

Panorama energético y energía nuclear a octubre de 2013

J. López Jiménez, A. de la Torre y J. L. Mansilla

Se presenta un conjunto de resultados sobre la energía nuclear en el mundo y en España, correspondiente a 2012 y hasta 1.10.2013, junto a una visión general del consumo de energía primaria y eléctrica y del comportamiento de las centrales nucleares, ahorro de emisiones, extensión de vida, clausuras, nuevas plantas planificadas y propuestas, etc.

This article shows a general overview about the nuclear in the world and in Spain in 2012 and some figures are updated until October 2013. It is also presented a summary on the primary and electrical energy consumption and the nuclear part in the global and in the Spanish energy mix. Data on behaviour of nuclear power plants, emission saving, life extension, the planned and proposed new nuclear plants, etc., are also be included.



JOSÉ LÓPEZ JIMÉNEZ

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

INTRODUCCIÓN

Como es ya 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, correspondiente a 2012 y hasta el 1 de octubre de 2013. Se ofrece una visión general del consumo de energía primaria y eléctrica y el papel de las centrales nucleares, su comportamiento, ahorro de emisiones, extensión de vida, nuevas plantas planificadas y propuestas, etc.

ENERGÍA PRIMARIA MUNDIAL Y EN ESPAÑA

Consumo mundial

En la Tabla 1 se muestran los datos de consumo de energía primaria en el mundo correspondientes al bienio 2011-2012, con su desglose en energías convencionales fósiles (petróleo, gas y carbón), gran hidráulica, nuclear y resto de renovables.

En 2012 el crecimiento del consumo fue del 2 %, inferior al 4,4 % que es el valor medio de los últimos diez años. Los países no pertenecientes a la OCDE que representan el 56 % del consumo mundial crecieron el 4,2 %, cifra también inferior al valor medio del 5,3 %, de los últimos diez años. En las economías de los países de la OCDE que agrupan el 44 % restante del consumo, éste decreció el 1,2 %, manteniendo la tendencia decreciente de los últimos años y donde cabe destacar a Estados Unidos que retrocede un 2,8 %. Lideran el consumo energético mundial China con el 21,9 % del

total y Estados Unidos con el 17,7 %, seguidos a distancia en los primeros puestos por Rusia con 5,6 %, India con 4,5 % y Japón con el 3,8 %. Las tasas de mayor incremento se registraron en Asia-Pacífico, África y Medio Oriente con valores entre el 4,7 % y 4,5 %.

Los combustibles fósiles siguen siendo protagonistas indiscutibles del abastecimiento energético mundial resolviendo el 87 % de la demanda, con un "mix" dominado por el petróleo que representa el 33,1 % del consumo y que mantiene un crecimiento del 1,2 %, en lenta desaceleración a lo largo de los últimos trece años, y que se cuantifica en 890.000 nuevos barriles diarios. En países no pertenecientes a la OCDE creció el consumo de petróleo un 3,3 %, mientras en las economías OCDE decrecía el 1,3 %. Le sigue en importancia el carbón con el 30 % del consumo global y un crecimiento del 2,7 %, cifra que asciende el 5,4 % en los países fuera de la OCDE. En economías OCDE decreció el 4,2 %. En ambos combustibles, China destaca tanto por sus elevados valores de crecimiento: 5,3 % y 6,4 %, respectivamente, como por representar la mitad y la casi la totalidad de los valores absolutos de crecimiento de ambos. El consumo de gas creció un 2,5 %, liderado por Estados Unidos que supone casi la tercera parte de este valor, debido a la irrupción del gas de esquistas (*shale gas*), seguido por China, y Japón, mientras que en la Unión Europea y Rusia se reducía en 2,3 % y 2,6 %, respectivamente.

Continúa el elevado crecimiento del consumo (15,47 %) proveniente de las



ALFONSO DE LA TORRE

es ingeniero industrial y ex secretario general de la SNE.



JOSÉ LUIS MANSILLA LÓPEZ-SAMANIEGO

es físico y presidente de la Comisión de Redacción de la revista Nuclear España de la SNE.

Año	Petróleo (Mtep)	Gas Natural (Mtep)	Carbón (Mtep)	Nuclear (Mtep)	Hidráulica (Mtep)	Renovables (Mtep)	Total (Mtep)
2011	4.081	2.914	3.629	600,4	794,7	205,6	12.225
2012	4.131	2.987	3.730	560,4	831,1	237,4	12.477
2012/2011	1,20 %	2,50 %	2,79 %	-6,66 %	4,58 %	15,47 %	2,06 %
Mix 2012	33 %	24 %	30 %	4 %	7 %	2 %	100 %

Mtep: millones de toneladas equivalentes de petróleo. Fuente: www.bp.com, BP jun 2013.

