



COMUNICACIÓN TÉCNICA

La energía nuclear, una fuente de energía imprescindible

Autor: Antonio González Jiménez

Institución: Foro de la Industria Nuclear Española

e-mail: agj@foronuclear.org

RESUMEN

En los últimos años, el escenario energético mundial y europeo ha cambiado sustancialmente. Se ha producido un incremento muy importante de la demanda energética, particularmente de la eléctrica, aumentada de forma espectacular por el desarrollo de los países emergentes. Al mismo tiempo, ha surgido la amenaza de un cambio climático originado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y las incertidumbres por la necesidad de garantizar el suministro. Ante esta situación, en el futuro va a ser necesario contar con todas las fuentes disponibles, incluida la nuclear, en un mix energético lo más equilibrado posible. La energía nuclear ofrece soluciones positivas, que la convierten en una de las energías básicas en el panorama energético mundial, tanto presente como futuro, según recogen los organismos internacionales expertos en esta materia, como el Consejo Mundial de la Energía, la Agencia Internacional de la Energía o la Organización para el Desarrollo y Cooperación Económico. España no debe ser ajena a las consideraciones de estos organismos si no quiere perder el tren de la competitividad y el desarrollo futuro. El coste de la energía eléctrica de origen nuclear es altamente competitivo, su impacto ambiental es nulo para los gases de efecto invernadero, su explotación es segura, está supervisada por organismos reguladores nacionales e internacionales y existen soluciones técnicas seguras para el control y el almacenamiento de sus residuos. Su aportación al desarrollo tecnológico es la más alta que ofrecen las distintas fuentes de energía. La operación a largo plazo de las centrales disminuirá aún más los costes. Sus efectos económicos tanto en la renta y el empleo como en la balanza de pagos, son muy importantes. Dada su elevada capacidad de producción es, en la actualidad, una fuente indispensable para, primero, mejorar las condiciones ambientales y, segundo, compensar la pérdida de generación derivada de la disminución de la participación de los combustibles fósiles. Por otra parte, las crecientes exigencias en materia de emisiones a la atmósfera dan lugar a un progresivo encarecimiento de las tecnologías convencionales y, por ende, a una mejora de la competitividad de la energía nuclear en la producción de electricidad.

LA ENERGÍA NUCLEAR, UNA FUENTE DE ENERGÍA IMPRESCINDIBLE

1. PANORAMA ACTUAL Y FUTURO DE LA ENERGÍA

La humanidad avanza constantemente hacia un mayor desarrollo económico y social. La globalización ha fomentado las relaciones entre los países de tal forma que, hoy en día y éste es el caso de la energía, ya no es posible establecer políticas nacionales que no tengan en cuenta las planteadas por otros países.

El 20% de la población mundial consume el 80% de los recursos energéticos. En los próximos 20 años se prevé un aumento de la población del 25%.

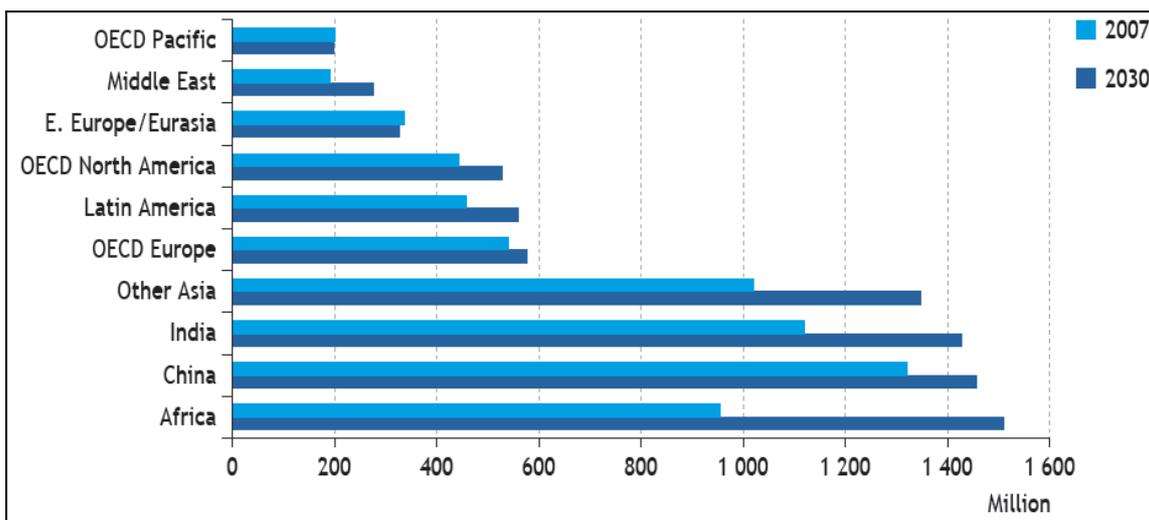


Fig. 1 Evolución de la población mundial por regiones. Fuente: Agencia Internacional de la Energía. World Energy Outlook 2009

Casi un tercio de la población mundial, unos dos mil millones de personas, no tiene acceso a los servicios de transporte y energía de los que se dispone en los países desarrollados. La Agencia Internacional de la Energía (AIE) considera que la demanda energética mundial va a aumentar un 55% en 2030.

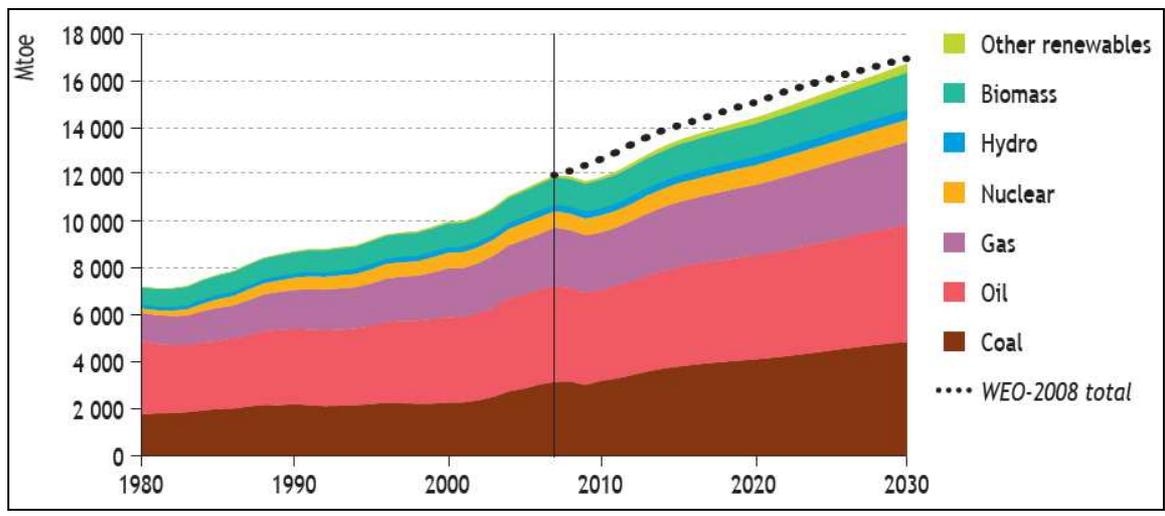


Fig. 2 Previsiones de demanda de energía primaria en el mundo por combustibles en el Escenario de Referencia. Fuente: Agencia Internacional de la Energía. World Energy Outlook 2009

Es bien conocida la relación entre el desarrollo económico-social y el consumo energético. Esta relación determina que el desarrollo de los países avanzados dependa de un consumo energético creciente y que los países subdesarrollados, a través de sus avances, tengan acceso a los recursos energéticos necesarios. De la necesidad de compatibilizar lo anterior con el medio ambiente, nace el desarrollo sostenible.

Sin embargo, la situación global actual está muy lejos de alcanzar la sostenibilidad. La Europa de los 27 importó casi el 60% de su energía primaria en 2009 mientras que España alcanzó una dependencia del exterior del 80%. No se visualizan otras alternativas energéticas para compensar el progresivo agotamiento del petróleo y el gas. Si se sustituyera la energía nuclear por centrales de gas, la dependencia exterior aumentaría en España, superando el 90%. A ello hay que sumar su negativo impacto sobre el medio ambiente. Finalmente, las energías renovables tienen limitada su aportación a la cobertura de la demanda por sus condicionantes técnico-económicos y el carácter intermitente y no programable de algunas de ellas. Esta situación se ha visto agravada al detenerse, en algunos países, el desarrollo de la energía nuclear.

La energía nuclear supone el 17% de la electricidad que se consume en todo el mundo. En 2005 y 2006 se alcanzaron récords en lo que a generación de electricidad de este origen se refiere, con 2.690 millones de MWh cada año. Actualmente, existen 441 reactores nucleares en funcionamiento en 31 países, y otros 61 en 15 países se encuentran en fase de construcción, habiéndose iniciado la de 15 de ellos durante el año 2010. En fase de planificación se encuentran más de 90 y existen propuestas para más de 200 nuevas unidades según la World Nuclear Association.

