

Panorama energético y energía nuclear a octubre de 2015

A. González, J. López Jiménez y A. de la Torre

Este artículo presenta un conjunto de resultados sobre la energía nuclear en el mundo y en España, correspondientes a 2014 y hasta octubre de 2015, junto a una visión general del consumo de energía primaria y eléctrica y del funcionamiento de las centrales nucleares, las emisiones que evitan, su operación a largo plazo, nuevas plantas planificadas y propuestas, etc.

This article shows a general overview about nuclear energy in the world and in Spain in 2014; some results are updated until October 2015. A summary on the primary and electrical energy consumption and the nuclear contribution in the global and in the Spanish energy mix is also presented. Data on behaviour of nuclear power plants, emissions saving, long term operation, planned and proposed new nuclear plants, etc., are also included.



ANTONIO GONZÁLEZ JIMÉNEZ

es ingeniero de Minas y Diplomado en Dirección y Administración de Empresas y es el director de Estudios y Apoyo Técnico del Foro de la Industria Nuclear Española.



JOSÉ LÓPEZ JIMÉNEZ

es doctor en Física y ex presidente de la Comisión de Redacción de la revista *Nuclear España* de la SNE.



ALFONSO DE LA TORRE FERNÁNDEZ DEL POZO

es ingeniero industrial y presidente de la Comisión de Terminología de la SNE.

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 2014 y hasta octubre de 2015. Se ofrece una visión general del consumo de energía primaria y eléctrica, y el papel de las centrales nucleares, su funcionamiento, emisiones que evitan, operación a largo plazo, 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 2013-2014, desglosada en las distintas fuentes, se muestra en la Tabla 1.

Según el informe *BP Statistical Review of World Energy* de junio de 2015, en 2014 el **consumo energético mundial** creció el 0,9 %, menos que la media de los 10 años anteriores (2,1 %); tendencia que siguieron los países no pertenecientes a la OCDE, que crecieron el 2,4 %. Sin embargo, el consumo en los países de la OCDE decreció el 0,9 %, excepción hecha de EE. UU., que aumentó un 1,2 %. Los mayores consumidores fueron China con el 23 % del total y EE. UU. con el 17,8 %, seguidos a distancia por Rusia (5,3 %), India (4,9 %) y Japón (3,5 %). En la UE, Alemania alcanzó el 2,4 %, Reino Unido el 1,5 %, Francia el 1,8 % y España el 1,0 %. Las tasas de mayor incremento se registraron en Oriente Medio, África y Asia-Pacífico, con valores entre el 4,4 % y 2,3 %.

Los **combustibles fósiles** siguieron siendo mayoritarios, con el **86 % de la demanda** y 0,54 % de crecimiento, y un “mix” dominado por el **petróleo**, que representó el 33 % y un crecimiento del 0,77 %, en permanente desaceleración. En los países no pertenecientes a la OCDE creció el 2,7 %, mientras que en los pertenecientes decreció en el 1,2 %. EE.UU. fue el mayor consumidor mundial con el 20 %, seguido por China con el 12 %. El **carbón** sigue en importancia con el 30 % del consumo global y un crecimiento del 0,44 %, cifra que asciende al 1,1 % en los países fuera de la OCDE. En la OCDE decreció el 1,5 % y el 6,5 % en la UE. China es el mayor consumidor con el 50 % del total, seguido por EE.UU. con el 12 %. El consumo de **gas** creció el 0,4 % y está liderado por EE.UU. y Rusia. Hay que destacar la ralentización del consumo energético en China y 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 1,8 %.

La **energía hidráulica** creció el 2 % y supuso el 7 % del consumo mundial, y el **resto de las renovables** (eólica, solar, geotérmica, biomasa) que abastecen el 2 % de la demanda aumentaron en el 11,9 %. En los países de la OCDE ese crecimiento fue del 9,9 % y en el resto de países del 16,6 %. La Figura 1 muestra la evolución del consumo acumulado de energía primaria en 2014.

Según el informe, los precios de los combustibles fósiles disminuyeron en todas las regiones excepto en

Año	Petróleo	Gas natural	Carbón	Nuclear	Hidráulica	Renovables	Total
2013	4.179,1	3.052,8	3.867,0	563,7	861,6	283,0	12.807,1
2014	4.211,1	3.065,5	3.881,8	574,0	879,0	316,9	12.928,4
Δ 2014/2013	0,77 %	0,44 %	0,38 %	1,83 %	2,02 %	11,98 %	0,95 %
Mix 2014	33 %	24 %	30 %	4 %	7 %	2 %	100 %

Datos en Mtep: millones de toneladas equivalentes de petróleo.