Tabla 1: Consumo de energía primaria en el mundo.

renovables (eólica, solar, geotérmica, biomasa), que abastecen el 2 % de la demanda. Los biocombustibles han sufrido un ligero decrecimiento del 0,4 % y mantienen un conflicto con la agroalimentación. En los países OCDE ese crecimiento fue del 13,2 % y en el resto de países, del 20,5 %. Destacan los incrementos habidos en la generación por celdas solares (58,0 %), la eólica (18,1 %) y la geotérmica y biomasa (2,6 %). En referencia a la generación eólica (521,3 TWh), EE UU, China, Alemania y España siguen liderando su utilización con el 65 % del total producido; y en fotovoltaica (93,0 TWh), ese liderazgo lo ejercen Alemania, Italia, España y Japón, que abarcan el 70 % de la producción. La Figura 1 muestra la evolución del consumo de energías renovables por áreas económicas.

En relación con la evolución de los precios de los combustibles fósiles se aprecia una reducción del precio del carbón en los mercados; oscilaciones en el gas, cuyo precio subía en Europa y Asia, pero disminuía significativamente en Norteamérica, donde desplaza al carbón en la generación eléctrica y, finalmente, el mantenimiento del precio del petróleo que registró

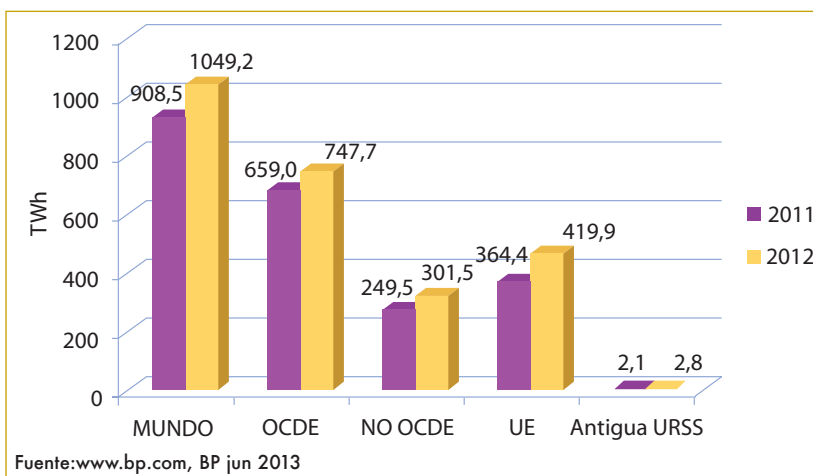


Figura 1: Consumo eléctrico de energías renovables en distintas áreas económicas (sin hidráulica). Energía bruta en TWh (mil millones de kWh) de las siguientes fuentes renovables: solar, eólica, geotérmica, biomasa y desechos. No se contabilizar intercambios fronterizos.

un precio medio de 111,67 dólares en 2012. En el caso del gas, el motivo de esa reducción está en la entrada en el mercado de los yacimientos de gas de esquistos (*shale gas*) con nuevas tecnología. El precio del uranio, en forma de óxido, mantiene una tendencia descendente, situándose actualmente en torno a los 80 dólares el kilo.

Consumo en España

En España, el consumo energético de energía primaria ha retrocedido un 0,73 % (Tabla 2), reflejo de la actual crisis económica. Registra fuerte ascenso el consumo de energía hidráulica, carbón y renovables (eólica y solar) con incrementos del 33 %,

Año	Petróleo Mtep	Gas Mtep	Carbón Mtep	Nuclear Mtep	Hidráulica Mtep	Eólica y solar Mtep	Biomasa, biocarburantes y residuos Mtep	Saldo Eléctico (1) Mtep	Total Mtep
2011	58,31	28,93	12,45	15,02	2,63	5,19	7,28	-0,52	129,30
2012	54,11	28,24	14,99	15,99	1,76	6,62	7,60	-0,96	128,35
2012/2011	-7,20 %	-2,39 %	20,40 %	6,46 %	-33,08 %	27,55 %	4,40 %	84,62 %	-0,73 %
Mix 2012	42 %	22 %	12 %	12 %	1 %	5 %	6 %	-1 %	100 %

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

Fuente: Estadísticas MITYC y Foro Nuclear. Energía 2013.

Tabla 2: Consumo de energía primaria en España (Mtep).

Año	Petróleo Mtep	Gas Mtep	Carbón Mtep	Nuclear Mtep	Hidráulica Mtep	Eólica y solar Mtep	Biomasa, y residuos Mtep	Total Mtep
2011	0,3 %	0,1 %	7,4 %	48,6 %	5,32 %	18,6 %	18,2 %	100 %
2012	0,44 %	0,16 %	7,39 %	48,31 %	5,32 %	20,01 %	18,37 %	100 %

