

CAIXA CATALUNYA. OBRAL SOCIAL

Jornadas “Cambio climático y energía: propuestas para después de Kyoto”
Barcelona, 27 de octubre de 2009

María Teresa Domínguez Bautista
Presidenta de Foro de la Industria Nuclear Española

ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN Y DE FUSIÓN: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

1. INTRODUCCIÓN

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. Casi un tercio de la población mundial, unos dos mil millones de personas, no tiene acceso a los servicios de transporte y energía que se utilizan en los países desarrollados. En los próximos 20 años se prevé un aumento de la población del 25%, por lo que la Agencia Internacional de la Energía (AIE) considera que la demanda energética mundial va a aumentar un 55% en 2030.

La cobertura de la demanda en un sistema eléctrico debe ser en todo momento suficiente, más aún, todo lo optimizada posible, dado el trascendental efecto de los parámetros que la condicionan. Dichos parámetros son de muy distinto carácter, desde el efecto en la balanza de pagos, la competitividad, la garantía de suministro, el impacto medioambiental, la operación sostenible a corto, medio y largo plazo hasta otros menos evidentes pero sí determinantes, como el desarrollo tecnológico o los efectos socio-económicos.

En la situación actual, algunos de estos parámetros son especialmente críticos, como es el caso de los costes y los efectos sobre el medio ambiente, considerándose cada vez más un tercer factor: la garantía de aprovisionamiento energético.

Es opinión generalizada que el petróleo y el gas están claramente limitados por sus existencias, contemplándose su agotamiento en la segunda mitad de este siglo. En lo que se refiere al carbón, la situación es más desahogada, estimándose su agotamiento en unos pocos cientos de años. En el caso de la energía nuclear, las existencias actuales permiten la operación de las centrales

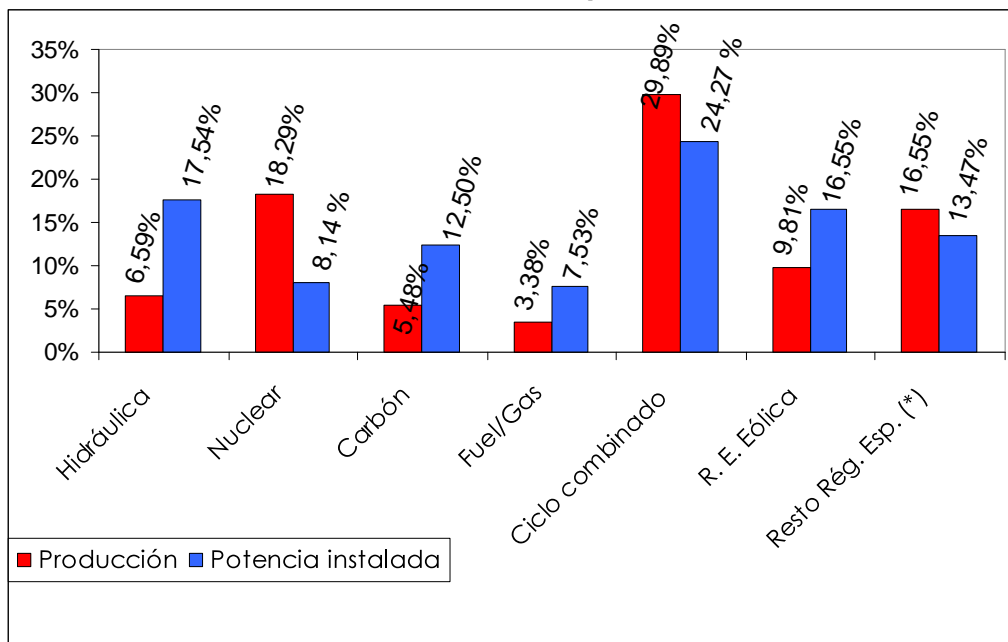
existentes y un fuerte crecimiento en nuevas plantas, manteniendo los ciclos de combustible al uso durante un periodo superior al correspondiente al carbón. Otros tipos de reactores nucleares, de los que ya existe experiencia, alargan de manera prácticamente ilimitada la producción de energía eléctrica con esta fuente de energía.

Todo lo anterior configura a la energía nuclear como una solución insoslayable, tanto en la actualidad como en el futuro, para poder alcanzar un sistema de generación eléctrica seguro, fiable, económico y respetuoso con el medio ambiente, dentro de un necesario modelo energético sostenible en el tiempo.

2. ENERGÍA NUCLEAR EN ESPAÑA Y EN EL MUNDO

El parque nuclear español actual está formado por 8 reactores en 6 emplazamientos con una potencia instalada de 7.728,8 MW, lo que representó en el año 2008 un 8,14% de la potencia de generación instalada en España y el 18,29% de la producción eléctrica total.

Sistema eléctrico español en 2008



(*) Cogeneración, minihidráulica, biomasa, residuos
Fuentes: Elaboración propia con datos de UNESA y REE

Actualmente existen en el mundo 436 reactores nucleares en operación (en la Unión Europea hay 145 distribuidos entre 15 de los 27 estados miembros) y 53 en construcción, incluyendo las 10 unidades que iniciaron su construcción en

2008. Otros 91 se encuentran en fase de planificación y existen propuestas para más de 200 nuevas unidades. En Europa se están construyendo centrales nucleares en Finlandia, Francia, Eslovaquia, Bulgaria y Ucrania (en total 8 reactores), sin contar Rusia que está construyendo nueve unidades.