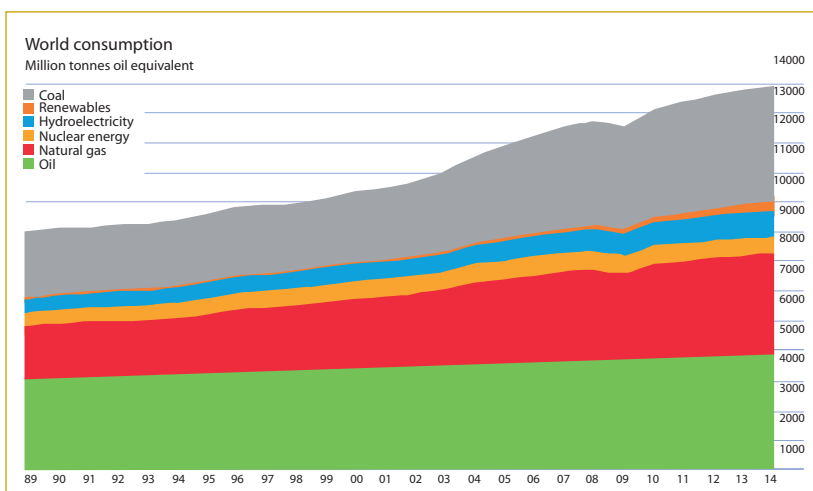
Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2015 y elaboración propia

Tabla 1: Consumo de energía primaria en el mundo.

el caso del gas en EE.UU. El precio medio del barril Brent de petróleo en 2014 se situó en 98,95 dólares, diez dólares menos que en 2013, acabando el año en 47 dólares. El precio del uranio, en forma de óxido se mantuvo estable, situándose al finalizar 2014 en 81,46 \$/kg U. Según el informe *Uranium 2014: Resources, Production and Demand* de la NEA-OCDE y el OIEA-ONU de septiembre 2014, su abastecimiento cubrirá la demanda del actual parque nuclear mundial más de 120 años, considerando un precio de 260 \$/kg U.

Situación en España

Según los datos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en 2014 el **consumo de energía primaria** en España retrocedió el 1,8 %, hasta la cifra de 118,2 Mtep. En la Tabla 2 se desglosa por las distintas fuentes: ascendió el consumo de carbón, nuclear, hidráulica y eólica, y solar en los porcentajes respectivos del 5,1 %, 1 %, 6,3 % y 3,8 %, mientras que el petróleo, el gas y el resto de renovables (biomasa y residuos, incluidos residuos no renovables) decrecieron



Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2015.

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

en el 1,1 %, 9,2 % y 10 %, respectivamente. El mix de energía primaria estuvo formado por los combustibles fósiles (73 %), y, a distancia, por las energías limpias, que sumaron el 27 %, correspondiendo el 13 % a la nuclear y el 9 % a la hidráulica, la eólica y la solar. España exportó

durante 2014 energía eléctrica por 0,29 Mtep, un 49,5 % menos que en 2013.

La producción nacional de energía primaria en 2014 alcanzó los 33,44 Mtep, un 2,8 % inferior al año anterior. El grado de **autoabastecimiento** fue del 28,3 %. Esta producción

Año	Petróleo	Gas	Carbón	Nuclear	Hidráulica	Eólica y solar	Biomasa, biocarburantes y residuos (1)	Saldo Eléctrico (2)	Total
2013	51,31	26,07	11,39	14,78	3,16	7,33	6,95	-0,581	120,44
2014	50,74	23,66	11,97	14,93	3,36	7,61	6,25	-0,293	118,23
Δ 2014/2013	-1,1 %	-9,24 %	5,09 %	1,01 %	6,33 %	3,82 %	-10,07 %	49,57 %	-1,83 %
Mix 2014	43 %	20 %	10 %	13 %	3 %	6 %	5 %	-0,2 %	100 %

Datos en Mtep: millones de toneladas equivalentes de petróleo. (1) Importación menos exportación de electricidad. (2) Importación menos exportación de electricidad.

Fuente: Energía 2015 Foro Nuclear (con datos del MINETUR) y elaboración propia

Tabla 2: Consumo de energía primaria en España.

