

EL PARQUE ELÉCTRICO NUCLEAR ESPAÑOL DESDE 1982

A. GONZÁLEZ DE UBIETA

El artículo describe la evolución del parque de centrales nucleares españolas desde el año 1982, año de nacimiento de la revista de la Sociedad Nuclear Española, hasta la actualidad, destacando aquellos hechos que, tanto a nivel nacional como internacional, han tenido una especial incidencia en ella. En la actualidad, 9 unidades nucleares funcionan en nuestro país de un total de 17 que se encontraban en diferentes estadios de su ciclo vital en aquel año. Esta reducción en el número de unidades que finalmente han conseguido iniciar y continuar de forma indefinida su etapa productiva contrasta con el crecimiento del consumo eléctrico en ese mismo período que se ha duplicado durante el mismo.

En estos 18 años, se han producido profundas transformaciones tanto en el contexto social, económico y político de nuestro país, en general, como en el Sector Eléctrico, en particular. No obstante, en la actualidad hay motivos, antiguos y nuevos, para sentirse esperanzados respecto del futuro de esta fuente energética.

The article describes the evolution of Spain's nuclear power plants since 1982, the year in which the journal of the Spanish Nuclear Society first appeared, underlining those events that have had a special impact on this evolution at national and international level. At present, there are 9 nuclear groups operating in the country, of the total 17 that were at different stages of their life cycle at that time. This reduction in the number of groups that finally managed to initiate and indefinitely continue their operating lifetime contrasts with the growth of electricity consumption over the period, which has practically doubled.

During these 18 years there have been profound transformations in the social, economic and political context of Spain, both in general and in the Electricity Industry in particular. Nevertheless, there are now reasons, old and new, to feel confident as regards the future of this energy source.

Entre los objetivos de una asociación profesional suele estar la edición de una publicación periódica. Si dicha publicación alcanza su ejemplar número 200, se puede afirmar que dicha asociación se ha consolidado y que los profesionales que la integran la valoran, aceptan y apoyan. En el caso de los profesionales de la industria nu-

clear española este apoyo se ha demostrado a través de los más de 1000 artículos que han publicado en la revista de su sociedad, habiendo constituido un valioso mecanismo de intercambio de información técnica, así como una fuente sobre conocimiento de políticas y estrategias nucleares nacionales e internacionales adquirido a través de las entrevistas y editoriales publicados.

Entre el número 1 de la revista de la Sociedad Nuclear Española (SNE) y el número 200 han transcurrido 18 años, período en el que se han producido profundas transformaciones en el Sector Eléctrico español. Basta decir, para caracterizarlas, que se ha pasado de una situación con un conjunto de 22 empresas que producían y distribuían electricidad en un régimen de concesión administrativa en el que el titular del servicio eléctrico era el Estado -y, por tanto, responsable último de la planificación y de la aprobación de las tarifas- a otra con un conjunto de 4 empresas (más otras de origen extranjero que se van incorporando al sistema) operando en un régimen de mercado liberalizado, en el que los antiguos abonados, convertidos en clientes, pueden elegir suministrador libremente y convenir con él los precios del suministro.

En esos 18 años, la dimensión del Sector se ha duplicado, pasándose de los 93 TWh de consumo eléctrico anual a finales del 1981 a los 185 TWh

a finales de 1999, lo que equivale a un crecimiento medio acumulativo del 3,9%/año.

En este artículo, vamos a recorrer la trayectoria del parque de centrales nucleares españolas durante estos 18 años, viendo lo que fue, lo que pudo ser y lo que finalmente ha sido.

