

Panorama energético y energía nuclear a octubre de 2012

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

En este artículo se presenta un conjunto de resultados sobre la energía nuclear en el mundo y en España, correspondiente a 2011 y hasta 1 de octubre de 2012, 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 2011 and some figures are updated until October 2012. 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 included.



**JOSÉ LUIS MANSILLA
LÓPEZ-SAMANIEGO**

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



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

es ingeniero industrial y ex secretario general de la SNE.

INTRODUCCIÓN

Como es ya tradicional en el número de octubre de NUCLEAR ESPAÑA, 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 2011 y hasta 01.10.2012. 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. Se recoge, asimismo, el impacto del accidente de Fukushima ocurrido el 11 de marzo de 2011 sobre el resurgimiento nuclear en marcha.

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 2010-2011, con su desglose en energías convencionales fósiles (petróleo, gas y carbón), gran hidráulica, nuclear y resto de renovables.

En 2011 se ha registrado un crecimiento del consumo del 2,5% respecto a 2010, recuperándose el valor medio de los últimos diez años, tras el bache de 2009 y el repunte del 5,1% de 2010. Los países no pertenecientes a la OCDE crecieron el 5,3%, fundamentalmente en Asia-Pacífico. China absorbe el 71% de este crecimiento y consume el 21,3% del total mundial. Le sigue India que supone el 13% del crecimiento. Las economías de los

países de la OCDE mantienen un crecimiento del 0,8%.

Los combustibles fósiles siguen siendo protagonistas indiscutibles del abastecimiento energético mundial (87%), con un *mix* dominado por el petróleo (33% del consumo) y un crecimiento (0,7%) en lenta desaceleración desde hace doce años, y que se cuantifica en 1,1 millones de nuevos barriles diarios. Le sigue el carbón con el 30% del consumo y un importante crecimiento del 5,4%, cifra que asciende el 8,7% en los países fuera de la OCDE. Nuevamente China destaca con el 48,2% del consumo mundial de carbón y un crecimiento del 9,7%, mientras en la OCDE disminuyó un 1,1%. El consumo de gas creció un 2,2%, liderado por Estados Unidos, debido a la irrupción del gas de esquistos (*shale gas*), seguido de China, Arabia Saudita y Japón, mientras que en la Unión Europea se reducía.

Destaca el elevado crecimiento del consumo (17,8%) proveniente de las renovables (eólica, solar, geotérmica, biomasa), que abastecen el 2% de la demanda. Los biocombustibles, con un crecimiento muy débil (0,7%), están en conflicto con la agroalimentación.

Se mantiene el crecimiento de las renovables en países OCDE (16,5%) y del 21,4% en el resto. También crecieron la generación por celdas solares (86,3%), la eólica (25,8 %) y la geotérmica y biomasa (3,9%). En referencia a la generación eólica (437.4 TWh), EE.UU., China, Alemania y España lideran su utilización con el 67% del

Año	Petróleo (Mtep)	Gas Natural (Mtep)	Carbón (Mtep)	Nuclear (Mtep)	Hidráulica (Mtep)	Renovables (Mtep)	Total (Mtep)
2010	4.032	2.843	3.532	626	779	165,5	11.978
2011	4.059	2.905	3.724	599	791,5	195	12.275
2010/2011	0,67%	2,18%	5,44%	-4,31%	1,60%	17,82%	2,48%
Mix 2011	33%	24%	30%	5%	6%	2%	100%

Mtep: millones de toneladas equivalentes de petróleo. Fuente: www.bp.com, BP jun 2012.

Tabla 1: Consumo de energía primaria en el mundo.