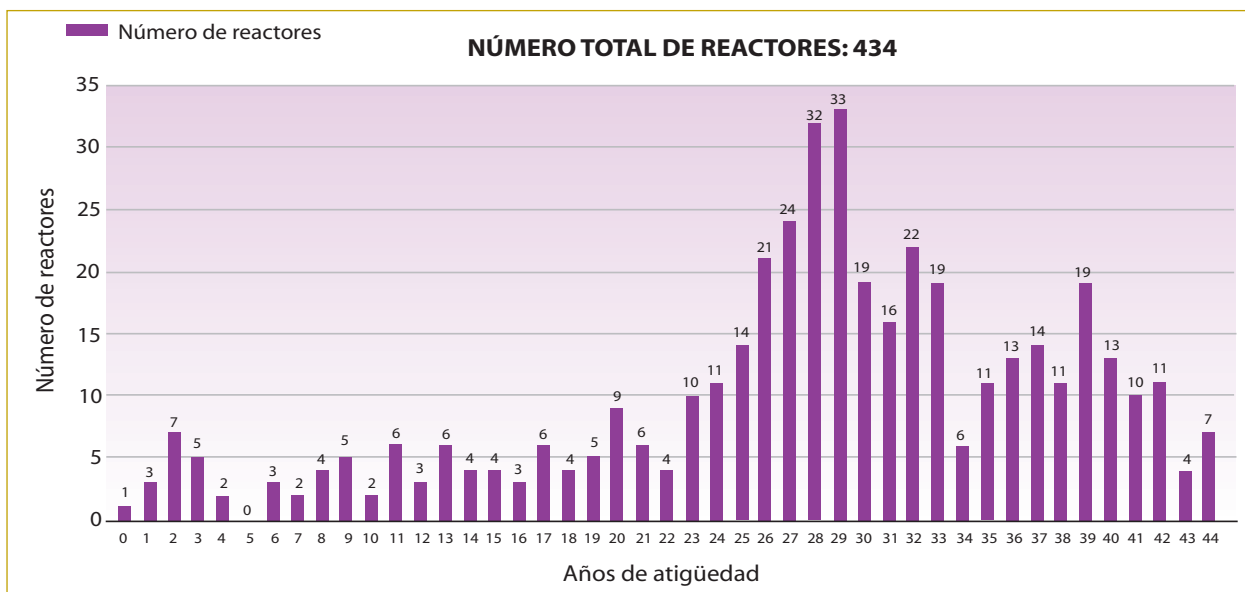
Fuente: Estadísticas MITYC y Foro Nuclear. Energía 2013.

Tabla 3: Contribución de las distintas fuentes a la producción de energía primaria en España.

País	Producción eléctrica nuclear (neta) en 2012				En operación a 01.10.2013		En construcción a 01.10.2013		Planificadas a 01.10.2013		Propuestas a 01.10.2013	
	Núm.	MW	TWh	% del total	Núm.	Potencia neta, MW	Núm.	Potencia neta, MW	Núm.	Potencia bruta, MW	Núm.	Potencia bruta, MW
Alemania	9	12.068	94,10	16	9	12.068	-	-	-	-	-	-
Arabia Saudí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	17.000
Argentina	2	935	5,9	5	2	935	1	692	1	33	2	1.400
Armenia	1	376	2,12	27	1	375	-	-	1	1.060	-	-
Bélgica	7	5.926	38,16	51	7	5.927	-	-	-	-	-	-
Bangladesh	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000	-	-
Bielorrusia	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.400	2	2.400
Brasil	2	1.901	15,17	3	2	1.884	1	1.245	-	-	4	4.000
Bulgaria	2	1.906	14,86	32	2	1.906	-	-	1	950	-	-
Canadá	19	13.492	89,06	15	19	13.500	18	-	2	1.500	3	3.800
Chile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.400
China	17	12.842	92,65	2	18	13.860	26	27.784	59	64.420	118	122.000
Corea del Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	950
Corea del Sur	23	20.739	143,55	30	23	20.739	5	6.230	6	8.730	-	-
Egipto	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.000	1	1.000
Emiratos A.U.	-	-	-	-	-	-	2	2.690	2	2.800	10	14.400
Eslovaquia	4	1.816	14,41	54	4	1.816	2	880	-	-	1	1.200
Eslovenia	1	696	5,24	36	1	688	-	-	-	-	1	1.000
España	8	7.114	58,70	21	8	7.567	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos	104	100.984	770,72	19	100	98.560	3	3.399	9	10.860	15	24.000
Finlandia	4	2.712	22,06	33	4	2.752	1	1.600	-	-	2	3.000
Francia	58	63.130	407,44	75	58	63.130	1	1.600	1	1.720	1	1.100
Hungría	4	1.889	14,76	46	4	1.889	-	-	-	-	2	2.200
India	20	4.385	29,66	4	20	4.391	7	4.824	18	15.100	39	45.000
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000	4	4.000
Irán	1	953	1,33	0,6	1	915	-	-	1	1.000	1	300
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.200
Italia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	17.000
Japón	50	44.714	17,23	2	50	44.215	2	2.650	9	12.947	3	4.145
Jordania	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
Kazajistán	-	-	-	-	-	-	-	-	2	600	2	600
Lituania	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.350	-	-
Malasia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000
México	2	1.530	8,41	5	2	1.530	-	-	-	-	2	2.000
Países Bajos	1	482	3,71	4	1	482	-	-	-	-	1	1.000
Pakistán	3	725	5,27	5	3	725	2	630	-	-	2	2.000
Polonia	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6.000	-	-
Reino Unido	16	9.881	63,96	18	16	9.231	-	-	4	6.680	9	12.000
República Checa	6	3.804	28,60	35	6	3.804	-	-	2	2.400	1	1.200
Rumanía	2	1.305	10,56	20	2	1.300	-	-	2	1.310	1	655
Rusia	33	23.676	166,29	18	33	23.643	10	8.382	28	29.180	18	18.236
Sudáfrica	2	1.800	12,40	5	2	1.860	-	-	-	-	6	9.600
Suecia	10	9.395	61,47	38	10	9.408	-	-	-	-	-	-
Suiza	5	3.278	24,45	36	5	3.308	-	-	-	-	3	4.000
Tailandia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.000
Taiwán	6	5.028	38,73	18	-	-	-	-	-	-	-	-
Turquía	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.800	4	4.500
Ucrania	15	13.090	84,89	46	15	13.107	2	1.900	2	1.900	11	12.000
Vietnam	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.000	6	6.700
Total	437	372.572	2.346	14	434	370.543	69	67.196	173	187.740	314	356.986

