



FUNDACIÓN PARA ESTUDIOS SOBRE LA ENERGÍA

PROSPECTIVA DEL SECTOR NUCLEAR EN ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030

Contenido

Resumen Ejecutivo (6 páginas)

Informe Resumido (24 páginas)

Julio 2007



PROSPECTIVA DEL SECTOR NUCLEAR EN ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030

Resumen ejecutivo

Julio, 2007

La Energía Nuclear genera actualmente en el mundo más de 2,5 billones de kWh de electricidad, lo que constituye el 15% de la electricidad consumida a nivel mundial, y más del 30 % en la Unión Europea. En España esta cifra es actualmente del 20 %, aunque a primeros de los años 90 llegaba al 35 %.

En general se reconoce a la energía nuclear su aportación al suministro asegurado de electricidad, a la reducción de la dependencia respecto de los hidrocarburos, y a la mitigación de las emisiones de CO₂. De generarse con carbón la electricidad de origen nuclear producida globalmente en el mundo, se emitirían a la atmósfera unas 2,5 Gton de CO₂ anuales, lo cual representaría un incremento de aproximadamente del 12% de las emisiones actuales totales. Pero también con carácter general puede decirse que la Energía Nuclear tiene unas peculiaridades relacionadas con aspectos de su peligrosidad que se traduce en tanto en riesgos directos (accidentes y residuos radiactivos) como asociados (proliferación y terrorismo)

Los países que han desarrollado con mayor éxito y aceptación la energía nuclear han efectuado un esfuerzo notable para tener en cuenta los siguientes factores:

- Niveles de seguridad elevados, no sólo técnicos sino organizativos e institucionales
- La seguridad se ha establecido a nivel global utilizando reactores normalizados y gestionando las distintas centrales con criterios comunes para el conjunto

- Al problema de los residuos se le ha dado una solución aceptable, al menos transitoriamente; al tiempo que se ha considerado por los expertos que la solución idónea a largo plazo puede descansar en almacenamientos profundos en formaciones geológicas de innegable estabilidad.
- Se ha tratado de conseguir un dominio tecnológico global, basado en un conjunto integrado de conocimientos y criterios, desde el diseño a la operación, pasando por la ingeniería del núcleo.

Cuando se han tomado en cuenta todos estos factores, se ha producido, como se pone en evidencia en el caso positivo del programa nuclear francés, una sensación de solvencia y predominio de la seguridad, que da confianza a la población para la aceptación de la energía nuclear.

El tema de los accidentes y el de los residuos radiactivos han recibido considerable atención, el primero debido a algunos accidentes significativos, y el de los residuos al tener algunos de ellos actividad radiotóxica relevante durante un periodo superior a los 100.000 años.

Ambos problemas han determinado en parte una oposición a este tipo de energía, si bien los riesgos asociados son los que suscitan últimamente un mayor grado de preocupación. Así sucede con la posible vulnerabilidad de las instalaciones nucleares ante ataques terroristas que, como viene señalando el director del OIEA, son una amenaza real que se ha incrementado considerablemente desde los atentados del 11-S en Nueva York.

La otra connotación muy problemática, relativa a la proliferación de armas nucleares, es noticia recurrente en ciertos escenarios geopolíticos poco estables, y no parece fácil de abordar ni acotar.

Por este conjunto de peculiaridades, la energía nuclear no puede considerarse otro tipo de energía primaria sin más, ya que sólo cabe su desarrollo con especial atención a la seguridad, para que pueda ser aceptada socialmente. De ahí que deba regirse por un conjunto de normas específicas diferentes de las establecidas por el mercado para las demás fuentes de energía.

Esta realidad se pone claramente de manifiesto al analizar lo que ha sucedido en los países que no han tenido suficientemente en cuenta los factores antes mencionados. En ellos se ha producido un freno al desarrollo nuclear, que ha cristalizado en un "parón nuclear" forzado por la falta de aceptación social a este tipo de energía y por las dudas acerca de su viabilidad económica debido a los llamados "riesgos regulatorios".

En el análisis que se presenta en este estudio se pretende ponderar el conjunto de características y hechos relativos a la explotación de la Energía Nuclear, sus beneficios, sus riesgos, y su aceptabilidad social, para formular conclusiones sobre su posible papel, y las condiciones que deberían concurrir para que éste pudiera llevarse a término.

En este sentido parece conveniente señalar que, aunque las perspectivas nucleares sean muy diferentes de unos países a otros, se percibe un interés renovado por esta fuente de energía, sobre todo en algunos de los más rigurosos e independientes ejercicios de prospectiva para el año 2030 y más allá. Tales son los casos del *World Energy Outlook 2006* de la *Agencia Internacional de la Energía*, y del *World Energy Technology Outlook 2006*, realizado por un grupo de expertos independientes, bajo el auspicio de la Comisión Europea

El papel de la Energía Nuclear se reafirma también en la prospectiva a escala mas corta (antes del 2030) fundamentalmente por su contribución a los principios que hoy día orientan la política energética en todos los países del mundo, sobre todo los desarrollados y los emergentes:

- Garantía de suministro.
- Calidad ambiental en todas las escalas (local y regional, pero sobre todo global, por la lucha contra el calentamiento del planeta).
- Contención de los precios energéticos (mediante diversificación de suministros y competencia).

Sin embargo, la expansión de esta energía en estos dos últimos decenios, en el mundo occidental, ha sido muy escasa; aunque últimamente se ha evidenciado cierta dinamización en algunos países, lo cual se ha materializado en la construcción de algunas nuevas centrales, y en la prolongación de su vida útil, que es ya una realidad en Estados Unidos, lo cual ha marcado una clara tendencia tecnológica mundial.

A esta tendencia sigue oponiéndose la baja aceptación social y política de esta energía, ya señalada, lo que ha llevado a que en algunos países se hayan aprobado moratorias nucleares, siendo el más señalado el caso alemán, con su Ley de Abandono de la Energía Nuclear. Es cierto que otros países, como Países Bajos, Suiza y, con mayor potencia involucrada, Estados Unidos, se han decantado por revertir dicha tendencia antinuclear, y han aprobado disposiciones para la continuación de la explotación de las centrales. Y más aún, Finlandia y Francia han optado recientemente por construir nuevas unidades, a lo que probablemente se le sumarán países del Este europeo. Aún así, la situación no es unánimemente clara a favor de la Energía Nuclear, sino en gran medida contradictoria, por reconocerse a la vez su potencialidad y sus peligros. Pero hay que señalar que una parte importante de la población percibe mucho más claramente estos últimos que su potencialidad.

Ponderando todas estas cuestiones para nuestro país, que arroja una fortísima dependencia del suministro energético extranjero, parece pertinente poder continuar contando en España con la Energía Nuclear en el parque de generación eléctrica, si bien con todas las provisiones acerca de su seguridad, que sean necesarias para ello.

En especial, debería revisarse la estructura del sector español de generación nuclear, que ha evidenciado históricamente una excesiva atomización de iniciativas, las cuales han cristalizado en gran medida en una explotación a través de Asociaciones. Pero dichas Asociaciones tienen un margen relativo de autonomía, lo que hace un tanto compleja la relación entre la autoridad pública (Consejo de Seguridad Nuclear o Ministerio de Industria, según los casos) y los

explotadores (Asociaciones y propietarios). Esta es una singularidad del caso español, que merece atención especial en cualquier análisis de prospectiva. En particular, sería muy deseable no sólo mejorar las sinergias entre instalaciones, sino producir una integración vertical de la cadena “conocimiento nuclear/decisiones de ingeniería/operación”, que confiriera mayor prioridad a la seguridad nuclear y mayor autonomía de criterio, en atención exclusiva a las necesidades y prestaciones de las plantas, con una aplicación más directa del acervo nuclear del conjunto en la explotación de éstas.

En este contexto, la consideración de nuevas alternativas en la configuración del sector podría abrir otras perspectivas y percepciones sociales y políticas, de las que se desprendera una actitud en la cual la Energía Nuclear pudiera seguir contribuyendo al suministro de electricidad en España, en niveles similares a los actuales, e incluso superiores, en el plazo del 2030 y más allá. De no resolverse adecuadamente esta falta de concordia entre Tecnología Nuclear y Opinión Pública (y su implicación política), el futuro de esta fuente de energía en nuestro país estará muy mermado.

Podría concluirse que España seguramente necesite la Energía Nuclear para disponer de una garantía de suministro de electricidad suficientemente equilibrada; y a la vez seguramente se necesite que el sector se ajuste a una estructura más aceptable socio-políticamente, en la que prime la atención a la seguridad, la vigilancia y actualización tecnológica, y el apoyo a los grandes objetivos del Desarrollo Energético Sostenible.

Este estudio de prospectiva incluye la consideración de tres escenarios de generación nuclear de electricidad en el 2030:

- **De continuidad:** con extensión de vida en las centrales nucleares hasta los 60 años, con 7.728 MWe operativos en el 2030.
- **De ampliación:** en este escenario se supone la incorporación de unos 4.800 MWe adicionales, como consecuencia de tres nuevas unidades de 1.600 MWe cada una. Estas unidades se podrían prever en un contexto de construcción de centrales nucleares en varios países de Europa.
- **De abandono:** en este caso no se considera potencia nuclear operativa en el 2030, como consecuencia de una política de abandono de la Energía Nuclear en nuestro país.

En todo caso, las nuevas inversiones nucleares podrían encontrar dificultades de financiación en el actual mercado liberalizado, por su inversión específica muy alta, respecto de otras opciones en competencia, en cuanto a garantía de potencia, como son el carbón y el gas natural; pero en una valoración de largo y muy largo plazo de funcionamiento, previsiblemente las centrales nucleares proporcionarán los costes de generación más bajos (aunque haya estudios internacionales muy discrepantes en este punto, por la diversa valoración de las incertidumbres económicas y tecnológicas).

Un asunto radicalmente distinto es el de las centrales en operación. Éstas exhiben unos resultados de explotación muy positivos que permiten plantear la prolongación de su vida útil. Esto obliga a considerar la prolongación de vida de las centrales nucleares, en su conjunto, como una decisión de política energética a valorar según los aspectos de seguridad ya expuestos. A ellos hay que añadir

las consideraciones económicas, porque sus costes de producción del kWh serían bajísimos (entre 15 y 20 €/MWh), respecto de la media de generación, cuando el plazo de amortización haya expirado.

Las diferencias entre el escenario de referencia (40 años de vida de las CCNN) y el de prolongación de la explotación son verdaderamente mayúsculas, y no pueden ignorarse, ni a nivel empresarial, ni a nivel macroscópico de la economía del sector energético español.

Cabe señalar como dato especialmente indicativo que la extensión de vida de las centrales nucleares a 60 años, reduciría el coste total de producción de electricidad en España entre 18.000 millones € y 30.000 millones de € para el total de la vida prolongada; y entre 5.800 millones € y 9.600 millones hasta el año 2030.

Para el caso de prolongación de la explotación hasta 60 años, el ahorro en CO₂ respecto del funcionamiento durante 40 años, sería evaluable en 440 millones de toneladas (22 millones anuales), si la sustitución se hiciera con centrales de gas de ciclo combinado, y de 1200 millones (60 millones anuales), en caso de ser sustituidas con carbón.