Cuatro de los diez países que se incorporaron a la Unión Europea el 1 de mayo de 2004 –Eslovaquia, Eslovenia, Hungría y República Checa- tienen 15 reactores en funcionamiento. Con su incorporación, 14 de los 27 estados miembros producen electricidad con energía nuclear en la actualidad, habiendo pasado el número de reactores de 136 a 151, lo que ha incrementado alrededor de un 8% la producción

nuclear en la UE, representando más del 30% del total de la energía eléctrica que se consume en el conjunto de la Unión Europea. En España este porcentaje fue del 17,61% en el año 2009.

Es determinante fomentar el desarrollo de todas las fuentes de energía que puedan contribuir en adecuadas condiciones económicas, sociales y medioambientales a la cobertura de la demanda, tanto para los países desarrollados como para los subdesarrollados ya que, en otro caso, se producirán inestabilidades en los mercados y en el suministro y transporte de la energía que afectarán, en mayor o menor grado, a todos los países. A lo anterior hay que sumar la mejora de la eficiencia. Los Jefes de Estado o de Gobierno, a través de la Comisión Europea, han aprobado la “Estrategia energética para la Unión Europea”, el famoso 20-20-20 para el año 2020, que tiene por objetivo alcanzar un 20% de ahorro en energía, reducir un 20% las emisiones de gases de efecto invernadero y alcanzar un 20% del consumo final de energía con energías renovables.

En España, el consumo de energía eléctrica en el año 2009 disminuyó un 4,4% respecto a 2008, lo que indica que el consumo eléctrico no va a seguir creciendo con las mismas tasas anuales de la última década, debido fundamentalmente a la coyuntura de la crisis económica y financiera global, lo que hará necesario revisar el mix eléctrico disponible en el sistema. Aún así, desde 1997, el consumo neto de electricidad en España ha tenido un incremento acumulado cercano al 60%.

2. FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2.1. Relación de las distintas fuentes

Las energías disponibles en el sector eléctrico ahora y en el próximo futuro son, básicamente, las que se relacionan a continuación. Se han dividido en dos grupos: el de aquéllas cuya producción es continua y el de las que dependen de factores externos como el sol, el viento o la lluvia, que tienen, en consecuencia, una generación intermitente o no gestionable.

En el primer caso se encuentran el carbón, el gas, la nuclear, el biogás, la biomasa y los residuos sólidos. Y en el segundo caso la hidráulica, la eólica, la solar termoeléctrica y la solar fotovoltaica. La participación de cada una de ellas es muy distinta.

La incidencia en el balance eléctrico nacional de los aspectos anteriores se hace patente en el balance de cobertura de la demanda que se presenta a continuación:

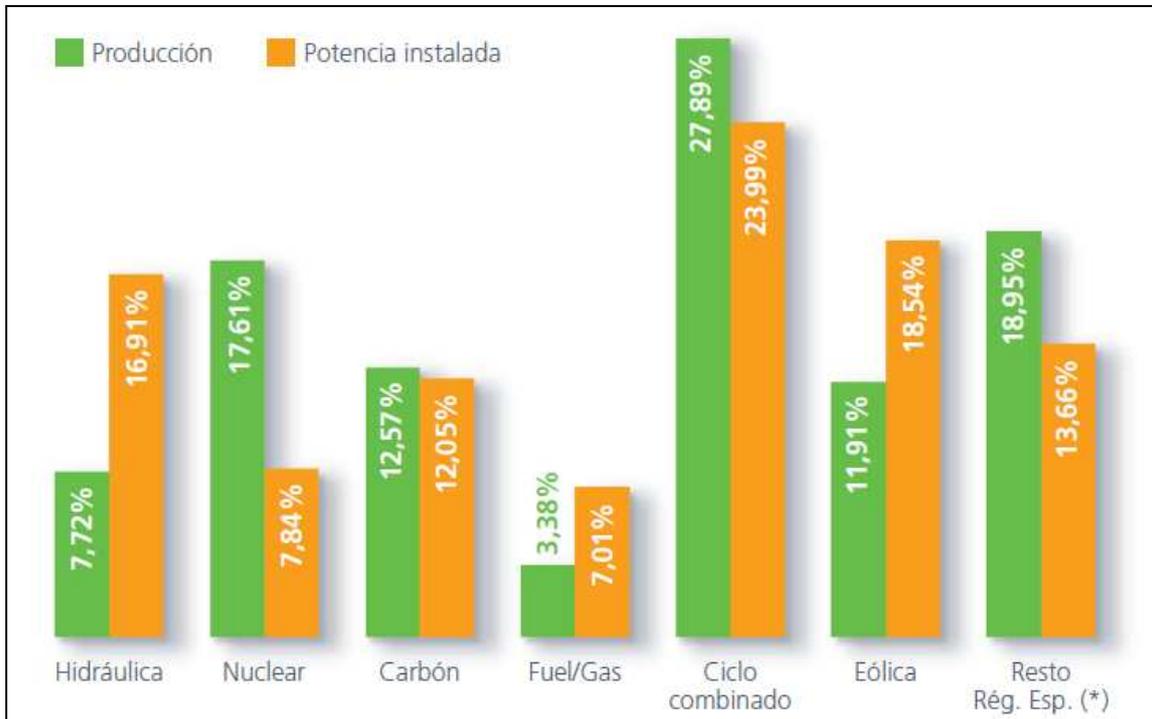
	Millones de kWh		
	2008	2009	Variación (%)
Producción			
Hidroeléctrica, eólica y solar	61.524	73.686	19,8
Termoeléctrica convencional(1)	196.859	174.124	-11,5
Termoeléctrica nuclear	58.975	52.762	-10,5
Producción Total	317.358	300.572	-5,3
Consumos propios	12.476	11.702	-6,2
Producción neta	304.882	288.870	-5,3
Consumo en bombeo	3.731	3.736	0,1
Intercambios internacionales:			
Exportaciones	16.920	14.856	-12,1
Importaciones	5.880	6.752	14,8
Saldo intercambios internacionales	-11.040	-8.104	-
Energía disponible para mercado	290.111	277.030	-4,5
Pérdidas en transporte y distribución	22.423	21.015	-6,3
CONSUMO NETO	267.688	256.015	-4,4
(1) Incluye la generación térmica del Rég. Especial			

Fig. 3 Balance eléctrico de los años 2008 y 2009 en España. Fuente: UNESA

2.2. Utilización y efecto sobre la red

Para mantener un servicio fiable y de calidad es condición necesaria disponer de un alto porcentaje de energía base que asegure el funcionamiento estable del sistema eléctrico nacional.

Las energías intermitentes o condicionadas por diversos factores que hacen que su utilización no sea continua o se limite a valores bajos, generan desequilibrios en la relación oferta-demanda que pueden conducir a inestabilidades en la red eléctrica de transporte y distribución de energía y, por tanto, a interrupciones del suministro. La consecuencia inmediata de la mayor o menor utilización de cada fuente de energía es que la reserva de centrales de generación tendrá que ajustarse consecuentemente. Así, ante una baja utilización, el sistema tendrá que disponer de más capacidad de generación en reserva para poder cubrir la ausencia de esas centrales. Obviamente, esta cobertura no puede ser excesiva, ya que encarecería el coste del kWh de manera muy importante, cuanto mayor sea la presencia de centrales con un bajo número de horas de utilización.



(*) Cogeneración, minihidráulica, biomasa y residuos

Fig. 4 Estructura del sistema eléctrico en España en 2009. Potencia instalada y producción.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UNESA y REE

La energía nuclear, dentro de los sistemas eléctricos, es una energía de base, que no compite para nuevas inversiones con energías intermitentes como la eólica, sino con el carbón y el gas natural.

Por otra parte, España dispone de una limitada capacidad de interconexión con los países limítrofes, Francia y Portugal.

Con los condicionantes anteriores, durante los picos de demanda, se tiene que utilizar en muchas ocasiones el 100% de la potencia disponible. Esta situación aumenta, de manera crítica, la necesidad de energía de base, que esté disponible con seguridad en situación de alta demanda.

La inversión necesaria para las infraestructuras de suministro de energía, en todo el mundo, según los últimos datos de la Agencia Internacional de la Energía es de más de 20 billones de dólares ($20 \cdot 10^{12}$ \$) para el periodo 2005 a 2030. Con esta inversión se cubriría la demanda y se reemplazarían las instalaciones que terminarían su ciclo o quedarían obsoletas. Una parte fundamental de las inversiones se aplicaría en satisfacer la demanda actual. El sector eléctrico domina el escenario al requerir, específicamente, dos terceras partes del total (incluyendo la inversión necesaria para cubrir la demanda de suministro de combustible para las centrales de generación eléctrica).