La revista de la SNE nació en un entorno temporal de optimismo nuclear en España aunque se veía acechado por una previsión tormentosa. A principios de 1982, poco antes de la aparición de su primer número, existían poco más de 2.000 MW de potencia nuclear conectada a la red eléctrica nacional (José Cabrera, Santa María de Garoña, Vandellós I y Almaraz I), aportando el 8% de la generación eléctrica total del país. Otros 9.600 MW se encontraban en construcción (Almaraz II, Lemóniz I y II, Ascó I y II, Cofrentes, Vandellós II, Trillo I y Valdecaballeros I y II) y 3.000 más gozaban de autorización previa. En total, 17 grupos nucleares con cerca de 15.000 MW de potencia instalada habían realizado ya fuertes inversiones al amparo del Plan Energético Nacional (PEN) de 1978, con un futuro de optimismo para esta fuente de energía.

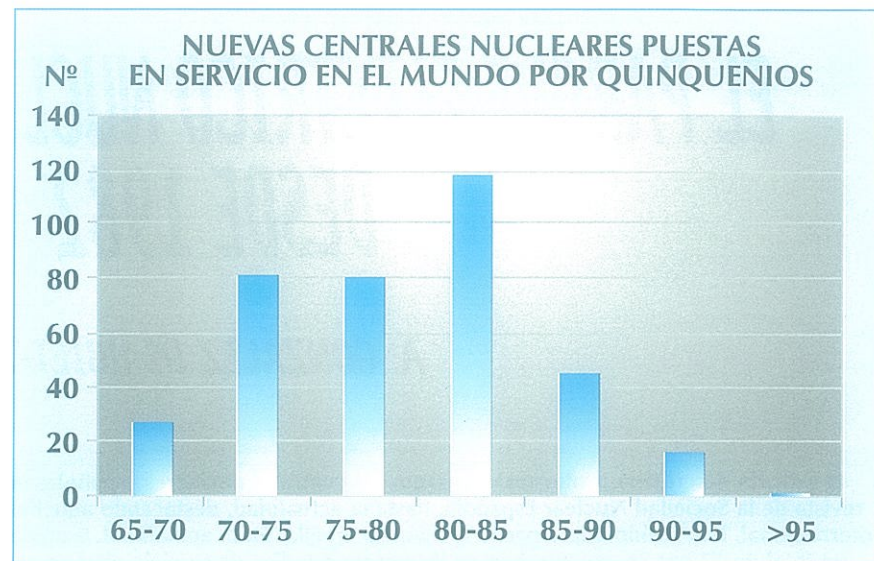
También en ese año se publicaban los Estatutos del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), consolidando el régimen de funcionamiento de un organismo de vigilancia del funcionamiento de las centrales, que había iniciado su

andadura independiente de la Administración del Estado un par de años antes, y presagiando la importancia que adquiriría esta fuente energética en nuestro país. Una salvedad a esta esperanza la constituyó el asesinato de Ángel Pascual en ese mismo año, nueva dramática acción terrorista, tras el asesinato el año anterior de José María Ryan, contra los dos grupos de Lemóniz que provocó una crisis definitiva en las actividades de construcción de los mismos cuando se encontraban al 95% y 75% de avance respectivamente.

El primer número de la revista "Nuclear España" se publicó en Agosto de 1982, en una época de precampaña electoral en la que algunos partidos anunciaban una propuesta de reducción de los planes nucleares, aprovechando el potencial electoral que suponían los movimientos ecologistas que comenzaban a calar en la sociedad española formando parte de los cambios políticos, sociales y culturales que se estaban produciendo en nuestro país. En octubre de ese año, tras las elecciones generales, se constituyó un gobierno socialista que inició la revisión del citado PEN-78.

La Administración socialista era muy crítica respecto de la energía nuclear en favor del carbón, tanto nacional como de importación. Consideraba además que el crecimiento eléctrico supuesto en dicho PEN, del 4,7% anual, era excesivo, por lo que el programa previsto de construcciones en curso –tanto nucleares como de carbón– produciría una situación de sobrecapacidad eléctrica que penalizaría, por el fuerte ritmo de inversión, la salud financiera del Sector Eléctrico.

