un 6,14 % y en la UE-28 un 1,87 %. China es su mayor consumidor con el 50 % del total, seguido por EE.UU. con el 10 %. El consumo de **gas** creció el 1,74 % y está liderado por EE.UU. con el 24 % del total y Rusia con el 12 %. En los países no pertenecientes a la OCDE el consumo creció un 1,95 %, en los países pertenecientes un 1,53 % y en UE-28 un 4,62 %. Hay que destacar el incremento de consumo energético en India junto con la ralentización en China, y la repercusión de la explotación del petróleo y gas de esquistos (*shale gas*), sobre todo en EE.UU. La **energía nuclear** cubrió el 4 % del consumo mundial y creció el 1,32 %.

La **energía hidráulica** creció el 0,97 % y supuso el 7 % del consumo mundial, y el **resto de las renovables** (eólica, solar, geotérmica, biomasa), que abastecen el 3 % de la demanda, aumentaron en el 15,62 %. Respecto de las renovables, en los países de la OCDE ese crecimiento fue del 12,84 %, en los no pertenecientes a OCDE del 19,19 % y en UE-28 del 15,25 %. La Figura 1 muestra la evolución del consumo acumulado de energía primaria en el periodo 1990-2015.



JOSÉ LÓPEZ JIMÉNEZ

Doctor en Física y expresidente de la Comisión de Redacción de la revista *Nuclear España* de la SNE.



**ALFONSO DE LA TORRE
FERNÁNDEZ DEL POZO**

Ingeniero industrial y presidente de la Comisión de Terminología de la SNE.



ANTONIO GONZÁLEZ JIMÉNEZ

Ingeniero de Minas y diplomado en Dirección y Administración de Empresas y director de Estudios y Apoyo Técnico del Foro de la Industria Nuclear Española.

ENERGETIC OVERVIEW AND NUCLEAR ENERGY IN OCTOBER 2016

This article shows a general overview about nuclear energy in the world and in Spain in 2015; some results are updated until October 2016. A summary on the primary and electrical energy consumption and the nuclear part in the global and in the Spanish energy mix is also presented. Data on behaviour of nuclear power plants, CO₂ emissions saving, life extension, planned and proposed new nuclear plants, etc., are also included.



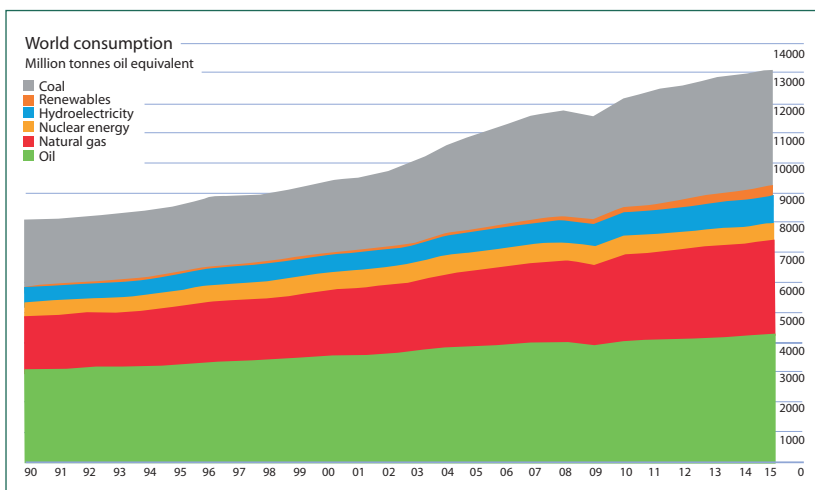
Año	Petróleo	Gas natural	Carbón	Nuclear	Hidráulica	Renovables	TOTAL
2014	4.251,6	3.081,5	3.911,2	575,5	884,3	316,6	13.020,60
2015	4.331,3	3.135,2	3.839,9	583,1	892,9	364,9	13.147,30
Δ 2015/2014	1,87 %	1,74 %	-1,82 %	1,32 %	0,97 %	15,26 %	0,97 %
Mix 2015	33 %	24 %	29 %	4 %	7 %	3 %	100 %

Datos en Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo).

Fuente: BP Statistical Review of World Energy, June 2016 y elaboración propia.

Tabla 1. Consumo de energía primaria en el mundo.

Según el informe, los **precios** de los combustibles **fósiles** volvieron a disminuir en todos los mercados. El precio medio del barril de petróleo Brent en 2015 se situó en 52,39 dólares, 46,54 dólares menos que en 2014, acabando el año en 37 dólares. El precio del uranio en forma de óxido se mantuvo estable, situándose al finalizar 2015 en 77 \$/kg U (precio medio diciembre). Según el último informe de la NEA-OCDE y el OIEA-ONU *Uranium 2014: Resources, Production and Demand*, su abastecimiento cubrirá la demanda del actual parque nuclear mundial más de 120 años, considerando un precio de 260 \$/kg U.



Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2016.

Figura 1. Evolución del consumo acumulado mundial de energía primaria por fuentes.

Situación en España

Según los datos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en 2015, el **consumo de energía primaria** en España creció el 4,63%, hasta la cifra de 123,8 Mtep. En la Tabla 2 se desglosa por las distintas fuentes. Destaca el incremento del carbón con un 23,95%. En las energías limpias retrocede la hidráulica (-28,85%) y crecen un 8,52% el resto de renovables (biomasa, biocar-

burantes y residuos no renovables). El mix de energía primaria estuvo formado por los combustibles fósiles (74%), y, a distancia, por las energías limpias, que sumaron el 20%, correspondiendo el 12% a la nuclear y el 8% a las renovables limpias y el restante 6% al resto renovables. España exportó 0,013 Mtep de energía eléctrica.

La producción nacional de energía primaria en 2015 alcanzó los 33,30 Mtep, un 0,42% inferior a la del año anterior. El grado de **autoabastecimiento** fue del 26,9%. Esta producción propia se desglosa en la Tabla 3. Por tanto, la dependencia energética exterior española ascendió al 73,1%, muy por encima de la media de la UE-28 (53,4% en 2014).

Año	Petróleo	Gas natural	Carbón	Nuclear	Hidráulica	Eólica, solar y geotérmica	Biomasa, biocarburantes y residuos (1)	Saldo Eléctrico (2)	TOTAL
2014	50,447	23,662	11,639	14,934	3,369	7,599	7,032	-0,293	118,389
2015	52,434	24,59	14,426	14,927	2,397	7,476	7,631	-0,013	123,867
Δ 2015/2014	3,94 %	3,92 %	23,95 %	-0,05 %	-28,85 %	-1,62 %	8,52 %	95,56 %	4,63 %
Mix 2015	42 %	20 %	12 %	12 %	2 %	6 %	6 %	0 %	100 %

Datos en Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo). (1) Incluye residuos no renovables. (2) Importación menos exportación de electricidad.

Fuente: Energía 2016 Foro Nuclear (con datos del MINETUR) y elaboración propia.

Tabla 2. Consumo de energía primaria en España.

Año	Petróleo	Gas natural	Carbón	Nuclear	Hidráulica	Eólica, solar y geotérmica	Biomasa, biocarburantes y residuos	TOTAL
2014	0,311	0,021	1,628	14,934	3,369	7,599	6,668	34,529
2015	0,236	0,054	1,202	14,927	2,397	7,476	7,014	33,306
Autoabastecimiento 2015	0,45 %	0,22 %	8,33 %	100 %	100 %	100 %	95,2 %	26,9 %

Datos en Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo)

Fuente: Energía 2016 Foro Nuclear (con datos del MINETUR) y elaboración propia.

Tabla 3. Producción de energía primaria en España y grado de autoabastecimiento.