Año	Petróleo	Gas	Carbón	Nuclear	Hidráulica	Eólica, solar, geotérmica	Biomasa, y residuos	Total
2013	0,375	0,050	1,762	14,784	3,163	7,331	6,956	34,422
2014	0,311	0,021	1,577	14,933	3,361	7,618	5,625	33,445
Autoabastecimiento 2014	0,6 %	0,1 %	13,2 %	100 %	100 %	100 %	92 %	28,3 %

Datos en Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo)

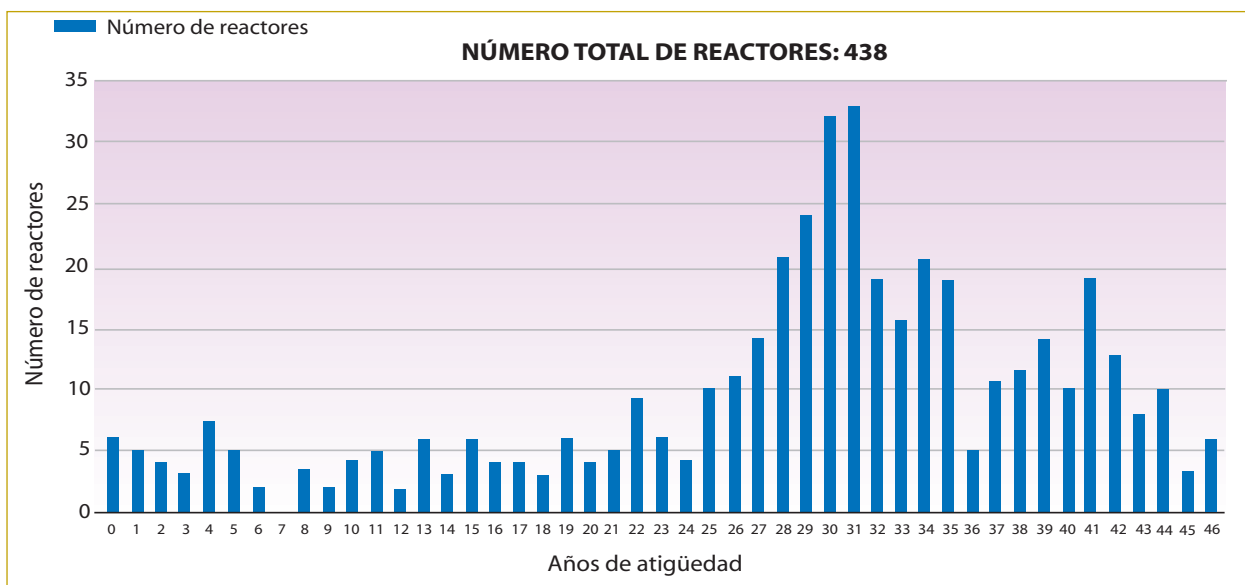
Fuente: Energía 2015 Foro Nuclear (con datos del MINETUR) y elaboración propia