En 1984, el Parlamento aprobó el PEN-83, que cubría el período 83-92, elaborado sobre la base de un crecimiento anual de la demanda eléctrica del 3,3%. El PEN-83 concluía con el mantenimiento de las construcciones de carbón y con una reducción de casi el 50% de la potencia nuclear en servicio prevista en el plan anterior, limitándola a 7.400 MW al final de su período de cobertura. Para entonces, el proyecto de Regodola había sido ya congelado, sin entrar siquiera en fase avanzada de ingeniería, y el proyecto de Sayago estaba pendiente de la autorización de construcción, que finalmente no se otorgó, con todo el equipo principal fabricado y almacenado. Con ese objetivo de potencia instalada era preciso retirar algunas de las plantas que se encontraban en construcción. El PEN-83 decide la moratoria de los proyec-



tos de Valdecaballeros I y II, Lemóniz I y II (ya efectivamente paralizados por la acción terrorista) y Trillo II. La construcción de este último, una réplica de Trillo I, todavía no había comenzado y Valdecaballeros I y II se encontraban en el momento de la paralización con un grado de avance de su construcción próximo al 70% y 50% respectivamente.

En la segunda mitad de esa década de los 80 se va finalizando la construcción y puesta en marcha del parque nuclear español incluido en el PEN, que se completó en 1988 con la entrada en servicio de la central de Trillo 1, siguiendo una tendencia que se constataba a nivel internacional en la mayoría de los países industrializados que eran aquellos en los que se estaba llevando a cabo el grueso de los programas nucleares. El gráfico adjunto es muy elocuente al respecto.

Las unidades tuvieron que ir afrontando durante sus últimas etapas de construcción o inicio de la operación importantes cambios en la legislación y normativa de seguridad derivados de las lecciones aprendidas del accidente de la unidad 2 de la central de Three Mile Island, en 1979, incorporando un buen número de requisitos de seguridad adicionales a los existentes en el momento de iniciar sus diseños. Las que se encontraba ya en operación, hubieron de considerarlos en los Programas de Evaluación Sistemática (SEP) que les fue requerido por el CSN.

Este accidente había provocado un cambio de actitud en la industria nuclear internacional (inicialmente en los Estados Unidos y posteriormente en el resto del mundo), pasándose de la actitud individualista que caracterizó la etapa de construcción, hacia otra de colaboración mutua al sentirse las em-

presas explotadoras de las centrales nucleares miembros de una comunidad con intereses comunes en seguridad nuclear. Se puso en evidencia que un accidente nuclear en cualquier parte del mundo era como si el accidente hubiera ocurrido en todo el mundo ("an accident anywhere is an accident everywhere"). El nacimiento del Institute of Nuclear Power Operations (INPO), fruto de esta conciencia, fue seguido de cerca por las centrales nucleares españolas que juzgaron oportuno incorporarse a él como uno de los primeros miembros internacionales, accediendo a una información sobre seguridad y experiencia operativa del máximo interés y aportando la suya en reciprocidad.

El accidente ocurrido en la unidad 4 de la central de Chernóbil, en 1986, creó inicialmente una incertidumbre sobre posibles nuevos requisitos, que finalmente no fue preciso incorporar debido a las grandes diferencias de los criterios de seguridad aplicados en el diseño y en la operación de las centrales occidentales frente a los aplicados en los países de la antigua Unión Soviética. Este accidente globalizó el interés de la cooperación internacional en seguridad nuclear provocando la creación de la World Association of Nuclear Operators (WANO) al que las centrales nucleares españolas pertenecen desde su nacimiento en 1989. No obstante, el accidente creó en la población una inquietud, no técnicamente justificada pero socialmente comprensible, a la que hubo que hacer frente, contribuyendo la revista de la SNE con artículos que nos informaban con exactitud sobre las características de los reactores RBMK, diferentes de los reactores occidentales, y sobre las consecuencias radiológicas del mismo.