La energía nuclear produce el 17% de la electricidad que se consume en todo el mundo, más de 2.600 millones de MWh cada año.

Reactores en operación y en construcción en el mundo

País	Reactores en operación	Reactores en construcción	% electricidad de origen nuclear (2008)
Alemania	17	-	28,29
Argentina	2	1	6,18
Armenia	1	-	39,35
Bélgica	7	-	53,76
Brasil	2	-	3,12
Bulgaria	2	2	32,92
Canadá	18	-	14,80
Chequia	6	-	32,45
China	11	16	2,15
Corea del Sur	20	6	35,62
Eslovaquia	4	2	56,42
Eslovenia	1	-	41,71
España	8	-	18,29
Estados Unidos	104	1	19,66
Finlandia	4	1	29,73
Francia	59	1	76,18
Holanda	1	-	4,10
Hungría	4	-	37,15
India	17	6	2,03
Irán	-	1	-
Japón	53	2	24,93
Lituania	1	-	72,89
México	2	-	4,04
Pakistán	2	1	1,91
Reino Unido	19	-	13,45
Rumania	2	-	17,53
Rusia	31	9	16,86
Suecia	10	-	42,04
Suiza	5	-	39,22
Sudáfrica	2	-	5,25
Taiwán	6	2	n/d

Ucrania	15	2	47,40
Total	436	53	

Datos a octubre 2009

% electricidad en 2008

Fuente: PRIS-OIEA y elaboración propia

Afortunadamente, desde hace algunos años se viene hablando del 'renacimiento nuclear', lo que ha hecho que en general en todo el mundo se esté produciendo una demanda de nuevos recursos materiales y humanos asociados a la tecnología y a la industria nuclear.

Este renacimiento ha hecho que todos los agentes sociales se posicionen al respecto, y está propiciando un debate que no debería ceñirse a lo 'nuclear sí o no', sino que debe ser un debate sobre el modelo del uso y conservación de la energía en general.

En España se ha visto en los últimos meses, con motivo de las decisiones tomadas respecto a la solicitud de renovar la autorización de explotación de la central nuclear de Santa María de Garoña hasta el año 2019 y de la concesión limitada del Gobierno hasta el día 6 de julio de 2013, una serie de posicionamientos de diversos sectores que se han manifestado en estar de acuerdo con el uso de la energía nuclear para la generación eléctrica, asociaciones empresariales, sindicales, profesionales, el ámbito universitario, etc.

Por otra parte, el Gobierno de España ha hecho un ofrecimiento al Partido Popular y al resto de partidos del arco parlamentario para alcanzar un consenso en el ámbito de la energía, que abarque seis puntos fundamentales: *mix* de producción eléctrica, liberalización del sector, garantía de suministro, los objetivos de ahorro energético, el futuro de los residuos nucleares y la proyección internacional de España en esta materia.

En este sentido, debe ser necesario tener en cuenta cuáles son los retos que deben afrontarse a medio y largo plazo, de tal forma que se pueda establecer un modelo energético sostenible en el tiempo, en el que todas las tecnologías disponibles se incorporen con sus ventajas e inconvenientes, y del que la energía nuclear ha de ser una pieza fundamental en la búsqueda de la solución a los retos planteados.

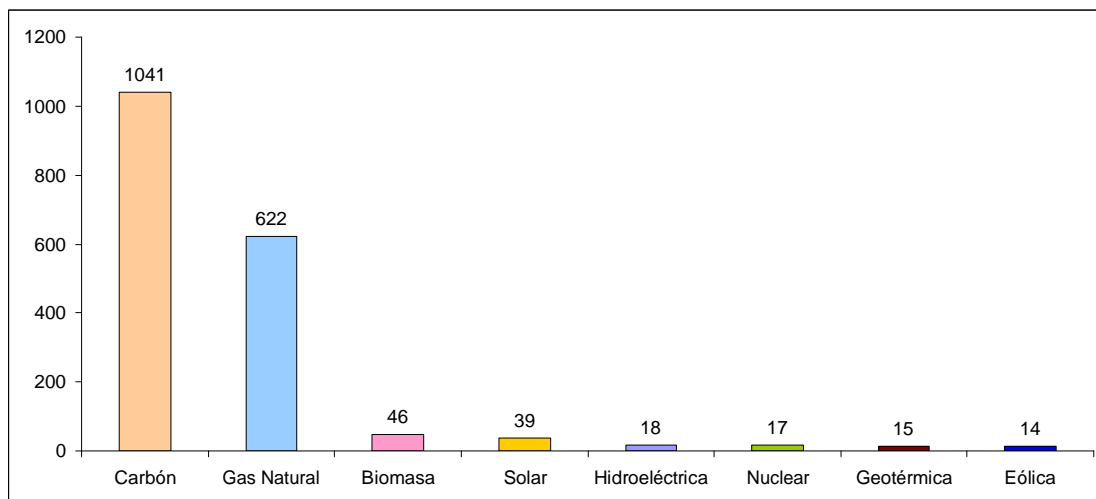
3. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Es bien conocido el nulo impacto ambiental de las centrales nucleares, ya que no emiten gases de efecto invernadero (CO₂) ni otros contaminantes como SO₂, causante de la lluvia ácida, o NO_x. En lo que se refiere al ciclo de vida, incluyendo la primera parte del ciclo de combustible (minería, enriquecimiento

y fabricación), la construcción, operación y desmantelamiento de las centrales, el siguiente gráfico muestra el rango de emisiones de CO₂ según las distintas tecnologías.