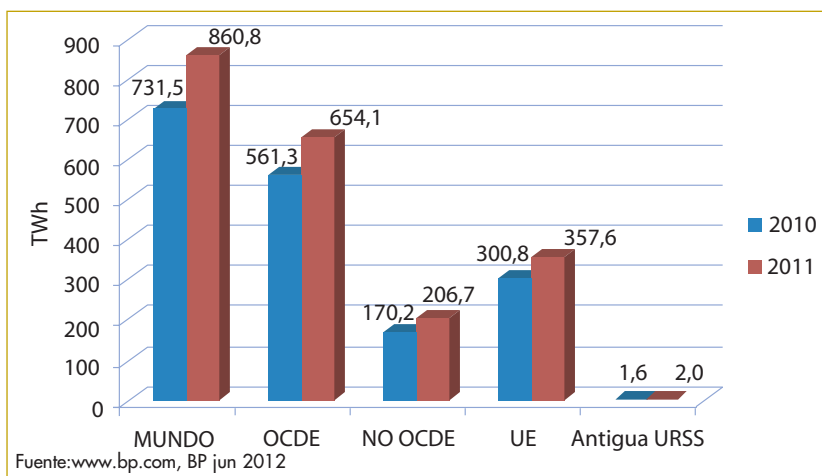


Figura 1: Consumo eléctrico de energías renovables en distintas áreas económicas (sin hidráulica). Energía bruta en TWh (mil millones de kWh) de las siguientes fuentes renovables: solar, eólica, geotérmica, biomasa y desechos. No se contabilizar intercambios fronterizos.

total producido; y en fotovoltaica (55,7 TWh), ese liderazgo lo ejercen Alemania, Italia, España y Japón, que abarcan el 78% de la producción. La Figura 1 muestra la evolución del consumo de energías renovables por áreas económicas.

En relación a la evolución de los precios de los combustibles fósiles se aprecia una reducción en el gas natural y carbón, inestabilidad en el

petróleo que oscila en el rango de 90-125 dólares barril Brent (precio medio de 111,26 dólares). En el caso del gas, el motivo de esa reducción está en la entrada en el mercado de los yacimientos en esquistos (*shale gas*). El uranio, en forma de óxido, mantiene una tendencia descendente hasta situarse en el entorno de los 114 dólares el kilo. En forma de uranio metálico, el precio *spot* a final de año era de

135 dólares la tonelada, en datos del OIEA.

Los **costos de generación** varían fuertemente según la fuente consultada. El Foro Nuclear (*Flash*, junio 2010) publicó estos datos de costos: nuclear, 58,53 \$/MWh; ciclo combinado, 85,77 \$/MWh; carbón supercrítico/ultrasupercrítico, 65,18 \$/MWh; carbón con 90% de captura de CO₂, sin almacenamiento, 62,07; eólica terrestre, 96,74 \$/MWh y solar fotovoltaica, 410,81 \$/MWh. La nuclear es la fuente de energía eléctrica más económica de las analizadas.

Consumo en España

En España, el consumo energético de energía primaria ha retrocedido en un 0,64% (Tabla 2), reflejando la crisis económica existente. Registran un fuerte ascenso el carbón con un incremento del 74% y las energías renovables: eólica y solar (7,3%), junto con biomasa y residuos (5,6%). La hidráulica redujo su producción (27,7%) a causa del año hidráulico y la nuclear un 7% por coincidencia de todas las paradas de recarga de combustible y extensión de algunos de los trabajos de estas. En el *mix* de energía primaria destacan los combustibles fósiles, con el 77%, y a distancia las energías limpias como la nuclear (12%) y las renovables (hidráulica, eólica, solar,

Año	Petróleo Mtep	Gas Mtep	Carbón Mtep	Nuclear Mtep	Hidráulica Mtep	Eólica y solar Mtep	Biomasa, biocarburantes y residuos Mtep	Saldo (1) Mtep	Total Mtep
2010	60,99	31,18	7,15	16,15	3,63	4,83	6,89	-0,71	130,13
2011	58,31	28,93	12,45	15,02	2,63	5,19	7,28	-0,52	129,30
2010/2011	-4,39%	-7,22%	74,06%	-7,00%	-27,64%	7,39%	5,60%	-26,7%	-0,64%
mix 2011	45%	22%	10%	12%	3%	4%	6%	0%	100%

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

Fuente: Estadísticas MITYC. 21-mayo-2012. <http://www.minetur.gob.es/energia/es-ES/> En la web se advierte que se han actualizado valores de años anteriores.