El final de esa década se ve marcado por el accidente en 1989 en la central de Vandellós I, que hizo rebrotar en parte de la sociedad española su temor a la energía nuclear, temor alimentado por grupos antinucleares que recordaron el accidente de Chernóbil. Los importantes y discutibles nuevos requisitos que se le impusieron a la central para poder continuar su operación junto con el anuncio del gobierno de Francia del plan de cierre de la central de Saint Laurent, similar a Vandellós I, hicieron que Hifrensa, propietaria de la central, anunciara su renuncia a continuar su operación, por lo que por Orden Ministerial de 31 de Julio de 1990 se dejó sin efecto la condición tercera de su Permiso de Explotación que le autorizaba la operación a potencia.

Tras esta decisión, las industria nuclear española, en general, y las Empresas Eléctricas participantes en la propiedad de Vandellós I y ENRESA, en particular, afrontaron una situación para la que existía una laguna legislativa. La programación de las actividades de desmantelamiento y clausura de Vandellós I fueron haciendo camino para cubrir esa laguna, que finalmente lo ha sido en el nuevo Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas publicado en Diciembre del pasado año.

Tampoco el final de la década hizo renacer en la industria nuclear española el optimismo que hubiera proporcionado el levantamiento de la moratoria y la puesta en servicio de algunos de los grupos nucleares afectados. No obstante, 1990 constituye un año en el que el parque eléctrico nuclear español se consolida, tras el arranque de las últimas centrales a lo largo de 1988 y la fase inicial de la operación de las mismas. Desde entonces, el parque nuclear aporta una producción anual creciente de más de 55.000 millones de kWh a la producción de electricidad del país, estando próxima a los 60.000 en los dos últimos años -cifra que muy probablemente se superará de forma significativa este año- lo que representa un tercio de la producción total. Es en el inicio de estos años 90, cuando el conjunto del parque se encuentra a pleno funcionamiento y las centrales pueden aprovechar las sinergias que ofrece el afrontar en común unos mismos objetivos de seguridad de funcionamiento y de protección radiológica del personal, del público y del medio ambiente.

Pero ya se anticipaban otros aspectos a los que se tenía que prestar atención. Las tendencias internacionales de aper-

CENTRAL	POTENCIA ELÉCTRICA INICIAL (MW)	POTENCIA ELÉCTRICA ACTUAL (MW)	INCREMENTO (MW)
José Cabrera	160	160	-
Garoña	460	466	6
Almaraz I	930	973,5	43,5
Almaraz II	930	982,6	52,6
Ascó I	930	1.028	98
Ascó II	930	1.014,8	84,8
Cofrentes	975	1.025,4	50,4
Vandellós II	982	1.081,7	99,7
Trillo	1.000	1.088	88
TOTAL	7.297	7.820	523

tura a la competencia de los mercados eléctricos, que se plasmaban en Europa desde el comienzo de la década de los 90 en los borradores de la correspondiente Directiva comunitaria, aprobada finalmente en 1996, aconsejaban optimizar el coste medio de producción del kWh. La reducción de costes era de una importancia transcendental si la energía nuclear había de entrar en competencia con otras fuentes energéticas. Para esta reducción de costes unitarios había que intervenir en los dos frentes que lo computan y sobre los que las centrales tienen una total capacidad de actuación: el aumento de la producción y la disminución de los gastos de Operación y Mantenimiento.

Uno de los métodos de incrementar la producción sin incurrir en costes excesivos es el aumento de la potencia eléctrica. Así, las Empresas Eléctricas españolas, a la luz de los desarrollos tecnológicos, comenzaron a estudiar los posibles aumentos de potencia susceptibles de ser implantados. Diferentes estudios realizados concluyeron en que era posible incrementar la potencia eléctrica del parque nuclear español en cerca de 900 MW sin que hubiera razones de seguridad o técnicas que lo impidieran. Por una parte, los márgenes de los equipos principales ya instalados permitían incrementar la potencia térmica licenciada de las diferentes centrales entre un 5% y un 12% (equivalente a un incremento eléctrico total de 750 MW) manteniendo los márgenes de seguridad anticipados cuando fueron licenciadas. Adicionalmente, existía la posibilidad de conseguir aumentos de potencia a través de la mejora de la eficiencia de los equipos principales del ciclo, especialmente de la turbina, cuya tecnología había evolucionado favorablemente en los últimos años. Estos aumentos se evaluaron en 150 MW adicionales para el conjunto del parque.