El agotamiento de los yacimientos existentes y la búsqueda de otros nuevos, para los combustibles fósiles, unido a las alzas de precios, las limitaciones medioambientales y la liberalización de mercados, y la actual situación de crisis económica y financiera, crean serias incertidumbres que pueden alejar a los inversores. Una bajada en las inversiones sobre petróleo y gas supondría aumentos de precios de estos combustibles, lo que, a su vez, determinaría una reducción sustantiva de la demanda de los mismos.

Las tecnologías avanzadas, en acelerado desarrollo actualmente en diversos sectores energéticos y, muy en particular, en el sector nuclear, pueden producir cambios drásticos en el panorama energético.

En resumen, las incertidumbres de todo tipo asociadas al sector energético aconsejan el establecimiento de un modelo energético, no sólo a corto, sino que también tenga en cuenta el medio y largo plazo, en donde se evalúen las fuentes de energía disponibles, sus existencias, su capacidad, su coste, su contribución a la diversificación, su desarrollo tecnológico, la política de precios a establecer siempre con vistas al largo plazo, la evolución de los mercados internacionales y la reducción del muy alto grado de dependencia energética.

3. GARANTÍA DE SUMINISTRO Y COBERTURA DE LA DEMANDA

La demanda de combustible nuclear se ha cubierto por la producción primaria (yacimientos) que ha aportado alrededor del 60% en los últimos años y por las fuentes secundarias (enriquecimiento de colas de uranio empobrecido, reciclado de combustible gastado, uranio procedente de las armas nucleares, inventarios y reservas de gobiernos, productores, empresas, etc.) que han cubierto aproximadamente el resto.

Desde el año 2003 se ha producido un incremento en el precio del uranio que ha variado, mejorando drásticamente, las características y condiciones del mercado. Los contratos a medio y largo plazo han aumentado con relación a las ventas coyunturales (mercado "spot"), lo que favorece la gestión de los productores y propicia la investigación y prospección de nuevas fuentes de producción, generándose un incremento continuado en las reservas existentes a nivel mundial.

En el informe "Uranium 2009. Resources, production and demand", más conocido como el Libro Rojo del Uranio, se confirman las previsiones anteriores. Así, en dos años el crecimiento de reservas identificadas de uranio en el mundo, ha experimentado un incremento del 21% y las inversiones en exploración han aumentado en más del 250%.

DISPONIBILIDAD DE RESERVAS DE URANIO PARA DIFERENTES CICLOS			
(en años de operación)	Existencias identificadas	Existencias previstas	Existencias previstas y fosfatos
Ciclo abierto actual	100	270	675
Ciclo con reactores rápidos con reproceso	2570	8015	>20.000

Fig. 5 Disponibilidad de reservas de uranio. Fuente: Agencia de Energía Nuclear de la OCDE. Uranium 2009. Resources, production and demand

La extracción del uranio a partir de los fosfatos ha alcanzado ya un adecuado nivel de rentabilidad, lo que ha propiciado intensas relaciones entre Francia y Marruecos para firmar un acuerdo para construir centrales nucleares en Marruecos. Este país dispone del 75% de las reservas mundiales de fosfatos. La Agencia Internacional de la Energía estima que se podrían extraer, de estas reservas, más de seis millones de toneladas de uranio.

Todo el proceso está condicionado por la toma real de iniciativas en el aumento de la prospección, ampliación de la capacidad de enriquecimiento, implantación de distintos ciclos de combustibles, de desarrollo de la investigación sobre nuevas fuentes, etc. Esta situación es similar a la de otros mercados de productos energéticos con una diferencia fundamental; en el caso nuclear hay existencias suficientes que necesitan hacerse disponibles en plazo y coste mientras que, para otras fuentes energéticas, el problema principal y definitivo es la falta de existencias que será ya grave a medio plazo.

Además, el desarrollo tecnológico necesario en el campo nuclear está en fase muy avanzada y, en muchas áreas, en proceso de implantación, por lo que las garantías de su disponibilidad en los plazos necesarios son razonablemente seguras.

La seguridad de aprovisionamiento de combustible para las centrales de generación de energía eléctrica viene definida por la diversificación geográfica de suministradores, la estabilidad política de estos países productores y la existencia de redes de transporte fiables y suficientes.

España importa prácticamente el 100% del gas, el 99% del petróleo y el 65% del carbón. En el caso del uranio, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio tiene establecido que todo el abastecimiento de combustible nuclear se considera de carácter nacional por las siguientes razones:

- No es necesario un aporte continuo de combustible a la central nuclear (como ocurre en una central térmica de carbón o en una central de gas de ciclo combinado). En cada parada de recarga, se introduce en el núcleo del reactor el combustible necesario para que la central funcione el ciclo de operación completo (de 12 a 24 meses, según la central), con lo que se garantiza la producción, el suministro eléctrico y el autoabastecimiento energético durante un periodo prolongado de tiempo.
- El combustible nuclear dispone de un stock estratégico que asegura su disponibilidad y está acopiado en la central al menos 2 meses antes del inicio de la parada de recarga (la legislación así lo exige). Se puede prever con antelación suficiente la compra, el suministro y el aprovisionamiento del combustible nuclear, pues se conoce perfectamente la programación de las paradas de recarga, no estando así sujeto a la incertidumbre de los mercados internacionales de materias primas energéticas.
- El combustible nuclear tiene una gran capacidad energética por unidad de masa. El consumo anual de combustible de una central estándar es de unas 30 toneladas de uranio. En comparación, para producir la misma cantidad de electricidad, una central térmica de carbón consume 2,5 millones de toneladas de carbón y una central de gas de ciclo combinado consume 2150 millones de m³ de gas natural. Por tanto, la central nuclear no está sometida a las incertidumbres de falta de combustible que pueden provocarse por una eventual escasez de suministro de combustibles fósiles en los mercados internacionales, ni a posibles dificultades en su transporte.
- Por otra parte, el coste del uranio representa una fracción muy pequeña, menor del 5%, del coste total de producción de la electricidad en las centrales nucleares, por lo que tiene una baja sensibilidad a las variaciones del precio del mineral de uranio.



Fig. 6 Necesidades anuales de abastecimiento de combustible para una central tipo de 1000 MWe de potencia instalada. Fuente: elaboración propia

La fabricación del combustible nuclear se compone de varias etapas:

- Etapa de extracción y concentración de mineral de uranio
- Etapa de conversión del concentrado de uranio en hexafluoruro de uranio
- Etapa de enriquecimiento de hexafluoruro de uranio y segunda conversión a dióxido de uranio
- Etapa de fabricación de los elementos combustibles.

En España, se lleva a cabo la etapa última de fabricación de los elementos combustibles, concretamente en la fábrica de ENUSA Industrias Avanzadas, en Juzbado, provincia de Salamanca.

La primera etapa de extracción y concentración de mineral de uranio actualmente no se realiza en España, puesto que a finales del año 2002 cesó la explotación de la mina de uranio de Saelices el Chico, que ENUSA tenía cerca de Ciudad Rodrigo en la provincia de Salamanca. Actualmente, el concentrado de mineral de uranio consumido en España se importa desde distintos países en la siguiente proporción:

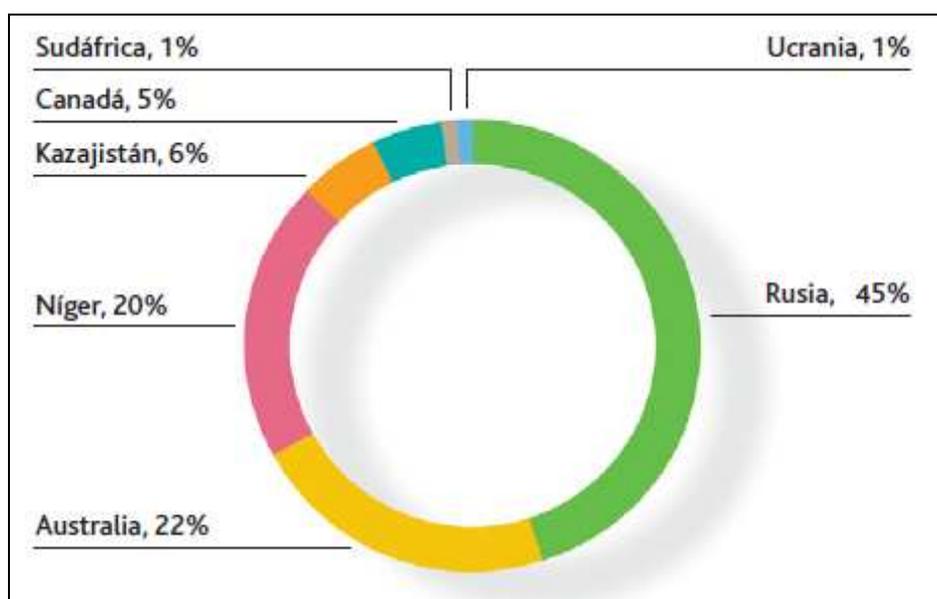


Fig. 7 Procedencia del mineral de uranio consumido en España. Fuente: ENUSA

La etapa de conversión (transformación del concentrado de uranio U_3O_8) se realiza únicamente en empresas de países muy estables:

Francia	27%
Rusia	25%
Canadá	22%
Estados Unidos	18%
Otros	8%

La etapa de enriquecimiento (aumento de la concentración relativa del isótopo fisionable de uranio U-235) se realiza también únicamente en empresas de países muy estables:

Tenex (Rusia)	26%
Eurodif (Francia, participación española del 11%)	23%
Urenco (Alemania – Reino Unido – Holanda)	16%
USEC (Estados Unidos)	13%
Otros (incluyendo mezcla de combustibles muy enriquecidos)	22%

España dispone de opciones abiertas en todos los países reseñados y para todas las etapas del proceso de compra del mineral, conversión y enriquecimiento.