País	En situación de operar a 31.12.2015				En situación de operar a octubre de 2016		En construcción a octubre de 2016		Planificadas a octubre de 2016		Propuestas a octubre de 2016	
	Uds.	Potencia neta (MW)	Producción neta (2015) TWh	% del total	Uds.	Potencia neta (MW)	Nº	Potencia neta (MW)	Nº	Potencia bruta (MW)	Nº	Potencia bruta (MW)
Alemania	8	10.799	86,8	14,1	8	10.799	-	-	-	-	-	-
Arabia Saudí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	17.000
Argentina	3	1.627	6,5	4,8	3	1.632	1	25	2	1.950	2	1.300
Armenia	1	375	2,6	34,5	1	375	-	-	1	1.060	-	-
Bélgica	7	5.913	24,8	37,5	7	5.913	-	-	-	-	-	-
Bangladesh	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.400	-	-
Bielorrusia	-	-	-	-	-	-	2	2.218	-	-	2	2.400
Brasil	2	1.884	13,9	2,8	2	1.884	1	1.245	-	-	4	4.000
Bulgaria	2	1.926	14,7	31,3	2	1.926	-	-	1	950	-	-
Canadá	19	13.500	95,6	16,6	19	13.524	-	-	2	1.500	3	3.800
Chile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.400
China	31	26.635	161,2	3	36	31.402	20	20.500	42	47.930	136	153.000
Corea del Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	950
Corea del Sur	24	21.734	157,2	31,7	25	23.133	3	4.020	8	11.600	-	-
Egipto	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.400	2	2.400
Emiratos A.U.	-	-	-	-	-	-	4	5.380	-	-	10	14.400
Eslovaquia	4	1.814	14,1	55,9	4	1.814	2	880	-	-	1	1.200
Eslovenia	1	688	5,4	38	1	688	-	-	-	-	1	1.000
España	7	7.121	54,8	20,3	7	7.121	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos	99	98.708	798	19,5	100	100.350	4	4.468	18	8.312	24	26.000
Finlandia	4	2.752	22,3	33,7	4	2.752	1	1.600	1	1.200	1	1.500
Francia	58	63.130	419	76,3	58	63.130	1	1.630	-	-	1	1.750
Hungría	4	1.889	15	52,7	4	1.889	-	-	2	2.400	-	-
India	21	5.308	34,6	3,5	22	6.225	5	2.990	20	18.600	44	51.000
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-	-	1	30	4	4.000
Irán	1	915	3,2	1,3	1	915	-	-	2	2.000	7	6.300
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.200
Italia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Japón	43	40.290	4,3	0,5	43	40.290	2	2.650	9	12.947	3	4.145
Jordania	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000	-	-
Kazajistán	-	-	-	-	-	-	-	-	2	600	2	600
Lituania	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.350	-	-
Malasia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000
Méjico	2	1.440	11,2	6,8	2	1.440	-	-	-	-	2	2.000
Países Bajos	1	482	3,9	3,7	1	482	-	-	-	-	1	1.000
Pakistán	3	690	4,3	4,4	3	690	3	1.644	1	1.161	-	-
Polonia	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6.000	-	-
Reino Unido	15	8.883	63,9	18,9	15	8.918	-	-	4	6.100	9	11.800
República Checa	6	3.904	25,3	32,5	6	3.930	-	-	2	2.400	1	1.200
Rumanía	2	1.300	10,7	17,3	2	1.300	-	-	2	1.440	1	655
Rusia	35	24.443	182,8	18,6	36	26.557	7	5.468	25	27.755	23	22.800
Sudáfrica	2	1.860	11	4,7	2	1.860	-	-	-	-	8	9.600
Suecia	10	9.648	54,5	34,3	10	9.651	-	-	-	-	-	-
Suiza	5	3.333	22,2	33,5	5	3.333	-	-	-	-	3	4.000
Tailandia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.000
Taiwán	6	5.032	35,1	16,3	6	5.052	2	2.600	-	-	-	-
Turquía	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.800	4	4.500
Ucrania	15	13.107	82,4	56,5	15	13.107	2	1.900	2	1.900	11	12.000
Vietnam	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.800	6	6.700
TOTAL	441	382.130	2.441	11,5	450	392.082	60	59.218	168	175.585	345	388.600

Fuentes: PRIS-OIEA, Foro Nuclear, World Nuclear Association y elaboración propia.

Tabla 4. Centrales nucleares a 31 de diciembre de 2015 y a primero de octubre de 2016 (en situación de operar, en construcción, planificadas y propuestas).



IMPLANTACIÓN MUNDIAL DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Parque nuclear y generación nucleoelectrónica en 2015

A finales de 2015 en el mundo había **31 países** con centrales nucleares, con un total de **441 unidades en situación de operar**, tres más que en el año anterior, con una potencia instalada neta total de 382.130 MW, 5.845 MW más que el año anterior; y 67 reactores **en construcción** en 16 países, tres menos que en el año anterior, con una potencia neta total de 66.368 MW.

La **energía eléctrica neta generada** fue de 2.441 TWh, 31 TWh más que el año anterior. Dicha generación representó el 11,5 % del total de los países con generación nuclear y el 10 % del total mundial de electricidad. En la UE-28, la participación eléctrica nuclear en 2015 fue del 26,6%, frente al 27,4% del año anterior.

A 31 de diciembre de 2015, la energía eléctrica neta de origen nuclear acumulada desde la conexión a la red del primer reactor nuclear en 1951 era de 75.161 TWh, lo que traducido a tiempo de servicio del parque mundial representa una experiencia global de operación de 16.285 reactor x año.

Es reseñable que de los 31 países con centrales nucleares 20 sobrepasaron el 15% de participación eléctrica nuclear y 13 superaron el 25%, destacando Francia (76,3%), Ucrania (56,5%), Eslovaquia (55,9%) y Hungría (52,7%), y los países con mayor número de plantas en situación de operar eran EE. UU. (99 unidades), Francia (58), Japón (43),

Rusia (35), China (31), Corea del Sur (24) e India (21).