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%	8,5%	16,8%	18,2%	100%

Fuente: Foro Nuclear. Energía 2012

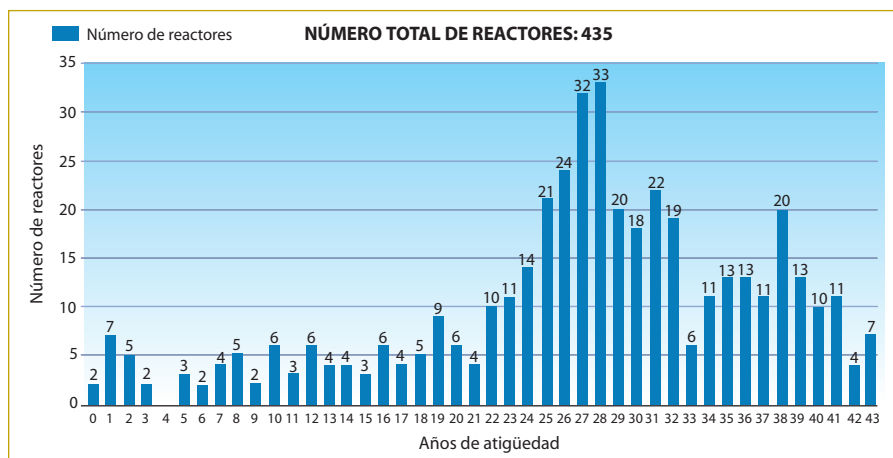
Tabla 3: Contribución de las distintas fuentes a la producción de energía primaria en España.

PANORAMA ENERGÉTICO Y ENERGÍA NUCLEAR

País	Producción eléctrica nuclear (neta) en 2011			En operación a 01.10.2012		En construcción a 01.10.2012		Planificadas a 01.10.2012		Propuestas a 01.10.2012	
	TWh	Núm.	% del total	Núm.	Potencia neta, MW	Núm.	Potencia neta, MW	Núm.	Potencia bruta, MW	Núm.	Potencia bruta, MW
Alemania	102,3	9	18	9	12.068	-	-	-	-	-	-
Arabia Saudí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	17.000
Argentina	5,9	2	5	2	935	1	692	1	33	2	1.400
Armenia	2,4	1	33	1	375	-	-	1	1.060	-	-
Bélgica	45,9	7	54	7	5.927	-	-	-	-	-	-
Bangladesh	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000	-	-
Bielorrusia	-	-	-	-	-	-	-	2	2.400	2	2.400
Brasil	14,8	2	3	2	1.884	1	1.245	-	-	4	4.000
Bulgaria	15,3	2	33	2	1.906	-	-	1	950	-	-
Canadá	88,3	18	15	18	12.604	-	-	2	1.500	3	3.800
Chile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.400
China	82,6	16	2	16	11.816	26	26.620	51	57.480	120	123.000
Corea del Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	950
Corea del Sur	147,8	21	35	23	20.671	4	4.980	5	7.000	-	-
Egipto	-	-	-	-	-	-	-	1	1.000	1	1.000
Emiratos A.U.	-	-	-	-	-	1	1.345	3	4.200	10	14.400
Eslovaquia	14,3	4	54	4	1.816	2	782	-	-	1	1.200
Eslovenia	5,9	1	42	1	688	-	-	-	-	1	1.000
España	55,1	8	20	8	7.560	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos	790,4	104	19	104	101.465	1	1.165	13	15.660	13	21.600
Finlandia	22,3	4	32	4	2.736	1	1.600	-	-	2	3.000
Francia	423,5	58	78	58	63.130	1	1.600	1	1.720	1	1.100
Hungría	14,7	4	42	4	1.889	-	-	-	-	2	2.200
India	24,3	19	2,9	20	4.385	6	4.600	17	15.000	40	49.000
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000	4	4.000
Irán	-	1	-	1	915	-	-	2	2.000	1	300
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.200
Italia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	17.000
Japón	156,2	50	18	50	44.215	2	2.650	10	13.772	5	6.760
Jordania	-	-	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
Kazajistán	-	-	-	-	-	-	-	2	600	2	600
Lituania	-	-	-	-	-	-	-	1	1.350	-	-
Malasia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000
Méjico	9,3	2	4	2	1.300	-	-	-	-	2	2.000
Países Bajos	3,9	1	4	1	482	-	-	-	-	1	1.000
Pakistán	3,8	3	4	3	725	2	630	-	-	2	2.000
Polonia	-	-	-	-	-	-	-	6	6.000	-	-
Reino Unido	62,7	18	16	16	9.246	-	-	4	6.680	9	12.000
República Checa	26,7	6	33	6	3.766	-	-	2	2.400	1	1.200
Rumanía	10,8	2	19	2	1.300	-	-	2	1.310	1	655
Rusia	162	33	18	33	23.643	11	9.297	17	20.000	24	24.000
Sudáfrica	12,9	2	5	2	1.830	-	-	-	-	6	9.600
Suecia	58,1	10	40	10	9.378	-	-	-	-	-	-
Suiza	25,7	5	41	5	3.263	-	-	-	-	3	4.000
Tailandia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.000
Taiwán	40,4	6	19	6	5.018	2	2.600	-	-	1	1.350
Turquía	-	-	-	-	-	-	-	4	4.800	4	5.600
Ucrania	68,7	15	48	15	13.107	2	1.900	2	1.900	11	12.000
Vietnam	-	-	-	-	-	-	-	4	4.000	6	6.700
Total	2.497,1	435	0,16	435	370.049	64	61.930	160	177.915	323	366.415