En la misma se aprecia la prácticamente nula emisión de CO₂ atribuible a la generación eléctrica con energía nuclear, hidráulica y eólica, en relación con la correspondiente a la solar y a la biomasa y la muy importante de los combustibles fósiles.

Emisiones del ciclo de vida de las distintas tecnologías de producción de electricidad



Datos en toneladas de CO₂ equivalente por GWh producido.

Fuente: "Life-Cycle Assessment of Electricity Systems and Applications for Climate Change Policy Analysis". Paul J. Meier, University of Wisconsin-Madison, Agosto 2002

El 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 y de acuerdo con la Directiva de la Unión Europea sobre el Comercio de Emisiones. 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 2008 el 50% de la generación eléctrica sin emisiones de carbono.

4. EMPLEO FIJO Y DE CALIDAD

En España, la industria nuclear emplea a más de 30.000 personas (más del 50% de las mismas dispone de una titulación universitaria), una buena parte tanto en las empresas eléctricas como directamente en la operación de las centrales, otras en instituciones como la Subdirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, el Consejo de Seguridad Nuclear, el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos y otras en empresas de servicios e ingenierías, de fabricación de combustible nuclear, de fabricación de bienes de equipo y componentes, universidades, etc.

Además de los trabajos en nuestro país, las empresas de ingeniería y servicios especializados han encontrado un importante mercado en los países de Europa Central y Oriental y en los de la antigua Unión Soviética, mientras que las empresas de bienes de equipo (generadores de vapor, bastidores de almacenamiento de combustible, válvulas, tuberías, etc.) y fabricación de combustible nuclear lo han hecho en otros países más desarrollados. Actualmente España está haciendo grandes progresos para la participación en el extenso programa de construcción de centrales nucleares de distintos países como China, India, Taiwan, etc.

También es un estímulo el acuerdo, firmado en noviembre de 2005, entre los Gobiernos de España y de la República Popular de China para la cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear.

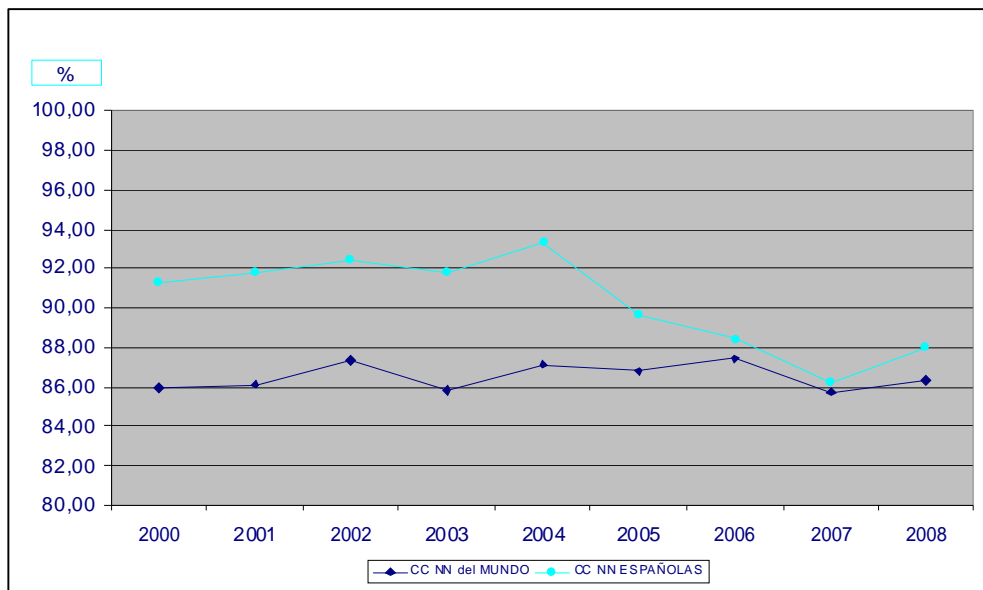
5. DISPONIBILIDAD Y COMPETITIVIDAD: OPERACIÓN A LARGO PLAZO

Las centrales nucleares operan en promedio cerca del 90% del tiempo y su disponibilidad, cuando no están en parada (por recarga o cualquier otro motivo técnico), es de cerca del 100%; porque son prácticamente las de mayor disponibilidad. Este hecho se puede ver en la siguiente gráfica de la evolución de la mediana del factor de disponibilidad de las centrales nucleares españolas y del conjunto mundial desde el año 2000, de acuerdo con la definición de la

Asociación Mundial de Operadores de Centrales Nucleares (WANO) a la que pertenecen nuestras centrales.