Fuentes: OIEA, ATW, Foro Nuclear, World Nuclear Association

Tabla 4: Centrales nucleares a finales de 2012 y a 01-10-2013.



Fuente: OIEA

Figura 2: Número de centrales nucleares por edad a 1.10.2013.

20,4 % y 27,5 %, respectivamente. La energía nuclear creció un 6,4 %. El mix de energía primaria mantiene el indiscutible protagonismo de los combustibles fósiles, con el 76 % del total consumido y a distancia las energías limpias como la nuclear, que crece un 12 % y las renovables (hidráulica, eólica, solar, biomasa, biocarburantes y residuos) que suman un 12 %. El saldo refleja la exportación de energía eléctrica por una cuantía de 0,96 Mtep, con un crecimiento del 84,6 %.

La producción nacional de energía primaria en 2012 ascendió a 33,10 Mtep, con un crecimiento del 4,1 %. Por tanto, el **grado de autoabastecimiento** es del 25,8 %; 1,2 % puntos porcentuales mayor que en 2011. Esta producción propia se desglosa, en datos del Ministerio de Industria, también recogidos en *Energía 2013* del Foro Nuclear, en la Tabla 3.

La dependencia energética exterior de la economía española que asciende al 74,2 % está muy por en-

ma de la media de la UE-27 (53,8 %, en 2011).

IMPLANTACIÓN MUNDIAL DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Parque nuclear y generación nucleoelectrónica en 2012

A finales de 2012, había en el mundo 31 países con centrales nucleares en funcionamiento, con un total de 437 unidades en **operación comercial** (Tabla 4), dos más que en 2011. Y el número de reactores **en construcción** era de 67, cuatro más que el año anterior, repartidos en 15 países, con una potencia neta total de 64.619 MW.

La potencia nuclear total neta instalada a finales de 2012 fue de 372.572 MW, 3.201 MW más que el año anterior y, como se refleja en la Tabla 4, la energía eléctrica neta generada llegó a los 2.346 TWh; 151 TWh inferior a la de 2011. Dicha generación representó el 14 % del consumo eléctrico del total de los 31 países nu-

clearizados, el 35 % de aquellos pertenecientes a la Unión Europea y el 24 % de los asociados a la OCDE. En el conjunto de la UE-28, la participación nuclear en 2012 alcanzó el 22 %, y el 11,6 %, a escala mundial.

Al cierre de 2012, la energía eléctrica nuclear neta acumulada desde la conexión a la red del primer reactor nuclear en 1951 fue de 67.946 TWh netos, lo que traducido a tiempo de servicio del parque mundial representa una experiencia global de operación de 15.050 reactor x año. Y en cuanto a la defensa del medio ambiente, en 2012, las centrales nucleares evitaron la cifra de 2.400 millones de toneladas de emisiones de CO₂ equivalente (MtCO₂) a la atmósfera, que equivalen al 7 % del total de las emisiones vertidas a la atmósfera en el año, que están alrededor de los 33.000 millones de toneladas.