Las 441 centrales en situación de operar a finales de 2015 se dividen por tipo de central en seis grupos (entre paréntesis el número de unidades):

- PWR (282 unidades): incluye los reactores de agua a presión, moderados y refrigerados por agua a presión y los del tipo PWR-VVER.
- BWR (78): reactores de agua en ebullición y los avanzados de origen estadounidense (ABWR).
- PHWR (49): reactores de agua a presión como refrigerante y agua pesada como moderador.
- GCR (14): reactores refrigerados por gas y moderados por grafito de origen británico; incluye el tipo avanzado AGR.
- LWGR (o RBMK) (15): reactores refrigerados por agua en ebullición y moderados por grafito.
- FBR (3): reactores reproductores rápidos refrigerados por sodio.

Durante 2015, diez reactores se conectaron a la red (ocho en China, uno en Corea del Sur y otro en Rusia) con una potencia total de 9.377 MW; siete pararon definitivamente (cinco en Japón, uno en Alemania y otro en Reino Unido), totalizando 3.863 MW; y ocho unidades iniciaron su construcción (seis en China, una en Emiratos Árabes Unidos y otra en Pakistán), con 8.359 MW.

A finales de 2015 había 67 unidades (66.368 MW) en construcción en 16 países, destacando China (con 24), Rusia (8), India (6), EE. UU. (5), y Corea del Sur y Emiratos Árabes Unidos, con cuatro cada uno. Además,

dos plantas se hallaban en parada prolongada (S.M. de Garoña, BWR, España y Monju, FBR, Japón), y otras dos, las japonesas Sendai 1 y 2, PWR, retomaban su operación comercial.

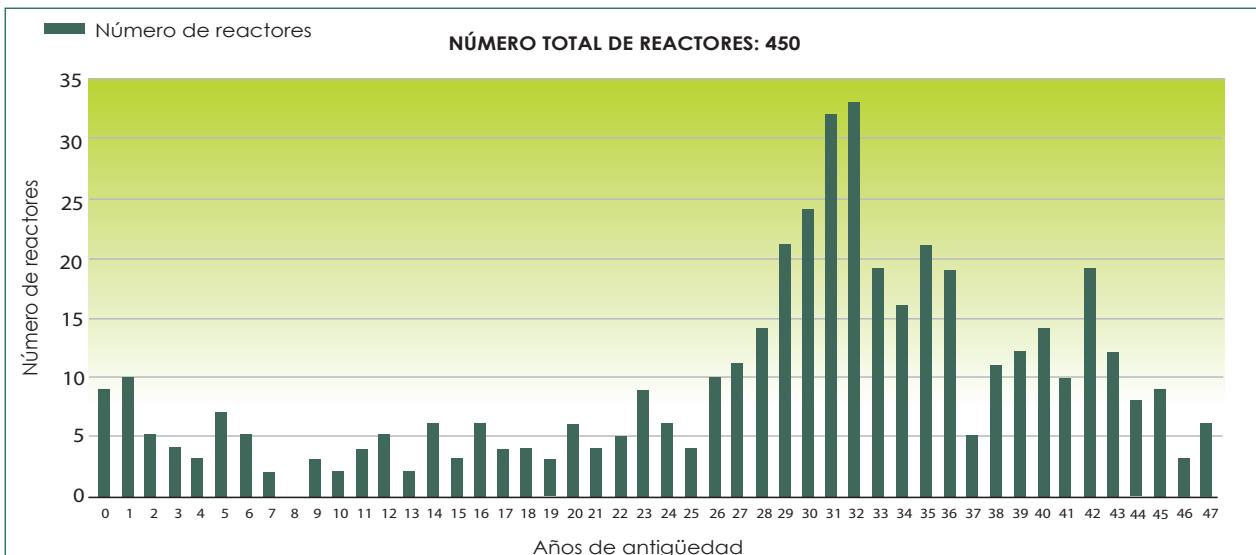
Situación a primero de octubre de 2016

En lo que va de año 2016, nueve unidades se han conectado a la red, cinco en China y una en cada uno de los siguientes países: India, Rusia, Corea del Sur y EE.UU., que suman 9.164 MW; una ha iniciado su construcción, en China (PWR, 1.000 MW), y otra ha vuelto a operación comercial (Ikata-3, PWR, Japón).

Como se muestra en la Tabla 4, el parque mundial a primero de octubre de 2016 cuenta con 450 unidades en situación de operar, doce más que en 2015, con una potencia neta total de 392.082 MW, lo que supone un crecimiento respecto de la misma fecha del año anterior de 13.027 MW. El número de 60 plantas en construcción (ocho menos que el año anterior) totaliza una potencia neta de 59.218 MW.

La Figura 2 muestra el número de centrales por años de operación. Se aprecian dos máximos en el entorno de 30 y 40 años, correspondientes a la entrada en operación en las décadas de 1970 y 1980, como resultado del aumento en la construcción a raíz de las conocidas crisis del precio del petróleo, apreciándose en la actualidad un moderado repunte.

En la Tabla 5 se muestran las 60 unidades en construcción por países y tipo de reactor.