Ante estas perspectivas, las centrales iniciaron un plan de aumento de po-

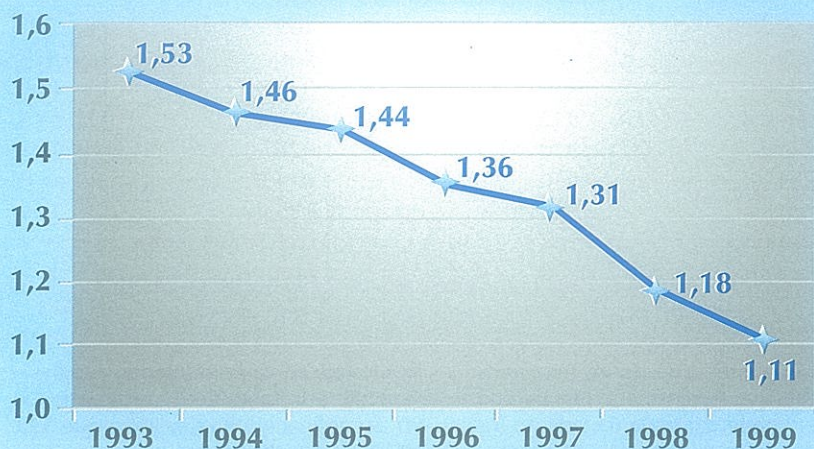
tencia que se va implantando progresivamente a lo largo de la década de los 90. Su aplicación ha llevado a que 523 MWe de los 900 estudiados sean hoy una realidad, lo que ha supuesto un aumento de la potencia instalada del 7%. Es posible, además, que la cifra de 523 Mwe se incremente todavía en algunas decenas de MWe.

Era, pues, evidente la ventaja de esta opción frente a la construcción de nuevas instalaciones eléctricas, al permitirse con ella un aumento importante de la producción sin incremento significativo de sus costes de producción. Este incremento de potencia equivale a la puesta en funcionamiento de una nueva central de tipo medio y permite la aportación anual a la red eléctrica nacional de unos 4.000 millones de kWh adicionales. Esta tendencia había sido ya iniciada en otras partes del mundo. Países como Suecia, Suiza y Estados Unidos han venido autorizando incrementos de potencia en un número sustancial de unidades con diseño similar al de las plantas españolas, consiguiendo aumentos de entre el 5% y el 15% respecto de la potencia del proyecto original.

La mejora de la producción no ha sido sólo fruto de los programas de ampliación de potencia. La disminución del número de paradas automáticas, la reducción en los tiempos de retorno a potencia cuando éstas se producen, así como la reducción de la duración de las paradas para recarga, han permitido conseguir una progresiva mejora del factor de carga del parque que alcanza en la actualidad valores anuales medios superiores al 85%, difíciles de superar para un conjunto de centrales en un período tan amplio.

El segundo aspecto a considerar era, como se ha dicho, la reducción de los gastos de Operación y Mantenimiento. Para ello, se iniciaron mejoras en los procesos de gestión, principalmente dirigidos a optimizar la contratación de los servicios exteriores, así como a

COSTES de O y M por kWh (Ptas. constantes de 1999)



ajustar el tamaño de las plantillas propias. Estas mejoras, junto con el aumento de la producción, condujeron a situar los costes de producción eléctrica de origen nuclear en nuestro país en unos puestos de privilegio para afrontar la libre competencia. El coste de O+M se fue reduciendo progresivamente hasta situarse en 1999 en 1,11 Ptas/kWh que junto con el coste del combustible de 0,61 ptas/kWh componen un coste de producción de 1,72 Ptas/kWh neto en un mercado que funciona con precios de generación en el intervalo de 4 a 6 Ptas/kWh. Con ello las centrales nucleares se han constituido en el medio de generación de energía de base más barato en nuestro país.