Es reseñable que en 2012, de los 31 países (Tabla 4) con centrales nucleares, 22 sobrepasan el 15 % de participación eléctrica nuclear y 12 superan

Tipo de central	Núm. de unidades	Potencia neta total MW	Países
PWR	58	57.475	Brasil (1), Corea (5), China (28), Eslovaquia (2), EE.UU. (3), Finlandia (1), Francia (1), India (2), Pakistán (2), Rusia (9), Ucrania (2), Emiratos A.U. (2)
BWR	4	5.250	Japón (2), Taiwán (2)
PHWR	5	3.212	India (4), Argentina (1)
FBR	2	1.259	India (1), Rusia (1)
Total	69	67.196	15 países

Fuente: OIEA

Tabla 5: Centrales en construcción en el mundo a 01.10.2013.

el 25 %, destacando los europeos y entre ellos Francia con el 75 %, Eslovenia, 54 %, Bélgica, 51 % y Ucrania, 46 %. Los países con mayor número de plantas son: EE UU con 104 unidades ocupa el primer puesto, seguido de Francia (58), Japón (50), Rusia (33) y Corea del Sur (21).

Las 437 centrales en operación a finales de 2012 se dividen por tipo de central en seis grupos (entre paréntesis el número de unidades):

- PWR (276 unidades): incluye los reactores de agua a presión, moderados y refrigerados por agua a presión y los del tipo PWR-VVR.
- BWR (84): reactores de agua en ebullición y los avanzados de origen americano (ABWR).
- PHWR (47): reactores de agua a presión como refrigerante y agua pesada como moderador.
- GCR (13): 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 2012, fueron cuatro los reactores que **iniciaron su operación comercial** (dos en Corea y dos reiniciaron su operación en Canadá, con una potencia total de 3.464 MW; dos (707 MW) sufrieron **parada definitiva** (Reino Unido) y tres unidades (3.762 MW) **iniciaron su construcción** (Rusia, Corea y Emiratos Árabes Unidos). Las 67 unidades en construcción a final de año se distribuyeron entre 15 países, de los que resaltaremos a China, con 26 plantas; Rusia, con 11; India, 7, y Corea del Sur, 4.

Situación actual (01.10.2013)

En lo que va del año 2013, sólo una central se ha conectado a la red (China, PWR, 1.000 MW) y **han iniciado su construcción** cuatro plantas, que totalizan 4.924 MW: una en Corea del Sur,

otra en los Emiratos Árabes Unidos y dos en EE UU. Además, se **han parado definitivamente** cuatro unidades, todas en EE UU, de una potencia total de 3.576 MW.

Como se deriva de la Tabla 4, el parque mundial a 1.10.2013 se sitúa en 434 unidades **en operación**, de una potencia neta total de 370.543 MW, lo que supone una disminución de una unidad, aunque la potencia aumentó en 494 MW, respecto del año anterior por estas mismas fechas. Las **plantas en construcción** alcanzan las 69 unidades, cinco más que el periodo anterior, con una potencia neta total de 67.196 MW.

La Figura 2 muestra el número de centrales por edad. Se aprecian dos máximos a mediados de las décadas de 1970 y 1980, como resultado del aumento en la construcción a raíz de las conocidas crisis del precio del petróleo. Por el contrario, a partir de los años 90 se observa un decrecimiento que alcanza hasta nuestros días, y que se romperá con la llegada de las nuevas plantas en construcción.

En la Tabla 5 se reflejan las 69 unidades en construcción por países y tipo de reactores.

China y EE UU aumentan en dos unidades cada una y, en una, los Emiratos Árabes Unidos y Corea; Rusia pasa de 11 a 10 unidades en construcción.

Como en el año anterior, hacemos hincapié en el drástico descenso del número de inicio de nuevas construcciones de centrales nucleares experimentado tras el accidente de Fukushima, que afecta a 2011, con sólo dos unidades; a 2012, con tres y cuatro en lo que va de año: una en los Emiratos Árabes Unidos, otra en Corea del Sur y dos en EE UU. Pese al leve repunte, estas cifras contrastan con las 53 unidades iniciadas en los cuatro años previos a Fukushima. Todo ello ha puesto de manifiesto la ralentización del *resurgimiento nuclear*, marcado momentáneamente por China, que no ha

reanudado todavía la construcción de nuevas plantas en su ambicioso programa nuclear. El tenue aumento constructivo de 2013 respecto de los dos años anteriores podría significar el inicio de la recuperación.

Extensión de vida de las plantas

En la mayoría de los países, entre ellos España, se han implantado programas de extensión de vida de sus centrales nucleares. En la actualidad, en EE UU, 71 de sus 100 plantas en operación han recibido autorización de explotación a 60 años y otras 27 han presentado su solicitud a la NRC para exploración a largo plazo o están en proceso de petición (US-NRC, OIEA y Foro). Asimismo en EE UU se ha solicitado licencia combinada (autorización para construir y operar) para la construcción de 13 nuevas centrales (US-NRC, Foro Nuclear). Sin embargo, en países europeos como Alemania, Suiza o Bélgica se anuncia el abandono progresivo de la energía nuclear y en España, aunque persisten incertidumbres sobre la continuidad de la central de Santa María de Garoña, hay muy recientes declaraciones del titular de Industria asegurando que el Gobierno ampliará la vida de las centrales nucleares a 60 años, siempre que se cumplan los requisitos de seguridad.