4. LA COMPETITIVIDAD DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Para analizar las posibilidades ante el mercado de cada tipo de central de generación de energía eléctrica, se llevan a cabo estudios de detalle desglosando, en primera instancia, el coste del kWh en tres componentes básicos: inversión, combustible y operación y mantenimiento. Este coste se obtiene como valor promediado para todo el tiempo previsto de funcionamiento de la planta y en él se tienen en cuenta las tasas de actualización de costes, el grado de utilización previsto para la planta y los años previstos de operación, entre otros. Para contemplar distintos escenarios futuros se hacen cálculos de sensibilidad modificando al alza o a la baja los parámetros más significativos, como coste de combustible, inversión, operación y mantenimiento, así como tasa de descuento, horas de funcionamiento al año o factor de carga.

De acuerdo con el estudio “Projected costs of generating electricity. Edition 2010” de la Agencia Internacional de la Energía y la Agencia de la Energía Nuclear de la OCDE, que ha utilizado los datos proporcionados por 21 países, referentes a 190 centrales, las centrales nucleares producen la energía eléctrica de base más competitiva de todas las alternativas limpias.

El estudio ha tomado los datos sin procesarlos para darles uniformidad, por lo que su dispersión es inevitable, revelando condiciones e hipótesis particulares de cada país. Se ha adoptado el criterio de postular un precio uniforme de las emisiones de 30 dólares por tonelada de CO₂, que se juzga razonable a medio plazo. Además, proporciona rangos para datos como el precio de los combustibles fósiles y, sobre todo, las tasas de descuento, que permiten ajustar mejor las condiciones locales. Los resultados se refieren a la electricidad en barras de central, sin considerar costes de transporte ni distribución, ni tampoco costes del sistema eléctrico necesarios para la incorporación de energías intermitentes, como la eólica. Para las comparaciones se ha utilizado el método de la actualización de costes al momento actual.

Los datos revelan una gran discrepancia entre los costes comunicados por distintos países para la instalación de centrales nucleares antes de intereses durante la construcción, de 1.600 a 5.900 \$/kW, con una mediana (valor para el cual hay tantos casos en los que los costes son superiores como inferiores) de 4.100 \$/kW. En las centrales nucleares, que son intensivas en capital (al igual que las renovables y el carbón con captura y almacenamiento de CO₂), la repercusión del coste de instalación en el precio final de la energía producida resulta de 59% y 75% según que el tipo de interés sea del 5% o del 10%. Estos porcentajes son muy inferiores en las centrales fósiles de instalación más barata (pero emisoras de CO₂), pero quedan compensados por los altos costes de combustible y los costes de emisión de CO₂.

Con todas estas salvedades y condicionamientos, la mediana de los costes de la energía nuclear resulta de 58,5 \$/MWh para tipos del 5%, y 98,7 \$/MWh para el 10% de interés.

Del estudio pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Comparada con otros tipos de energía limpia, la nuclear es la más competitiva para los tipos de interés bajos, y es ligeramente más cara que el carbón y el gas

(energías contaminantes) para los tipos de interés altos. En Norteamérica es la más competitiva en todos los casos.

- En general, las energías limpias (nuclear y carbón con captura y almacenamiento para funcionamiento en base y renovables en utilización intermitente) resultan vulnerables a los tipos de interés altos, por lo que necesitan apoyos directos (primas o avales) o indirectos (política estable a largo plazo) que contribuyan a una financiación asequible.
- Las energías fósiles con emisiones de CO₂ resultan competitivas para los tipos de interés altos, para un servicio complementario de apoyo a las puntas y horas intermedias.
- La energía eólica terrestre es más cara en todos los casos (mediana de 96,7 \$/MWh para el 5% de interés, y 137 \$/MWh para 10%, pero con una gran dispersión en los datos).

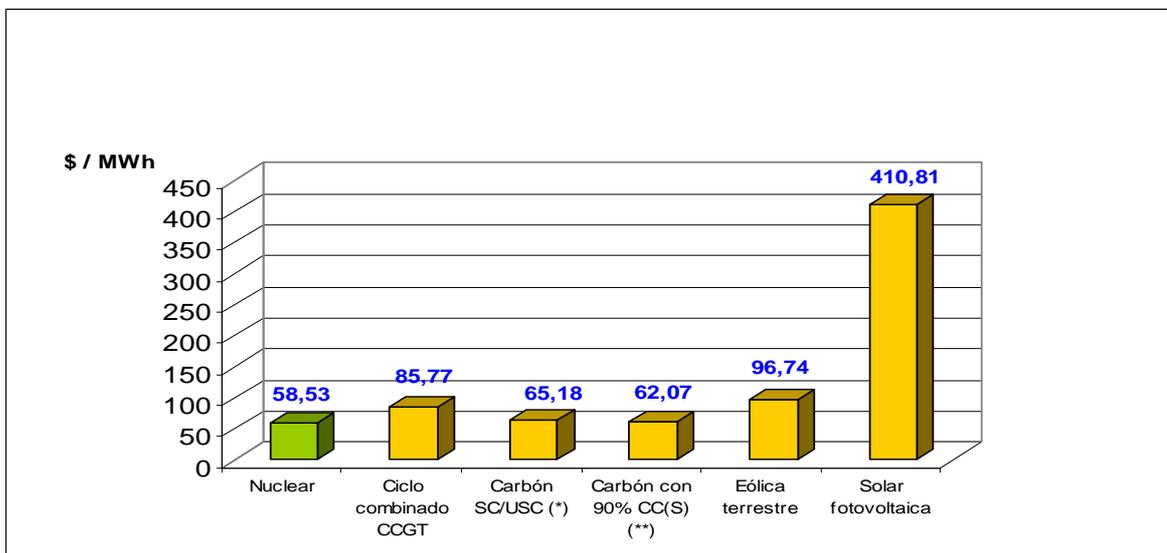


Fig. 8 Mediana del coste de generación actualizado (tasa de descuento del 5%)

(*) Supercrítico / Ultrasupercrítico

(**) Captura de CO₂ sin almacenamiento

Fuente: elaboración propia, usando datos de NEA/OCDE

5. AUMENTOS DE POTENCIA Y OPERACIÓN A LARGO PLAZO

La optimización de costes en centrales nucleares es progresiva y se basa en un proceso continuo de mejoras de equipos técnicos y métodos que han permitido un incremento significativo de la disponibilidad. Para ello, en el conjunto del parque nuclear español se invierte entre 150 millones y 200 millones de euros anuales.

Los programas de ampliación de potencia en centrales nucleares, que se llevan a cabo en todo el mundo, han propiciado para nuestro país un incremento de 650 MW, lo que supone más de un 8,3% de aumento sobre la potencia instalada inicial. Los costes de

generación de estas ampliaciones son, lógicamente, muy inferiores a los costes de una central de nueva construcción constituyendo un ahorro económico sustantivo.

En Estados Unidos, desde principios de la década de 1970, el organismo regulador (Nuclear Regulatory Commission NRC) ha concedido 129 ampliaciones de potencia, 8 solicitudes están en estudio y se van a presentar 46 más en los próximos 5 años. Todo ello supone un incremento de más de 8.000 MWe, cifra superior a la potencia nuclear instalada en España.