Todo ello configura una nueva perspectiva económica, con implicaciones medioambientales positivas apreciables, y con repercusiones económicas muy beneficiosas para los explotadores de centrales nucleares, que debe ser aprovechada para plantear una reestructuración que permita una situación general optimizada, que pueda incluir la continuidad de la energía nuclear con las garantías adecuadas

En el caso español, conviene recordar que 6 de las 8 unidades en operación son de titularidad compartida, y las otras 2 son de empresas que participan en la propiedad de las 6 aludidas. Habida cuenta la facilidad con la que se plantean hoy día adquisiciones de activos de generación de electricidad, no es empresarialmente anómalo pensar en una reestructuración del sector de generación nuclear en España, de acuerdo con los siguientes criterios:

- incrementar la prioridad dada a la Seguridad Nuclear (frente a interferencias de tipo económico o similares)
- conseguir sinergias en la explotación de dicho parque
- mejorar la integración vertical en la cadena : conocimiento nuclear /decisiones de ingeniería/operación de las instalaciones, para conseguir una proyección lo más directa posible del acervo nuclear y de la cultura de seguridad, en la explotación de las centrales
- Optimización comercial y de la capacidad financiera ante nuevas inversiones.
- Integración de responsabilidades y mejor articulación en las relaciones con el CSN.
- Adecuación a los principios generales de la política energética del país.

La identificación precisa de ese cambio estructural no es en absoluto trivial, y con seguridad necesitaría un estudio adicional que ponderara los objetivos antedichos contra las dificultades y desventajas que comportara tal medida. Como escenario de partida se tendría la situación actual, que no parece poseer características muy sólidas como base para una revitalización del sector. Como escenarios objetivo se podrían considerar varios, incluyendo el de constitución de un Ente unificado de Explotación Nuclear (cuya naturaleza jurídica y empresarial estaría por determinar) encargado de la operación de las centrales nucleares en nuestro territorio. Este Ente podría además abordar con las mayores garantías una participación eficiente en un hipotético programa europeo y ayudar a reestructurar el sector energético hacia una configuración más sostenible

Para esto último, la reestructuración del sector de generación nuclear debería ser útil en aspectos clave de la política energética del suministro eléctrico del país. En concreto, teniendo en cuenta los resultados económicos adicionales procedentes de la prolongación de vida de las centrales nucleares actuales, la entidad o entidades emergentes de dicha reestructuración deberían contar con:

- Posibilidad de inversión en nuevas plantas nucleares en el extranjero y, eventualmente, en España; especialmente si la situación energética del país aconsejara una mayor cota de independencia en el suministro de electricidad con garantía de potencia
- Posibilidad (u obligación, en un % de los resultados mercantiles) de invertir en plantas de almacenamiento energético, con objeto de mejorar (aplanar) la curva de demanda de electricidad.
- Posibilidad (u obligación, en un % de los resultados mercantiles) de invertir en instalaciones de energías renovables, incluyendo su I+D tecnológica.

En definitiva, parece aconsejable disponer en la política energética de nuestro país de ciertos grados de libertad que aseguren la solidez del sector, y a esto puede contribuir la Energía Nuclear; pero parece así mismo aconsejable articular ésta de una manera más acorde con sus riesgos, y con la potencialidad de su explotación optimizada. Para ello sería procedente una reflexión adicional sobre la posible reestructuración de este sector, incluyendo aspectos que, por el alcance de este Informe, no se han podido tener en cuenta, y que deberían agregarse a las claves aquí señaladas.

Juan Manuel Kindelán, Vicepresidente Ejecutivo, FEE

José M^a Martínez-Val, Adjunto al Vicepresidente Ejecutivo, FEE

Martín Gallego, FEE

Alberto López, FEE



PROSPECTIVA DEL SECTOR NUCLEAR EN ESPAÑA EN EL HORIZONTE 2030

Informe

Julio, 2007

Sumario

1. La Energía Nuclear en el mundo: desde su génesis a la situación actual
2. El sector nuclear español
3. El futuro nuclear en el mundo
4. Prospectiva del sector nuclear español
5. La generación de electricidad en el 2030
6. La vida útil de las actuales centrales nucleares
7. La explotación óptima del sector nuclear español
8. Claves para la evolución de la Energía Nuclear en España

1. La Energía Nuclear en el mundo: desde su génesis a la situación actual.

La Energía Nuclear genera actualmente en el mundo más de 2,5 billones de kWh de electricidad, lo que constituye el 15% de la generación de electricidad y más del 6% del consumo primario de energía en el planeta. En España la generación nuclear supera los 60.000 millones de kWh, lo cual representa el 20% de la generación de electricidad, y aproximadamente el 12% del consumo de energía primaria.

La Energía Nuclear se encuentra, sin embargo, en una situación de estancamiento en muchos países, sobre todo del área occidental, y su crecimiento actual se centra hoy día en el Lejano Oriente y sur de Asia. En la mayoría de los países occidentales de la OCDE no se ha solicitado una nueva licencia de construcción de una central nuclear en los últimos 25 años, y sólo muy últimamente se ha reavivado la construcción nuclear en Europa occidental, concretamente en Finlandia y, previsiblemente, en Francia. Ello revela una situación peculiar, con dudosa potencialidad de desarrollo adicional en un mercado fuertemente liberalizado, que es

imprescindible analizar con rigor, con objeto de valorar adecuadamente el posible papel de la energía nuclear en el mundo (o en diversas partes del mundo, más exactamente).

En general se reconoce su aportación al suministro asegurado de electricidad, a la reducción de la dependencia respecto de los hidrocarburos, y a la mitigación de las emisiones de CO₂. De generarse con carbón la electricidad de origen nuclear producida en el mundo globalmente, se emitirían a la atmósfera unas 2,5 Gton de CO₂, lo cual representaría un incremento de aproximadamente el 12% de las emisiones actuales totales. Si se generara con gas natural, las emisiones serían de 1 Gton, lo cual representaría un incremento del 5%.

Pero también con carácter general puede decirse que la Energía Nuclear tiene una *baja aceptación social*, enraizada esencialmente en dos aspectos de su peligrosidad que se traduce tanto en riesgos directos (accidentes y residuos) como asociados (proliferación y terrorismo). Con respecto a emisiones de productos radiactivos en los accidentes y a los residuos nucleares, existe una preocupación genérica relacionada con la larga duración de su peligrosidad, que va más allá de las referencias temporales, de tipo histórico, en las que se mueve la mente humana.

En cuanto a los accidentes, la preocupación es mucho más inmediata, y desgraciadamente se han producido casos en los que ha habido deterioro de las instalaciones, en general con muy baja repercusión fuera de la central accidentada, como fue el accidente de TMI-2 en Estados Unidos en 1979. Sin embargo, un caso especialmente grave y con gran impacto radiológico exterior fue el de Chernobyl-4, sucedido en abril de 1986 en Ucrania, con secuelas muy señaladas desde el punto de vista radiológico, y con reacciones antinucleares muy acusadas, que provocaron el abandono de la Energía Nuclear en algunos países. El hecho de que el reactor de Chernobyl fuese de un tipo exclusivamente soviético, no exportado ni exportable a otros países por sus características técnicas, y que se cometieran violaciones severas de la seguridad por afán de realizar un experimento electromecánico (que debería haberse realizado en otro tipo de instalación) ni son eximentes de la gravedad del caso, ni atenúan ante la opinión pública su importancia como factor negativo de la Energía Nuclear.

El tema de los accidentes se ha visto últimamente agravado por la posible vulnerabilidad de las instalaciones nucleares ante ataques terroristas. Ciertamente se ha trabajado mucho en estos últimos años en la seguridad física de las centrales nucleares, pero hay que dejar constancia de los esfuerzos continuados que habrá que hacer para minimizar este riesgo.

La Energía Nuclear tiene ante la opinión pública otra connotación muy problemática, derivada de sus riesgos asociados. Con respecto a la proliferación de armas nucleares, que es además noticia recurrente en ciertos escenarios geopolíticos poco estables, hay que tener en cuenta que la Energía Nuclear se desarrolló inicialmente en su vertiente de aplicaciones bélicas, posiblemente por coincidir prácticamente en el tiempo el descubrimiento de la fisión nuclear, muy a finales de 1938, con el comienzo de la II Guerra Mundial, en septiembre de 1939. Precisamente durante dicha guerra se construyó el primer reactor nuclear, y se pusieron las bases científico-técnicas para el aprovechamiento de la energía contenida en el núcleo atómico, que por unidad de masa es millones de veces superior a la energía de la combustión química.

Esta última propiedad llevó a algunos países, ya acabada la II Guerra Mundial, a considerar la energía nuclear como fuente de generación de electricidad. Tal fue el caso de Gran Bretaña, que inauguró en 1957 la primera central nuclear propiamente dicha, con reactor de uranio natural, con grafito como moderador neutrónico, y refrigerado por gas (CO₂). En cierta medida, estos reactores podían considerarse el trasunto civil de los

primeros reactores plutonígenos, y en general cabe decir que las aplicaciones comerciales se beneficiaron de algunos desarrollos del sector militar de investigaciones nucleares, aunque con cambios sustanciales en la composición de sus materiales más característicos, como es el caso del enriquecimiento en uranio 235 (U-235). Por el contrario, no parece que ningún país haya basado su programa nuclear militar en un programa civil de centrales nucleares. Hay que dejar constancia, no obstante, de que algunas instalaciones del ciclo del combustible nuclear, notoriamente las plantas de enriquecimiento, pueden reajustarse en su funcionamiento para producir material altamente enriquecido (por encima del 99%) en vez de funcionar en el régimen de interés comercial, que se limita al 5%. Estos reajustes, y el propio producto de una planta con dicho fin, son fácilmente detectables en inspecciones de salvaguardias, lo cual traslada el tema de la proliferación al campo de la política internacional y la articulación de tratados de paz y desarme. En este sentido, el desarrollo de un programa nuclear en Europa, por centrarnos en nuestro contexto, no parece que vaya a estimular una posible iniciativa nuclear bélica en terceros países. Sin embargo, la venta de tecnología dual, como son las centrifugas de enriquecimiento, debería estar estrictamente prohibida salvo garantías muy firmes y verificables de utilización para fines energéticos civiles.

Las obvias posibilidades de la Energía Nuclear para producir electricidad en centrales nucleares, llevaron al presidente norteamericano Eisenhower en 1953 a proponer el programa internacional "*Atoms for peace*", que fue el precedente de la creación, en 1956, del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA en siglas internacionales). Misión fundamental de la IAEA ha sido y es velar por la No Proliferación de armamento nuclear, al tiempo que servir de apoyo a los desarrollos nucleares civiles en países sin tecnología nuclear propia, inspeccionando el correcto uso de las instalaciones y los materiales nucleares.

Aunque los primeros reactores comerciales fueron del tipo británico antedicho, desarrollado así mismo en Francia, en el decenio siguiente se apreció que la tecnología civil norteamericana, derivada de sus investigaciones sobre reactores de propulsión naval, podía ofrecer ventajas económicas importantes, dentro de unos principios de seguridad derivados del manejo de reactores en condiciones muy exigentes de operación, como son las de los submarinos y portaviones de propulsión nuclear. A la larga, esta tipología de reactores se impuso en el terreno comercial, y fue la protagonista del gran despliegue que se experimentó en la construcción de centrales nucleares en los años 70, primero en EEUU, y después en Francia, Japón, Alemania y otros países, incluido España. Ese despliegue fue incluso anterior a las crisis petrolíferas de 1973 y 1979, pero éstas indudablemente crearon un entorno energético de precios altos en el cual las centrales nucleares fueron un factor de estabilidad y de independencia energética.