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

Tabla 4: Centrales nucleares a finales de 2011 y a 01-10-2012.



Fuente: OIEA

Figura 2: Número de centrales nucleares por edad a 1.10.2012 (Potencia > 5 MW).

biomasa, biocarburantes y residuos) también con un 12%. El saldo fue exportador con una reducción del 26,7%.

La producción nacional de energía primaria correspondiente al año 2011 asciende a 30,89 Mtep (Secretaría General de la Energía). En consecuencia, el grado de autoabastecimiento es 23,8%, 2,5 puntos porcentuales menos que en 2010, aun cuando recoge la creciente aportación de las renovables. Esta producción propia se desglosa, en datos del Ministerio de Industria y de Foro Nuclear, en la Tabla 3.

Con un 76,2% de dependencia energética exterior, España está muy por encima de la media de la UE-27 (52,7% en 2010).

IMPLANTACIÓN MUNDIAL DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Parque nuclear y generación nucleoelectrónica en 2011

A finales de 2011 había en el mundo 31 países con centrales nucleares en funcionamiento, con un total de 435 unidades en operación comercial (Tabla 4), seis menos que en 2010. Y el número de reactores en construcción era de 63, tres menos que el año ante-

rior, repartidos en 15 países, con una potencia neta total de 61.032 MW.

La potencia nuclear total neta instalada a finales de 2011 fue de 369.371 MW, 5.311 MW menos que el año anterior y, como se refleja en la Tabla 4, la energía eléctrica neta generada llegó a los 2.497 TWh, 133 TWh inferior a la de 2010. Dicha generación representó el 16% del consumo eléctrico del total de los 31 países nuclearizados, el 36% de los pertenecientes a la UE y el 24% de los asociados a la OCDE. Para el conjunto de la UE-27, la participación nuclear en 2011 alcanzó el 28%.

Al cierre de 2011, la energía eléctrica nuclear neta acumulada desde la conexión a la red del primer reactor nuclear en 1951 (EBR-I, EE.UU.) fue de 65.600 TWh, lo que traducido a tiempo de servicio del parque mundial, representa una experiencia global de operación de 14.750 reactor x año. Y en cuanto a la defensa del medioambiente, en 2011, las centrales nucleares evitaron la cifra de 2.500 millones de toneladas de emisiones de CO₂ equivalente (Mt-CO₂), que equivalen al 8% del total de las emisiones vertidas a la atmósfera en el año, que están alrededor de los 30.000 millones de toneladas.