Otra iniciativa, que se ha extendido y se está aplicando igualmente en todo el mundo, es la de ampliación del plazo de operación de las centrales nucleares, la denominada operación a largo plazo. Desde el punto de vista técnico, se ha demostrado que el periodo de diseño previsto inicialmente para una central nuclear ha resultado una hipótesis conservadora, ya que las situaciones operativas a las que ha estado sometida la central y las mejoras técnicas de los equipos han conducido a un estado y características de éstos muy superiores a las previstas para el final del citado periodo. Ello se ha traducido en que en el mundo nuevos diseños de centrales en construcción contemplan ya una vida operativa de 60 años y que se haya procedido a una revisión y concesión de nuevas autorizaciones de explotación por 20 años adicionales a los 40 inicialmente previstos cuando las actuales centrales nucleares se pusieron en servicio.

Los resultados de numerosos proyectos de investigación internacionales sobre el envejecimiento de los materiales y la experiencia de operación, en muchos de los cuales participan las centrales nucleares españolas, han demostrado que es técnicamente viable operar las centrales nucleares más allá de su plazo de diseño.

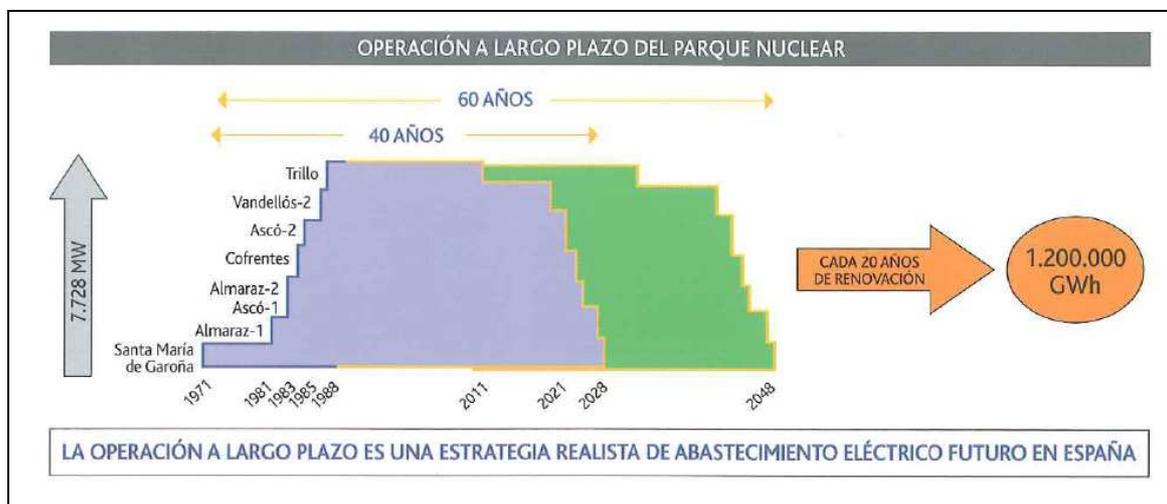


Fig. 9 Operación a largo plazo del parque nuclear español. Fuente: elaboración propia

De esta manera, la cantidad adicional de energía eléctrica que se generaría por las actuales centrales españolas en 20 años de funcionamiento adicional a los 40 previstos inicialmente es de 1.200.000 GWh, que equivalen a la energía eléctrica que se consume en España en 5 años. Esta energía adicional generada por las centrales nucleares españolas evitaría la emisión anual de 40 millones de toneladas de CO₂ contribuyendo a aliviar la incidencia del cambio climático.

En la explotación de las centrales nucleares se utilizan las mejores herramientas de seguimiento y control de los componentes principales para que las instalaciones se encuentren en óptimas condiciones cuando alcancen su plazo de diseño original.

La operación de las centrales nucleares españolas no tiene un periodo fijo establecido. Sus autorizaciones de explotación se renuevan periódicamente como resultado de la vigilancia y control continuo que realiza el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) del funcionamiento de las mismas y de la evaluación de la documentación y revisión de la seguridad, presentando un informe al Ministerio de Industria para que éste conceda la renovación de licencia solicitada.

En Estados Unidos han recibido autorización, para funcionar 20 años más, 59 reactores nucleares, de los 104 reactores que constituyen su parque nuclear. Otros 19 están en revisión por el organismo regulador NRC y ya han anunciado diversas empresas eléctricas que presentarán 18 solicitudes más en los próximos cinco años. Como consecuencia de lo anterior, más del 90% de las centrales estadounidenses funcionarán, al menos, durante un periodo de 60 años.

A la vista de los positivos resultados obtenidos, se está considerando la posibilidad de ampliar el periodo actual de 60 años en 20 años adicionales, según palabras del Presidente de la NRC.

Es de destacar el caso de Suiza, donde su Organismo Federal de Seguridad Nuclear concedió en abril de 2004 una renovación de la Autorización de Explotación de la Central Nuclear de Beznau-2, sin límite de tiempo, únicamente sujeta a la superación de los regímenes establecidos de seguridad, inspección y control. También disponen de esta Autorización de Explotación indefinida las centrales de Beznau-1, Gösgen y Leibstadt. En Holanda, se concedió en enero de 2006, 20 años de extensión de vida a la central nuclear de Borssele. En el Reino Unido, British Energy ha solicitado y obtenido el permiso para ampliar la operación de las unidades 1 y 2 de la Central de Dungeness por un periodo adicional de 10 años. De igual forma, en Bélgica el Gobierno ha decidido operar a largo plazo, hasta el año 2025 con la concesión de 10 años adicionales de licencia, tres de sus siete reactores nucleares, basándose en un informe técnico exhaustivo realizado por expertos nacionales e internacionales para garantizar un mix eléctrico equilibrado, mantener los puestos de trabajo, el conocimiento, las capacidades tecnológicas y frenar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

No parece lógico renunciar a seguir operando una instalación cuando está perfectamente justificado su funcionamiento seguro, y cuando sus costes de explotación son los más bajos a partir del periodo de amortización.

6. EL PUNTO DE VISTA MEDIOAMBIENTAL

Los científicos califican de evidente el hecho de que el calentamiento de la superficie terrestre observado en los últimos 50 años es debido a actividades humanas. "Nuestro planeta se está calentando. Los primeros indicios del cambio climático ya son medibles y palpables. Por lo tanto, no existe ninguna razón para aplazar más aún las acciones

urgentes que hacen falta”. Este calentamiento, si no se toman medidas urgentes, dará lugar a:

- ✓ Cambio de las variables climáticas: incremento de la temperatura global media, disminución de la capa de nieve, subida del nivel del mar, aumento de las precipitaciones, etc.
- ✓ Procesos migratorios humanos.
- ✓ Aumento del número de tormentas y su intensidad.
- ✓ Incendios forestales
- ✓ Mayor presencia de inundaciones y riadas.
- ✓ Extensión de plagas y enfermedades hacia nuevas zonas, debido a los cambios de clima.
- ✓ Pérdida de capacidad productiva agrícola
- ✓ Incremento de la erosión.

Es bien conocido el nulo impacto ambiental de las centrales nucleares, ya que no emiten gases de efecto invernadero (CO_2) ni otros contaminantes como SO_2 , causante de la lluvia ácida, o NO_x .

El estudio “World Energy Outlook 2009 (WEO 2009)” de la Agencia Internacional de la Energía de la OCDE señala que, para reducir la emisión de gases de efecto invernadero de manera que se llegue a fin de siglo con un calentamiento global aceptable, hay que tomar medidas entre las que está disponer de una capacidad nuclear de unos 700.000 MW en 2030, lo que supone casi el doble de la actual.

La preocupación mundial por la evolución previsible del calentamiento global a causa de la presencia creciente en la atmósfera de los gases de efecto invernadero ha dado lugar a estudios detallados que instan a una política vinculante para reducir las emisiones de estos gases. El sector energético contribuye a las emisiones totales en un 60% y, por otra parte, se presta mucho más que otros sectores más difusos a un esfuerzo concertado para reducir las emisiones. En 2007 originó emisiones de 28.800 millones de toneladas de CO_2 , de las cuales el 41% correspondió a la generación de energía eléctrica (el resto se repartió entre el transporte, la industria, los edificios y otros).

El estudio WEO 2009 define un escenario de referencia para 2030 que tiene en cuenta la futura demanda energética por sectores y por regiones y las emisiones correspondientes, sin otras medidas de reducción que las ya tomadas hasta ahora. El resultado es de 40.200 millones de toneladas de CO_2 . Este escenario, prorrogado hasta el año 2100, lleva a un aumento de temperatura de 6°C , con consecuencias catastróficas.