Por otro lado en lo que respecta al terrorismo existe no sólo el riesgo de derivación de materiales nucleares hacia el uso como armamento sino que, como viene señalando el director del OIEA, el terrorismo contra instalaciones atómicas es una amenaza real y el peligro de acciones terroristas contra centrales nucleares se ha incrementado considerablemente desde los atentados del 11-S en Nueva York.

Es cierto que existen otros muchos objetivos terroristas de gran impacto (incluso dentro del sector energético resalta el riesgo de las instalaciones de almacenamiento en superficie y regasificación de GNL) pero no hay que olvidar que las consecuencias negativas de la difusión radiactiva son muy superiores. El despertar de la conciencia ecológica a finales de los 70, con la consideración del Medio Ambiente como un bien común fundamental que preservar adecuadamente, más una creciente preocupación por

los efectos del desarrollismo tecnológico, dieron origen a actitudes anti-nucleares fundamentadas en la peligrosidad de la radiactividad generada en los reactores nucleares, y en la precipitación en el despliegue de muchos programas nucleares. Como ejemplo cabe citar que los tres reactores españoles de las centrales de la primera generación (Zorita, Garoña y Vandellòs I) entraron en funcionamiento antes de que se hubiera aprobado el primer Reglamento de Instalaciones Nucleares, que data del año 1972.

Todo ello evidenció la necesidad de un mejor control de las aplicaciones comerciales de la Energía Nuclear, lo cual condujo en Estados Unidos a la creación de la Nuclear Regulatory Commission en 1974, y de manera análoga a la creación del Consejo de Seguridad Nuclear de España por la ley 15/1980. En cuanto a las preocupaciones anti-nucleares, la de mayor impacto para el sector fue la del presidente norteamericano Carter, que en 1978 propuso a la ONU-OIEA la elaboración de la INFCE (International Nuclear Fuel Cycle Evaluation) claramente dirigida a detener la "plutonium economy" que preocupaba por diversas razones a los mandatarios norteamericanos. Durante dos años se llevó a cabo dicha evaluación, cuyo resultado principal fue la interrupción de la I+D sobre reactores reproductores rápidos (FBR) y la suspensión de las actividades de reelaboración de combustible irradiado en EEUU. En el tema de la reelaboración, Francia y el Reino Unido abordaron una política de despliegue comercial que ha tenido muy notable éxito. En el tema de los FBR, Francia, Japón y la Unión Soviética continuaron las investigaciones, pero éstas han quedado en niveles muy marginales por dos tipos de razones: la ausencia de demanda perentoria de ese tipo de reactores, que sin embargo serán fundamentales para la explotación eficiente de los recursos naturales de uranio, y las dificultades intrínsecas de esa investigación, por las características físicas de esos reactores.

En los dos últimos decenios del siglo XX, la construcción de centrales nucleares se circunscribió a países con políticas nucleares decididas, caso de Francia, o países con gran necesidad de energía con garantía de suministro, como Japón, Corea del Sur, y últimamente la India y China. La aparición de estos países económicamente emergentes y de gran volumen de población ha cambiado sustancialmente el panorama de los mercados internacionales de diversas materias (primas y elaboradas) y así mismo la perspectiva de despliegue en los próximos años de la Energía Nuclear.

En la actualidad hay 440 reactores nucleares en funcionamiento en el mundo, con una potencia total de 370 GWe, y una producción como ya se ha dicho, superior a los 2,5 billones de kWh. La construcción de nuevos reactores se centra en el Lejano Oriente y el Sur de Asia, con previsión de incorporaciones de algunos GWe cada año. Mención aparte merece en este apartado la construcción de un nuevo reactor finés, el tercero en el emplazamiento de Olkiluoto, de tipo *EPR* (European Pressurized water Reactor). También se ha planteado la construcción de un nuevo reactor de ese tipo en la central francesa de Flammanville.

Además de esta evolución, conviene mencionar que la mayoría de los reactores en operación (particularmente los llamados de 2ª Generación) han conseguido de las autoridades respectivas aumentos de su potencia nominal, incrementando ésta alrededor de un 10% del valor original de diseño. Esto se ha debido, en gran medida, a un mejor conocimiento de las características de la instalación (por reducción de incertidumbres en el diseño técnico original) y a la sustitución de componentes y equipos por otros más modernos y de mejores prestaciones, sin alterar por ello los límites de seguridad.

Cuestión aparte ha sido la evolución técnica, social e institucional del tema de los residuos radiactivos, que recibió muy escasa atención en los primeros años del despliegue nuclear, por entenderse que se solucionaría a su debido tiempo (es

innecesario recordar que en los años 50 y 60 no se había acuñado aún el concepto de "ciclo de vida" como hoy día lo conocemos). No obstante, desde las primeras fases nucleares se consideró que el almacenamiento geológico profundo podría ser una solución adecuada, pues geológicamente se podían identificar formaciones con gran estabilidad mecánica y química durante millones de años, por lo que cabría concluir que la geología podría ofrecer un acogimiento adecuado a los productos radiactivos de muy larga vida (hasta 100.000 años). Este es el juicio mayoritario de expertos en el tema, basados en evidencias geológicas bien conocidas. Aún así, el plazo es tan dilatado en términos de las referencias humanas e históricas, que para algunos resulta inaceptablemente cargado de incertidumbres.

Hay que señalar que existen opciones, aún en el plano teórico, de tratamiento de los residuos, basadas en la transmutación de los radionucleidos de vida más larga, que permitirían disminuir notoriamente la duración e intensidad de la radiactividad de esos residuos. Estos tratamientos podrían ponerse en práctica en un nuevo despliegue técnico-nuclear a medio y largo plazo, tras el necesario desarrollo tecnológico.

Por lo que corresponde a los residuos de baja y media actividad, en la mayor parte de los países con centrales nucleares, particularmente los europeos, su gestión está hoy día perfectamente definida y ejecutada, con estricto cumplimiento de los estándares de seguridad y respeto al medio ambiente.

En resumen, la Energía Nuclear es una fuente de generación de electricidad que procede de unas propiedades de la materia que hoy día se conocen con gran precisión científica, pero que comportan ciertos riesgos. Aún cuando éstos se identificaron desde las primeras fases de las investigaciones, y se prescribieron principios de seguridad para actuar contra dichos riesgos, el despliegue masivo de la energía nuclear ha suscitado preocupación y movimientos en contra. En la aparición de éstos tuvo cierta influencia la precipitación en el despliegue de algunos programas nucleares, y el control un tanto difuso que las Administraciones ejercieron sobre dichos despliegues, siendo a la vez jueces y partes en dichos programas. Ello, unido al riesgo real de los productos radiactivos generados, ha provocado el cuestionamiento de esta fuente de energía en algunos países; al tiempo que otros siguen considerando que es una fuente de energía que se puede explotar bajo condiciones de seguridad, en beneficio de la satisfacción de la demanda de electricidad.

En el análisis que se presenta a continuación se pretende ponderar el conjunto de características y hechos relativos a la explotación de la Energía Nuclear, sus beneficios, sus riesgos, y su aceptabilidad social, para formular conclusiones sobre su posible papel, y las condiciones que deberían concurrir para que éste se plasmara en diversos escenarios.

2. El sector nuclear español

El sector nuclear español se ha conformado a lo largo de más de medio siglo de actividades, y está consolidado nacional e internacionalmente, aunque a la vez haya que reseñar que España es uno de los países europeos menos proclive a la Energía Nuclear (al menos, según resultados como los del último Eurobarómetro, de febrero 2007). No obstante, en las encuestas de opinión se evidencian variaciones importantes según la preocupación general sobre el abastecimiento energético, que en este momento no parece una preocupación prioritaria para los ciudadanos españoles, que parecen tener confianza en que la situación energética no va a empeorar (quizá, por lo cual, sea uno de los países europeos que peores resultados arroja en ahorro y eficiencia energética).

El dato más relevante en el sector nuclear español son los 7.728 MWe de potencia instalada, y los más de 60.000 millones de kWh producidos anualmente, lo que representa un factor de operación de nuestras centrales del 90%, lo cual está en el segmento alto de la explotación eficiente de las centrales nucleares, internacionalmente hablando. Conviene añadir que estos factores van asociados a un buen funcionamiento de las unidades en cuanto a seguridad, pues las paradas imprevistas e incidencias notables en la operación, de inmediato repercuten en contra de la disponibilidad de las unidades, y por tanto en contra de sus factores de operación.

Un rasgo fundamental en nuestro sector nuclear es el de contar, desde hace más de 25 años, con una autoridad reguladora nuclear, el CSN, solvente e independiente, lo cual es una garantía inexcusable en cualquier país democrático para el funcionamiento de las instalaciones nucleares. Indudablemente caben mejoras operativas en el funcionamiento del CSN, pero su naturaleza institucional y su mandato legal son una base idónea para conferir esa garantía de seguridad.

Otro rasgo señalable es la existencia de una empresa específica para la gestión de los residuos radiactivos. ENRESA, que se prevé cambie en su entidad jurídica a un Ente Público, y que permite independizar la atención a los llamados residuos nucleares, de la explotación directa de las centrales, aunque se cargue a éstas el coste previsto del tratamiento y disposición de esos materiales, de manera segura.

En cuanto a la estructura del sector, ésta es lógicamente el resultado de una dilatada evolución con distintas etapas, que ha cristalizado en una realidad equilibrada en cuanto a centrales de generación, agentes tecnológicos de diversa índole, y universidades y organismos de investigación.

Conviene señalar que la propiedad de muchas centrales ha variado por intercambio de activos entre compañías, y esa tónica podría continuar, por reajustes financieros y de intereses de explotación. Por otra parte, en la estructura del sector y en su evolución se evidencia una excesiva atomización de iniciativas, no sólo en la llamada primera generación, sino incluso en la segunda. Aunque 6 de sus 7 reactores fueran del mismo tipo, la sinergia real en su construcción fue muy escasa. En cuanto a la explotación, se han constituido Asociaciones en función de similitudes de socios propietarios y geografía, pero dichas Asociaciones tienen un margen relativo de autonomía, lo que hace un tanto compleja la relación entre la autoridad pública (CSN o Ministerio de Industria, según los casos) y los explotadores (Asociaciones y propietarios). Esta es una singularidad del caso español, que merece atención especial en cualquier análisis de prospectiva. En particular, sería muy deseable no sólo mejorar las sinergias entre instalaciones, sino producir una integración vertical de la cadena "conocimiento nuclear/decisiones de ingeniería/operación", que confiriera mayor prioridad a la seguridad nuclear y mayor autonomía de criterio, en atención exclusiva a las necesidades y prestaciones de las plantas, con una aplicación más directa del acervo nuclear del sistema en la explotación de éstas.

La dependencia tecnológica española en este sector es notoriamente baja, muy inferior a la media española en los sectores industriales (incluyendo el energético en general). No obstante, la materia prima (el uranio) se ha de adquirir en el mercado internacional, pues España es un país con recursos moderados en este campo. Los países suministradores son de solvencia internacional en el libre mercado, pero además hay que contar con que el uranio es fácilmente almacenable en el propio país que lo adquiere. Más aún, el uranio llamado de colas, existente como stock en las plantas europeas de enriquecimiento, que también proporcionan un servicio comercialmente incuestionable, podría abastecer sobradamente a las centrales europeas hoy en funcionamiento, durante toda su vida útil. Lógicamente, esta opción, que sería

notoriamente más cara, no se pone en práctica, por el funcionamiento absolutamente regular del mercado internacional.