Fuente: PRIS-OIEA

Figura 2. Número de centrales nucleares por años de antigüedad a octubre de 2016.



Tipo de central	Núm. de unidades	Potencia neta total MW	Países
PWR	50	50.778	Argentina (1), Brasil (1), Corea del Sur (3), China (19), Eslovaquia (2), EE.UU. (4), Finlandia (1), Francia (1), Pakistán (2), Rusia (7), Ucrania (2), Emiratos Árabes Unidos (4) y Bielorrusia (2)
BWR	4	5.250	Japón (2), Taiwán (2)
PHWR	4	2.520	India (4)
FBR	1	470	India (1)
HTGR	1	200	China (1)
TOTAL	60	59.218	16 países

Fuente: PRIS-OIEA y elaboración propia

Tabla 5. Centrales en construcción en el mundo a primero de octubre de 2016.

Autorización para la continuidad de la operación

Según datos del OIEA, la NRC y Foro Nuclear, actualmente, en Europa se aplican distintos criterios, que van desde la autorización indefinida de Suiza y República Checa, las autorizaciones adicionales entre 10 y 30 años de Rusia, o de más de 40 años en Suecia y las de 20 años en Hungría, hasta en Holanda y Bélgica, donde se ponen límite a la explotación de sus centrales hasta los años 2033 y 2025, respectivamente. En EE.UU., 81 de sus 100 plantas en operación han recibido autorización de explotación hasta 60 años, 16 solicitudes se encuentran en proceso de revisión, y ya se está empezando a evaluar la posibilidad de operación hasta 80 años. Asimismo, en EE.UU. se ha solicitado licencia combinada para construir y operar nueve nuevos reactores. En España, persiste la incertidumbre sobre la continuidad de la central de Santa María de Garoña, que tras expirar su autorización de explotación el 6 de julio de 2013, solicitó su renovación el 27 de mayo de 2014 hasta el año 2031.

Clausura de centrales

Desde el inicio de la explotación comercial de las plantas nucleares hasta octubre de 2016, se han desmantelado y clausurado 157 reactores nucleares en 19 países, que totalizan una potencia de 61.395 MW. Sobresalen EE. UU. con 33 unidades, Reino Unido (30), Alemania (28), Ja-

pón (16) y Francia (12). Le siguen Canadá (6), Rusia (5), Italia, Bulgaria y Ucrania (4 cada uno), Suecia y Eslovaquia (3), Lituania y España (2), y Armenia, Bélgica, Kazajistán, Países Bajos y Suiza (1). En España se han cerrado y están en proceso de desmantelamiento dos reactores: Vandellós I (GCR, 500 MW) y José Cabrera (PWR, 150 MW), en 1989 y 2006, respectivamente.

Indicadores de funcionamiento

Una de las grandes ventajas de las centrales nucleares es su **alta disponibilidad**. En la Tabla 6 se muestran los **indicadores de funcionamiento** promediados por año e integrales a lo largo del tiempo de las centrales nucleares del mundo desde su conexión a la red eléctrica hasta nuestros días. Los valores integrales tienen en cuenta todas las plantas (en funcionamiento, paradas y desmanteladas) desde el inicio de su operación comercial.

En la evolución histórica, se observa, con pequeñas oscilaciones, una mejora general de los indicadores de funcionamiento de las plantas a escala mundial. En España, los resultados son claramente más favorables que la media mundial, tanto en los valores anuales, como en los integrales, situándose entre los diez primeros puestos.

Centrales nucleares planificadas y propuestas

De acuerdo con la World Nuclear Association, actualmente existen

168 plantas **planificadas** en el mundo, con una potencia bruta total de 175.585 MW y 345 **propuestas** con 388.600 MW. Los países con más expectativas son China (178 unidades), India (64), Rusia (48), EE. UU. (42), Arabia Saudita (16), Ucrania y Reino Unido (13), Japón (12), Emiratos Árabes Unidos y Vietnam (10). En la UE-28, doce países han anunciado la construcción de un total de 35 plantas, y cinco no prevén nuevas unidades (Alemania, Bélgica, España, Italia y Suecia). Por otra parte, dieciséis nuevos países desean iniciar sus programas nucleares, sumando 82 plantas.

SITUACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN ESPAÑA

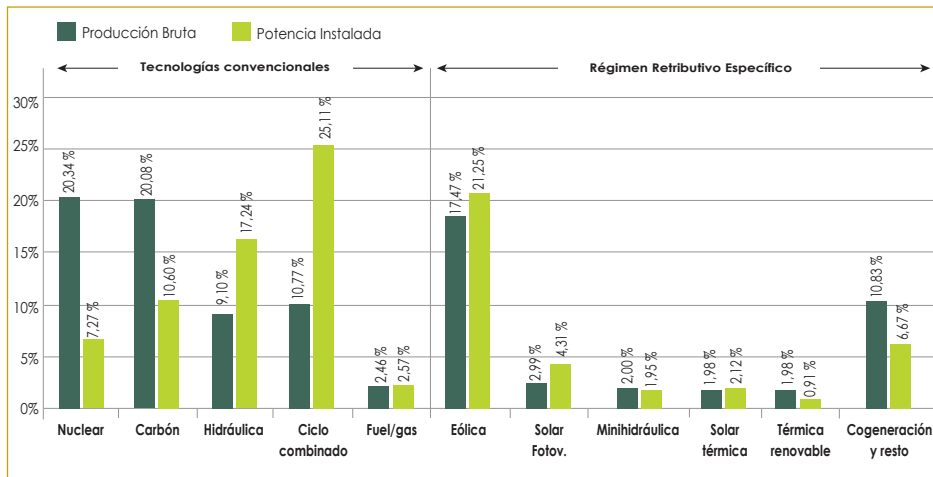
Según Unesa y Red Eléctrica de España, en 2015, la **producción eléctrica bruta** en España fue de 281.207 GWh, un 0,5% superior a la del año anterior. Las **tecnologías convencionales** (nuclear, carbón, ciclos combinados y gran hidráulica) representaron el 62,75% y el denominado **régimen retributivo específico** (eólica, solar fotovoltaica y térmica, minihidráulica, térmica renovable y cogeneración) supuso el 37,25% restante. La **demandas de energía eléctrica neta** fue de 237.443 GWh, un 1,7% superior a la de 2014, pero aún en niveles de los años 2003 y 2004. El saldo eléctrico exterior fue exportador de 467 GWh.

La **generación nuclear** alcanzó 57.188,03 GWh, es decir el 20,34% del total, con un descenso del 0,2%

Año	Núm. de plantas en operación con datos	Factor de carga %	Factor de operación %	Factor de disponibilidad %	Factor de indisponibilidad no programada %
2013	437	72,6	74,2	73,5	4,1
2014	435	73,9	75,8	75,2	3,0
2015	442	73,6	75,7	75,8	3,2
Factores integrales incluidas todas las centrales en operación y paradas desde el inicio de la operación comercial hasta finales de 2015					
MUNDIAL	547	-	78,0	76,9	6,1
ESPAÑA	10	-	84,2	78,0	4,3

Fuente: PRIS-OIEA y elaboración propia

Tabla 6. Indicadores de funcionamiento de las centrales nucleares del mundo.



Fuente: Energía 2016 Foro Nuclear (con datos de Unesa y REE)

Figura 3. Estructura de la potencia y de la producción bruta por fuentes en el sistema eléctrico español en 2015.

respecto al año anterior, ya que cinco reactores realizaron parada de recarga de combustible y mantenimiento: Almaraz II, Ascó I, Cofrentes, Vandellós II y Trillo.

La **potencia eléctrica bruta total instalada** a finales de 2015 era de 108.298 MW, un 0,14% superior a la de 2014. La contribución en términos de potencia instalada y producción eléctrica de las diferentes fuentes de energía que constituyen el sistema eléctrico español se muestra en la Figura 3. Destaca la **nuclear**, que con solo el 7,26% de la potencia (7.864,7 MW) generó el 20,34% del total de la energía eléctrica del país.

Indicadores de funcionamiento

En la Tabla 7 se presentan los indicadores de funcionamiento de las centrales nucleares españolas durante 2015 y su comparación global con los del año anterior. Los factores de carga, operación y disponibilidad del parque nuclear español

mantienen **valores próximos al 90%**, por encima de la media mundial, que evidencian un comportamiento técnico plenamente satisfactorio.

Emisiones de CO₂ y cambio climático

El **Protocolo de Kioto** (1997) para la reducción de gases de efecto invernadero, adoptado por la mayoría de los países industrializados, se marcó como objetivo la reducción mínima del 5,2% de emisiones entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990.

En 2015, según los datos de BP, las **emisiones mundiales de CO₂** fueron de 33.508 Mt, un 0,1% más que en 2014. El crecimiento estuvo por debajo de la media en todas las regiones, excepto en Europa y Eurasia. En Estados Unidos descendieron el 2,6% y en Rusia el 4,2%, mientras que en India fue donde más crecieron, con el 5,3%. Las centrales nucleares evitaron la emisión a la atmósfera de más de 2.500 Mt CO₂,

lo que equivale al 7,5% del total de las emisiones vertidas a la atmósfera en el año.