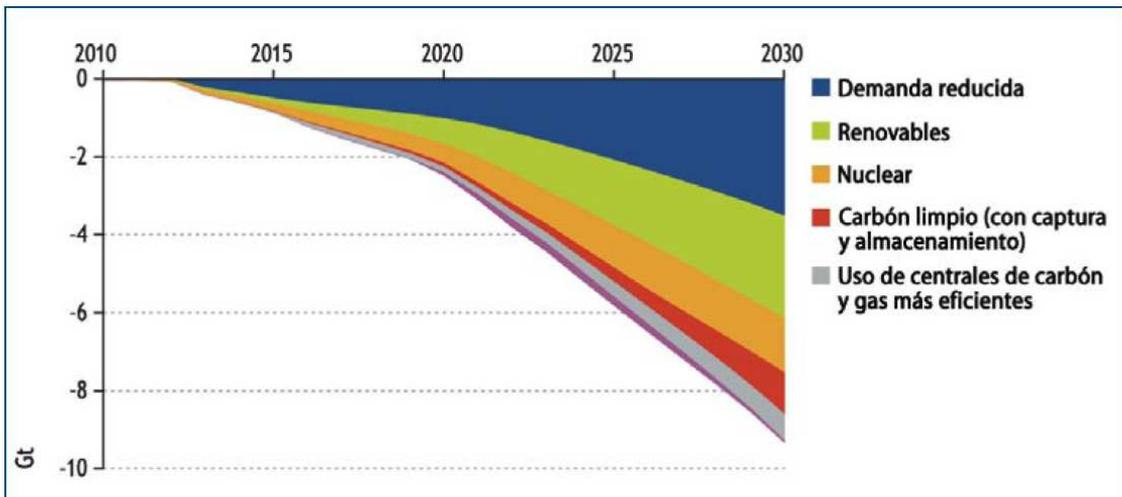


Fig. 10 Reducción mundial de emisiones de CO₂ por el sector eléctrico en el escenario de 450 ppm respecto al de referencia. Fuente: Agencia Internacional de la Energía. World Energy Outlook 2009

El estudio propone un escenario alternativo que lleva en 2030 a una concentración de CO₂ en la atmósfera de 450 partes por millón (ppm), y un aumento de temperatura en 2100 de 2°C, considerado como aceptable. Para ello las medidas a tomar, muy ambiciosas, tienen que reducir las emisiones de procedencia energética en 2030 hasta 26.400 millones de toneladas. La mitad de la reducción debe proceder de un mejor uso de la energía, que lleve a una reducción de la demanda prevista en el escenario de referencia. El resto corresponde a esfuerzos importantes en los distintos sectores.

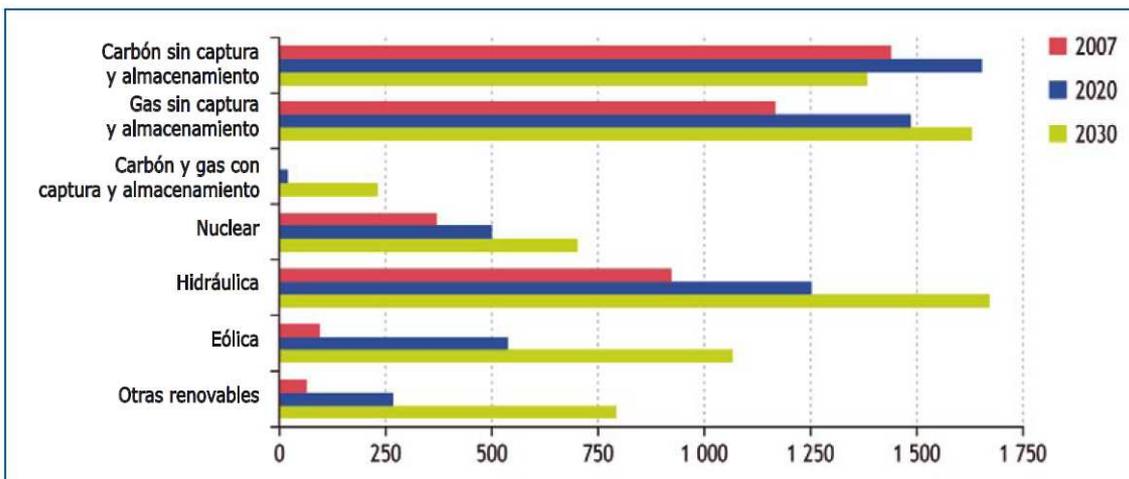


Fig. 11 Potencia instalada mundial en GWe en el escenario de 450 ppm. Fuente: Agencia Internacional de la Energía. World Energy Outlook 2009

Al sector eléctrico le corresponde una reducción de algo más de 9.000 millones de toneladas de CO₂ respecto al escenario de referencia. En las figuras 10 y 11 pueden

verse la contribución de la moderación de la demanda y de la aportación de distintas fuentes de energías limpias, y la potencia instalada de cada una de ellas en 2030.

La nueva capacidad nuclear a instalar en el mundo, incluida la de reposición de centrales retiradas, sería de 375.000 MW, con una inversión de casi 1,3 billones de dólares. Las 61 centrales actualmente en construcción representan unos 60.000 MW, por lo que la potencia indicada supone construir unos 300.000 MW más en 20-25 años, cifra que está al alcance de la industria nuclear.

Por otra parte, el día 16 de febrero de 2005 entró en vigor el Protocolo de Kioto, acordado en el año 1997, con el fin de limitar las emisiones de los gases de efecto invernadero: una reducción global del 5,2% en el periodo 2008-2012 respecto a los niveles de emisión del año 1990, con diferentes compromisos para los distintos países y grupos de países. Así, las obligaciones correspondientes a nuestro país como miembro de la Unión Europea datan desde el 31 de mayo de 2002, cuando todos los Estados Miembros ratificaron el citado Protocolo, permitiendo para España, en dicho periodo 2008-2012, un aumento máximo de las emisiones de gases de efecto invernadero de un 15% respecto de las emisiones del año base 1990. Pero la situación real es que el nivel de emisiones es de un 50% superior a las del año base, es decir un 35% más de lo permitido.

En nuestro país, la operación del parque nuclear español evita cada año un total de emisiones de 40 millones de toneladas de CO₂, equivalentes a las emisiones de la mitad del parque automovilístico español. Hay que recordar que según el Plan Nacional de Asignaciones de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, al sector eléctrico se le asigna un promedio anual, durante el período 2008-2012, de 54,42 millones de toneladas de CO₂. De hecho, la electricidad de origen nuclear en España representó en el año 2009 el 50% de la generación eléctrica sin emisiones de carbono.

7. LA INDUSTRIA NUCLEAR EN ESPAÑA

España comenzó a interesarse por la energía nuclear a finales de los años cuarenta. En el año 1951 se creó la Junta de Energía Nuclear, dependiente de la Presidencia del Gobierno y, después, del Ministerio de Industria y Energía, que habría de tener una gran importancia en el desarrollo nuclear del país. Después del discurso “Átomos para la Paz” del presidente de Estados Unidos, Dwight D. Eisenhower, en la Asamblea General de Naciones Unidas en diciembre de 1953, se creó el clima adecuado para estudiar la conveniencia de introducir en España esta energía tan prometedora.

En el año 1964 se aprobó la Ley de Energía Nuclear, y en el año 1972 se desarrolló el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, revisado posteriormente en el año 1999. Las actividades de seguridad y regulación se encomendaron al Consejo de Seguridad Nuclear creado en 1980, y la investigación y gestión de los residuos radiactivos a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA) creada en 1985.

Al principio del decenio de los sesenta, con el plan de estabilización y la incorporación de España a la OCDE, la economía española aceleró su expansión, incrementándose la demanda energética. En el periodo de 1960 a 1975 la demanda eléctrica creció a una

tasa acumulativa del 11% anual. En una situación de carencia de gas y petróleo, con creciente dependencia de éste, y con un carbón doméstico de extracción difícil y costosa, empresarios y el Gobierno pensaron audazmente en acceder a la energía nuclear, todavía en desarrollo industrial incipiente, pero que prometía constituir un complemento ideal para suministrar la base de la curva de carga.

La estructura industrial nuclear de España comenzó a crearse, por tanto, en los años sesenta, como consecuencia de la decisión de construir las centrales nucleares de José Cabrera, Santa María de Garoña y Vandellós I por contratistas principales extranjeros por el procedimiento “llave en mano”. En esta primera etapa, la Administración promovió activamente este desarrollo industrial, por las razones de creación de puestos de trabajo cualificados y el avance tecnológico que había de contribuir a la mejora general de la industria.

En la siguiente etapa, en la década de los años setenta, se construyeron las centrales de Almaraz, Ascó y Cofrentes, adoptándose la contratación por componentes, alcanzando una gran importancia la industria de ingeniería y la de bienes de equipo, en instalaciones existentes pero con métodos modernizados y adaptados a los nuevos conceptos de garantía de calidad.