En los comienzos del sector nuclear español, pasados los años de pretendida autarquía, se suscribieron acuerdos con EEUU y Francia, siendo los norteamericanos los que tuvieron más impacto en el despliegue industrial del sector. En éste, se puso mucho énfasis en la asimilación de tecnología y en la capacidad de fabricación de equipos y de combustible nuclear, así como de ingeniería y apoyo a la explotación. Aunque no se ha abordado la construcción de ninguna central nueva en los últimos 25 años, la capacidad tecnológica española no se ha resentido especialmente, si bien algunos subsectores se han reducido de tamaño, y otros (en fabricación, especialmente) han encontrado en la exportación la vía fundamental de su permanencia activa. Además del conjunto de empresas que constituyen el sector (muchas de las cuales son genuinamente españolas, incluyendo el equipamiento pesado y los servicios de combustible nuclear) es de reseñar la vitalidad de su factor humano, como puede verse en las actividades desplegadas por la Sociedad Nuclear Española, con más de 1000 afiliados.

3. El futuro nuclear en el mundo

Las perspectivas de la Energía Nuclear dependen de múltiples factores sociales, políticos y económicos, así como tecnológicos. La mayor incertidumbre proviene del impacto que en el desarrollo nuclear puedan tener diversas políticas, particularmente la del cierre más o menos anticipado o programado de las centrales, como paso (no del todo irreversible, pero difícilmente restituible) de abandono de la Energía Nuclear. Este planteamiento se da casi exclusivamente en países europeos, cuyas políticas nucleares actuales se recogen en el *Programa Indicativo Nuclear de la UE* (PINC), que acaba de ser reformulado en el 2007 (tras 10 años de no ponerse al día, lo cual quizá demuestra la sensibilidad socio-política asociado a este tema). El PINC no es, en punto alguno, una formulación europea de la política energética nuclear, pues ésta es de soberanía exclusivamente estatal, sino un acopio articulado de la información de los países miembros, para conocimiento general de las tendencias en este campo, y para identificación de posibles problemas comunes en el ámbito cubierto por el Tratado EURATOM. Cuestiones tales como los estándares de Protección Radiológica o las actividades de Salvaguardia e Inspecciones Nucleares son habituales en este contexto. El PINC muestra claramente la diversidad de planteamientos en la política nuclear de los diversos países, lo cual tiene una larga tradición en la UE. Países como Austria, Irlanda y Dinamarca han sido tradicionalmente reacios a la Energía Nuclear, mientras que Francia es el país con mayor tradición y capacidad nuclear, desde la I+D a la implantación industrial. Algunas empresas tecnológicas francesas han adquirido recientemente los activos de las empresas nucleares alemanas.

Mención aparte merece el caso finés, que ha optado por construir su 5º reactor nuclear, por consideraciones económicas y de garantía de suministro contemplada en un plazo de 30-40 años o incluso mayor. A pesar de su vecindad inmediata con Rusia, principal abastecedor de gas natural a la UE, los inversores privados fineses han optado por la energía nuclear por su planteamiento integral, a largo plazo, primando además la garantía de suministro. Al haberse decantado por un reactor europeo (podría decirse francés) parece haberse abierto una nueva perspectiva de relanzamiento de la actividad nuclear europea, donde los únicos reactores construidos en la última década, lo habían sido en la Europa del Este (hoy día integrada en la UE). Al EPR finés podría seguir la nueva unidad de Flammanville (Francia), y a medio plazo un programa francés de

relanzamiento nuclear. En los países bálticos, y en algún otro país de reciente incorporación a la UE, también existen planteamientos, un tanto preliminares, de construcción de nuevas unidades, en cierta medida por cierre de centrales previas que difícilmente pueden funcionar con los estándares occidentales de seguridad. Todo ello podría constituir el germen de un posible (y oficioso) Programa Nuclear Europeo. En principio, podría pensarse que éste se configurara sobre la base del EPR, pero esta cuestión debe dilucidarse con cautela y sin chauvinismos europeos, en función de la experiencia que se adquiriera en el licenciamiento, construcción y puesta en marcha de las centrales de la Generación 3 y 3+, tanto en Europa como en otros continentes. La adopción de un Programa tal requeriría análisis en profundidad, muy cuidadosos, acerca de las características reales de los reactores candidatos. Eventualmente podría seleccionarse más de un tipo de reactor, para atender diversas peculiaridades de potencia unitaria y de prioridades en la explotación, así como en la concepción de la seguridad nuclear.

En el contexto mundial, la situación es claramente singular, como ya se ha dicho, en el Lejano Oriente y en el Sur de Asia, y también se ha evidenciado un cambio significativo en los EEUU, con importantes decisiones legales, institucionales, técnicas, y empresariales, que pueden abrir de nuevo el mercado de la construcción de centrales nucleares, comenzando por la aprobación de nuevos emplazamientos. No obstante, la acción inmediata de la industria nuclear norteamericana es la solicitud de continuación de funcionamiento de las centrales nucleares más allá de los 40 años previstos en la mayoría de sus permisos de explotación. La cuarta parte de las centrales norteamericanas han obtenido ya el permiso de funcionamiento por 60 años, la mitad están en dicho trámite, y el resto están a la espera según su secuencia cronológica. El acopio de experiencia positiva de funcionamiento, la evolución tecnológica en componentes y materiales, y su sustitución, así como la reducción de las incertidumbres iniciales de diseño, son motivos principales en estas solicitudes de continuación de la explotación.

Aunque las perspectivas nucleares sean muy diferentes de un país a otro, y de un continente a otro, hay que reseñar el interés renovado por esta fuente de energía, en algunos de los más rigurosos e independientes ejercicios de prospectiva del mundo. Ello particularmente se da en el caso del *World Energy Outlook 2006* de la *Agencia Internacional de la Energía*, y del *World Energy Technology Outlook 2006*, realizado por un grupo de expertos independientes, bajo el auspicio de la Comisión Europea. En ambos estudios de prospectiva se aprecia un relanzamiento muy significativo de la Energía Nuclear, especialmente a partir del 2030 (hasta el 2050, que es lo contemplado en ambos *Outlooks*), y particularmente en los escenarios en los que se busca limitar el contenido del CO₂ en la atmósfera, y propiciar el despliegue de la llamada Economía del Hidrógeno. No obstante, el papel de la Energía Nuclear se reafirma también en la prospectiva a escala más corta (antes del 2030) fundamentalmente por la consideración rigurosa de los principios que hoy día orientan la política energética en todos los países del mundo, sobre todo los desarrollados y los emergentes. Estos principios son:

- Garantía de suministro.
- Calidad ambiental en todas las escalas (local y regional, pero sobre todo global, por la lucha contra el calentamiento del planeta).
- Contención de los precios energéticos (mediante diversificación de suministro y competitividad mercantil).

La aplicación de estos objetivos a diferentes escenarios más o menos intensivos en crecimiento económico y de consumo energético, proporciona unas pautas en las que no parece desdeñable el papel de la Energía Nuclear en el apartado de generación de

electricidad, que es especialmente sensible en la cuestión de garantía de potencia. Hay que hacer la salvedad, no obstante, de que los modelos de prospectiva usados son de carácter eminentemente técnico, y difícilmente incorporan las restricciones de tipo socio-político (aunque se consideran) pues éstas pueden ser absolutamente determinantes en materia nuclear (como ocurrió en Austria e Italia, con sendos referendums).

Este condicionante político no debe ni puede hurtarse en un estudio de prospectiva más centrado y definido, como es el caso aquí tratado. Ciertamente los estudios escrupulosamente técnicos pueden arrojar información sobre los aspectos técnicos del caso, pero un estudio centrado en un país debe tener en cuenta sus características y problemática específica y proponer, en lo posible, alternativas que sean planteables de una manera posibilista, con ciertos visos de aceptación social y política. Sin que ello merme la significación de los Estudios antedichos, que exponen la situación de manera más idealizada, y por ende más inconcreta.

Ello significa que, además de tener en cuenta los factores eminentemente técnicos, en nuestro Estudio se han considerado las posibles restricciones de tipo social, partiendo de la percepción de los riesgos asociados a la Energía Nuclear, ya enumerados antes (accidentes, vulnerabilidad ante ataques terroristas, residuos y proliferación). Esta percepción tiene su reflejo en los problemas de aceptabilidad social, y requiere una respuesta por la que se incremente la confianza en la capacidad empresarial e institucional para explotar con seguridad las instalaciones nucleares. Podría decirse que, si no se aborda esta cuestión convenientemente, el desarrollo futuro de la Energía Nuclear está muy limitado, particularmente en aquellos países donde se ha producido un déficit de credibilidad política, y también social, por las circunstancias de su despliegue previo. De ahí que se haya de buscar una nueva aproximación al tema, en aras a superar las deficiencias del marco institucional y empresarial que son parte sustantiva del problema.

Dentro de este contexto de restricciones de tipo social, hay que señalar que la oposición ciudadana no se limita a las centrales nucleares en el caso energético, sino que afecta a otras instalaciones, como son las propias plantas de regasificación, ya mencionadas, las líneas de alta tensión, y hasta los parques eólicos en lugares especiales, como son los emplazamientos marinos. Ello significa que se ha de mejorar sustancialmente en la relación tecnología-población, elemento crucial para lograr un desarrollo armónico que permita el bienestar social basado en una actividad económica internacionalmente competitiva.

Por último, en lo que concierne a restricciones de tipo técnico, no parecen evidenciarse ninguna de relevancia significativa, ni en lo referente a servicios de combustible (uranio y enriquecimiento) ni en servicios de ingeniería y soporte tecnológico. Tampoco se dan especiales restricciones en la cuestión de emplazamientos, pues la mayoría de los actualmente en funcionamiento podrían acoger incrementos de potencia.

4. Prospectiva del sector nuclear español

El sector nuclear español está institucional y empresarialmente sólidamente asentado, lo cual no es óbice para poder señalar algunas debilidades que pueden y deben ser abordadas en pro de la propia seguridad y solvencia del sector, cuya evolución dependerá en gran medida de las respuestas a estas debilidades.

Pieza clave en él es el Consejo de Seguridad Nuclear y el control parlamentario del mismo. Dicho binomio CSN/Control parlamentario es esencial para el sector, sea

cual sea la prospectiva que se proyecte, pues la explotación de la Energía Nuclear es una actividad que reporta beneficios para el país, merced a la producción de electricidad, pero requiere una regulación e inspección de alto nivel técnico y total independencia de cualquier tipo de poder institucional o fáctico. Esa garantía es esencial en cualquier planteamiento sobre Energía Nuclear en una sociedad libre.

Lógicamente, lo sustancial del sector son las centrales nucleares, donde se genera la electricidad, a las que se suministran el combustible y los servicios tecnológicos apropiados, y en las que se producen los residuos a tratar. En España funcionan actualmente 8 unidades nucleares establecidas en 6 emplazamientos, totalizando una potencia de 7.728 MWe. Como ya se ha indicado, sus factores de disponibilidad y operación están en el segmento superior del ranking mundial de operación de centrales nucleares, y han evidenciado una buena ejecutoria de seguridad a lo largo del tiempo. Hay que añadir que la primera central española, José Cabrera (Zorita) cesó en su operación en abril de 2006, habiendo alcanzado la primera criticidad de su reactor en 1968; y que la central Vandellòs I fue clausurada como consecuencia de un incendio sufrido en 1989, originado en una turbina de la central (y que no afectó al reactor).