Es reseñable que en 2011, de los 31 países (Tabla 4) con centrales nuclea-

res, 22 sobrepasan el 15% de participación eléctrica nuclear y 13 superan el 25%, destacando los europeos y entre ellos Francia con el 78% y Bélgica y Eslovenia (54%). Por número de centrales EE.UU. con 104 unidades ocupa el primer puesto, seguido de Francia (58), Japón (50), Rusia (33) y Corea del Sur (21).

Las 435 centrales en operación a finales de 2011 se dividen por tipo de central en seis grupos (entre paréntesis el número de unidades):

- PWR (272 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 (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 2011, fueron siete los nuevos reactores que **iniciaron su operación comercial**: uno por país en India, Pakistán, Irán y Rusia y tres en China; trece sufrieron **parada definitiva** (cuatro en Japón, una en RU y ocho en Alemania) y solo dos unidades **iniciaron su construcción** (Pakistán e India), con una potencia de 945 MW, frente a las 15 unidades y 14.866 MW de 2010. Las 63 unidades en construcción a final de año se distribuyeron entre 15 países, de los que mencionaremos a China, con 26 plantas; Rusia, con 10; India (6), Corea del Sur (5), y EE.UU. (1).

Situación actual (01.10.2012)

En lo que va del año 2012, dos centrales se conectaron a la red **han iniciado su operación comercial**, las dos

Tipo de central	Núm. de unidades	Potencia neta total MW	Países
PWR	52	51.294	Brasil (1), Corea (4), China (26), Eslovaquia (2), EE.UU. (1), Finlandia (1), Francia (1), India (2), Irán (1), Pakistán (2), Rusia (9), Ucrania (2), Emiratos A.U. (1)
BWR	4	5.250	Japón (2), Taiwán (2)
PHWR	5	3.212	India (4), Argentina (1)
LWGR	1	915	Rusia (1)
FBR	2	1.259	India (1), Rusia (1)
Total	64	61.930	15 países

Fuente: OIEA

Tabla 5: Centrales en construcción en el mundo a 01.10.2012.

en Corea del Sur, cuya potencia total asciende a 1.920 MW. Además, **han iniciado su construcción** tres plantas que totalizan 3.762 MW: una en Rusia, otra en Corea del Sur y una tercera en los Emiratos Árabes Unidos, un nuevo país que se une al grupo de usuarios de la energía nuclear. Además, se han **parado definitivamente** dos unidades en el Reino Unido, de una potencia total de 707 MW.

Así pues, el parque mundial a 1 de octubre de 2012 se sitúa en 435 unidades **en operación**, de una potencia neta total de 370.049 MW, lo que supone un aumento de dos unidades y 1.624 MW, respecto del año anterior por estas mismas fechas. Las plantas **en construcción** alcanzan las 64 unidades (una menos que en el periodo anterior) y una potencia neta de 61.930 MW. Y en marzo de 2012 se canceló la construcción de dos plantas (Belen 1 y 2), en Bulgaria.

La Figura 2 muestra el número de centrales por edad. Se aprecian dos máximos a mediados de las décadas de los 70 y 80, 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 64 unidades en construcción por países y tipo de reactores.

Hay que hacer hincapié en el drástico descenso del número de inicio de nuevas construcciones de centrales nucleares experimentado tras el accidente de Fukushima (11 de marzo de 2011), que afecta a 2011, con solo dos unidades y 945 MW y en menor medida a 2012, con tres unidades y 3.762 MW en lo que va de año, cifras estas muy por debajo de las de años anteriores: 53 unidades iniciadas en los cuatro años previos a Fukushima. Todo ello ha puesto de manifiesto la ralentización del resurgimiento nuclear. Un ejemplo de la nueva situación ha sido China, que no ha reanudado todavía la construcción de nuevas plantas en su

ambicioso programa nuclear. El tenue repunte constructivo de 2012 respecto del año anterior podría significar el inicio de la recuperación y que pronto estaríamos en los valores de años anteriores.

