



# El modelo nuclear de Sudáfrica

Un pequeño y novedoso reactor se considera el modelo  
de las nuevas centrales eléctricas  
Pronto comenzará a ejecutarse el proyecto

Por Tom Ferreira

**S**i bien la producción de energía nucleoelectrica exhibe hasta ahora el mejor historial de seguridad y de inocuidad para el medio ambiente entre las tecnologías de uso general, durante muchos años le ha sido imposible lograr grandes avances ante los criterios negativos que se han esgrimido en su contra.

Pero el modo de pensar está cambiando rápidamente a escala mundial. La explosión de los precios del petróleo es un recordatorio que invita a reflexionar sobre la volatilidad del mercado de la energía, el agotamiento de los combustibles fósiles y la urgente necesidad de fuentes de energía eléctrica estables, fiables y no contaminantes, que son imprescindibles para una economía industrial moderna.

En la actualidad, los nuevos tipos de centrales nucleares están muy bien valorados, y Sudáfrica marcha adelante en ese camino. El proveedor estatal de energía, la Eskom, es reconocido a nivel internacional como líder en el ámbito de la tecnología del reactor modular de lecho de bolas (PBMR), una central nuclear de “nueva generación”.

La decisión sobre el futuro del proyecto del PBMR no parece lejana (*véase el recuadro titulado, Pronto comenzarán las obras del PBMR*) Si en los próximos meses se reciben las aprobaciones para pasar a la siguiente fase del proyecto, en 2006 comenzará la construcción de la nueva planta de demostración del PBMR, caso en que el reactor se pondrá en marcha en 2010 y se entregará al cliente, la Eskom, en 2011. La Eskom se ha comprometido condicionalmente a comprar las primeras unidades comerciales.

Los reactores de lecho de bolas son pequeños y representan casi una sexta parte del tamaño de la mayoría de las centrales actuales. Los PBMR múltiples pueden compartir un centro de control común y ocupan una extensión no mayor de tres campos de fútbol.

Más en concreto, el PBMR es un reactor de alta temperatura (HTR) moderado por grafito y enfriado por helio. El concepto se basa en la experiencia del Reino Unido, los Estados Unidos y sobre todo de Alemania, donde reactores prototipo funcionaron con éxito entre finales de los años sesenta y ochenta. Aunque no es el único reactor nuclear de alta temperatura refrigerado por gas que se desarrolla en el mundo, el proyecto sudafricano se reconoce internacionalmente como el precursor de todos ellos. El PBMR de Sudáfrica incluye innovaciones tecnológicas únicas y patentadas que lo hacen especialmente competitivo.

El Sr. Nic Terblanche, Ejecutivo Principal de PBMR (Pty) Ltd, señala que los reactores comerciales tendrán una capacidad de producción de casi 165 megavatios eléctricos cada uno. Con el fin de que pueda compartir al máximo los sistemas auxiliares, el PBMR ha sido configurado con una diversidad de opciones, como el esquema de 8 módulos. El Sr. Terblanche indica que ésta es la configuración más rentable y permite incorporar los módulos a la línea según se terminan.

El concepto permite que se añadan nuevos módulos con arreglo a la demanda y que la potencia se ajuste a las necesidades de las comunidades a las que se presta servicios. El reactor puede funcionar de forma aislada en cualquier parte, siempre que haya

## Pronto comenzarán las obras del PBMR

La Eskom, de Sudáfrica, tiene dos socios en el proyecto del PBMR: Industrial Development Corporation (IDC) y British Nuclear Fuels. Ambos socios han expresado el deseo de pasar a la fase de diseño detallado y construcción, que comprende la construcción de un reactor de demostración en Koeberg cerca de Ciudad del Cabo y una planta de combustible conexas en Pelindaba, en las cercanías de Pretoria, donde se solía fabricar el combustible para Koeberg.

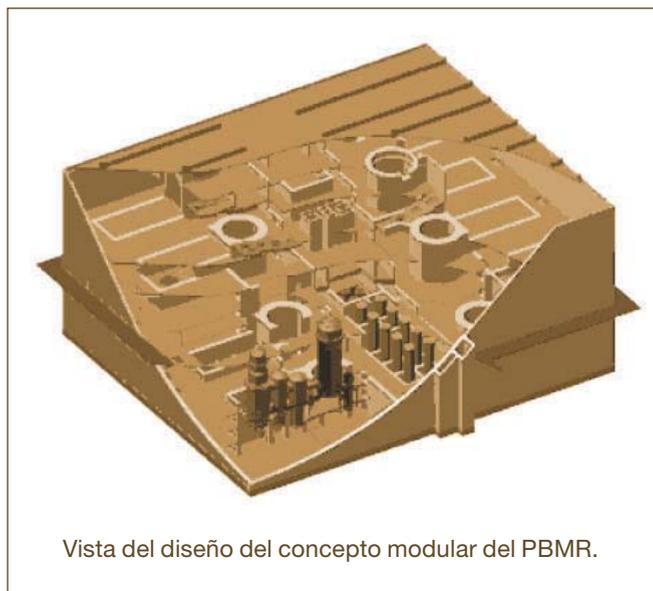
Ya se ha terminado el estudio de factibilidad detallado del proyecto, el diseño básico y el estudio de viabilidad comercial. Además, el grupo del proyecto está listo para pasar a la fase de construcción una vez que se reciban las diversas aprobaciones.