Se ha de señalar que a lo largo del desarrollo nuclear español se efectuó una masiva y eficiente asimilación de tecnología, y en las últimas centrales construidas la participación española fue muy alta, del orden del 85% de la inversión total. Ello se debió al despliegue de compañías de ingeniería y de montaje, y a la constitución de dos empresas públicas, ENUSA Industrias Avanzadas (inicialmente, Empresa Nacional del Uranio) y ENSA (Equipos Nucleares). Igualmente fueron esenciales en la asimilación y generación de tecnología las empresas de ingeniería, como Empresarios Agrupados, y TECNATOM, específicamente dedicada a temas nucleares de inspección en servicio, ayuda a la explotación y entrenamiento de operadores. Una parte sustantiva de la actividad de estas empresas se ha dedicado a la exportación (de bienes o de servicios).

También hay que señalar que los reactores nucleares experimentan una fuerte variación en su composición como consecuencia del proceso de producción de energía, lo cual obliga a descargar parte del combustible nuclear, y recargar elementos nuevos, de la composición apropiada. Ello significa que en cada recarga (que en principio se hacía anualmente, aunque se ha ido extendiendo la duración del ciclo de funcionamiento) hace falta recalcular el reactor y comprobar con exactitud el cumplimiento de los límites de operación segura. Toda esta labor de proyecto nuclear de cada ciclo se realiza en nuestro país, y en este campo las empresas españolas están absolutamente homologadas a nivel europeo, y de hecho se exportan servicios de ingeniería nuclear a varios países, así como combustible nuclear y todo tipo de componentes mecánicos (vasijas de reactor, generadores de vapor, etc.).

El hecho de ser los reactores nucleares unos sistemas que están en continua evolución (como consecuencia de una fenomenología nuclear perfectamente conocida) ha inducido la aplicación del principio tecnológico de "mejora continua", por el cual se han ido incorporando todos los avances en el estado del arte, tanto en la fabricación del combustible nuclear y otros componentes, como en la utilización de herramientas electrónicas, informáticas, y de gestión de la información. Como resultado de esta "mejora continua" se ha producido una elevación de la potencia nominal de las plantas, cuya potencia actual es en total un 8,3% superior a la original. Este es un fenómeno general en las centrales nucleares de los diversos países, pero especialmente del nuestro, y es un síntoma claro de ese principio tecnológico de mejora continua.

La sobrepotenciación de las centrales se evalúa caso por caso por el organismo regulador competente (en España, el CSN), pero puede decirse que las centrales, cuanto

mejor operadas y mantenidas, mayor elevación de la potencia han conseguido, y mayores valores en los factores de disponibilidad y operación. Una manera de mejorar estos factores ha sido la extensión de la duración de los ciclos de funcionamiento, merced a recargas de combustible mejor diseñadas y fabricadas, con enriquecimientos algo mayores, y mayor capacidad de las vainas del combustible para soportar mayores niveles de irradiación neutrónica total.

Además de la capacidad tecnológica española, se ha de mencionar la capacitación del personal involucrado en las diversas tareas del sector nuclear. Nuestro sector cuenta con buenos procedimientos y equipos de formación y entrenamiento de operadores de centrales nucleares, y así mismo es de nivel europeo la educación universitaria en ingeniería nuclear. En la prospectiva nuclear no aparecen condicionantes negativos por parte de estos aspectos.

Tampoco se prevén restricciones de funcionamiento a causa del combustible irradiado, tras la aprobación el año pasado, por parte del gobierno, del 6º Plan de Residuos Radiactivos, que incluye la construcción de un Almacenamiento Temporal Centralizado para el combustible irradiado descargado de las centrales nucleares. Ello permitirá atender a la evolución del panorama tecnológico nuclear internacional, del que cabe esperar diversas alternativas de gestión de ese combustible, entre las que se escogerá la más adecuada, en función de los objetivos de seguridad que se podrán especificar mejor a su debido tiempo. Las inversiones a realizar para operar con seguridad dicho almacenamiento, lógicamente se cargan a la producción actual de electricidad de origen nuclear. Respecto del tema de los Residuos Radiactivos, y en particular el combustible descargado de los reactores nucleares, la Fundación para Estudios sobre la Energía ha elaborado recientemente un Informe que analiza exhaustivamente el estado del arte y valora las perspectivas que pueden ir guiando la evolución tecnológica en este campo.

La *clave* pues de la prospectiva nuclear es esencialmente de tipo sociológico y político, en relación con los potenciales riesgos asociados, a los que se ha hecho referencia que en el Apartado 1 de este Informe; lo cual no significa que la actitud política y social sea ajena a las cuestiones tecnológicas e institucionales en las que se fundamente el futuro del sector en nuestro país. Al contrario, la consideración de nuevas alternativas en la configuración del sector puede abrir otras perspectivas y percepciones sociales y políticas, de las que se desprenda una actitud en la cual la Energía Nuclear pueda seguir contribuyendo al suministro de electricidad en España, en niveles similares a los actuales, e incluso superiores, en el plazo del 2030 y más allá. Por descontado, de no resolverse adecuadamente esta falta de concordia entre Tecnología Nuclear y Opinión Pública, el futuro de esta fuente de energía en nuestro país estará muy mermado.

Como aspectos positivos, que deben tener su peso en los planteamientos de futuro, hay que señalar la adecuación –con ciertas reservas comentadas a continuación– de la Energía Nuclear a los objetivos aceptados como esenciales en la política energética:

- **Garantía de suministro.** El sector nuclear español ha contribuido significativamente durante decenios a la generación de electricidad y a la garantía de potencia en la red.
- **Calidad ambiental.** En lo referente a la contención de emisiones de gases con efecto invernadero, la Energía Nuclear efectúa una contribución importante a nivel global y a nivel español. También cabe decir que, a nivel local, las emisiones y escapes de productos radiactivos de las centrales nucleares españolas han estado muy por debajo del fondo radiactivo natural.

No obstante, aquí aparece la posibilidad de un accidente como fuente importante de contaminación. Esta incertidumbre es sin duda el mayor factor en contra de la Energía Nuclear, y su respuesta ha de ser una apuesta aún más decidida por la Seguridad Nuclear, acerca de lo cual se incidirá más adelante. A esta cuestión se ha de añadir la incertidumbre sobre las instalaciones de residuos radiactivos a largo y muy largo plazo. Esta cuestión no tiene una respuesta tan inmediata, pero existe confianza en que el desarrollo tecnológico pueda ofrecer alternativas de gestión de los residuos que disminuyan esos niveles de incertidumbres sobre su hipotético impacto ambiental.

- **Contención de los precios energéticos.** En este aspecto es notoria la contribución de las centrales nucleares actuales a ahorrar hidrocarburos en la producción de electricidad, y en tal sentido el efecto es claramente positivo. Resulta complicado saber cual sería la solución española a un problema similar al planteado para decidir la construcción de la 5ª unidad nuclear finesa (Olkiluoto 3), por las diferentes condiciones financieras y la previsión en los plazos de construcción. Pero si se cuenta con reactores previamente licenciados en su totalidad, y con emplazamientos totalmente evaluados y aprobados, la solución más económica en un plazo integrado de al menos 40 años, para centrales con garantía de potencia, muy posiblemente sería la nuclear, por la evolución de los costes de combustibles fósiles, y por la repercusión del gravamen en emisiones de CO₂. En todo caso, es imprescindible reseñar que en la actualidad los costes del kWh nuclear son del orden del 50% de los costes medios de generación, lo cual es aún más relevante si se considera la continuación del funcionamiento de las centrales existentes, más allá de su periodo habitual de amortización contable, que es menor que el plazo en el que tecnológicamente pueden ser explotadas.

En definitiva, la prospectiva del sector nuclear español se ha de hacer considerando la necesidad de mejorar la aceptación social de la energía nuclear. Aunque se han puesto en evidencia varios aspectos económicos y ambientales de la Energía Nuclear, la clave de esa aceptación social y política es la Seguridad, y la percepción que de ésta tengan los ciudadanos. Aunque este tema es a su vez de calado político, por el papel del control parlamentario sobre el CSN, a él podrían coadyuvar positivamente algunas reestructuraciones del sector, cuya propuesta está a su vez relacionada con la gestión de la operación de las centrales existentes, que es un punto fundamental detectado en este estudio de prospectiva.

5. La generación de electricidad en el 2030

Este Estudio de prospectiva se completa con la consideración de tres escenarios de generación de electricidad en el 2030. Es obvio que las múltiples incertidumbres en materia de despliegue de tecnologías, y más aún, de disponibilidad y precio de materias primas energéticas, hacen cuestionable la verosimilitud de lo planteado en este apartado, pero los escenarios pueden usarse para reflexionar acerca de las opciones que van a estar disponibles en el 2030 para el llamado mix eléctrico.

La prospectiva parte del año 2006, y supone un incremento del consumo de energía eléctrica de entre un 1,5 y un 2,5% hasta el 2030, anual acumulativo. Ello significa que, partiendo de 300 TWh brutos en el 2006, se llega a 428 en el 2030 para el

primer supuesto, y a 540 en el segundo; por lo que en el Estudio se ha tomado como valor representativo 470 TWh en dicho año. Por descontado, las incidencias en la evolución demográfica, en la actividad económica y en la intensidad de consumo eléctrico en nuestro país, pueden provocar una cifra harto distinta, pero la cifra seleccionada parece encajar con estudios macrorregionales como los del WEO y del WETO.

Por lo que respecta a la punta anual, se ha estimado una evolución pareja a la anterior, pero con una reducción del 15% como consecuencia de actuaciones para aplanar la curva de demanda eléctrica, incluyendo en ello el bombeo hidráulico masivo. Partiendo de 42,5 GWe, se llega a una horquilla, en el 2030, entre 62 y 77 GWe, que con la reducción antedicha bajan a 53 y 66 GWe. Como valor de referencia se toma 60.

En el cuadro subsiguiente se resumen las cifras que de manera macroscópica describen el mix en los tres escenarios supuestos. Estos escenarios corresponden a:

- **De continuidad:** con extensión de vida en las centrales nucleares hasta los 60 años, con 7.728 MWe operativos en el 2030.
- **De ampliación:** en este escenario se supone la incorporación de unos 4.800 MWe adicionales, como consecuencia de tres nuevas unidades de 1.600 MWe cada una. Estas unidades se podrían prever en un contexto de construcción de centrales nucleares en varios países de Europa, optando posiblemente por un modelo común por obvias razones de eficacia en la I+D+I y en las inversiones. Este posible (y oficioso) programa nuclear europeo sería sin duda una referencia de mucho peso para la verosimilitud de este escenario. La potencia nuclear en el 2030 sería de unos 12.528 MWe. En principio se considera que estas construcciones se hicieran en tres de los emplazamientos actualmente en servicio, por las características positivas que ofrecen a este respecto, y no hallarse ninguna restricción básica a ubicar esa nueva potencia.
- **De abandono:** en este caso no se considera potencia nuclear operativa en el 2030, como consecuencia de una política de abandono de la Energía Nuclear en nuestro país. Aunque este abandono pudiera considerarse como no irreversible, y recuperable de cara a las necesidades que pudieran plantearse más allá del 2030, lo cierto es que los países que han optado ya por el "phase out" (particularmente en Centroeuropa) ya manifiestan signos obvios de pérdida sustancial de capacidad nuclear, tanto en el factor humano y su relevo generacional como en centros de I+D+I, lo cual al final tendrá lógico reflejo en la capacidad tecnológica general, e incluso en la capacidad de asimilación de tecnología.

