

LOS COSTES Y LAS VENTAJAS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA NUCLEAR

R. ALMOGUERA

Los estudios recientes sobre la competitividad de la energía nuclear concluyen que teniendo sólo en cuenta los aspectos económicos esta opción es favorable respecto a las opciones alternativas para generar la producción de base en los países que no posean otros combustibles abundantemente, tanto en la formación de los precios actuales como en la estabilidad de los mismos a largo plazo. Si a ello le añadimos las ventajas estratégicas asociadas al cumplimiento de los compromisos de Kioto, seguridad de suministro a corto y largo plazo y creación de riqueza nacional tanto por la calidad y precio del suministro como por la potenciación de las empresas relacionadas, la ventaja de la opción nuclear para cubrir una cuota importante de la producción eléctrica en la mayoría de los países es evidente.

Para que los inversores se decidan por esta opción han de darse al menos las siguientes condiciones: seguridad jurídica, política energética nacional favorable, previsión a largo de estabilidad en dicha política, marco regulatorio para el licenciamiento predecible y compatible con los plazos necesarios y previsión de tipos de interés moderados a medio y largo plazo.

Recent studies on nuclear energy competitiveness show that considering only the economics this option is the most economic one to generate the base load electricity in most of the countries which do not have plenty of alternative fuels, being this advantage both for the actual prices formation and for their stability on the long term. Should we add the strategic and environmental benefits linked to: Kioto emissions limits, short and long term supply security, national wealth increase due to quality and price of the supply and enhancement of related enterprises, the goodness of nuclear energy to supply a significant share of the electricity demand in most of the countries is evident.

For the investors to make decisions for this option, some conditions have to be assured:

regulatory stability, favourable national energy policy and expectation for the future, predictable and proven licensing process and expectation for moderate interest rates in the long term.

INTRODUCCIÓN

Muchos estudios e informes han sido escritos en los últimos decenios sobre los costes de la energía eléctrica nuclear, que trataban sobre el cálculo del coste para producir una unidad (MWh) con unas instalaciones preexistentes, y también mucho se ha escrito en los últimos años sobre el coste de la energía eléctrica nuclear a efectos de comparación con otras opciones de generación, ejercicio hecho recientemente en muchos países ante la necesidad de au-

mentar la potencia instalada, y que en realidad trata de calcular el precio de venta necesario del MWh nuclear para que rinda una determinada rentabilidad en las circunstancias concretas del país y poder comparar con otras opciones de producción. Por tanto en este último caso sería más apropiado hablar del precio de la energía eléctrica nuclear. Lo que intentaremos en este papel es dar una idea de los valores actuales de los costes de producción que se están consiguiendo en las centrales existentes y pronosticar los costes que tendrán las futuras.

No intentaremos dar valores de los precios de venta pues dependen mucho de las circunstancias concretas y del modelo de negocio adoptado.

The World Nuclear Association ha publicado recientemente el infor-

me "The New Economics of Nuclear Power", que es una buena referencia pues compendia los diferentes valores que son manejados en los diversos estudios recientes hechos sobre el asunto.

CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA NUCLEAR

Las características de la energía eléctrica nuclear que condicionan su atributos económicos son las siguientes:

^{1a} Se genera en unas instalaciones muy complejas con altísimos costes de inversión, en torno a 1,8 M€/MW: esto implica que la rentabilidad del proyecto está muy ligada a que no haya desviaciones significativas en el volumen de inversión.





2ª Los plazos de licenciamiento y construcción son largos, en torno a 6 o 7 años en el mejor caso: esto implica que la rentabilidad es muy sensible a los retrasos en la fecha de entrada en explotación.

3ª Es una actividad muy regulada y supervisada por las autoridades tanto en su fase de construcción como en su fase de explotación: esto implica que hay probabilidad de retraso en la fecha de entrada en explotación por demoras en las fases de licenciamiento.

4ª Los costes unitarios de operación y mantenimiento son relativamente bajos suponiendo altos factores de utilización.

5ª El tiempo de recuperación de la inversión es muy largo, en torno a 40 años, lo que hace aun más críticos tanto el volumen de la inversión como la duración de la construcción para la rentabilidad del proyecto.

6ª Los costes unitarios de combustible son también relativamente bajos suponiendo altos factores de utilización y bastante constantes en los mercados internacionales y no es previsible que se den aumentos significativos a largo plazo.

7ª El coste del tratamiento de los residuos radiactivos es pequeño y en términos de coste unitario, caso de estar internalizado, es una pequeña fracción del total del coste unitario de producción.

8ª Los costes externos teniendo en cuenta todos los factores posibles asociados a daños socioambientales son despreciables tanto en comparación con otras opciones (10 veces menor que el gas y 30 menor que el carbón o petróleo) como en términos de suma al coste unitario de producción; así ha quedado demostrado en el estudio que al efecto ha promovido la UE, conocido por ExterneE.