El factor de disponibilidad es la razón porcentual entre la energía que una central podría haber producido teniendo en cuenta sólo sus limitaciones técnicas (no las ajenas a la misma) y la que hubiera podido producir funcionando a su potencial nominal, en un periodo de tiempo considerado.

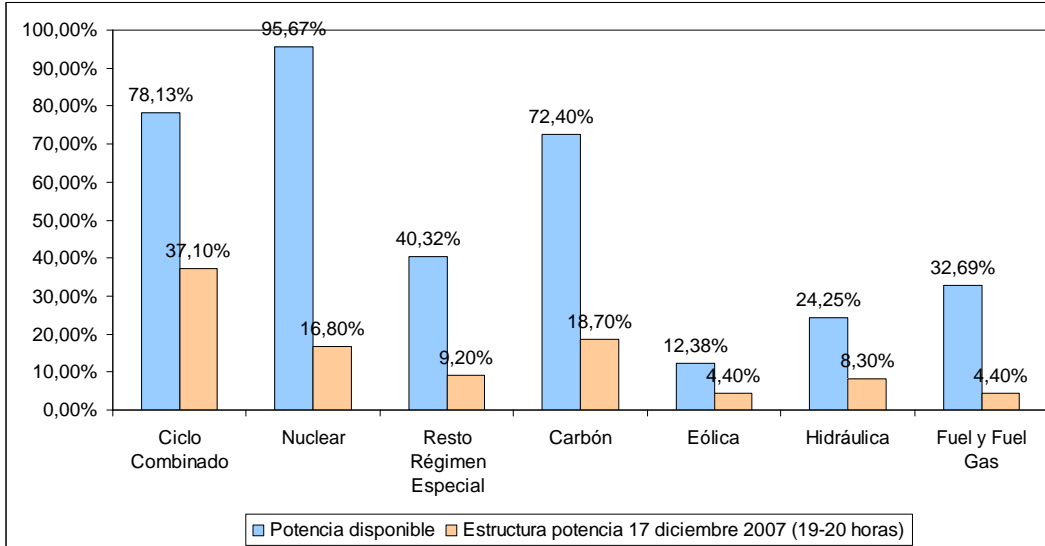
Evolución del factor de disponibilidad



Fuente: WANO (World Association of Nuclear Operators)

Por otra parte, desde el punto de vista de la fiabilidad, es decir, que la central esté disponible para producir cuando se precisa su energía, en el siguiente gráfico se muestra la estructura por fuentes con la que se cubrió el máximo pico de demanda que históricamente se ha dado en España, que corresponde al 17 de diciembre de 2007 y fue de 44.876 MW entre las 7 y las 8 de la tarde. En ese momento, en el que hubo que desconectar a diversos consumidores por no haber suficiente capacidad de generación, las centrales nucleares respondieron con casi el 96% de su potencia total mientras que la eólica sólo lo pudo hacer con poco más del 12% de la potencia total instalada. Ello lleva a la conclusión de que para que el sistema sea fiable se deben construir otras centrales con fuentes de energía fiables (nuclear o fósil), de una potencia equivalente a la eólica que se construya y que no funcionarían durante una parte importante del tiempo pero estarían disponibles para cuando no hubiera viento.

Estructura y disponibilidad por fuentes en el máximo histórico de demanda (17 de diciembre de 2007; 19-20 horas)



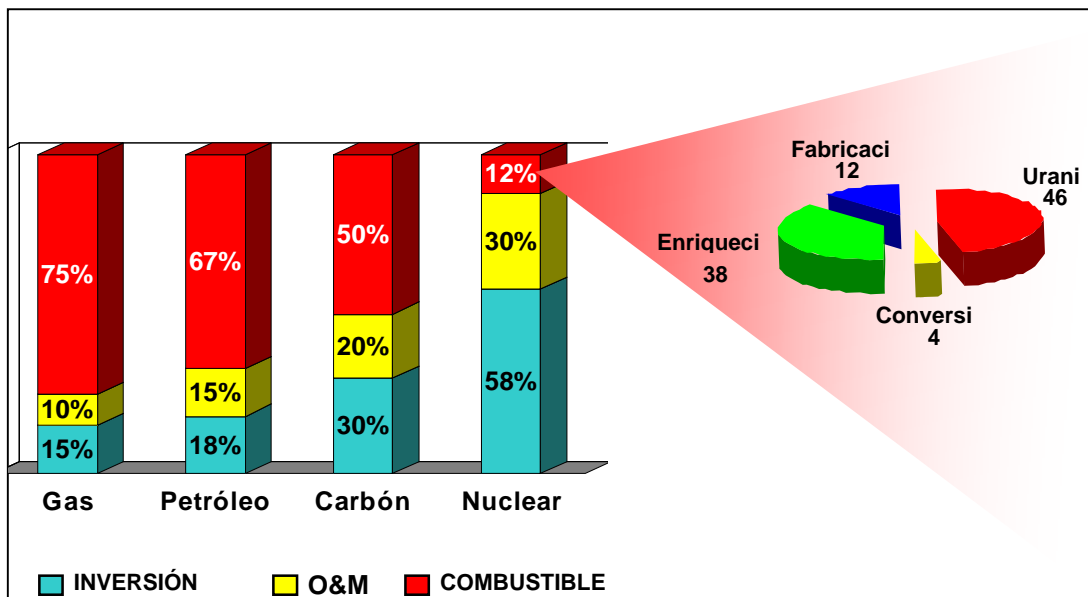
Fuente: elaboración propia con datos de REE y UNESA