Para la formulación de los escenarios se ha tenido en cuenta especialmente el juicio de expertos vertido en diferentes documentos, y el criterio de los autores del Estudio, para prever los valores de los componentes del mix. En el cuadro subsiguiente se recogen estos valores, adoptados según estas pautas:

- Valoración de la potencia y energía que se pudiera esperar del despliegue acelerado de las Renovables. Ello constituye el primer bloque del mix. Se incluye eólica convencional más marina, solar (fotovoltaica y térmica-eléctrica) y biomasa. La potencia instalada figura en la 2ª columna del cuadro, a la derecha de la tipología de fuente (1ª columna).
- Valoración de la energía hidráulica en año medio, prácticamente a nivel actual, lo que supone 35 TWh, y una potencia de 15.000 MW. De cara a la potencia en punta se incluye el bombeo, suponiendo una duplicación, aproximadamente, de la potencia actual para llegar a 5.000 MW. El bombeo

se considera nulo a efectos de energía producida, aunque su balance sería algo negativo, pero innecesario de precisar con el nivel de incertidumbres de esta prospectiva.

- Valoración de la contribución del Carbón, considerando un criterio continuista ligeramente a la baja, con 8.000 MWe activos en el 2030. Obviamente esta cifra puede cambiar si se despliegan las tecnologías de captura y secuestro de CO₂. En los escenarios WEO y WETO esta posibilidad no parece operativa antes del 2030.
- A continuación se incorpora la cifra de potencia nuclear correspondiente al escenario en cuestión.
- A las diversas partidas señaladas anteriormente se les imputa un nº de horas de funcionamiento efectivo a plena potencia, al año, lo cual figura en la 3ª columna. Ello proporciona la energía total generada en el 2030, que se asienta en la 4ª columna. En la 5ª columna aparece el factor de disponibilidad estadística para satisfacer la punta de demanda. En un concepto de punta extrema se podría cuestionar la participación de las renovables sin almacenamiento, pero en la prospectiva realizada estos valores no son 0, aunque son muy bajos. Ello da la potencia disponible para satisfacer la punta, lo cual se consigna en la 6ª columna (producto de la 2ª por la 5ª).
- La última columna recoge las emisiones de CO₂ procedentes de las diversas fuentes. De un modo simplificado, pero suficientemente representativo, se imputa 1 kg por cada kWh generado con carbón, y 0,4 kg por cada kWh procedente de gas natural. Aunque las instalaciones del futuro pueden aumentar algo el rendimiento termodinámico, y por tanto disminuir esas emisiones específicas, como orientación a fecha de hoy es significativa. Por otro lado, las CGCC funcionarán previsiblemente muchas horas fuera de régimen nominal, por lo que su rendimiento anual medio será peor que el valor de referencia, con el cual las emisiones podrían ser de unos 350 g/kWh. La emisión total correspondiente a cada escenario aparece en su fila correspondiente, en la celda de la última columna, donde se suman la cifra procedente del carbón (siempre la misma) y la del gas de dicho escenario. Sobre este último, la pauta se describe en el punto siguiente.
- Tras contabilizar la aportación de todas las fuentes, salvo el gas, a la cobertura de la punta de demanda, el resto se supone lo ha de cubrir el Gas Natural, incluyendo la Cogeneración (pues se prevé que sea el combustible primario mayoritario en ese campo). A las aplicaciones de gas (CGCC más cogeneración) se les asigna un factor de disponibilidad de 0,8 en la cobertura de la demanda en la punta extrema, lo cual proporciona el valor de la potencia total instalada en esta rúbrica. Por otro lado, en la columna 4ª se computa la suma de todas las energías producidas ese año por las diversas fuentes, salvo el gas, que ha de suplir el resto hasta completar los 470 TWh. De ahí se deducen las horas equivalentes a plena potencia que han de funcionar las instalaciones de gas natural (incluidas las de cogeneración), consignadas en la columna 3ª. Lógicamente se comprueba que dicha cifra sea razonable, lo cual resulta aceptable en los tres escenarios propuestos.

**Cuadro de prospectiva de generación de energía eléctrica en 2030.
470 TWh/año . 60 GWe de punta**

Fuente	Potencia MWe	Horas	Energía TWh	Factor en punta	MWe en punta	Mton CO₂
Eólica T.	30.000	2.000	60.	0,01	300	-
Eól. mar	20.000	3.000	60.	0,05	1.000	-
Hidráulica	15.000	2.333	35.	0,25	3.750	
Bombeo	5.000	-	-	0,95	4.750	
Solar	20.000	1.500	30.	0,05	1.000	-
Biomasa	2.000	5.000	10.	0,50	1.000	-
Carbón	8.000	6.000	48.	0,75	6.000	48
Subtotal	80.000	-	243.	-	17.800	-
Hasta 470TWh	-	-	227.	-	-	-
Hasta 60 GWe	-	-	-	-	42.200	
Escenario de referencia						
Nuclear	7.728	7.500	56.	0,9	6.750	-
Gas nat.	44.313	3.860	171.	0,8	35.450	68,5
CO₂ emitido en el escenario de referencia						116,5
Escenario de ampliación						
Nuclear	12.528	7.500	90.	0,9	10.800	-
Gas nat.	39.250	3.500	137.	0,8	31.400	55
CO₂ emitido en el escenario de ampliación						103
Escenario de abandono						
Nuclear	0	-	0	-	0	-
Gas nat.	52.750	4.300	227.	0,8	42.200	90,8
CO₂ emitido en el escenario de abandono						138,8

Aunque las hipótesis de trabajo sean discutibles, los tres escenarios configuran una descripción con importante valor relativo entre ellos. Lógicamente, el efecto relevante es la cantidad de gas consumido en producción de electricidad, con la consiguiente problemática de coste y dependencia. Ello repercute en la fiabilidad de cobertura de la demanda, aunque esta magnitud sea muy difícil de evaluar. En todo caso, del análisis efectuado en este Estudio, puede decirse que el país se beneficiaría notoriamente si al menos se acepta la política de prolongación de la explotación de las centrales nucleares que superen la evaluación preceptiva y vinculante del CSN.

Para implantar esta prolongación como medida de política energética, serían adecuados unos cambios empresariales e institucionales que mejoraran al sector nuclear español para poder superar la problemática social y política que ha detenido su desarrollo durante estos años. Ello comportaría cambios significativos en la estructuración del sector eléctrico, mediante los oportunos acuerdos y disposiciones legales, pero las peculiaridades de la Energía Nuclear parecen aconsejarlo, en aras de conseguir una mayor credibilidad social y política. Con este planteamiento se podría incluso considerar un escenario de ampliación, para conservar el valor porcentual de participación de la Energía Nuclear en la generación de electricidad, o poco menos. Este porcentaje debería incluso aumentar si se percibiera un agravamiento en disponibilidad

o precios del gas natural, y por ende la aparición de una crisis en su suministro. Esa eventualidad se debería ir valorando con la antelación que fuera posible. Al no ser nula la probabilidad de que una crisis de este tipo acaezca, podría concluirse que España posiblemente necesite la Energía Nuclear para disponer de una garantía de suministro de electricidad suficientemente equilibrada; y a la vez posiblemente se necesite que previamente el sector se ajuste a una estructura más aceptable socio-políticamente, en la que prime la atención a la seguridad, la vigilancia y actualización tecnológica, y el apoyo a los grandes objetivos del Desarrollo Energético Sostenible.

Como comentario adicional sobre los escenarios propuestos, se debe señalar que los consumos de gas natural para la generación de electricidad en el año 2030, según esta prospectiva, son de 24,6 millones de toneladas, 20 y 33, respectivamente en los escenarios de Referencia, de Ampliación y de Abandono de la Energía Nuclear; que equivalen a 29, 23,7 y 39 Mtep. Ello debería comportar, prácticamente en cualquier escenario, una mejora sustancial en las infraestructuras de gas natural, sobre todo en almacenamiento. Por otro lado, teniendo en cuenta la dimensión social y económica de la Electricidad, una dependencia de tan alto nivel respecto de una fuente energética de tanta volatilidad potencial como el gas natural, debe hacer reflexionar sobre los riesgos contraídos a este respecto, y sobre el papel que el carbón y la Energía Nuclear pudieran jugar en este contexto, de cara a una mayor garantía de suministro.

6. La vida útil de las actuales centrales nucleares.

Aunque las centrales nucleares se prevean con un plazo de amortización típicamente de 30 años, su vida útil no tiene por qué coincidir con ese plazo. Hay centrales que sufren un accidente de cierta severidad (nuclear o convencional) y ven acortada su vida útil, y hay centrales (la mayoría) que se desenvuelven con muy buenas prestaciones, por lo que su funcionamiento puede continuar más allá del plazo citado. Ello depende esencialmente de la autorización de explotación que reciba cada unidad, y en España esas autorizaciones son típicamente de 10 años, por requerirse con esa frecuencia una reevaluación a fondo por parte del CSN, desde 1998. Este organismo, no obstante, mantiene vigilancia continua sobre las centrales, y en cualquier momento, en función de los problemas que acaezcan, puede emitir un dictamen negativo vinculante, por el que se suspende la explotación de la unidad en cuestión.

Ha habido una tendencia a considerar a priori que la vida útil de una central estaría entre 30 y 40 años, pero ello no obedece a ninguna regla. Hay que tener en cuenta, como ya se ha dicho, que las centrales experimentan una evolución notable a lo largo de su funcionamiento, sobre todo su reactor, por lo que la capacidad de seguir operando con la seguridad requerida será función de la historia de la instalación y, en particular, de las actuaciones de mejora continua que se hayan llevado a cabo. Cuanto más efectivas hayan sido éstas, tanto más probable será que la unidad evidencie una buena situación que le permita seguir operando (con permisos de 10 años más, en el procedimiento habitual seguido por el CSN).

Es obvio que, concluido el plazo de amortización, las centrales nucleares se convierten en elementos de muy alta rentabilidad económica. Ello no significa, por supuesto, que la mejora de rentabilidad vaya en detrimento de la seguridad, sino posiblemente al contrario: una unidad que demuestre fácilmente estar en condiciones de seguir operando más allá de su plazo de amortización, seguramente habrá exhibido una buena ejecutoria de seguridad, y con esos mismos esquemas operativos abordará el nuevo período de funcionamiento.