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 104 plantas en operación han recibido autorización de explotación a 60 años y otras 27 han presentado la solicitud a la NRC o están en proceso de revisión (US-NRC, OIEA y Foro). Otro indicio de recuperación nuclear en EE.UU. es la solicitud de licencias combinadas (autorización para construir y operar) presentadas en los EE.UU. para la construcción de 18 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, a la fecha de este artículo, hay dudas sobre continuidad de la central de Garoña más allá de los 40 años de operación.

Clausura de centrales

Desde el inicio de la explotación comercial de la primera planta nuclear (1951) hasta el 1.10.2012, se han desmantelado y clausurado un total de 140 plantas nuclear de 19 países, que totalizan una potencia de 49.859 MW. Sobresalen: Reino Unido con 29, EE.UU. (28), Alemania (27), Francia (12) y Japón (9). Le siguen Rusia (5), Italia, Bulgaria y Ucrania, con 4 unidades por país; Eslovaquia, Canadá y Suecia, con 3 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: 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 dispo-

nibilidad. En la Tabla 6 se muestran los indicadores de funcionamiento a lo largo del tiempo desde la conexión a la red eléctrica hasta nuestros días, tanto los promediados por año como los integrales. Estos incluyen 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 escala mundial. En los últimos tres años, los factores de carga y de disponibilidad permanecen en valores satisfactorios, y el factor de indisponibilidad programada mejoró ostensiblemente en 2011 respecto de años anteriores. Igualmente satisfactorios son los indicadores integrales del parque mundial de centrales y particularmente de España, que ocupa el décimo puesto (OIEA-PRIS).

CENTRALES NUCLEARES PLANIFICADAS Y PROPUESTAS

En la Tabla 4 se dan las centrales planificadas y propuestas y su potencia a fecha de 1 de octubre de 2012 (*World Nuclear Association*). Respecto de las planificadas, el número es de 160 y su potencia de 177.915 MW, mientras que las propuestas ascienden a 323 unidades y 366.415 MW, superando ligeramente las primeras las cifras del año anterior y disminuyendo las segundas.

Los diez países con mayores expectativas siguen siendo: China (171 unidades), India (57), Rusia (41), EE.UU. (26), Japón (15), Ucrania y Reino Unido y Emiratos A.U. (13), Vietnam (10) e Italia (10) y Polonia (9). Los países de la Unión Europea han anunciado la construcción de 29 plantas y 36.615 MW, rebajándose las expectativas del año anterior que eran de 40 nuevas centrales y 54.365 MW.

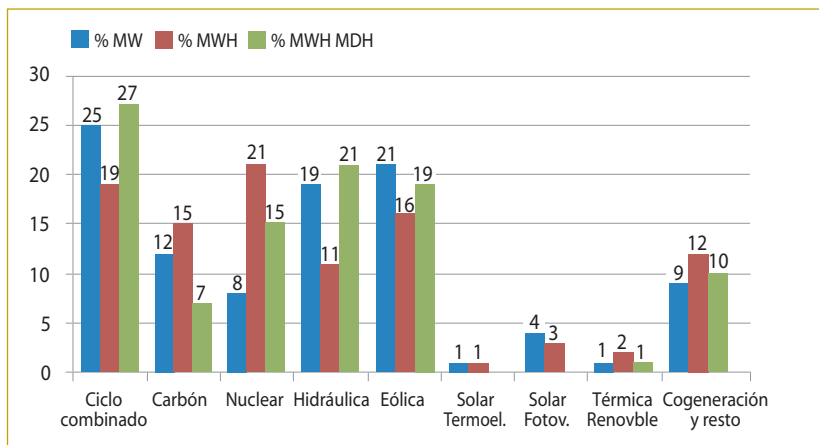
PANORAMA ENERGÉTICO ESPAÑOL

En 2011, la **producción eléctrica** bruta en España fue de 293.737 GWh, lo que ha supuesto un decrecimiento