LAS CENTRALES NUCLEARES EN EL SISTEMA DE GENERACIÓN

En un mercado como el de generación de energía eléctrica en el que hay varios oferentes, varias tecnologías y libertad de elección de las mismas aunque siguiendo las políticas del gobierno de turno, tiempos largos de maduración de los proyectos, volatilidad alta en el precio de algunos combustibles, inversiones intensas en algunas de las tecnologías, tiempos muy largos de recuperación de los capitales invertidos en estas últimas, condicionantes geoestratégicos, y necesidad perentoria de cobertura de la demanda y mantenimiento de un margen de reserva de seguridad, hay que compatibilizar los siguientes tres elementos: 1º) la seguridad de suministro, 2º) la eficiencia en la formación de precios, y 3º) la necesaria recuperación de las inversiones para generar condiciones atractivas y fondos para nuevas inversiones.

Para lograr lo anterior fue diseñado el mercado de generación eléctrico español a similitud de los mejores de la época en el año 1997 y desde entonces se ha mostrado eficaz en la consecución de los tres objetivos citados haciendo frente con éxito a tasas sostenidas de crecimiento de la demanda en torno del 6%: la seguridad de suministro ha estado garantizada siempre, los precios de generación en el mercado son similares y normalmente inferiores a los de los países europeos y las empresas está haciendo en estos años un esfuerzo inversor sin precedentes en España.

Como hemos visto, el mercado debe estar diseñado para dar las señales adecuadas a los inversores, las cuales, en combinación con las políticas energéticas del momento, motivarán a los inversores a invertir en determinadas tecnologías. En España tenemos una mezcla de generación equilibrada con

gran participación de nuclear, agua, carbón, gas, viento y cogeneración.

Las centrales nucleares cubrieron en 2005 aproximadamente una cuarta parte de la producción española y aportan las siguientes ventajas al sistema eléctrico y a la economía nacional:

1ª Facilitan la **estabilidad y contención de los precios** cubriendo una gran porción de la energía de base demandada.

2ª Contribuyen a la **seguridad de suministro** por su alta fiabilidad con factores de utilización superiores al 90% y aumentando la independencia del exterior en cuanto a fuentes de suministro de combustible.

3ª Favorecen el cumplimiento de los **compromisos de Kioto** evitando la emisión de cantidades ingentes de CO₂.

4ª Aumenta la **riqueza nacional** mediante la potenciación de empresas suministradoras de bienes y servicios de alta tecnología capaces de competir en el ámbito internacional, con cuotas de exportación importantes.

Las centrales nucleares operan por su propia naturaleza con unos costes marginales de producción muy bajos pero la rentabilidad real de los proyectos debe calcularse a lo largo de toda su vida útil mediante descuentos de flujos de fondos, cálculo que, si se hace a futuro, implica fijar unas tasas de descuento para calcular la tasa interna de retorno (TIR) partiendo de unas hipótesis de precios de venta y costes de explotación, lo que no debe ser confundido con la contabilidad oficial de amortización y cuentas de resultados anuales de la actividad económica.

EL COSTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA NUCLEAR

Para poder llegar a dar una idea aproximada sobre este concepto debemos analizarlo en las siguientes partes:

- inversión
- costes de operación y mantenimiento O&M
- costes de combustible
- otros costes internalizables: tratamiento de residuos y desmantelamiento

Ya han sido publicados numerosos artículos sobre el caso finlandés de la nueva central EPR de Olkiluoto por lo que no insisteremos más aunque sí debemos recordar que los números finales de dicho caso no son directamente comparables por ser aquel un proyecto

sin afán de lucro en el que los inversores son a su vez los consumidores de la energía que la adquieren al precio de coste sin mediar impuestos sobre beneficios.

Usaremos en este artículo principalmente los números del estudio paramétrico publicado por el Massachusetts Institute of Technology MIT bajo el título *The future of nuclear energy*, 2003, y. Los datos aportados por el informe de la World Nuclear Association publicado recientemente *"The New Economics of Nuclear Power"*.

La inversión

Los datos más recientes (siempre overnight cost) que se tienen para una central de diseño European Pressurized Reactor (EPR), evolución ecléctica de los diseños de Framatome y Siemens, instalada en Europa, dan un volumen de inversión de 3.000 M€ (€ de 2003) para la unidad primera de una serie, de 1.600 MWe, es decir, 1,9 M€/MW, desembolsada prácticamente durante 5 años con un máximo de 600 M€/año. Se trata de un diseño con unas características de seguridad muy superiores a lo exigible en los estándares occidentales. La inversión podría reducirse para los siguientes reactores de la serie.

Los valores que maneja el estudio del MIT son 2 M\$/MW (\$ de 2002) para una unidad de 1.000 MW.