En España, los datos disponibles del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente indican unas emisiones de 328,9 Mt CO₂ en el año 2014, con un índice de emisión de 115 respecto al nivel de referencia del año base 1990. El Protocolo de Kioto permite a España un incremento máximo del 15% (índice 115) respecto a las emisiones anuales de 1990 (285,9 Mt CO₂).

Las emisiones por generación eléctrica en 2015 fueron de 72,6 Mt CO₂, un

20% superiores a las del año 2014, por el gran incremento en la producción de las centrales térmicas de carbón. Casi el 56% de la generación eléctrica provino de **fuentes libres de emisiones de CO₂**, siendo la **energía nuclear responsable de más del 36% de la misma**.

El **parque nuclear español evitó la emisión de entre 45 y 55 Mt CO₂**, considerando que la producción eléctrica de origen nuclear fuera sustituida por carbón y gas o por carbón en las proporciones de producción alcanzadas en 2015, teniendo en cuenta las respectivas tasas de generación de CO₂ de ambos combustibles fósiles.

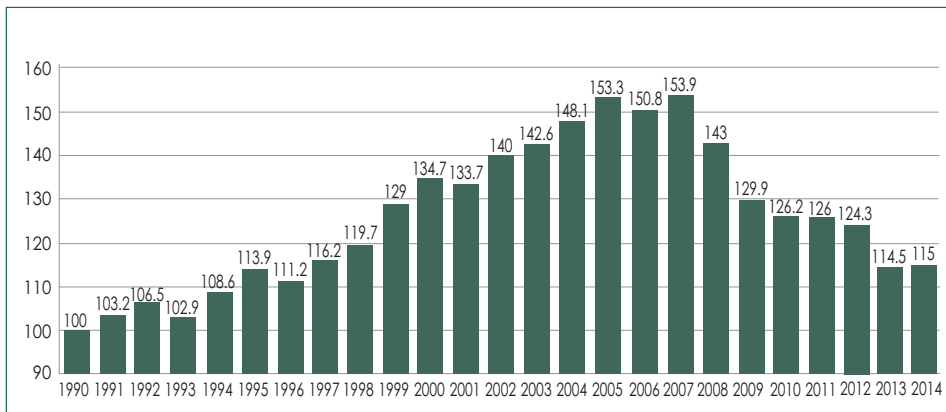
CONSIDERACIONES FINALES

En 2015, el **consumo mundial de energía primaria** creció el 0,97%, alcanzando el 1,6% en la zona no perteneciente a la OCDE y en la UE-28. En España el incremento fue del 1%. Los **combustibles fósiles cubrieron el 86%** del consumo

Central	Potencia bruta (MWe)	Factor de carga (%)	Factor de operación (%)	Factor de disponibilidad %	Factor de indisponibilidad no programada (%)	Producción bruta (GWh)
Almaraz I	1.049,4	95,48	98,32	96,62	1,39	8.777,46
Almaraz II	1.044,5	86,65	88,00	87,08	0,00	7.927,67
Ascó I	1.032,5	85,34	88,19	85,01	3,24	7.718,31
Ascó II	1.027,2	97,58	98,82	96,95	2,32	8.780,23
Cofrentes	1.092,0	80,84	83,63	81,63	0,16	7.733,13
Vandellós II	1.087,1	81,78	83,95	83,03	3,90	7.787,84
Trillo	1.066,0	90,63	91,53	91,26	0,00	8.463,39
Total 2015	7.864,7 (*)	88,26	90,26	88,72	1,57	57.188,03
Total 2014	7.864,7 (*)	88,41	89,79	88,40	2,73	57.304,23

(*) En esta cifra está incluida la potencia de la central nuclear de Santa María de Garoña (466 MW)
Fuente: Unesa y elaboración propia.

Tabla 7. Indicadores de funcionamiento del parque nuclear español en 2015.



Fuente: Energía 2016 Foro Nuclear (con datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente).

Figura 4. Evolución de las emisiones de CO₂ equivalente en España. Comparación con el compromiso del Protocolo de Kioto (1990 año base = 100).

mundial manteniendo el petróleo el liderazgo del consumo con el 33%. La irrupción de los yacimientos de esquistos está afectando de forma importante el mercado del petróleo y del gas. Las renovables (fotovoltaica, eólica y geotérmica), que supusieron el 3% del consumo mundial, crecieron el 15%.

El **parque nuclear mundial** (4% del consumo mundial de energía primaria) ha vuelto a un significativo ritmo

de crecimiento, pese a la repercusión del accidente de Fukushima. En síntesis, a octubre de 2016 hay en el mundo 450 unidades en situación de operar (doce más que en la misma fecha del año anterior), repartidas en 31 países; 60 plantas en construcción, destacando China, Rusia, India y EE.UU. Hay que resaltar la política de los países de continuar la operación de sus plantas, especialmente en los europeos como Suiza,

Bélgica y Holanda, y en Rusia y EE. UU., y la vuelta paulatina a la operación comercial de las plantas en Japón.