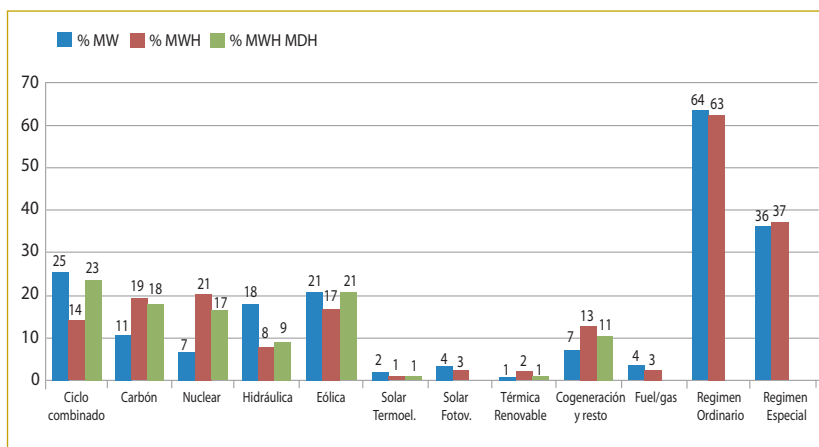
Clausura de centrales

Desde el inicio de la explotación comercial de la primera planta nuclear (1951) hasta el 1 de octubre de 2013, se han desmantelado y clausurado un total de 147 plantas nucleares de 19 países que totalizan una potencia de 55.100 MW. Sobresalen: EE UU, con 32 unidades, Reino Unido (29), Alemania (27), Francia (12) y Japón (9). Le siguen Canadá (6), Rusia (5), Italia, Bulgaria y Ucrania, con 4 unidades por país; Eslovaquia, Suecia y Eslovaquia, con tres cada una, Lituania y España, con dos, y Armenia, Bélgica, Kazajistán, Países Bajos y Suiza, con una planta por país. En España se han cerrado dos plantas:

Año	Núm. de plantas en operación con datos	Factor de carga %	Factor de operación %	Factor de disponibilidad %	Factor de indisponibilidad no programada %
2010	441	80,05	82,0	81,0	5,7
2011	444	77,4	80,2	78,7	3,8
2012	436	72,2	74,6	73,5	4,5
España	10	88,8	90,6	89,8	1,3
Factores integrales incluidas todas las centrales en operación y paradas desde el inicio de la operación comercial hasta finales de 2012 (mundial y España)					
Mundial	538	-	78,2	77,1	6,3
España	10	-	84,9	84,1	4,4

Fuente: OIEA, Foro Nuclear

Tabla 6: Indicadores de funcionamiento de las plantas nucleares a escala mundial.



% MW. Porcentaje de potencia total instalada

% MWh. Porcentaje de la demanda total de energía eléctrica cubierta.

% MWh-MDH. Porcentaje de la demanda de energía eléctrica cubierta en el día de la máxima demanda horaria.

Figura 3. Utilización de las fuentes de energía eléctrica en España en 2011 (Fuente: Foro Nuclear, Energía 2013).

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 a lo largo del tiempo de las plantas nucleares del mundo desde su conexión a la red eléctrica hasta nuestros días, como son los valores promediados por año como los integrales. Estos últimos tienen en cuenta a todas las plantas (en funcionamiento, paradas y desmanteladas) desde el inicio de su conexión a la red.

En la serie histórica, se observa una mejora de todos los indicadores de funcionamiento de las plantas a esca-

la mundial, a excepción de los dos últimos años debido a la parada de los reactores japoneses tras Fukushima. En España los valores están claramente por encima de la media mundial, tanto en los valores anuales, como en los integrales del parque mundial de centrales, donde España se sitúa entre los diez primeros puestos.

CENTRALES NUCLEARES PLANIFICADAS Y PROPUESTAS

En el momento actual, hay 173 plantas planificadas en el mundo de una potencia bruta total de 187.740 MW y 314 propuestas de 356.986 MW (*World Nuclear Association*), Tabla 4. Los países con más expectativas son China, con 177 unidades, Rusia (46), EE UU (24), Arabia Saudí (16), Ucrania y Reino Unido, con 13 por país, Japón y Emiratos AU, con 12,

Vietnam (10) y Polonia (6). Diez países europeos han anunciado la construcción de un total de 83 plantas, y cuatro no prevén nuevas unidades (Alemania, Bélgica, España, y Suecia). Por otra parte, 17 nuevos países desean iniciar la vía nuclear, totalizando la construcción de 85 nuevas plantas.

PANORAMA ENERGÉTICO ESPAÑOL

En 2012, la **producción eléctrica bruta** en España fue de 298.250 GWh, lo que ha supuesto un incremento del 1,5 % respecto del año anterior. Las instalaciones del régimen ordinario representan el 63,2 %. La **demanda de energía eléctrica** ha decrecido el 1,3 % por razones de índole económico situando el consumo en niveles similares a los del año 2005. El saldo eléctrico fue exportador de 11.430 GWh.