La segunda parte de la década de los años 90 cerró la incertidumbre de la moratoria nuclear con la publicación de la Ley 40/94 de 3 de Diciembre. Las centrales en moratoria se cancelaban definitivamente dictándose las normas para ello. Aunque esta Ley quedó posteriormente derogada y sustituida por la Ley 54/1997 de 27 de Noviembre, ésta no hizo más que reafirmar la decisión ya adoptada por la Ley que derogaba. Las centrales de Valdecaballeros I y II, Lemóniz I y II y Trillo II quedaron definitivamente canceladas.

Pero la nueva Ley impuso nuevos retos: La liberalización del Sector Eléctrico y el funcionamiento de los grupos de generación en un mercado de competencia en el que la electricidad se oferta día a día, funcionando sólo aquellos cuyos precios ofertados estén por debajo del del último que es necesario para cubrir la demanda.

En el inicio del funcionamiento de este mercado, en Enero de 1998, las centrales nucleares se encontraban bien posicionadas para competir con otras fuentes de energía. Esto se ha demostrado mediante su selección conti-

nua en dicho mercado para funcionar a plena carga. No obstante, la competencia es un reto continuo que hay que mantener y las centrales vieron posibilidades para continuar optimizando sus costes de producción aprovechando las sinergias que aportan la unificación o consolidación de la gestión de algunas de ellas. La optimización de las organizaciones y de la gestión de vida de las centrales se constituyen en dos de los objetivos que permitirán mejorar la competitividad de las centrales nucleares. Estas políticas están siendo seguidas en otros países destacando el caso de los Estados Unidos.

En los Estados Unidos se está produciendo un proceso acelerado de consolidación de explotadores nucleares que evidencia el gran valor de mercado de las centrales nucleares. Las empresas eléctricas con mayor número de unidades nucleares y, consecuentemente, con más experiencia nuclear y más eficiente organización están comprando centrales nucleares a aquellas otras empresas, generalmente explotadoras de una única unidad nuclear, peor situadas para operar eficientemente en un mercado competitivo. Se espera que este proceso reduzca el número de explotadores de los más de 50 que había originalmente a no más de 10, con lo que se conseguirá hacer todavía más competitivas a las 103 unidades nucleares estadounidenses actualmente en explotación.

El inicio del mercado liberalizado de electricidad en España vino acompañado de un hecho esperanzador para el futuro de la energía nuclear en el mundo: La firma del Protocolo de Kioto en Diciembre de 1997. Los compromisos adquiridos por los países industrializados para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero deben constituir uno de los pilares de defensa

del mantenimiento futuro de la opción nuclear. Las centrales nucleares no producen CO₂ ni otros gases de efecto invernadero durante su funcionamiento, por lo que se constituyen en herramienta poderosa en manos de los gobiernos para poder cumplir los compromisos adquiridos en dicha cumbre.

En esta misma línea de esperanza se manifiesta el Consejo Mundial de la Energía. "Mantener abiertas todas las opciones energéticas" es una de sus 10 recomendaciones sobre actuaciones políticas para lograr los objetivos de "accesibilidad, disponibilidad y aceptabilidad energética" en las dos próximas



Adolfo GONZÁLEZ DE UBIETA CARASA es Doctor Ingeniero Industrial por la Escuela de Bilbao (1965) y Diplomado en Ingeniería Nuclear por el Instituto de Estudios Nucleares, Madrid (1968). Comenzó a trabajar en ASINEL, en el desarrollo de un Laboratorio de Alta Potencia, pasando en 1967 a Iberduero (ahora fusionada en Iberdrola) para participar en el desarrollo de las centrales nucleares de dicha sociedad. Trabajó durante dos años en los EE.UU. con General Electric como ingeniero de arranque nuclear, y de vuelta en España participó en el arranque de la central de Santa María de Garoña, así como en el diseño y construcción de las centrales de Lemóniz y Sayago en calidad de Jefe de la Sección Nuclear de Iberduero. A finales de 1981 pasó a UNESA donde ha sido Jefe del Departamento de Planificación Eléctrica y, desde 1990, Director del Área Nuclear. Ha sido representante español en varios Grupos de Trabajo de UNIPED, de OPEN y del OIEA, siendo actualmente representante en el Grupo de Trabajo Nuclear de EURELECTRIC. A finales de 1987 se incorporó como representante español en el recién establecido Comité presidido por Lord Marshall para crear WANO siendo, a su vez, elegido Presidente del "Steering Committee" encargado de organizar el Centro de París de dicha Asociación Mundial. Ha sido Vicepresidente del Centro de París durante cuatro años y uno de los nueve miembros de la Junta mundial de gobierno de WANO durante diez años, responsabilidad que todavía desempeña. Desde 1993 es, además, Presidente del Comité de WANO para la mejora de la seguridad de las centrales nucleares de diseño soviético que operan en el Centro y Este de Europa.