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

País	En situación de operar a 31.12.2014				En situación de operar a 10.2015		En construcción a 10.2015		Planificadas a 10.2015		Propuestas a 10.2015	
	Nº	MW	TWh	% del total	Nº	Potencia neta, MW	Nº	Potencia neta, MW	Nº	Potencia bruta, MW	Nº	Potencia bruta, MW
Alemania	9	12.074	91,8	15,8	8	10.799	-	-	-	-	-	-
Arabia Saudí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	17.000
Argentina	3	1.627	5,3	4,0	3	1.627	1	25	2	1.950	2	1.300
Armenia	1	375	2,3	30,7	1	375	-	-	1	1.060	-	-
Bélgica	7	5.927	32,1	47,5	7	5.921	-	-	-	-	-	-
Bangladesh	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.400	-	-
Bielorrusia	-	-	-	-	-	-	2	2.218	-	-	2	2.400
Brasil	2	1.884	14,5	2,9	2	1.884	1	1.245	-	-	4	4.000
Bulgaria	2	1.926	15,0	31,8	2	1.926	-	-	1	950	-	-
Canadá	19	13.500	98,6	16,8	19	13.500	-	-	2	1.500	3	3.800
Chile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.400
China	23	19.007	123,8	2,4	28	24.025	24	23.738	43	49.970	136	153.000
Corea del Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	950
Corea del Sur	23	20.717	149,2	30,4	24	21.667	4	5.420	8	11.600	-	-
Egipto	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.400	2	2.400
Emiratos A.U.	-	-	-	-	-	-	4	5.380	1	1.400	10	14.400
Eslovaquia	4	1.814	14,6	56,8	4	1.814	2	880	-	-	1	1.200
Eslovenia	1	688	6,1	37,2	1	688	-	-	-	-	1	1.000
España	7	7.171	54,9	20,4	7	7.121	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos	99	98.708	798,6	19,5	99	98.708	5	5.633	5	6.063	17	26.000
Finlandia	4	2.752	22,6	34,6	4	2.752	1	1.600	1	1.200-	1	1.500
Francia	58	63.130	418,0	76,9	58	63.130	1	1.630	-	-	1	1.750
Hungría	4	1.889	14,8	53,6	4	1.889	-	-	2	2.400	-	-
India	21	5.308	33,2	3,5	21	5.308	6	3.907	22	21.300	35	40.000
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-	-	1	30	4	4.000
Irán	1	915	3,7	1,5	1	915	-	-	2	2.000	7	6.300
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.200
Italia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Japón	48	42.388	0,0	-	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	1.330	9,3	5,6	2	1.330	-	-	-	-	2	2.000
Países Bajos	1	482	3,9	4,0	1	482	-	-	-	-	1	1.000
Pakistán	3	690	4,6	4,3	3	690	2	630	2	2.000	-	-
Polonia	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6.000	-	-
Reino Unido	16	9.373	57,9	17,2	16	9.373	-	-	4	6.680	7	8.920
República Checa	6	3.904	28,6	35,8	6	3.904	-	-	2	2.400	1	1.200
Rumanía	2	1.300	10,8	18,5	2	1.300	-	-	2	1.440	1	655
Rusia	34	24.654	169,1	18,6	34	24.654	9	7.371	31	33.264	18	16.000
Sudáfrica	2	1.860	14,8	6,2	2	1.860	-	-	-	-	8	9.600
Suecia	10	9.470	62,3	41,5	10	9.651	-	-	-	-	-	-
Suiza	5	3.333	26,5	37,9	5	3.333	-	-	-	-	3	4.000
Tailandia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.000
Taiwán	6	5.032	40,8	18,9	6	5.032	2	2.600	-	-	-	-
Turquía	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.800	4	4.500
Ucrania	15	13.107	83,1	49,8	15	13.107	2	1.900	2	1.900	11	12.000
Vietnam	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.800	6	6.700
Total	438	376.285	2.410	11,5	438	379.055	68	66.827	166	186.704	322	364.920

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

Tabla 4: Centrales nucleares a 31 de diciembre de 2014 y a octubre de 2015 (en situación de operar, en construcción, planificadas y propuestas).



Fuente: PRIS-OIEA

Figura 2: Número de centrales nucleares por años de operación a octubre de 2015.

propia se desglosa en la Tabla 3. Por tanto, la dependencia energética exterior española ascendió al 71,7 %, muy por encima de la media de la UE-28 (53,2 % en 2013).

IMPLANTACIÓN MUNDIAL DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Parque nuclear y generación nucleoelectrónica en 2014

A finales de 2014 en el mundo había 31 países con centrales nucleares, con un total de **438 unidades en situación de operar**, una más que en el año anterior; y 70 reactores en **construcción** en 16 países, uno menos que en el año anterior, con una potencia neta total de 66.125 MW (véase Tabla 4).

La potencia instalada neta total era de 376.285 MW, 2.959 MW más que en 2013. La **energía eléctrica neta generada** fue de 2.410 TWh, 51 TWh más que el año anterior. Dicha generación representó cerca del 11 % del consumo mundial de electricidad. En la

UE-28, la participación eléctrica nuclear en 2014 fue del 27,6 %, frente al 26,9 % del año anterior.

A 31 de diciembre de 2014, la energía eléctrica neta de origen nuclear acumulada desde la conexión a la red del primer reactor nuclear en 1951 era de 72.720 TWh, lo que traducido a tiempo de servicio del parque mundial representa una experiencia global de operación de 15.840 reactor x año.

Es reseñable que de los 31 países con centrales nucleares, 21 superaron el 15 % de participación eléctrica nuclear y 13 superaron el 25 %, destacando Francia (77 %), Eslovaquia (57 %), Hungría (54 %), Bélgica (52 %) y Ucrania (49 %). Los países con mayor número de plantas en situación de operar eran EE. UU. (99 unidades), Francia (58), Japón (48), Rusia (34), Corea del Sur (23), India (21) y China (23).

Las 438 centrales en situación de operar a finales de 2014 se dividen por tipo de central en seis grupos

(entre paréntesis el número de unidades):

- PWR (277 unidades): incluye los reactores de agua a presión, moderados y refrigerados por agua a presión y los del tipo PWR-VVER.
- BWR (80): 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 (15): 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 (2): Reactores reproductores rápidos refrigerados por sodio.