La **aportación nuclear** alcanzó 61.360 GWh, es decir el 20,6 % del total, con un crecimiento del 6,4 %. Cinco reactores de los ocho existentes realizaron parada de recarga de combustible y mantenimiento. Las centrales españolas acometen el programa de inversiones derivado de la implantación de las mejoras preventivas determinadas por las pruebas de estrés acordadas por el OIEA tras el accidente de Fukushima y que han demostrado los elevados niveles de seguridad con las que operan. En esta evaluación, los titulares realizaron una serie de propuestas de incremento de la seguridad que, junto con las conclusiones del informe del CSN, han originado dos Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) para cada central. La Dirección General de Política Energética y Minas dictó sendas resoluciones reconociendo las nuevas potencias de generación para los dos reactores de la central de Almaraz. El Reactor 1 obtiene el reconocimiento de 1.049,43 MWe y 1.011,30 MWe, valores bruto y neto, respectivamente, con fecha efectiva desde el 6 de febrero de 2011. En el caso del Reactor 2 las nuevas potencias son 1.044,45 MWe y 1.005,83 MWe con fecha de efectiva del 7 de mayo de 2011.

La **potencia eléctrica total instalada** a finales de 2012 era de 108.308 MW, un 1,9 % superior a 2011, siendo de 7.865 MW la parte correspondientes a las nucleares, lo que representa el

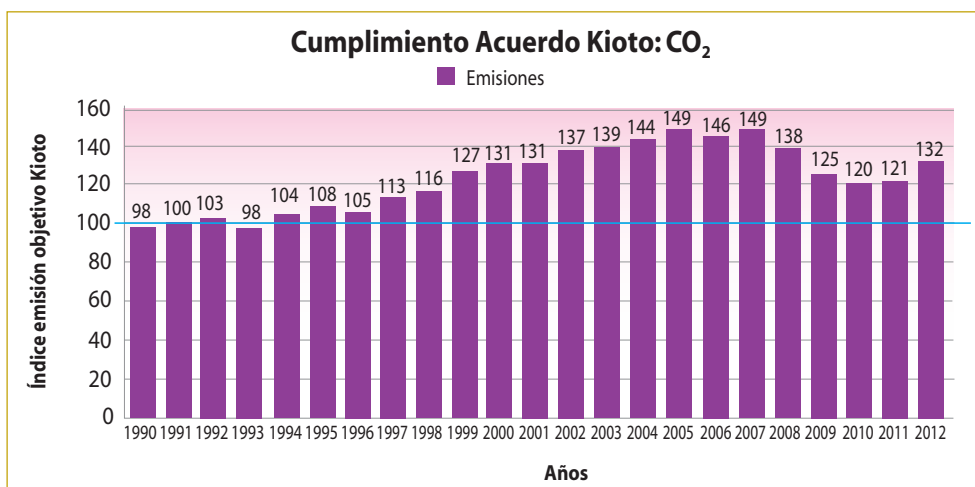


Figura 4: Evolución de las emisiones de CO₂ equivalentes en España respecto al valor del 100% de referencia. (Fuente: Foro Nuclear: Energía 2013).

Central	Potencia MWe	Factor de carga %	Factor de operación %	Factor de disponibilidad %	Factor de indisponibilidad no programada %	Producción bruta GWh
Sta. Mª de Garoña	466,0	94,78	95,05	94,77	5,05	3.979,69
Almaraz I	1.049,4	82,96	84,30	85,88	0,00	7.647,08
Almaraz II	1.044,5	86,98	88,00	88,12	0,23	7.979,51
Ascó I	1.032,5	85,33	87,28	86,25	0,34	7.738,74
Ascó II	1.027,2	91,05	94,80	93,25	4,19	8.215,56
Cofrentes	1.092,0	97,75	98,89	97,21	0,37	9.376,20
Vandellós II	1.087,1	84,22	86,54	85,30	1,81	8.042,10
Trillo	1.066,0	90,58	91,82	91,34	0,67	8.481,45
Total 2012	7.864,7	88,82	90,60	89,84	1,33	61.360,33
Total 2011	7.786,1	90,80	86,46	85,10	3,77	57.648,26

(Fuente: Foro Nuclear. Resultados y perspectivas nucleares 2012. Junio 2013).

Tabla 7: Resultados de funcionamiento del parque nuclear español en 2012.

7,26 % del total. La contribución de las diferentes fuentes de energía (mix energético) que constituyen el sistema eléctrico español, se muestra en la Figura 3.