Año	Núm. de plantas	Factor de carga %	Factor de disponibilidad %	Factor de indisponibilidad no programada %
2009	440	79,40	80,90	5,50
2010	441	81,0	82,0	5,7
2011	435	78,7	80,2	3,8
Factores integrales incluidas todas las centrales en operación y paradas desde el inicio de la operación comercial hasta finales de 2011 (mundial y España)				
Mundial	535	77,3	78,4	6,3
España	10	83,9	84,7	4,5

Fuente: OIEA, ATW

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 2012).

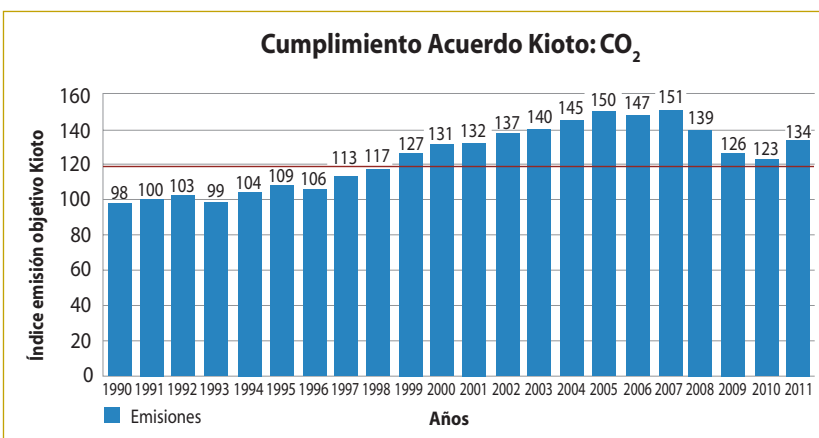


Figura 4: Evolución de las emisiones de CO₂ equivalentes en España respecto al valor del 100% de referencia. (Fuente: Foro Nuclear: Energía 2012).

del 2,8% respecto del año anterior. La **aportación nuclear** alcanzó 57.687 GWh, es decir el 19,64% del total, descendiendo el 6,9% respecto a 2010: todas las centrales realizaron parada de recarga de combustible y mantenimiento, con amplios y complejos trabajos en algunas de ellas que incluyeron nuevas inversiones. La central de Almaraz-2 incrementó su potencia en 65 MW hasta 1.044 MW y en la central de Ascó se concluyó el Almacén Temporal Individual (ATI) para su combustible gastado. Además, el Gobierno decidió la ubicación del Almacén centralizado de combustible gastado, ATC" en Villar de Cañas (Albacete). Las centrales nucleares de Ascó I y II, y de Cofrentes obtuvieron la renovación de sus autorizaciones de explotación por un nuevo periodo de 10 años, hasta el año 2021, y el nuevo Gobierno corrigió la decisión política de cierre de la central de Garoña, aunque en

la actualidad se mantiene la incertidumbre sobre su continuidad.

Además, las centrales españolas se sometieron a las pruebas de *stress* acordadas por el OIEA tras el accidente de Fukushima con resultados favorables, debiendo acometer un programa de inversiones para implantar mejoras preventivas. La **potencia eléctrica total instalada** a finales de 2011 era de 106.306 MW, un 2,6% superior a 2010, siendo de 7.851 MW la parte correspondientes a las **nucleares**, lo que representa el 7,32% 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, 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 ese valor fuese aceptado por los demás países. La última Cumbre del Clima celebrada en 2011 en Durban, acordó una nueva redacción del acuerdo para que pueda ser firmado por los 190 países asistentes antes de 2020. Mientras tanto, los firmantes de Kioto aceptan prorrogar hasta 2015 el acuerdo vigente y dejan abierto su extensión hasta 2020.

La Figura 4 ofrece la evolución de las emisiones en España y el grado de cumplimiento de Kioto. En 2011 las emisiones totales alcanzaron los 387,93 MtCO₂, frente a los 283 millones de referencia (1990). El índice de emisiones de 134% alcanzado en 2011 rompe la tendencia decreciente de los últimos años, alejando el objetivo marcado en 115% del compromiso de Kioto.