La Eskom aguarda el veredicto final sobre la evaluación de los efectos ambientales que dictará el Ministro de Asuntos Ambientales y Turismo (DEAT) como resultado del registro de decisiones positivo que se presentó inicialmente en relación con los informes sobre la evaluación en junio de 2003. El DEAT consideró que, con algunas condiciones, el proyecto era aceptable desde el punto de vista de los efectos en el medio ambiente.

Después del registro de decisiones positivo, se estableció un período de dos meses para que las partes interesadas y afectadas presentaran las apelaciones al Ministro de Asuntos Ambientales y Turismo. El plazo de apelación concluyó en agosto de 2003 y el Ministro se encuentra en estos momentos examinando las apelaciones.

Además del veredicto final sobre la evaluación de los efectos ambientales y la aprobación de los inversionistas, el paso a la siguiente fase (construcción de un módulo de demostración y una planta de combustible) todavía depende de la expedición de una licencia de construcción por la autoridad reguladora nuclear nacional de Sudáfrica y de la aprobación por el Gobierno de ese país.

Todo parece indicar que el proyecto recibe el decidido apoyo del Presidente Thabo Mbeki y de su gobierno. De hecho, una delegación sudafricana encabezada por el Departamento de Comercio e Industria se reunió con altos ejecutivos de Areva y Framatome en París a principios del año en curso con el fin de negociar la posible participación de Francia en el proyecto. Areva es una de las diversas compañías internacionales que han mostrado interés por participar en el proyecto valorado en 13000 millones de dólares.



Vista del diseño del concepto modular del PBMR.

suficiente agua para el enfriamiento. Aunque resulta más costoso, el enfriamiento en seco constituye una opción que daría incluso más libertad de ubicación.

### Acontecimientos que indican progresos

Un acontecimiento nuevo e interesante es la intención de PBMR (Pty) Ltd de presentar una propuesta para ejecutar el proyecto de producción de hidrógeno, valorado en 1 100 millones de dólares, en el Laboratorio Nacional de Energía y Medio Ambiente de Idaho en los Estados Unidos. La iniciativa de producción de hidrógeno requiere una central que pueda generar tanto electricidad como calor en régimen de alta temperatura para procesos industriales. Los esquemas conceptuales iniciales indican que, con modificaciones mínimas, la actual central eléctrica del PBMR puede satisfacer ese requisito.

La participación en el proyecto de producción de hidrógeno ofrece beneficios evidentes que pueden actuar como catalizadores para la comercialización inicial de la tecnología del PBMR en los Estados Unidos, y hacer que el reactor se convierta en la variante preferida en lo que respecta a la tecnología de los reactores HTR.

El concepto del PBMR se basa en el principio de que los nuevos reactores deben ser pequeños. El reactor consiste en una vasija vertical de acero sometida a presión y revestida con ladrillos de grafito. Utiliza partículas de óxido de uranio enriquecido revestidas de carburo de silicio y de grafito para formar pequeñas esferas o bolas de combustible, de las cuales cada una contiene cerca de 15 000 partículas de dióxido de uranio. El helio se utiliza como refrigerante y medio de transferencia de energía.

El proyecto marcó un importante hito en la ingeniería con la feliz puesta en marcha de una estación experimental del sistema de conversión de energía del PBMR. La estación experimental representa la primera turbina de gas de ejes múltiples de ciclo cerrado que existe en el mundo. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Potchefstroom, ubicada cerca de Johannesburgo, diseñó y construyó el modelo con la información técnica que recibió del grupo encargado del proyecto del PBMR.

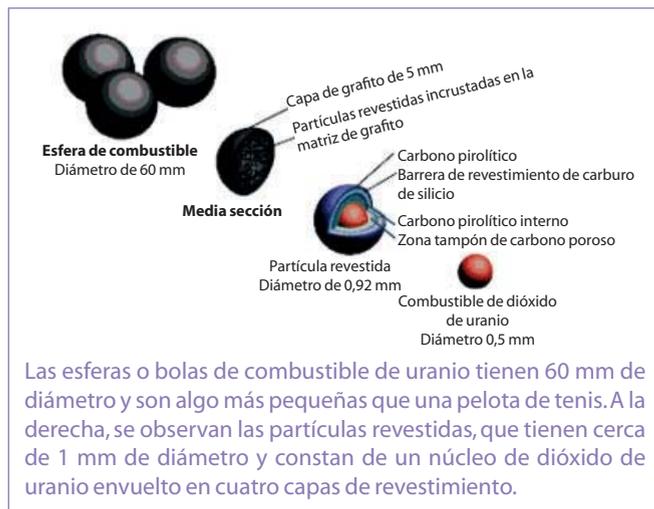
Entretanto, la Corporación de Energía Nuclear de Sudáfrica, contratada por PBMR (Pty) Ltd para desarrollar la capacidad de fabricación del combustible, está realizando avances significativos. Su atención se centra en el desarrollo de las exigentes técnicas de producción que se requieren para fabricar esferas completas de combustible.