En relación con los costes de generación: inversión inicial (~60%), operación y mantenimiento (~30%) y combustible (~10%), los estudios más recientes y solventes sobre el coste de la energía eléctrica procedente de diversas fuentes concluyen lo siguiente:

- La energía nuclear es competitiva con otras fuentes de producción de energía eléctrica donde no hay acceso directo a combustibles fósiles baratos. La eólica es más cara que la nuclear. La solar es mucho más cara.
- Los costes de combustible para la generación nuclear representan una proporción muy reducida de los costes totales de generación (aproximadamente el 12%), lo que hace que el coste total de generación se vea poco influenciado por la variación de los costes de combustible, lo que no ocurre con las centrales térmicas, en las que el coste del combustible puede llegar a cerca del 70%. Los de construcción son mayores que los de las centrales de carbón, mucho mayores que los de las centrales de gas y comparables a los de la energía eólica.
- La energía nuclear incluye en sus costes lo necesario para el desmantelamiento de las centrales al final de su operación y la gestión final y definitiva de sus residuos. Si se tienen en cuenta los costes ambientales de los combustibles fósiles la competitividad de la energía nuclear aumenta aún más.

- En marzo de 2007, la Unión Europea publicó un documento sobre costes de generación eléctrica contemplando todas las tecnologías, concluyendo los costes de generación siguientes: gas natural, entre 35 y 70 euros/MWh, carbón entre 30 y 50, nuclear de 40 a 45, eólica de 35 a 175, hidroeléctrica de 25 a 95 y solar fotovoltaica entre 140 y 430 euros/MWh.

Estructura del coste de producción con distintas tecnologías



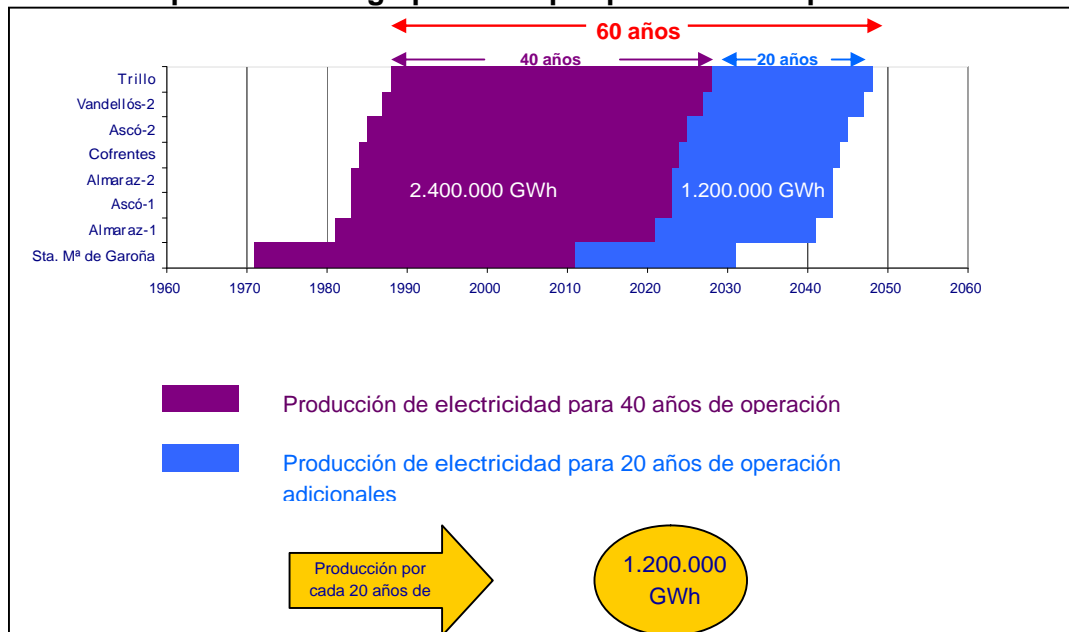
Desde el punto de vista técnico, se ha demostrado que el periodo de diseño previsto inicialmente para una central nuclear ha resultado una hipótesis conservadora, ya que las situaciones operativas a las que ha estado sometida la central y las mejoras técnicas de los equipos han conducido a un estado 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. Así, en Estados Unidos ya se han concedido estas autorizaciones adicionales a 54 de los 104 reactores en operación.

El mantenimiento en operación de las centrales nucleares españolas más allá de esos 40 años, siempre que la seguridad de las mismas esté garantizada, es una opción que no debería ponerse en duda. Es un desatino económico renunciar a seguir operando una instalación cuando está justificado su

funcionamiento seguro y el coste de la generación eléctrica procedente de la misma es inferior al de otras fuentes. La inversión para su construcción fue elevada y al completar esos 40 años de operación prácticamente está amortizada, siendo su coste de generación muy bajo. La operación a largo plazo de una central nuclear no requiere inversiones para mantener su seguridad y competitividad tan fuertes como para la construcción de una central nueva.