En 2014, cinco reactores **iniciaron su operación comercial** (tres en China, uno en Rusia y uno en Argentina, con una potencia total de 4.721 MW); uno **se paró definitivamente** (EE. UU. con 605 MW); y

Tipo de central	Núm. de unidades	Potencia neta total MW	Países
PWR	57	57.598	Argentina (1), Brasil (1), Corea del Sur (4), China (23), Eslovaquia (2), EE. UU. (5), Finlandia (1), Francia (1), India (1), Pakistán (2), Rusia (8), Ucrania (2), Emiratos Árabes Unidos (4) y Bielorrusia(2)
BWR	4	5.250	Japón (2), Taiwán (2)
PHWR	4	2.520	India (4)
FBR	2	1.259	India (1), Rusia (1)
HTGR	1	200	China (1)
Total	68	66.827	16 países

Fuente: PRIS-OIEA y elaboración propia

Tabla 5: Centrales en construcción en el mundo a octubre de 2015.

tres unidades (2.479 MW) **iniciaron su construcción** (Emiratos Árabes Unidos, Bielorrusia y Argentina). A finales de 2014 había 70 unidades en construcción en 16 países, destacando China, con 26; Rusia con 9; India, con 6; EE. UU. y Corea del Sur, con 5 cada uno; y Emiratos Árabes Unidos, con 3.

Situación a octubre de 2015

En lo que va de año 2015, seis unidades se han **conectado a la red**, cinco en China y una en Corea del Sur, que suman 5.978 MW; cuatro **han iniciado su construcción**, una en los Emiratos Árabes Unidos y tres en China, totalizando 4.345 MW, y seis **han parado definitivamente**, cinco en Japón (1.810 MW) y uno en Alemania (1.275 MW). Hay que destacar la **vuelta a la operación comercial** en los meses de agosto y octubre, respectivamente, de las unidades 1 y 2 de la central japonesa de Sendai.

Como se muestra en la Tabla 4, el parque mundial a octubre de 2015 tiene 438 unidades **en situación de operar**, con una potencia neta total de 379.055 MW, lo que supone un crecimiento respecto del año anterior de 2.082 MW. El número de plantas **en construcción**, con 68 unidades y una potencia neta total de 66.827 MW, representa 3.634 MW menos que en octubre de 2014.

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.

En la Tabla 5 se muestran las 68 unidades en construcción por países y tipo de reactores.

Autorización de operación a largo plazo

Según datos del OIEA, la NRC y el Foro Nuclear, actualmente en Euro-

pa se aplican distintos criterios, que van desde la autorización indefinida de Suiza, las autorizaciones adicionales de 25 años, hasta 2039, de Rusia y de 20 años en Hungría, hasta Holanda y Bélgica, que ponen límite a la explotación de sus centrales a los años 2033 y 2025, respectivamente. En EE.UU., 78 de sus 99 plantas en operación han recibido autorización de explotación a 60 años y 18 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 10 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, ha solicitado su renovación el 27 de mayo de 2014 hasta el 2 de marzo de 2031.

Clausura de centrales

Desde el inicio de la explotación comercial de la primera planta nuclear en 1951 hasta octubre de 2015, se han desmantelado y clausurado un total de 156 reactores nucleares en 19 países, que totalizan una potencia de 60.905 MW. Sobresalen EE. UU., con 33 unidades, Reino Unido (29), Alemania (28), Japón (16) y Francia (12). Le siguen Canadá (6), Rusia (5), Italia, Bulgaria y Ucrania (4 cada uno), Suecia y Eslovaquia (3 cada uno), Lituania y España (2 cada uno), y Armenia, Bélgica, Kazajistán, Países Bajos y Suiza (1 cada uno). En España se han parado 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 su operación comercial.

En la evolución histórica, se observa una mejora de los indicadores de funcionamiento de las plantas a escala mundial en relación con el año anterior. En España, los resultados mejoran claramente la media mundial, tanto en los valores anuales, como en los integrales, donde se sitúan entre los diez primeros puestos.

Centrales nucleares planificadas y propuestas

De acuerdo con la World Nuclear Association, actualmente existen 166 plantas **planificadas** en el mundo, con una potencia bruta total de 186.704 MW y 322 **propuestas** con 364.920 MW. Los países con más expectativas son China (179 unidades), India (57), Rusia (49), EE. UU. (22), Arabia Saudita (16), Ucrania (13), Japón (12), Reino Unido y Emiratos Árabes Unidos (11) y Vietnam (10). En la UE-28 doce países han anunciado la construcción de un total de 33 plantas, y cinco no prevén nuevas unidades (Alemania, Bélgica, España, Italia y Suecia). Por otra parte, dieciséis nuevos países desean iniciar sus programas nucleares, totalizando 82 plantas.