Durante la tercera etapa, en la década de los años ochenta, se construyeron las centrales de Vandellós II y Trillo I. En ella, la industria nuclear llegó a su madurez con la construcción de fábricas de nueva planta, tanto de equipos como de combustible, y el funcionamiento de un número de empresas de servicios especializados. En esta etapa, la involucración y responsabilidad de la industria española fue mayor, llegando a participaciones del 86% en las últimas realizaciones. Este hecho ha llevado a España a ser seleccionada por el Organismo Internacional de Energía Atómica como ejemplo de país que tuvo un programa nuclear ejemplar de promoción industrial ante los países que inician sus programas nucleares.

7.1 Capacidades actuales de la industria nuclear española

En la actualidad, la industria nuclear española viene suministrando la ingeniería, los equipos, la construcción y montaje, los combustibles, la puesta en marcha y los servicios que las centrales necesitan para su operación. Toda esta estructura industrial, que pasa prácticamente inadvertida a los ojos del público, se formó durante la construcción de las centrales y ha evolucionado, adaptándose a las circunstancias del momento, con la incorporación de nuevas tecnologías adaptadas a las necesidades y requisitos actuales.

Las empresas que actúan en el campo nuclear, aparte del ciclo del combustible y de la gestión de residuos, se clasifican según sus especialidades. A continuación, se expone brevemente la infraestructura creada en España y su potencial actual, como núcleo industrial para la necesaria expansión que se avecina, según los pronósticos más realistas.

Ya se ha comentado que la industria nuclear española alcanzó una gran dimensión en los años en que se construyeron las centrales españolas. A diferencia de lo que ocurre en la actualidad, las actividades internacionales en aquellos años se consideraban complementarias. En todo caso, la industria estaba preparada para el mercado

internacional, pues en la construcción de centrales nucleares toda la estructura técnica de normas, especificaciones, planos, cualificaciones, ejecución, inspecciones y documentación es la usada a nivel mundial, y las empresas estaban familiarizadas con los clientes y las agencias de inspección y con los usos internacionales. Por otra parte, muchas de ellas poseían la certificación de las principales entidades de clasificación.

- Las empresas eléctricas, responsables en su día de la construcción de las centrales nucleares y después de la operación de las mismas, han ampliado su actuación a los estudios de optimización del funcionamiento, mantenimiento, gestión de mejoras en el equipo y procedimientos, gestión del ciclo del combustible y desarrollo de nuevos reactores.
- Los proveedores de sistemas nucleares. En España se tomó en su momento la decisión de no constituir una Sociedad de Sistemas ligada mediante licencia a algún proveedor extranjero, lo que habría forzado prácticamente a elegir un solo tipo de reactor. Los proveedores internacionales, presentes en España mediante delegaciones, suministraron las primeras centrales “llave en mano” y más tarde los Sistemas Nucleares de Generación de Vapor para las centrales nucleares sucesivas, además de apoyar el acceso de la industria española a los usos y estándares nucleares. Hoy prestan a las centrales servicios de apoyo en la operación y el mantenimiento y, desde luego, desempeñarán un papel muy importante en los futuros esfuerzos nucleares del país.
- Las empresas de ingeniería, que aprovecharon su experiencia en el proyecto y la construcción de centrales térmicas para crear una importante capacidad de ingeniería de centrales nucleares, apoyo en la gestión de la construcción de centrales nuevas y en la operación y en el mantenimiento de las centrales en funcionamiento. Desde el principio, las empresas españolas de ingeniería colaboraron con contratistas principales extranjeros. A partir de la segunda etapa de centrales la situación se invirtió, siendo las empresas españolas los contratistas de los propietarios, utilizando a las empresas extranjeras durante un tiempo como consultores y asumiendo después la responsabilidad total. Las principales empresas de ingeniería españolas que actuaron en el campo nuclear fueron Empresarios Agrupados, INITEC (hoy del grupo Westinghouse), Sener, e Inypsa. Desde luego, todas ellas tienen hoy la experiencia necesaria para tomar parte en un fuerte despegue nuclear. Recientemente se han incorporado Socoin e Iberdrola Ingeniería y Construcción, así como IDOM.
- Los proveedores de equipo. Este sector se formó sobre la base de la industria existente y la adición de nuevas capacidades, especialmente de fabricación de los equipos principales y los turboalternadores, pero también de grúas, válvulas, tuberías y accesorios, cambiadores de calor, máquinas de manipulación del combustible y un largo etcétera de elementos sometidos a estrictos sistemas de Garantía de Calidad. Quedó constituida una industria capaz de suministrar la mayor parte de los bienes de equipo, tanto grandes (turbinas, alternadores, grandes grúas, etc.), como medianos o pequeños (recipientes, cambiadores de calor, tuberías, válvulas, accesorios, soportes, etc.) Para los equipos eléctricos nunca hubo problemas de capacidad. El nivel alcanzado por la industria en el momento de plantearse la tercera etapa nuclear, que se preveía muy ambiciosa, animó a las autoridades industriales a promover un nuevo



incremento de la capacidad de fabricación, para llegar a participaciones del orden del 75%. En esta línea se estableció la empresa Equipos Nucleares, inicialmente privada y después del Instituto Nacional de Industria (INI), hoy SEPI, que construyó una gran fábrica en Santander, con capacidad para fabricar vasijas de presión, generadores de vapor, presionadores y otros componentes primarios de alta cualificación.

- Las empresas de construcción y montaje, que estaban ya establecidas y que se adaptaron sin dificultad a los nuevos requisitos de calidad. Es importante el efecto locomotora que la energía nuclear ha tenido en el sector del montaje e instalaciones industriales. Por un lado, y en lo estrictamente nuclear, ese tirón supuso un cambio cualitativo en temas tales como la garantía de calidad y la conformidad respecto de normas de exigencias especiales. Por otro lado el tirón afectó también positivamente a las industrias más convencionales, por motivos de potencias unitarias y dimensiones de los equipos a montar. Ello ha tenido repercusiones muy positivas en otros ámbitos, incluyendo el despliegue de las energías renovables, y en particular en sus componentes y montajes electromecánicos. Sin un bagaje tan sólido como el adquirido en la expansión nuclear, dicho despliegue podría haber sufrido cuellos de botella importantes.
- Las empresas de servicios especializados, especialmente Tecnatom, que tuvo un papel importantísimo en la ingeniería, construcción, y puesta en marcha de la primera central nuclear española en José Cabrera. Esta compañía orientó después sus actividades al proyecto y suministro de simuladores, formación y entrenamiento de operadores, inspección en servicio y desarrollo de sistemas de apoyo y mejora en la explotación, contando entre sus clientes a todas las empresas nucleares españolas y un gran número de entidades extranjeras.

8. POSIBLE ESCENARIO FUTURO EN ESPAÑA: EL HORIZONTE DEL AÑO 2035

Para garantizar un sistema eléctrico seguro, estable y fiable, es necesario conseguir un mix energético equilibrado y sostenible en el tiempo. Para ello, hay que establecer una buena planificación energética a largo plazo y alcanzar un Pacto de Estado en esta materia. Es necesaria una planificación energética responsable en la que se valoren aspectos de costes, de competitividad, de garantía de suministro y de medio ambiente.

Hay que tener en cuenta las condiciones de partida del sistema energético español, que son casi fijas y poco cuestionables:

- La primera es la isla eléctrica que es España, con pocas posibilidades de interconexión; más de 10 años ha durado la gestión de una nueva conexión con Francia que dará una capacidad adicional de 1.400 MW, siendo difícil pensar en mayor capacidad adicional en el horizonte considerado.
- La segunda es la necesidad de cumplimiento de los objetivos europeos del 20% de consumo de energía final renovable, en cuya dirección España ya ha dado pasos que deben tenerse en consideración.
- La tercera, es necesario el aprovechamiento de las instalaciones existentes al máximo y el desarrollo de actuaciones de eficiencia energética.

En segundo lugar, hay que establecer los objetivos que se persiguen:

- El prioritario es buscar la generación de energía al mínimo coste, para la competitividad de nuestra economía.
- Disminuir las emisiones y aumentar el autoabastecimiento.
- Incrementar la seguridad de suministro cubriendo las puntas de demanda.

En la planificación energética es inevitable hacer hipótesis basadas en tendencias, para el mix energético que se piensa posible en el horizonte del año 2035 hay que considerar los siguientes parámetros:

- Crecimiento de la demanda: entre el 1,5% y el 2% anual.
- Cuota de renovables: 35% de la producción eléctrica total.
- Potencia de base mixta: nuclear y carbón con captura de CO₂.

En el pasado, los planes energéticos se hacían para fomentar tecnologías. En la actualidad, existe la oportunidad de planificar todas las tecnologías en su conjunto, estudiar detenidamente la situación energética y medioambiental del país y las características y aportación de cada fuente de energía para lograr un modelo energético sostenible y equilibrado a largo plazo.