Estos volúmenes tan cuantiosos llevan a que la repercusión en el precio final de esta entrega de la recuperación y retribución del capital es muy importante, en torno a dos terceras partes.

La sesibilidad aproximada de la rentabilidad ante una variación del 10% en el volumen de inversión es de 0,6% y ante un retraso de 1 año en la entrada en explotación 0,5%.

Recientemente hemos sabido que la empresa de EEUU Tennessee Valley Authority TVA ha hecho un estudio presentado al DOE para calcular los costes de inversión de dos reactores en Bellefonte de diseño ABWR de General Electric de 1.370 MWe, con un resultado de 1,6 M\$/MW para ingeniería, suministros y construcción y un plazo de 40 meses desde primer hormigón hasta carga de combustible.

Los costes de O&M

En este capítulo incluimos para facilitar la exposición los tributos y la inversión recurrente.

Estos costes pueden ser considerados casi en su totalidad fijos y para el caso del EPR europeo con un factor de carga promedio de 91% (fácil de lograr por las características del diseño) importan 9 €/MWh.

En algunos países europeos se han logrado valores estables en torno a 10 €/MWh.

El estudio del MIT da unos valores de 15 \$/MWh para una unidad de 1.000 MW.

El informe de la WNA da unos valores medios en USA de 13 \$/MWh en 2003.

Los costes de combustible

Es en este capítulo en el que las centrales nucleares muestra su mayor ventaja respecto a otras opciones. Estos son prácticamente los únicos costes variables de producción y son relativamente muy bajos, estables y poco susceptibles a las inestabilidades geopolíticas, siendo además considerado este combustible autóctono por la fácil capacidad de almacenamiento de una reserva estratégica.

Su importe para el caso del EPR europeo es 3 €/MWh (91% factor de carga).

El estudio del MIT da unos valores de 4,5 \$/MWh y el informe de la WNA da 4,4 \$/MWh como media en USA en 2003.

Otros costes internalizables: tratamiento de los residuos y desmantelamiento

La forma de gestionar estos costes es muy diversa pero para cuantificarlos y repercutirlos en el precio de la energía ya estén externalizados ya internalizados se puede asimilar su gestión a la dotación de un fondo anual para su uso cuando sea necesario.

Para el caso del EPR europeo esta dotación anual equivaldría a 2 €/MWh (siempre 91 % factor de carga).

El estudio del MIT da unos valores de 2 \$/MWh.

CONCLUSIONES

1ª Las centrales nucleares tienen cualidades importantes y comprobadas que justifican que tanto las existentes como los nuevos proyectos deban tener una contribución destacada en la mezcla energética española.

2ª Las centrales nucleares contribuyen en la formación de precios en el mercado por dos vías. a) dando estabilidad a los mismos tanto en el corto como en el largo plazo, y b) evitando mayores subidas de los precios en los escenarios previsibles de costes altos de las opciones alternativas petróleo y gas.

3ª Las centrales nucleares funcionan con unos costes de operación, mante-

nimiento y combustible relativamente bajos y estables y la rentabilidad de los proyectos depende mucho del volumen y de los plazos de la inversión.

4ª Los estudios recientes muestran que la opción nuclear es competitiva contra las opciones alternativas teniendo en cuenta sólo los aspectos económicos, pero para que los inversores se decidan por ella son necesarias las siguientes condiciones: seguridad jurídica, política energética nacional favorable, previsión a largo de estabilidad en dicha política, marco regulatorio para el licenciamiento predecible y compatible con los plazos necesarios y previsión de tipos de interés moderados a medio y largo plazo.

5ª Además de los beneficios citados de estabilidad y contención de los precios que puede aportar la energía nuclear, se obtendrían las siguientes ventajas no menos importantes:

- contribución importante al cumplimiento de los objetivos de KYOTO
- seguridad estratégica nacional de suministro a corto y largo plazo: las centrales nucleares son muy fiables y la energía nuclear está considerada como autóctona.
- aportación importantísima al tejido industrial y tecnológico nacional: muchas de las empresas de bienes y servicios del ámbito nuclear son grandes exportadores y las centrales nucleares crean mucha riqueza directa e indirecta en su entorno y en el país.



Ramón ALMOQUERA dirige el Departamento Técnico Nuclear en Iberdrola Generación, con responsabilidad en las áreas de Ingeniería, Tecnología, Combustible y Licencia y Seguridad. Es ingeniero industrial por el ICAI y PDD por el IESE. Ha participado en varios proyectos nucleares: en Valdecaballeros, en la puesta en marcha de Vandellós II, en Cofrentes como Jefe de Protección Radiológica y Seguridad durante los 90 y como Jefe de Licenciamiento recientemente. Ha desempeñado la misión de ingeniero residente en el INPO durante un año y participado en una misión peer review de WANO en Alemania. Es miembro de las Juntas Directivas de las Sociedades Nuclear Española y Española de Protección Radiológica.