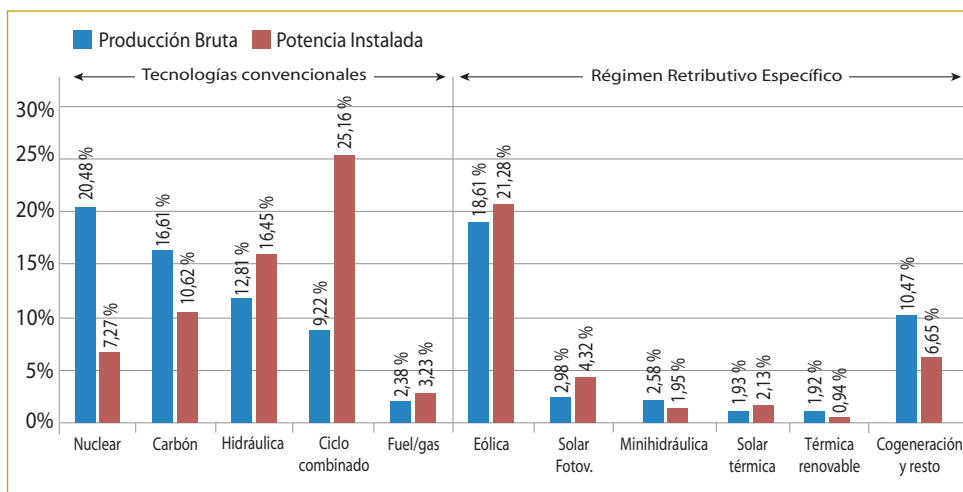
SITUACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN ESPAÑA

Según Red Eléctrica de España, en 2014 la **producción eléctrica neta** en España fue de 266.853 GWh, un 2,5 % inferior al año anterior. Las **tecnologías convencionales** (nuclear, carbón, ciclos combinados y la gran hidráulica) representaron el 61,5 % y el denominado **régimen retributivo específico** (eólica, solar fotovoltaica y térmica, minihidráulica, térmica renovable y cogeneración) supuso el 38,5 % restante. La

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	4,4
2014	435	73,9	75,8	75,2	3,0
España 2014	7	88,4	89,8	88,4	2,7
Factores integrales incluidas todas las centrales en operación y paradas desde el inicio de la operación comercial hasta finales de 2014					
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 2015 Foro Nuclear* (con datos de Unesa y REE)

Figura 3. Estructura de la potencia y de la producción bruta por fuentes en el sistema peninsular español en 2014.

demanda de energía eléctrica fue de 258.117 GWh, un 1,1 % inferior a la de 2013. El saldo eléctrico exterior fue exportador de 3.406 GWh.

La **generación nuclear** alcanzó 57.304,23 GWh, es decir el 20,48 % del total, con un crecimiento del 5,6 % respecto al año anterior. Cuatro reactores realizaron parada de recarga de combustible y mantenimiento: Almaraz I, Ascó I y II, y Trillo. Además, Almaraz II concluyó el 25 de enero la parada iniciada en 2013, y Santa María de Garoña se encuentra en cese de actividad, a la espera de una nueva autorización de explotación. En el mes de noviembre de 2014, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo otorgó a la central nuclear de Trillo la renovación de la autorización de explotación con un plazo de validez de 10 años.

La **potencia eléctrica total instalada** a finales de 2014 era de

107.954 MW, un 0,1 % inferior a 2013. 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 7,27 % de la potencia (7.864,7 MW) generó el 20,48 % del total de energía eléctrica consumida en el país.

Indicadores de funcionamiento

En la Tabla 7 se presentan los indicadores de funcionamiento de las centrales nucleares españolas durante 2014 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 2014, según los datos de BP, las **emisiones mundiales de CO₂** fueron de 35.498 Mt, un 0,5 % más que en 2013, con mayor crecimiento en los países no pertenecientes a la OCDE (el