## Demostración de la seguridad

El concepto fundamental del diseño está encaminado al logro de una instalación en la que no haya ningún proceso físico que pueda provocar un riesgo de irradiación más allá del perímetro del emplazamiento. Además, la temperatura máxima alcanzada en el núcleo durante el proceso transitorio no sólo es inferior al límite demostrado de degradación del combustible, sino también mucho más baja que la temperatura a la que puede verse afectada la estructura física. Esto impedirá que se produzca cualquier accidente por fusión del núcleo.

La seguridad del diseño se comprobó durante un ensayo público de seguridad filmado en la central eléctrica AVR alemana, en la que se basa el concepto del núcleo del reactor PBMR. Los alemanes detuvieron el flujo del refrigerante por el núcleo del reactor y dejaron las barras de control retiradas como si la central estuviera funcionando en el modo de producción normal de energía.

Quedó demostrado que el núcleo del reactor nuclear se apagaba automáticamente al cabo de unos minutos. Posteriormente se confirmó que no había deterioro por encima de los niveles normales de fracción de fractura de diseño del combustible nuclear. Así se demostró que la fusión del núcleo del reactor no era verosímil y que se había logrado un diseño de reactor nuclear intrínsecamente seguro.



“Estamos tratando de cambiar la cultura nuclear”, dice Phumzile Tshelane, Director General de Servicios Corporativos de PBMR (Pty) Ltd. “Si el módulo de demostración del PBMR resulta ser técnica y comercialmente viable, éste podría aumentar significativamente las perspectivas de la energía nuclear a escala mundial, y hacer realidad al final el sueño de una fuente de energía no contaminante que sea segura, competitiva y quizás incluso popular.”

Tom Ferreira es Director de Comunicaciones de PBMR (Ltd.) en Sudáfrica (<https://www.pbmr.com>). Correo electrónico: [commsmanager@pbmr.com](mailto:commsmanager@pbmr.com)



## Aunando fuerzas para la innovación

Sudáfrica ya explota dos centrales nucleares convencionales en Koeberg, que juntas suministran cerca del 6% de la electricidad del país, incluida la mayor parte de las necesidades de Ciudad del Cabo. Se espera que la demanda eléctrica continúe creciendo en los años venideros. Aproximadamente el 60% de los sudafricanos tienen actualmente acceso a la electricidad, en comparación con el 30% hace un decenio. Las fuentes de energía nuclear y renovables ayudaron a impulsar el crecimiento, aunque el carbón sigue siendo la fuente predominante de energía, que genera el 90% de toda la electricidad.

Los reactores de lecho de bolas no son nuevos en el sector nuclear, si bien las innovaciones tecnológicas ahora ayudan a incorporarlos al mercado. Si se construye, el PBMR de Sudáfrica sería la muestra comercial más grande de esta tecnología.

Alemania y China han desarrollado los PBMR, y se intensifica la investigación y el desarrollo en los Estados Unidos, China y otros países. Recientemente, investigadores del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), en los Estados Unidos y de la Universidad de Tsinghua de Beijing, en China, establecieron una asociación para colaborar en el desarrollo de los PBMR en virtud de un acuerdo internacional concertado entre el Departamento de Energía de los Estados Unidos y el Organismo de Energía Atómica de China.

En los últimos seis años, los grupos de investigación del MIT y de Tsinghua han trabajado de forma independiente en estudios del reactor. Su trabajo conjunto ya establece las formas para que los grupos de investigación intercambien tecnología e ideas.

“El acuerdo ofrece una oportunidad increíble para unir al mundo en torno a esta tecnología prometedora”, dice el profesor Andrew Kadak del Departamento de Ingeniería Nuclear, quien dirige la investigación del MIT y desempeñó un papel decisivo en las actividades que se realizaron durante 3 años con miras a la firma del Acuerdo. El profesor Kadak está estableciendo contacto con otros investigadores de reactores de lecho de bolas en los Estados Unidos, Europa, Sudáfrica y en otros lugares con el fin de desarrollar temas de interés mutuos. El objetivo es crear una iniciativa internacional que trascienda el marco de colaboración MIT/Tsinghua y se base en el interés mundial en la tecnología.

Una cuestión de interés es hallar un método rápido y sencillo para construir los componentes de los reactores de lecho de bolas. Los investigadores opinan que si estas centrales pequeñas y modulares resultan competitivas serán atractivas no solamente para el mercado estadounidense sino también para China y otros países en rápido desarrollo que tienen poblaciones muy dispersas.