Con las hipótesis anteriormente planteadas, se puede estimar un mix en el que la energía nuclear contribuirá con el 21%, el 35% de la electricidad se conseguirá gracias a las renovables, el 17% lo producirán las centrales de carbón con captura y almacenamiento de CO₂ y el 27% las de gas natural. En este mix se debe aumentar la potencia nuclear entre 2.600 y 3.000 MW.

Este mix planteado está basado en tecnologías suficientemente probadas, excepto la captura y almacenamiento de CO₂, que debe demostrarse y ponerse en marcha de forma efectiva. Si esta tecnología no estuviera finalmente disponible, el 17% de la electricidad producida en las centrales de carbón debería disminuir y, para acercarse a los compromisos medioambientales garantizando la estabilidad del sistema eléctrico, habría que incrementar el porcentaje nuclear hasta un 30%.

Sea cual fuere el mix energético seleccionado para España, los escenarios de menor coste, mínima potencia instalada y mínimas emisiones son siempre aquellos que cuentan con la energía nuclear. Una fuente de energía que, efectivamente, garantiza el suministro eléctrico a precios estables y competitivos; frena las emisiones contaminantes a la atmósfera y reduce la dependencia energética exterior. Junto a esta conclusión, cabe destacar que la penetración de renovables causa un sobredimensionamiento de la potencia instalada por la energía de respaldo necesaria para cubrir la punta de demanda, que podría ser de hasta 70.000 MW. Para cubrir este mix energético, habría que mantener la potencia del régimen ordinario hasta 2020, invirtiendo especialmente en distribución y en el desarrollo de las renovables hasta la cota prevista.

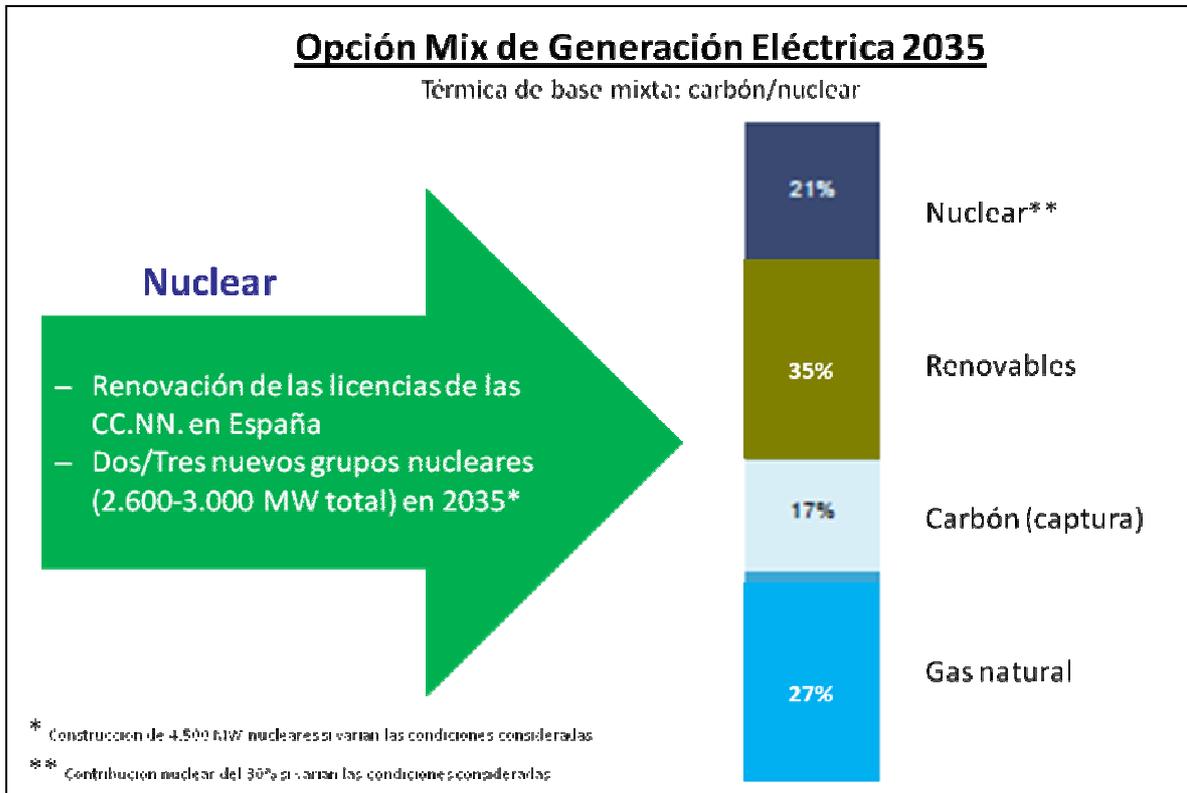


Fig. 12 Opción de mix de generación en el sistema eléctrico español en el horizonte 2035. Fuente: elaboración propia

A partir de 2020, sería necesario instalar potencia de respaldo en una situación mixta de nuclear y carbón con captura y secuestro de CO₂ para la creciente cobertura de la demanda eléctrica y sus picos. En lo referente a la energía nuclear, serían necesarios entre 2.600 y 3.000 MW adicionales a la potencia nuclear ya existente, que debe ser operada a largo plazo, al menos 60 años desde el inicio del funcionamiento de las instalaciones.

9. CONCLUSIONES

En los últimos años, el escenario energético mundial y europeo ha cambiado sustancialmente. Se ha producido un incremento muy importante de la demanda energética, particularmente de la eléctrica, aumentada de forma espectacular por el desarrollo de los países emergentes. Al mismo tiempo, ha surgido la amenaza de un cambio climático originado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y las incertidumbres por la necesidad de garantizar el suministro.

Ante esta situación, en el futuro va a ser necesario contar con todas las fuentes disponibles, incluida la nuclear, en un *mix* energético lo más equilibrado posible.

La energía nuclear ofrece, a través del análisis formal de los parámetros que caracterizan la cobertura de la demanda, soluciones positivas, que la convierten en una de las energías básicas en el panorama energético mundial, tanto presente como futuro, según recogen los organismos internacionales expertos en esta materia, como el Consejo Mundial de la Energía (WEC), la Agencia Internacional de la Energía (AIE) o la Organización para el Desarrollo y Cooperación Económico (OCDE). España no debe ser ajena a las consideraciones de estos organismos si no quiere perder el tren de la competitividad y el desarrollo futuros.

El coste de la energía eléctrica de origen nuclear es altamente competitivo, su impacto ambiental es nulo para los gases de efecto invernadero, su explotación es segura, está supervisada por organismos reguladores nacionales e internacionales y existen soluciones técnicas seguras para el control y el almacenamiento de sus residuos. Su aportación al desarrollo tecnológico es la más alta que ofrecen las distintas fuentes de energía. La operación a largo plazo de las centrales disminuirá aún más los costes. Las nucleares son centrales de base diseñadas para funcionar con la máxima seguridad a plena carga. Con los nuevos ciclos, la disponibilidad del combustible se extiende a decenas de miles de años. Sus efectos económicos, tanto en la renta y el empleo como en la balanza de pagos, son muy importantes. Su funcionamiento en el sistema aporta un alto grado de estabilidad. Dada su elevada capacidad de producción es, en la actualidad, una fuente indispensable para, primero, mejorar las condiciones ambientales y, segundo, compensar la pérdida de generación derivada de la disminución de la participación de los combustibles fósiles. Por otra parte, las crecientes exigencias en materia de emisiones a la atmósfera dan lugar a un progresivo encarecimiento de las tecnologías convencionales y, por ende, a una mejora de la competitividad de la energía nuclear en la producción de electricidad.

La cobertura de la demanda eléctrica a medio y largo plazo tendrá que hacerse con una participación porcentual de los combustibles fósiles decreciente, a no ser que, para el carbón, se desarrollen soluciones tecnológicas que sean medio-ambientalmente aceptables y económicamente viables, una presencia creciente de las energías renovables y la aportación de la energía nuclear cuya participación debería aumentar a corto, medio y largo plazo, en sucesivas fases, para hacer posible la configuración de un “mix energético”.

La industria nuclear española, experta y eficaz, es garantía de que la tecnología nuclear se conserva en España y, no sólo para apoyar a las centrales nucleares en operación, sino para atender un mercado nuclear reactivado a nivel internacional. España dispone de la infraestructura necesaria, la capacidad técnica, los recursos financieros y la voluntad de las empresas en el empeño común de proporcionar a los españoles una energía eléctrica fiable, competitiva, respetuosa con el medio ambiente y segura para los ciudadanos.

Por ello, la energía nuclear juega un importante papel y debe formar parte de la solución para satisfacer estos requisitos en nuestro modelo energético, por lo que se debe seguir contemplando su participación, de forma imprescindible, en una estrategia energética presente y futura, en la que se tengan en cuenta todas las tecnologías disponibles.