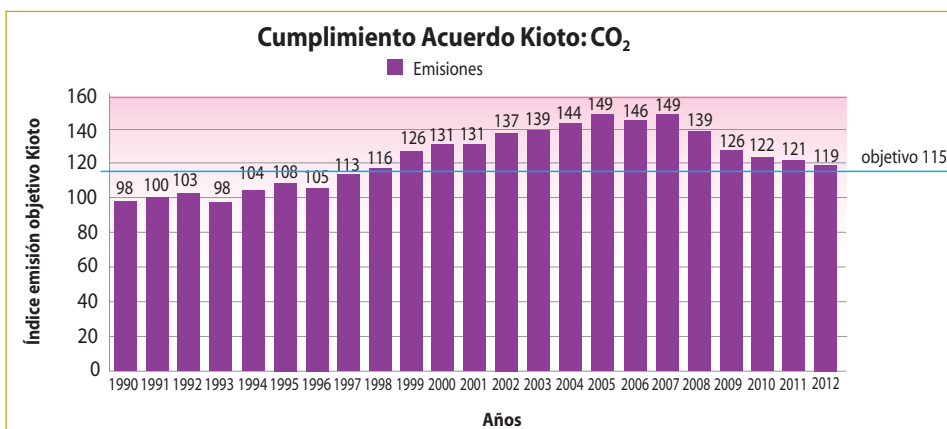
1,8 %), mientras que en esta organización decrecían el 1,5 %. **Las centrales nucleares evitaron** la emisión a la atmósfera de 2.482 Mt CO₂, lo que equivale al 7 % del total de las emisiones vertidas a la atmósfera en el año.

En España, los datos disponibles del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, cifran unas emisiones de 319,7 Mt CO₂ (año 2013), con un índice de emisión del 110,9 respecto al nivel de referencia del año 1990. El Protocolo de Kioto permite a España un incremento máximo del 15 % (índice 115) respecto a las emisiones anuales de 1990 (288,2 Mt CO₂).

Las emisiones por generación eléctrica en 2014 fueron 60,5 Mt CO₂, similares a las de 2013 (Red Eléctrica de España) lo que se explica en la compensación del incremento de la producción con carbón en un 9,6 %

con la generación nuclear que creció el 5,6 % y la solar térmica en un 11,6 %. El 61 % de la generación eléctrica provino de fuentes libres de emisiones de CO₂, siendo la **energía nuclear responsable de más de una tercera parte de la misma**.

El **parque nuclear español evitó la emisión de unos 43 Mt CO₂**, lo que supuso un ahorro de unos 256 millones de euros (aplicando el precio medio de los derechos de emisión en 2014, que fue 5,95 €/t CO₂). Las emisiones evitadas se han estimado en el supuesto



Fuente: *Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Inventario GEI España. Enero 2015.*

Figura 4: Evolución de las emisiones de CO₂ equivalente en España respecto al valor del 100 % de referencia.

Central	Potencia MWe	Factor de carga %	Factor de operación %	Factor de disponibilidad %	Factor de indisponibilidad no programada %	Producción bruta GWh
Almaraz I	1.049,4	81,70	83,92	82,67	0,50	7.510,87
Almaraz II	1.044,5	90,55	91,94	91,09	1,58	8.284,56
Ascó I	1.032,5	81,75	82,49	81,80	4,48	7.394,00
Ascó II	1.027,2	79,39	80,02	78,91	8,29	7.143,84
Cofrentes	1.092,0	98,98	100,00	98,24	0,91	9.468,97
Vandellós II	1.087,1	96,54	98,90	98,01	1,53	9.194,08
Trillo	1.066,0	88,97	90,19	89,94	2,13	8.307,91
Total 2014	7.864,7 (*)	88,41	89,79	88,40	2,73	57.304,23
Total 2013	7.864,7 (*)	87,54	89,40	88,45	3,16	56.743,39

(*) En esta cifra está incluida la potencia de la central nuclear de Santa María de Garoña (466 MW)

Fuente: UNESA. Producción diaria de las centrales nucleares españolas en 2014 y elaboración propia

Tabla 7: Indicadores de funcionamiento del parque nuclear español en 2014

de que la energía nuclear fuera sustituida por carbón y gas en las proporciones de producción alcanzadas en 2014, teniendo en cuenta las respectivas tasas de generación de CO₂ de ambos combustibles fósiles.

CONSIDERACIONES FINALES

En 2014, el **consumo mundial de energía primaria** creció el 0,9 %, especialmente en las economías emergentes, mientras que en los países de la OCDE decreció en la misma proporción. En España el incremento fue del 1 %. Los **combustibles fósiles cubrieron el 86 %** del consumo mundial y aumentaron su producción respecto a 2013, destacando el petróleo con la irrupción de los yacimientos de esquistos. Las renovables (fotovoltaica, eólica y geotérmica), que supusieron el 3 % del consumo mundial, crecieron el 12 %.