A pesar de reconocer que la capacidad de continuar la operación es ante todo mérito de quién ha operado la instalación, los aspectos económicos que comporta la extensión de la vida útil permiten nuevos planteamientos que pueden favorecer la continuidad de funcionamiento de las plantas, en un entorno de mayor eficacia técnica y mayor primacía de la seguridad. Para exponer estas nuevas posibilidades conviene hacer un breve resumen de la situación española actual por lo que respecta a inversiones en nuevas centrales eléctricas con garantía de potencia. Prácticamente todas las inversiones son en centrales de gas de ciclo combinado (CGCC). Ello se explica por su menor coste de inversión y menores plazos de construcción, aunque sin embargo se contraiga el compromiso de depender de hidrocarburos extranjeros para su funcionamiento, con lo que ello representa de dependencia exterior en un área donde el almacenamiento energético es muy difícil de hacer en gran escala. A ello hay que añadir el previsible aumento del precio de los hidrocarburos, y las tensiones de un mercado muy polarizado hacia un determinado combustible, lo cual puede inducir una nueva crisis de abastecimiento energético.

En todo caso, y a pesar del ejemplo de la nueva central finesa, las nuevas inversiones nucleares pueden encontrar dificultades de financiación en el actual mercado liberalizado, por su inversión específica muy alta, que se añaden a los problemas de aceptación socio-política. La superación de estos últimos parece ser condición *sine qua non* para hacer posibles esas inversiones. De medirse éstas en un plazo temporal dilatado, superior a 40 años, las centrales nucleares parecen ofrecer los mejores resultados económicos en el ámbito de la garantía de potencia, y las menores incertidumbres en cuanto a suministro de combustible (junto a las centrales de carbón).

Un asunto radicalmente distinto es el de las centrales en operación. Éstas exhiben unos resultados de explotación muy positivos en términos generales, y la experiencia específicamente acumulada en cada una de ellas, más la reducción de incertidumbres en los márgenes de seguridad, y la inspección de sus características y comprobación de estos márgenes, permiten plantear la prolongación de su vida útil. Éste es un asunto específico de cada unidad, y desde el punto de vista técnico, ha de ser llevado, en nuestro caso, por el CSN, como un expediente singular. Los precedentes de Estados Unidos permiten señalar que estos procedimientos son asequibles, aunque comportan requisitos de evaluación cada vez más exigentes.

Aunque técnicamente la prolongación de la explotación de las centrales exija un expediente particular en cada caso, existe una cuestión genérica de principio, de política energética, que se ha de considerar incluyendo otros aspectos no técnicos, como son los de aceptabilidad social y de confianza en la estructuración del sector por lo que respecta a la preservación de la seguridad nuclear como primera prioridad. Esto obliga a considerar la prolongación de vida operativa de las centrales nucleares, en su conjunto, como una decisión de política energética a valorar según los aspectos ya expuestos. A ellos hay que añadir las consideraciones económicas. En este sentido, y a tenor de los resultados de explotación de las centrales españolas, puede decirse que éstos son excelentes, incluyendo, por supuesto, la amortización; por lo que sus costes de producción del kWh serían bajísimos (entre 15 y 20 €/MWh) respecto de la media de generación, cuando el plazo de amortización haya expirado. Ello se pone de manifiesto en las estimaciones económicas subsiguientes, en las que compara el horizonte de referencia, con 40 años de funcionamiento, con el de prolongación de la explotación hasta 60 años. También se incluye un escenario de cierre acelerado, con 30 años de funcionamiento; y otro de ampliación, para mantener el porcentaje de producción nuclear en el entorno del 20% actual, respecto del total de generación. Las diferencias entre el escenario de referencia y el de prolongación de la explotación son

verdaderamente mayúsculas, y no pueden ignorarse, ni a nivel empresarial, ni a nivel macroscópico de la economía del sector energético español. Añádase a eso la muy diversa valoración bursátil de las empresas propietarias de activos nucleares, en función de que se haga realidad un horizonte u otro.

Los escenarios que se han considerado en este estudio son los siguientes:

Escenario 0: Mantenimiento en operación de las centrales nucleares hasta completar la vida operativa de 40 años. (Escenario inercial o de referencia).

Escenario 1: Extensión de la vida operativa de las centrales nucleares a 60 años.

Escenario 2: Cierre anticipado de las Centrales Nucleares, limitando su vida operativa a 30 años.

Escenario 3: Mantenimiento de la participación de la producción eléctrica de origen nuclear en el 20% de la producción eléctrica total.

Los resultados de explotación previsible en estos escenarios se recogen en las tablas subsiguientes. Por supuesto tienen efectos económicos importantísimos, y asimismo representan cantidades muy distintos valores de CO₂ no emitido.

**Tabla 1.- Producción eléctrica nuclear.
Vida de las CNS. de 40 años**

Central	Inicio operación comercial	Potencia inst. a 31/12/06 (MW)	Fin de vida	Producción entre 2007 y fin de vida (GWh)
Garoña	1.971	466,00	2.010	14.532,49
Almaraz I	1.983	977,00	2.022	121.873,32
Almaraz II	1.984	980,00	2.023	129.888,02
Ascó I	1.984	1.032,50	2.023	136.846,31
Ascó II	1.986	1.027,20	2.025	152.160,78
Cofrentes	1.985	1.092,00	2.024	153.246,04
Vandellós II	1.988	1.087,10	2.027	177.984,80
Trillo	1.988	1.066,00	2.027	174.530,21
Total		7.727,80		1.061.061,97

Nota: En base a la experiencia operativa de las CNS. españolas, se supone un factor de carga medio de 0,89
Elaboración propia

**Tabla 2.- Producción eléctrica nuclear.
Vida de las CNS. de 60 años**

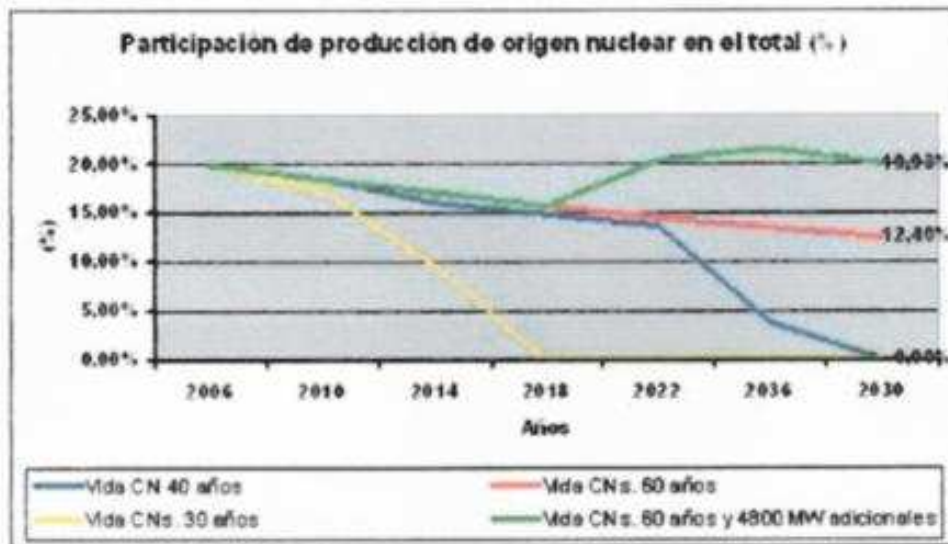
Central	Inicio operación comercial	Potencia inst. a 31/12/06 (MW)	Fin de vida	Producción entre 2007 y fin de vida (GWh)	Producción entre 2007 y fin 2030 (GWh)
Garoña	1.971	466,00	2.030	87.194,94	87.194,94
Almaraz I	1.983	977,00	2.042	274.214,98	182.809,99
Almaraz II	1.984	980,00	2.043	282.697,46	183.371,33
Ascó I	1.984	1.032,50	2.043	297.841,97	193.194,79
Ascó II	1.986	1.027,20	2.045	312.330,02	192.203,09
Cofrentes	1.985	1.092,00	2.044	323.519,41	204.328,05
Vandellós II	1.988	1.087,10	2.047	347.494,12	203.411,19
Trillo	1.988	1.066,00	2.047	340.749,46	199.463,10
Total		7.727,80		2.266.042,37	1.445.976,48

Tabla 3.- Producción de origen nuclear. Vida de las centrales limitada a 30 años

Central	Inicio Operación comercial	Potencia a 31/12/06 (MW)	Fin de vida	Producción (GWh) entre 2007 y fin de vida
Garoña*	1.971	466,00	2.008	7266,24
Almaraz I	1.983	977,00	2.012	45.702,50
Almaraz II	1.984	980,00	2.013	53.483,30
Ascó I	1.984	1.032,50	2.013	56.348,48
Ascó II	1.986	1.027,20	2.015	72.076,16
Cofrentes	1.985	1.092,00	2.014	68.109,35
Vandellos II	1.988	1.087,10	2.017	93.230,13
Trillo	1.988	1.066,00	2.017	91.420,59
Total		7.727,80		487.636,75

Tabla 4.- Producción del parque nuclear para mantener el % de participación de la producción eléctrica nuclear en 2030 similar al del 2006

Central	Operación comercial	Potencia inst. a 31/12/06 (MW)	Fin de vida	Prod. anual entre 2007 y 2019 (GWh)	Prod. anual entre 2020 y 2021 (GWh)	Prod. anual entre 2022 y 2025 (GWh)	Prod. anual entre 2026 y fin 2030 (GWh)	Producción entre 2007 y fin 2030 (GWh)
Garoña	1.971	466,00	2.031	3.633,12	3.633,12	3.633,12	3.633,12	87.194,94
Almaraz I	1.983	977,00	2.043	7.617,08	7.617,08	7.617,08	7.617,08	182.809,99
Almaraz II	1.984	980,00	2.044	7.640,47	7.640,47	7.640,47	7.640,47	183.371,33
Ascó I	1.984	1.032,50	2.044	8.049,78	8.049,78	8.049,78	8.049,78	193.194,79
Ascó II	1.986	1.027,20	2.046	8.008,46	8.008,46	8.008,46	8.008,46	192.203,09
Cofrentes	1.985	1.092,00	2.045	8.513,67	8.513,67	8.513,67	8.513,67	204.328,05
Vandellos II	1.988	1.087,10	2.048	8.475,47	8.475,47	8.475,47	8.475,47	203.411,19
Trillo	1.988	1.066,00	2.048	8.310,96	8.310,96	8.310,96	8.310,96	199.463,10
Nueva CN 1	2.020	1.600,00	2.080	0,00	12.193,92	12.193,92	12.193,92	134.133,12
Nueva CN 2	2.022	1.600,00	2.082	0,00	0,00	12.193,92	12.193,92	109.745,28
Nueva CN 3	2.026	1.600,00	2.086	0,00	0,00	0,00	12.193,92	60.969,60
Total		12.527,80		60.249,02	72.442,94	84.636,86	96.830,78	1.750.824,48



Aunque los efectos económicos de los diversos escenarios requieren la adopción de ciertas hipótesis que necesitan una explicación no sucinta, que se halla en el Documento General, cabe comentar como dato especialmente indicativo que la extensión de vida de las centrales nucleares a 60 años, reduciría el coste total de producción de electricidad en España entre 18.075 millones € y 30.125 millones de € para el total de la vida prolongada; y entre 5.774 millones € y 9.623 millones hasta el año 2030. De ahí que pueda preverse que la valoración bursátil de las empresas eléctricas españolas con activos nucleares será muy distinta de un escenario a otro, pues las cifras antedichas tendrán efectos económicos, fundamentalmente, en dichas empresas, que tendrán costes de generación sustancialmente menores.