décadas, que se recogen en el documento "Energía para el Mundo del Mañana – Actuar ahora" (Abril 2000). Asimismo, señala que la energía nuclear es de importancia fundamental, pues es el único suministro energético que actualmente tiene recursos extensos y bien diversificados, es prácticamente autóctono (por la facilidad de almacenamiento del combustible de varios años de producción) y no emite gases de efecto invernadero; además, el documento reconoce que la nuclear es la única tecnología energética existente que podría sustituir al carbón como energía de base en el caso de que la amenaza del cambio climático se confirmase. También recomienda que los recursos económicos dedicados a la investigación y desarrollo nuclear se concentren en el desarrollo de centrales nucleares evolutivas (de agua ligera) de gran potencia y en diseños intrínsecamente seguros de potencia reducida susceptibles de tener entrada en los mercados de los países en vías de desarrollo.

La Comisión Europea, por su parte, está afrontando la realidad del conflicto energético en el que Europa está inmersa. Con este fin, se ha elaborado por encargo de la Comisión el denominado "*DILEMMA Study*", que analiza la contribución de la energía nuclear a la reducción de emisiones de CO₂ en la generación eléctrica en el horizonte del 2025. La principal conclusión de este estudio es que, aún cumpliéndose los ambiciosos objetivos que para las energías renovables ha propuesto la Comisión y suponiendo una vida de 40 años para las centrales nucleares actualmente en operación, serían necesarias en el año 2025 otras 100 centrales nucleares de 1.000 MW cada una para mantener los compromisos de Kioto.

Por otra parte, la Comisión ha iniciado la preparación de un documento sobre seguridad del suministro, con la intención manifestada de iniciar un debate abierto sobre la contribución de las diferentes fuentes energéticas al futuro abastecimiento eléctrico de la Unión Europea.

Paralelamente, de un modo más pragmático, los Estados Unidos reafirman la validez de dicha fuente de energía extendiendo las licencias operativas de las centrales actuales hasta alcanzar los 60 años y certificando la NRC nuevos diseños, aunque no se aborden en este momento planes sobre nuevas construcciones.

El comienzo de este artículo señalaba que la revista de la SNE nació en un momento temporal todavía optimista para la energía nuclear aunque acechado por una previsión tormentosa. La publicación del número 200 se realiza también en un entorno en el que hay motivos –antiguos y nuevos– para sentirse esperanzados respecto del futuro de esta fuente energética, sin cuyo concurso será prácticamente imposible atender las necesidades crecientes de energía eléctrica en un mundo que ve cómo progresivamente más y más países aceleran su desarrollo económico, desarrollo que todos desean sea sostenible.

- COMBUSTIBLES CLÁSICOS
- SOLAR, EÓLICA
- RECURSOS HIDROELÉCTRICOS
- RESIDUOS URBANOS
- URANIO
- DEUTERIO/LITIO

$E = mc^2$
DE LA
MATERIA

A LA
ENERGÍA

CONSULTORÍA - INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN Y
PUESTA EN MARCHA



BARCELONA - BILBAO - CANARIAS - MADRID - STUTTGART - VALENCIA

www.sener.es