El **parque nuclear mundial** (4 % del consumo mundial de energía primaria) ha vuelto a un moderado ritmo de crecimiento, pese a la repercusión del accidente de Fukushima. En síntesis, a octubre de 2015 hay en el mundo 438 unidades en situación de operar (una más que en la misma fecha del año anterior), repartidas en 31 países; 68 plantas en construcción, destacando 24 en China, 9 en Rusia, 6 en India y 5 en EE UU. Hay que resaltar la política de los países de extender la operación de sus plantas, especialmente en los europeos como Suiza, Bélgica y Holanda, y en Rusia y EE. UU., y la vuelta a la operación comercial de dos unidades en Japón.

En cuanto al futuro de la energía nuclear, el OIEA estima en su *Informe sobre la tecnología nuclear en 2015* varios escenarios de crecimiento

hasta 2030, que oscilan entre el 8 % y el 88 % de la potencia nuclear actual. Resulta significativo observar el elevado número de plantas planificadas (166 unidades) y propuestas (322 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 e India. En la UE, se prevé el mantenimiento de la actual capacidad nuclear hasta 2050 (Tercera Conferencia Reguladora de Seguridad Nuclear en Europa, Bruselas, 29 y 30 de junio 2015), considerando la nuclear una fuente fiable, baja en emisiones de CO₂ y con un papel importante en la seguridad energética y en los objetivos de descarbonización de la Unión, donde actualmente representa el 50 % de la generación eléctrica limpia de emisiones. ■

LA PRÓXIMA CUMBRE DEL CLIMA DE PARÍS EN DICIEMBRE DE 2015

El primer acuerdo internacional sobre cambio climático se aprobó en la **Cumbre de Río de Janeiro en 1992**. La **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** (UNFCCC), suscrita por 196 países, reconoció que el cambio climático era debido a la actividad humana y la responsabilidad de los países industrializados en su corrección. Su seguimiento se realiza anualmente mediante las reuniones de la Conferencia de las Partes (COP).

El **Protocolo de Kioto** fue adoptado el 11 de diciembre de 1997 por la mayoría de los países industrializados, con el objetivo de alcanzar una reducción mínima del 5,2 % de las emisiones de gases de efecto invernadero entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. Su entrada en vigor requería su **ratificación** por los países responsables de al menos el 55 % del total de las emisiones, lo que sucedió el 16 de febrero de 2005, con la firma de Rusia. El Protocolo cumple este año su décimo aniversario y está en proceso de revisión, habiéndose logrado una reducción del 22,6 % en las emisiones de gases de efecto invernadero en 37 países, industrializados y de la UE.

En **COP17 (Durban, 2011)** se acordó renegociar Kioto aprobando el nuevo tratado en 2015 y su entrada en vigor en 2020. En **COP18 (Doha, 2012)** los países desarrollados convinieron crear un “fondo verde del clima” que alcanzaría 100.000 millones de dólares en 2020. En **COP19 (Varsovia, 2013)**, aún reconociendo la necesidad y urgencia en limitar a 2°C el aumento de la temperatura global de la Tierra, surgieron diferencias entre los países desarrollados

y no desarrollados sobre el carácter legal del acuerdo y sus obligaciones. En la última reunión celebrada, **COP20 (Lima, diciembre de 2014)**, las partes firmantes se han comprometido a definir un objetivo de reducción de emisiones acorde con las posibilidades de cada estado y que deberán aprobar en la reunión COP21. EE.UU. ha avanzado su compromiso de reducción de emisiones entre 26 % y 28 % para 2025, mientras China controlará su pico de emisiones en 2030, y aumentará la participación de los combustibles no fósiles en el consumo de energía primaria desde el presente 8 % hasta el 20 %. Ambos países suman el 45 % de las emisiones mundiales. La UE, que ya ha logrado una reducción del 12 % en las emisiones de CO₂ con respecto al valor de 1990, se ha marcado el objetivo vinculante de alcanzar el 40 % en 2030.

COP21 se celebrará en París en diciembre de 2015. Su objetivo es alcanzar un acuerdo jurídico vinculante para renovar el Tratado de Kioto, involucrando a los países no desarrollados, para limitar el calentamiento terrestre a 2°C. Deberá entrar en vigor en 2020.

Hay que hacer mención, por otra parte, a la **Declaración de Niza** (mayo de 2015) de 39 asociaciones nucleares, en representación de 50.000 profesionales de 36 países, afirmando que “la energía nuclear es una parte clave de la solución en la lucha contra el cambio climático” y reclamando el reconocimiento de su carácter limpio de emisiones no aceptado actualmente. Y por último, la reciente publicación de la Encíclica “*Laudato si'*” del Papa Francisco en defensa del medioambiente.