Las emisiones por generación eléctrica, según REE, fueron en 2011 de 73 MtCO₂ (un 25% superiores a las de 2010), cantidad, no obstante, inferior a los 74,2 MtCO₂ previstas. La reducción de la producción hidráulica y eólica (climatología) y de la nuclear (coincidencia de paradas recarga y amplitud de trabajos) y un mayor uso del carbón, explica este incremento (véase la Figura 3). El 51% de la generación eléctrica provino de fuentes libres de emisiones de CO₂ (nuclear, hidráulica, eólica y solar). Las nucleares evitaron emisiones de unos 37 MtCO₂, lo que supone un ahorro de unos 259 millones de euros (al precio de 7 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 actuales, 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 2011 y su comparación con los del año anterior.

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

CONSIDERACIONES FINALES

En 2011 ha crecido el consumo energético mundial un 2,5%, especialmente

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	91,80	92,46	91,90	1,58	3.747,54
Almaraz I	1.035,3	86,36	89,90	88,08	0,69	7.832,06
Almaraz II	980,0	87,90	91,22	88,48	2,61	8.017,33
Ascó I	1.032,5	77,26	79,30	78,03	9,19	6.987,74
Ascó II	1.027,2	82,99	86,30	84,63	4,42	7.467,62
Cofrentes	1.092,0	82,59	86,35	84,56	0,90	7.900,46
Vandellós II	1.087,1	76,95	79,35	78,85	7,56	7.327,98
Trillo	1.066,0	89,61	90,64	90,41	1,52	8.327,53
Total 2011	7.786,1	90,80	86,46	85,10	3,77	57.648,26
Total 2010	7.786,1	90,80	92,97	91,33	3,20	61.914,26

(Fuente: Foro Nuclear. Resultados y perspectivas nucleares 2011. Junio 2012).

EL cómputo de incremento de nueva potencia en Almaraz-II se hace en 2012 cuando han concluido las pruebas.

Tabla 7: Resultados de funcionamiento del parque nuclear español en 2011.

en las economías emergentes, mientras que en los países OCDE decrecía un 0,8%. En España la disminución fue del 0,67%. Los combustibles fósiles aumentaron todos su producción respecto a 2010, cubriendo el 87% del consumo mundial. Las renovables (fotovoltaica, eólica y geotérmica) crecieron en un 17%, sobre todo la fotovoltaica, destacando países como Alemania, España, EE.UU. y China.

El parque nuclear mundial ha ralentizado el ritmo de crecimiento de años anteriores debido a la amplia repercusión del accidente de Fukushima-Daiichi. Sus efectos han provocado, por una parte, la interrupción

temporal de funcionamiento de las centrales japonesas y el cierre definitivo de cuatro de ellas, junto con otras ocho en Alemania; y, por otra, el descenso en el inicio de construcción de nuevas de centrales: solo dos en 2011 y tres en lo que va de 2012, frente a las 53 unidades iniciadas en los cuatro años previos a Fukushima.

En síntesis, a 01 de octubre de 2012, existen en el mundo 435 unidades en operación repartidas en 31 países; 64 plantas en construcción (se ha incorporado un nuevo país). Es significativo el elevado número de plantas planificadas (160 unidades) y propuestas (323 unidades), que se

distribuyen en 45 países, de los que 17 se incorporarían por primera vez a esta tecnología.

Finalmente, hay que destacar la política de la mayoría de los países de prolongar la vida de sus plantas hasta los 60 años y más allá, y de construir nuevas centrales, entre ellos: Francia, EE.UU., Reino Unido y China. Otros han anunciado el abandono progresivo y a largo plazo de sus programas nucleares, como: Alemania, Suiza, Holanda y Bélgica. Y algunos mantienen sus programas nucleares, pero sin una posición firme sobre su futuro, entre los que se encuentra España.■