La prolongación de la vida operativa de las centrales nucleares españolas hasta los 60 años supone una producción eléctrica de 1.200.000 GWh, lo que equivale a la energía eléctrica que se consume en España durante 4 años, evita la importación anual de 100 millones de barriles equivalentes de petróleo, con el efecto que ello tiene para la balanza de pagos, y contribuye a frenar el cambio climático como ya se ha indicado anteriormente.

Operación a largo plazo del parque nuclear español

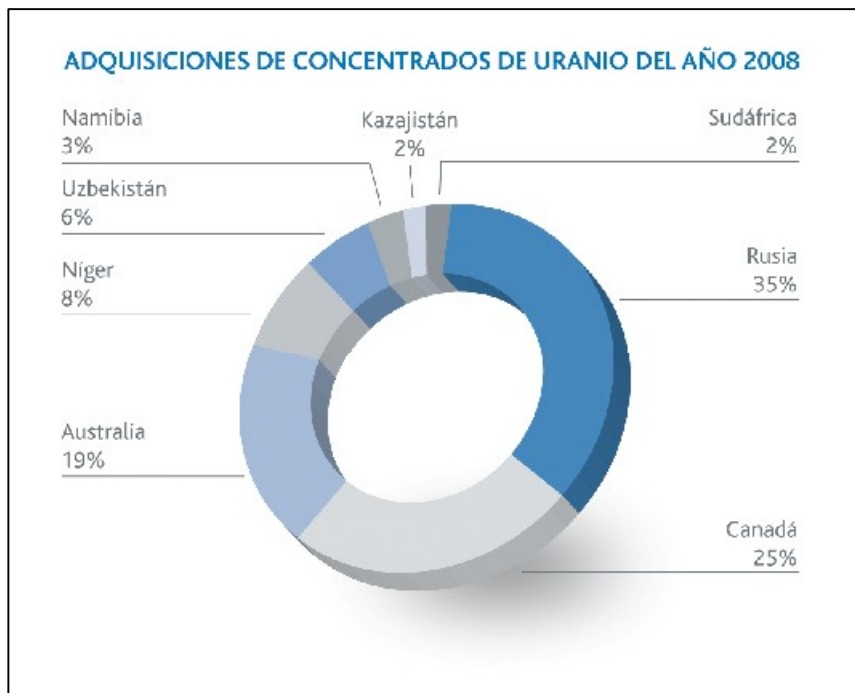


6. INDEPENDENCIA ENERGÉTICA

Teniendo en cuenta los recursos energéticos de nuestro país, prácticamente sin petróleo y gas junto a un carbón caro y en algunos casos de mala calidad, nos vemos obligados a la importación de un total de algo más del 80% de nuestras necesidades de energía primaria, con un coste anual para nuestra balanza de pagos exterior cercano a los 50.000 millones de euros, lo que representa casi un 5% de nuestro producto interior bruto (PIB). En el caso de la

generación eléctrica, el 50% de la misma se produce con combustibles importados.

Por lo que respecta al combustible nuclear, aunque no disponemos de minas de uranio en explotación, sí que se tiene participación en un consorcio internacional de enriquecimiento y sí se dispone de una instalación de fabricación de elementos combustibles, el abastecimiento está garantizado mediante unos contratos de suministro y *stock* del mismo con empresas de países mucho más estables socio-políticamente que los de los productores de petróleo y gas.



Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas, S.A

7. OPCIONES PRESENTES Y FUTURAS

Las nuevas centrales nucleares que se están poniendo en marcha son con reactores de diseños avanzados, mejorados o pasivos, de agua ligera (EPR, AP-1000, APWR, ESBWR, ABWR, VVER) y otros (Pebble Bed, Candu, AES-92 etc.).

Lo más probable es que en nuestro entorno sean reactores del tipo de agua ligera, como la mayoría de los instalados actualmente en Europa. Algunos podrían instalarse en los actuales emplazamientos de centrales nucleares con las consiguientes ventajas en aspectos técnicos, sociales y económicos.

Los principales reactores nucleares de agua ligera que se están construyendo en estos momentos en Europa o se podría instalar por estar disponibles sus diseños, son el reactor de diseño franco-alemán (EPR) o los de diseño estadounidense (AP-1000, ESBWR, ABWR) que tienen las siguientes características:

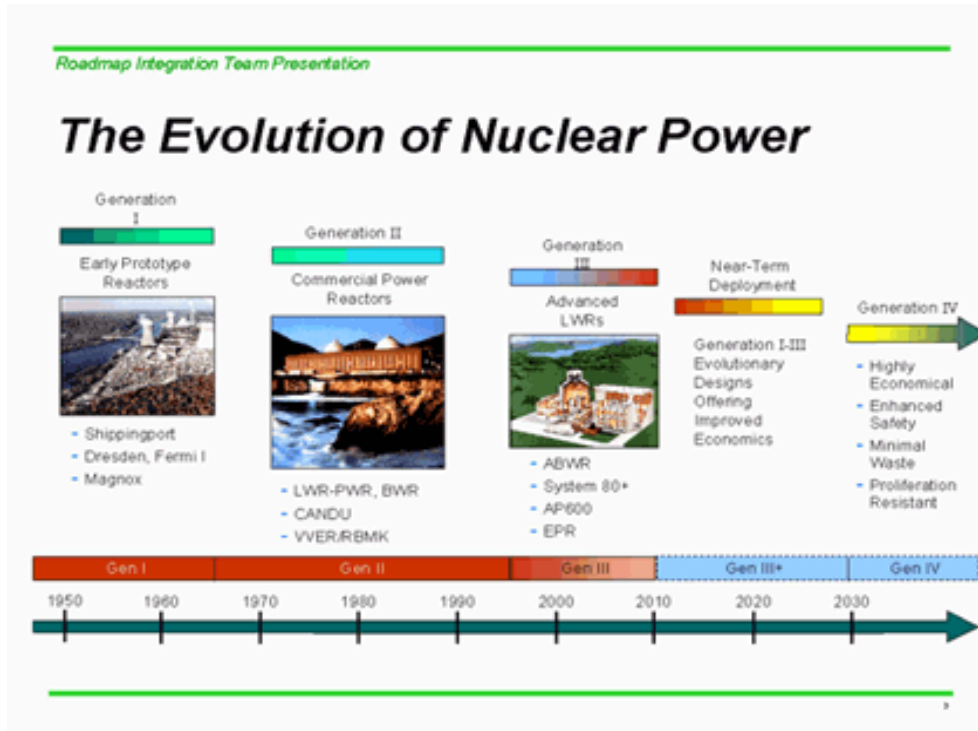
- Plazo de operación de 60 años.
- Períodos de construcción entre 36 y 60 meses.
- Potencia eléctrica entre 1.000 y 1.600 MW.
- Mayor seguridad que los actuales.
- Menor producción de residuos que los actuales.
- Mayor aprovechamiento del combustible con la posibilidad de usar como combustible óxidos mixtos de uranio y plutonio (MOX).
- Menores costes de generación.

A finales de los años 2020 o primeros de 2030 podrían entrar en funcionamiento algunos diseños de la Generación IV y posteriormente los desarrollos del proyecto internacional multinacional de fusión nuclear ITER. Para los primeros se ha establecido el Foro Internacional de la Generación IV (GIF), que es un grupo internacional de organismos gubernamentales, cuyo objetivo es facilitar la cooperación bilateral y multilateral para el desarrollo de nuevos reactores nucleares y ciclos de combustible de futuro, que cumplan con los siguientes objetivos:

- Reducción de los costes de capital.
- Aumento de la seguridad nuclear.
- Generación mínima de residuos radiactivos.
- Mayor reducción del riesgo de proliferación.

Para la iniciativa de la Generación IV, existe un acuerdo entre los 10 países miembros (Argentina, Brasil, Canadá, Francia, Japón, Sudáfrica, Corea, Suiza, Reino Unido y Estados Unidos) y la Unión Europea, a través de EURATOM. Se han escogido seis tecnologías de nuevos reactores y sus ciclos de combustible, que representan el futuro de la energía nuclear, para que sean desarrollados conjuntamente antes del año 2030.

Evolución histórica de la tecnología nuclear



Por su parte, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) está trabajando en el Proyecto “International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles” (INPRO) que comenzó en el año 2001 con una primera fase de definición de un conjunto de requisitos a exigir a los reactores innovadores y ciclos de combustible asociados en las áreas de seguridad, economía, sostenibilidad y medio ambiente, gestión de residuos y resistencia a la proliferación y para preparar una metodología para la evaluación de los sistemas innovadores de producción de energía eléctrica con respecto a dichos requisitos. La segunda fase, en marcha en la actualidad, consiste en la identificación y lanzamiento de una serie de proyectos internacionales de colaboración dentro del ámbito de los sistemas innovadores de producción de energía eléctrica.

Con respecto a la energía nuclear de fusión por confinamiento magnético, el Internacional Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) es un proyecto internacional multinacional para el desarrollo de un reactor de fusión en Cadarache (Francia) con el objetivo de probar la viabilidad de este tipo de reactores y ser un prototipo de planta para la producción de energía. A la fase de desarrollo del ITER, le sucederá una de demostración de una planta industrial (DEMO) que trabajando en ignición o reacción autosostenida se conecte a la red eléctrica alrededor del año 2050.

8. POSIBLE ESCENARIO FUTURO EN ESPAÑA: EL HORIZONTE DEL AÑO 2030

Para garantizar un sistema eléctrico seguro, estable y fiable, es necesario conseguir un *mix* energético equilibrado. 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.

Una cesta eléctrica equilibrada en el horizonte 2030 podría consistir en un tercio de renovables, otro de nuclear y otro más de gas y carbón libre de emisiones. Para ello, España necesita, además de mantener el parque nuclear existente en la actualidad, la construcción y puesta en funcionamiento de, al menos, 11.000 MW de potencia instalada en centrales nucleares, con el fin de que la producción eléctrica nuclear pase del 18% actual al 30% en el horizonte del año 2030.