En cuanto al futuro de la energía nuclear, el OIEA estima en su *Energy Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050* varios escenarios de crecimiento hasta 2030, que oscilan entre el 1,9% y el 56% de la potencia nuclear actual. Resulta significativo observar el elevado número de plantas planificadas (168 unidades) y propuestas (345 unidades), distribuidas en 43 países (doce de la UE-28), de los que dieciséis se incorporarían por primera vez a esta tecnología. Debe destacarse el protagonismo de China, India, Rusia y EE.UU. La UE prevé mantener la actual capacidad nuclear hasta 2050, por considerar esta fuente como fiable, baja en emisiones de CO₂ y vital para la seguridad energética y los objetivos de descarbonización, donde representa el 50% de la generación eléctrica limpia de emisiones. ■

LA ENERGÍA NUCLEAR Y EL ACUERDO DE PARÍS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (COP21)

El 12 de diciembre de 2015, en la capital francesa se alcanzó el ya histórico *Acuerdo de París*. Los 195 países participantes en la 21ª Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas lograron un acuerdo universal para reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático. Para ello, se acordó "mantener el aumento de la temperatura media mundial a final de siglo muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales" y "aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero". Nunca antes, un tema de preocupación global como es el del cambio climático había logrado un consenso tan amplio.

El acuerdo es jurídicamente vinculante, pero no la decisión que lo acompaña ni los compromisos nacionales de reducción de emisiones (puesto que no se establecen mecanismos sancionadores). Estos compromisos se revisarán al alza cada cinco años, para que las emisiones alcancen su tope máximo establecido tan pronto como sea posible y con el objetivo de conseguir la neutralidad climática (balance neto cero de emisiones) en la segunda mitad del siglo. En cuanto a la financiación, los países desarrollados aportarán un mínimo de 100.000 millones de dólares anuales desde 2020 para ayudar a la mitigación y a la adaptación a los países en desarrollo.

El **Acuerdo de París es "neutro" desde el punto de vista tecnológico, por lo que no existe ninguna restricción ni limitación para que los distintos países puedan utilizar en sus mix de generación la tecnología que consideren adecuada**. En este sentido, la energía nuclear se contempla en varias de las contribuciones nacionales, y de forma significativa en las de China e India (el primer y tercer emisor de gases contaminantes a escala mundial, respectivamente), como una tecnología necesaria para alcanzar esos objetivos nacionales de reducción de emisiones. La nuclear es una fuente de generación masiva de electricidad que no produce emisiones de gases de efecto invernadero.

En el caso de la Unión Europea, según lo aprobado en octubre de 2014 por el Consejo Europeo en el "Marco de Actuación de la Unión Europea en materia de energía y clima hasta el año 2030", ya se ha adquirido el compromiso propio de reducir las emisiones globalmente y de forma vinculante para todos los países miembros en un 40% en el año 2030. Está pendiente de asignarse el reparto de contribuciones por cada uno de los Estados miembros (las negociaciones para el reparto tienen lugar a lo largo del año 2016, y habrá que ver cuánto le corresponde a España, distinguiéndose, además, entre sectores contemplados y no contemplados en la directiva de reducción de emisiones).

Por otra parte, la UE también se ha auto impuesto el objetivo del 27% de participación de las energías renovables en el horizonte 2030. Pero **esto no significa que no pueda considerarse la energía nuclear como un mecanismo de reducción de emisiones en cada Estado miembro**.

España, como miembro de la UE, participa de estos compromisos. Sin la aportación de la energía nuclear, nuestro país no podrá alcanzar los objetivos de reducción que le sean asignados, ni contribuir a los acordados para el conjunto de la Unión. **En España, el parque nuclear evita cada año la emisión de entre 45 y 55 millones de toneladas de CO₂, lo que supone un 14% del total de las emisiones producidas en nuestro país por cualquier actividad**. Este hecho plantea la necesidad de mantener el parque nuclear español en el mix de generación de electricidad y la consideración de la continuidad de su operación, pues representa más de una tercera parte de la electricidad limpia de emisiones generada en nuestro sistema eléctrico.

El Acuerdo de París quedó abierto a la firma en la Sede de la ONU el 22 de abril de 2016 y lo estará hasta el 21 de abril de 2017. Se acordó que entrase en vigor un mes después de que no menos de 55 Partes en la Convención, cuyas emisiones estimadas representen un 55% del total de las emisiones mundiales, hayan depositado sus instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión. Ambos hitos se han producido a primeros de octubre de 2016, por lo que entrará en vigor el 4 de noviembre de 2016.