Por lo que corresponde a las cantidades de CO₂ no emitidas merced a la producción nuclear, en el Informe General se evalúan éstas en función de diversos supuestos de sustitución en el parque español, bien con carbón, bien con gas. Para el caso de prolongación de la explotación hasta 60 años, el ahorro en CO₂ respecto del funcionamiento durante 40 años, sería evaluable en 434 millones de toneladas, si la sustitución se hiciera con centrales de gas de ciclo combinado (unos 22 millones de toneladas al año), y de 1205 millones, en caso de ser sustituidas con carbón (unos 60 millones de toneladas anuales).

Puede decirse que aparece una nueva perspectiva económica, con implicaciones medioambientales positivas apreciables, y con repercusiones económicas muy beneficiosas para los explotadores de centrales nucleares, que debe ser aprovechada para una mejor gestión integral de la política energética del país, con reconocimiento de los derechos económicos existentes, pero buscando una situación energética general optimizada, que pueda incluir la continuidad de la Energía Nuclear con las garantías adecuadas. Para ello será necesario plantear una reestructuración que tenga, entre otros objetivos de carácter más técnico, la finalidad de generar mayor confianza pública y mejorar su percepción social.

7. La explotación óptima del sector nuclear español

En la reciente cumbre de la UE de la primavera de 2007, en la que la Comisión presentó la propuesta del "Energy Package" se volvió a recordar que, siendo bienvenidas las iniciativas de la UE en este campo, la política energética es soberanía de los estados miembro. Y ello es particularmente explícito en relación con la Energía Nuclear, la cual puede requerir tratamientos específicos en un determinado país, sin que

ello signifique que se vulneran de raíz las normas del mercado libre. De hecho, en varios países europeos no está permitida la utilización de la Energía Nuclear.

En el caso español, conviene recordar que 6 de las 8 unidades en operación son de titularidad compartida, y las otras 2 son de empresas que participan en la propiedad de las 6 aludidas. Habida cuenta la facilidad con la que se plantean hoy día adquisiciones de activos de generación de electricidad, no es empresarialmente anómalo pensar en una reestructuración del sector de generación nuclear en España, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Prioridad a la Seguridad Nuclear en la explotación de las centrales, con especial atención a la actualización permanente en el estado del arte en este campo, sobre todo en lo referente a la tipología de centrales involucradas
- Explotación óptima de las centrales nucleares, con sinergias de tipo horizontal entre ellas.
- Integración de la cadena conocimiento nuclear/decisiones de ingeniería/explotación, para conseguir una proyección lo más directa posible del acervo nuclear, y de los criterios derivados de él, así como de la cultura de seguridad a él asociada, en la explotación de las centrales.
- Optimización comercial y de la capacidad financiera ante nuevas inversiones.
- Integración de responsabilidades y mejor articulación en las relaciones con el CSN.
- Adecuación a los principios generales de la política energética del país.

Los criterios antedichos deberían guiar la reestructuración propuesta, que debería considerar diversos escenarios o modelos en la explotación de la generación nuclear en nuestro país. Entre estos modelos habría que utilizar como referencia de partida la situación actual, aún cuando no parezca que este "business as usual" presente características muy sólidas para su proyección futura por sus insuficiencias técnico-económicas y por su falta de aceptabilidad sociopolítica; e incluir en la consideración casos muy diferentes, cuyo límite podría ser la unificación de la propiedad de las centrales nucleares españolas (o de una mayoría de ellas) en un Ente dedicado ex profeso a la operación, y eventual construcción, de centrales nucleares. De hecho, no es idea nueva la de un "holding" nuclear que optimizara la ingeniería de las centrales, ahondara en sus procesos de mejora continua, y abordara con mayor garantía de éxito la continuación del funcionamiento de las centrales. Adicionalmente a los criterios formulados en la lista anterior, la reestructuración del sector de generación nuclear debería ser útil a elementos que pueden ser claves en la política energética del suministro eléctrico del país, tales como:

- Posibilidad de inversión en nuevas plantas nucleares en el extranjero y, eventualmente, en España; especialmente si la situación energética del país aconsejara una mayor cota de independencia en el suministro de electricidad con garantía de potencia, e inversión en el desarrollo tecnológico de sistemas nucleares más acordes con los principios de Desarrollo Sostenible.
- Posibilidad (u obligación, en un % de los resultados mercantiles) de invertir los resultados de la generación nuclear en plantas de almacenamiento energético, con objeto de mejorar (aplanar) la curva de demanda de electricidad.
- Posibilidad (u obligación, en un % de los resultados mercantiles) de invertir los resultados de la generación nuclear en instalaciones de energías renovables, incluyendo su I+D tecnológica.

La identificación del tipo de reestructuración a realizar exigiría un análisis más profundo en el que concurrieran otros aspectos que por el alcance de este Informe no se han podido tener en cuenta; y la formulación legal de la reestructuración debería ser objeto de discusión y acuerdo entre la Administración y los propietarios de centrales nucleares, y eventualmente habría que modificar algún aspecto de la ley del Sector Eléctrico de 1997, por lo que pudiera haber de interferencia con los principios de liberalización del sector. Conviene señalar a este respecto que una modificación legal de ese género, pero para el cierre adelantado de las centrales nucleares, se ha hecho en Alemania. Una medida como la alemana ha de tomarse con muchas cautelas, pues elimina una opción tecnológica en el mix eléctrico que quizá sea interesante reimplantar en el futuro; lo cual será tanto más difícil cuanto más irreversible haya sido la medida. De hecho, algunos países con iniciativas previas en ese sentido, como Suiza, los Países Bajos y, en cierta medida, Suecia, han reconsiderado e incluso revertido la política de acortamiento de la explotación de las centrales nucleares.

8. Claves para la evolución de la Energía Nuclear en España

Si se tienen en cuenta los principios comúnmente aceptados en política energética, de garantía de suministro, mitigación del calentamiento global del planeta, y contención de precios económicos, cabe aceptar que la Energía Nuclear puede contribuir a todos ellos. Sin embargo, las peculiaridades de esta fuente de energía, relacionadas con su fenomenología básica, muy vinculada a la radiactividad, aconsejan que se adopten medidas legales y reglamentarias para garantizar su seguridad. En este sentido, la Energía Nuclear ha pasado por diversas fases, desde la de un desarrollismo un tanto improvisador, que minimizó asuntos tan importantes como el de los residuos, a otras de oposición social muy activa.

Las claves de mayor peso para esta evolución parecen ser de naturaleza político-social y, en menor medida, económica. Ciertamente, las inversiones en nuevas instalaciones nucleares son específicamente caras respecto de otras opciones en competencia, en cuanto a garantía de potencia, como son el carbón y el gas natural; pero en una valoración de largo y muy largo plazo de funcionamiento, previsiblemente proporcionarán los costes de generación más bajos (aunque haya estudios internacionales muy discrepantes en este punto). Por lo que respecta a la prolongación de la explotación de las existentes, su efecto económico es tan relevante, que resulta una de las claves para el futuro de los costes de generación del sector, en la península.

Respecto de una posible ampliación del parque nuclear, aparece como problema particular el tema de los emplazamientos. Si se consideran los precedentes recientes en Finlandia y Francia, y los más remotos de otros países, como Japón y Corea del Sur, parece aconsejable la utilización de emplazamientos ya en operación, para la ubicación de nuevas unidades. En esto también debería primar el criterio de equilibrar la red de alta tensión, por lo que los emplazamientos en la zona centro y en levante parecen más propicios para alojar futuras ampliaciones. Se ha de notar que en los alrededores inmediatos de los emplazamientos, la aceptación de las centrales nucleares es mejor que en la generalidad del país.

Una clave peculiar es sin duda la política que se establezca de gestión de los residuos nucleares, sobre todo del combustible descargado de los reactores. En tal sentido, la adopción de una decisión clara sobre su Almacenamiento Temporal

Centralizado contribuiría a reducir incertidumbres sobre este tema, y propiciaría un marco estable que permitiera decisiones definitivas en el plazo oportuno, según la evolución tecnológica que se está abordando en la Unión Europea y otros ámbitos.

Como factores positivos aparecen la disponibilidad de combustible en un mercado internacional abierto, y la capacidad y madurez tecnológica del sector; aunque la cuestión tecnológica debe estar siempre dominada por la primacía de la seguridad, y por ende se relaciona con la articulación que se establezca para la explotación de las centrales nucleares.

De los escenarios que cabe visualizar para estudiar la evolución de la Energía Nuclear, cabe concluir que una medida aconsejable de política energética sería optar por una prolongación de la explotación del parque de centrales nucleares en operación, con las debidas autorizaciones del Consejo de Seguridad Nuclear. Pero al mismo tiempo parece aconsejable reflexionar sobre procedimientos y articulaciones empresariales de nuevo cuño, que se acomodaran mejor a la garantía necesaria de que esa explotación se realizara con primacía de la seguridad, sin interferencias económicas circunstanciales, atendiendo a la optimización tecnológica y al establecimiento de sinergias entre todas las instalaciones en funcionamiento, y con una mejor integración vertical de la cadena "conocimiento nuclear/decisiones de ingeniería/operación".

La identificación precisa de ese cambio estructural no es en absoluto trivial, y con seguridad necesitaría un estudio adicional que ponderara los objetivos antedichos contra las dificultades y desventajas que comportara tal medida. Como escenario de partida se tendría la situación actual, que no parece poseer características muy sólidas como base para una revitalización del sector. Como escenarios objetivo se podrían considerar varios, incluyendo el de constitución de un Ente unificado de Explotación Nuclear (cuya naturaleza jurídica y empresarial estaría por determinar) encargado de la operación de las centrales nucleares en nuestro territorio, y titular responsable directo de esta explotación, particularmente en una perspectiva de prolongación de la vida activa de las centrales. Este Ente podría además abordar con las mayores garantías una participación eficiente en un hipotético programa europeo, que eventualmente pudiera incluir una ampliación del parque nacional de centrales nucleares. Este estudio adicional, en el que se habrían de incorporar los pareceres de las diversas partes involucradas, empresarial y socialmente hablando, debería concluir en una serie de recomendaciones a la Administración, que fueran útiles para ir reestructurando el sector energético hacia una configuración más sostenible, pero a través de una evolución que evitara crisis de suministro eléctrico, o crisis de sus costes, y coadyuvara a la contención de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Esta medida permitiría asentar el papel de la Energía Nuclear en un nuevo escenario de política energética más flexible, más optimizado, y en el que la Energía Nuclear recibiera una atención específica en cuanto a la estructuración de su explotación, más acorde con sus especificidades, y con la necesidad de garantizar la seguridad. Ello debería contribuir además a ir amoldando el sector energético a una estructura más sostenible, pero sin comprometer el abastecimiento energético, que puede ser el mayor problema socioeconómico, y de bienestar personal y social, en los próximos decenios.

En definitiva, parece aconsejable disponer en la política energética de nuestro país de ciertos grados de libertad que aseguren la solidez del sector, y a esto puede contribuir la Energía Nuclear; pero parece así mismo aconsejable articular ésta de una manera más acorde con sus riesgos, y con la potencialidad de su explotación optimizada. Para ello sería procedente una reflexión adicional sobre la posible

reestructuración de este sector, incluyendo aspectos que, por el alcance de este Informe, no se han podido tener en cuenta, y que deberían agregarse a las claves aquí señaladas.

Juan Manuel Kindelán, Vicepresidente Ejecutivo, FEE

José M^a Martínez-Val, Adjunto al Vicepresidente Ejecutivo, FEE.

Martin Gallego, FEE

Alberto López, FEE