Según el informe del Foro de la Industria Nuclear Española 'Mix de Generación en el Sistema Eléctrico Español en el Horizonte 2030', el *mix* de generación para cubrir la demanda prevista y proporcionar una operación del sistema eléctrico segura y estable debe atender a los siguientes criterios:

- Respetar los requerimientos de fiabilidad del sistema.
- Utilizar todos los tipos de combustibles.
- Obtener un nivel reducido de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.
- Integrar la mayor cantidad de renovables posible al sistema.

Resulta fundamental incorporar a largo plazo tecnologías de producción en base (aquellas que son necesarias en el sistema eléctrico las 24 horas del día, los 365 días del año) que garanticen su disponibilidad, que contribuyan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y que presenten costes relativamente estables. En este sentido, las posibilidades son nuevas centrales nucleares y centrales de carbón limpio con captura y almacenamiento de CO₂. Ambas tecnologías, junto con las centrales de ciclo combinado de gas disponibles y las renovables, no deben considerarse alternativas, sino complementarias entre sí.

La demanda debe ser cubierta con todos los tipos de generación existentes en las proporciones adecuadas y equilibradas, incluyendo la energía nuclear. Al menos un 50%-60% de la generación eléctrica ha de ser térmica convencional,

nuclear e hidráulica, es decir, generada en grandes turbinas de vapor que aseguren una gran inercia para la regulación y la estabilidad del sistema.

Desde el punto de vista económico, el informe de Foro de la Industria Nuclear Española 'Análisis Económico de un Proyecto de Ampliación de la Producción Eléctrica Nuclear en España', estima un coste de inversión de unos 3.000 millones de euros por cada reactor de 1.000 MW. De esta forma, el coste total de un plan de construcción de 11.000 MW nucleares es de 33.000 millones de euros. El impacto directo sobre el producto interior bruto (en el periodo 2009-2029) supone un aumento del valor de producción nacional que alcanzaría cifras superiores a 23.000 millones de euros, es decir, algo más del 3% del mismo.

Los efectos totales sobre el producto interior bruto y el empleo se situarían en torno al 0,04% anual, unos 450 millones de valor añadido. De forma acumulada para todo el periodo de construcción considerado, se superarían los 9.000 millones de euros de producto interior bruto y los 170.000 trabajadores-año, como efecto de la construcción de los nuevos reactores. Esta cifra es equivalente a 8.500 personas trabajando de forma continua durante 20 años.

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, especialmente el dióxido de carbono, procedentes de la combustión de los combustibles fósiles. Conviene considerar que, pese a las llamadas al ahorro energético, indudablemente necesario, la demanda energética va a continuar su escalada, impulsada por el aumento de población y la acelerada incorporación de las sociedades emergentes a los niveles de consumo de los países desarrollados. Además, a más largo plazo habrá que utilizar crecientes cantidades de energía para sustituir la empleada en el sector del transporte por otra no emisora de gases de efecto invernadero (usos del vector hidrógeno en los transportes por carretera e intensificación del transporte ferroviario, por ejemplo), y para la producción de agua potable por desalación del agua del mar. Hay que esperar, por tanto, una fuerte penetración de la electricidad como sustitutiva del uso directo de los combustibles fósiles.

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, de tal forma que se alcancen de forma simultánea los criterios necesarios de sostenibilidad, teniendo en cuenta que:

- ✓ El uso del carbón está limitado por sus aspectos medioambientales y coste, así como por las soluciones tecnológicas necesarias para su utilización en una intensidad condicionada al desarrollo de tecnologías limpias de combustión.
- ✓ El gas ha venido aumentando su participación y parece que todavía lo hará en los próximos años. Sin embargo, su muy elevado coste, su impacto ambiental y lo limitado de sus reservas obligará a que su uso se reserve para otras aplicaciones de mayor valor añadido.
- ✓ El petróleo, de utilización marginal en la generación eléctrica, tiene una situación similar a la del gas. Su bajo nivel de reservas, su muy elevado coste y su impacto ambiental, unido al hecho de su necesaria utilización en el transporte determinan que no pueda considerarse como una fuente energética significativa para la generación eléctrica.
- ✓ Las energías renovables presentan posibilidades ciertas para la producción de energía eléctrica, especialmente en el caso de la eólica y la hidráulica. Sin embargo su variabilidad en el tiempo, su no gestionabilidad, su escasa fiabilidad, su coste y diversos condicionantes técnicos de su utilización hace que su contribución tenga que ser limitada. Además, las intermitentes (eólica, solar, hidráulica) obligan a disponer de centrales de otro tipo para la producción de energía eléctrica en los momentos en que las mismas no están disponibles.

Finalmente la energía nuclear ofrece, a través del análisis formal de los parámetros que condicionan 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, aunque de impacto limitado, 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 sostenible.

En España, las características de nuestro sistema energético, la alta dependencia exterior, el alejamiento del cumplimiento de nuestros compromisos medioambientales, la escasa eficiencia y competitividad, hacen necesario un marco estable a largo plazo, mediante el establecimiento de un modelo energético sostenible, para lo que es necesario que todos los agentes económicos, políticos y sociales alcancen un Pacto de Estado en materia energética.