Emisiones de CO₂

El protocolo de Kioto fijó como objetivo la reducción en un 5,2 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, con relación a los niveles de 1990, durante el periodo 2008-2012. Fue firmado en 1997 por la mayoría de los países industrializados, y afecta solo al 15 % de las emisiones mundiales en países mayormente de la OCDE. La Unión Europea se ha marcado una reducción del 20 % para el 2020, que podría elevarse hasta el 30 % si es valor fuese aceptado por los demás países. La última Cumbre del Clima, la 18ª de las celebradas, congregó a 194 países y se celebró en Doha (Qatar) entre el 26 de noviembre y el 7 de diciembre de 2012. Allí se persiguió el objetivo anterior de contener en 2º C el aumento de la temperatura global de la Tierra, umbral a partir de cual se estima que existe un grave riesgo de desestabilización del sistema climático. En el “acuerdo de mínimos” alcanzado está la prórroga hasta 2020 del Protocolo de Kioto pero limitado a los países de la Unión Europea, Australia, Noruega y Suiza que aceptan nuevas reducciones de emisiones; y el afán de disponer, en 2015, de un borrador de nuevo acuerdo mundial, que incorpore a Estados Unidos, Rusia, India y China. Además, se crea un Fondo Verde del Clima, mediante ayudas a largo plazo de los países desarrollados de 100.000 millones de dólares recaudados hasta 2020, en favor de los países en desarrollo. Recientemente, el “Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)” se reafirma en la responsabilidad de la actividad humana en la aceleración del cambio climático, con una atenuación

muy leve de los parámetros de control a final de este siglo.

Las emisiones con origen en los combustibles fósiles alcanzaron los 34.446 millones de toneladas de CO₂, un 1,9 % superiores al valor de 2011, creciendo un 4,2 % en países no pertenecientes a OCDE (www.BP.com).

La Figura 4 ofrece la evolución de las emisiones en España y el grado de cumplimiento de Kioto. En 2012 las emisiones totales alcanzaron los 383,8 MtCO₂, frente a los 289,7 millones tomados como referencia (1990). El índice de emisiones de 132,4 % alcanzado rompe la tendencia decreciente de los últimos años, alejando el objetivo marcado en 115 % del compromiso de Kioto. En el periodo de referencia 2008-2012, las emisiones han desbordado el objetivo Kioto en 138,47 MtCO₂.

Las emisiones por generación eléctrica, en datos de REE, fueron en 2012 de 80 MtCO₂, superiores en un 10 % a las de 2011, y tienen su origen en una mayor utilización del carbón y menor hidráulica (véase Tabla 2). El 51 % de la generación eléctrica proviene de fuentes libres de emisiones de CO₂ (nuclear, hidráulica, eólica y solar), cuya potencia instalada suma el 46 % del total del parque eléctrico nacional. Las nucleares evitaron emisiones de unos 44 MtCO₂, lo que supone un ahorro de unos 320 millones de euros (al precio medio en 2012 de 6,37 euros por tonelada de CO₂). Las emisiones evitadas se han estimado en el supuesto de que la energía nuclear fuera sustituida por carbón y gas en las proporciones de producción alcanzadas en 2012, teniendo en cuenta las respectivas tasas de generación de CO₂ de ambos combustibles fósiles.

Índices de funcionamiento de las centrales nucleares españolas

En la Tabla 7 se presentan los resultados de funcionamiento de las plantas

españolas durante 2012 y su comparación con los del año anterior.

Los factores de carga, operación y disponibilidad del parque nuclear español mantienen valores superiores al 90 %, que evidencian comportamientos técnicos más que satisfactorios.

CONSIDERACIONES FINALES

En 2012 ha crecido el consumo energético mundial un 2 %, especialmente en las economías emergentes, aunque a un menor ritmo, mientras que en los países OCDE decrecía un 1,2 %. En España la disminución fue del 0,73 %. Los combustibles fósiles aumentaron todos su producción respecto a 2011, cubriendo el 87 % del consumo mundial. Las renovables (fotovoltaica, eólica y geotérmica) crecieron en un 15,47 %, sobre todo la fotovoltaica. El 65 % de la generación eólica se desarrolla en Estados Unidos, China, Alemania y España y el 70 % de la fotovoltaica en Alemania, Italia, España y Japón. Se mantiene el peso de la energía renovable en el cómputo del consumo mundial en un 2 %.

El parque nuclear mundial ha ralentizado el ritmo de crecimiento de años anteriores debido a la amplia repercusión del accidente de Fukushima-Daiichi. En síntesis, a 01.10.2013, existen en el mundo 434 unidades en operación (una menos que en esta misma fecha del año anterior) repartidas en 31 países; 69 plantas en construcción (cinco más que en periodo anterior), cuatro de ellas se iniciaron en 2013. Es significativo el elevado número de plantas planificadas (173 unidades) y propuestas (314 unidades), que se distribuyen en 44 países, de los que 17 se incorporarían por primera vez a esta tecnología.

Finalmente, hay que destacar que la política de la mayoría de los países es de prolongar la vida de sus plantas hasta los 60 años y más allá, y de construir nuevas centrales, entre ellos: Francia, EE UU, RU y China. ■