

LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

LUIS ATIENZA

Presidente
Red Eléctrica de España.

La energía nuclear comenzó a formar parte del equipo generador de electricidad en España en el año 1969 con la puesta en marcha, en la provincia de Guadalajara, de la Central Nuclear José Cabrera, de 160 MW. Dos años más tarde, en 1971, se inauguró la Central Nuclear Santa María de Garoña y en 1972 la Central Nuclear Vandellós I.

El parque nuclear en España experimentó su máximo desarrollo en la década de los 80, siendo la CN de Trillo, con una potencia de 1.066 MW, la última en entrar en servicio.

Lo hizo en 1988. A partir de ese momento, el comienzo de la moratoria nuclear establecido por la Administración española detuvo la instalación de nuevas unidades nucleares. En el año 1989 se cerró la CN Vandellós I y en el mes de abril de 2006 la CN José Cabrera.

Actualmente, la energía nuclear constituye una parte esencial del parque generador español (gráfico, en página siguiente) contabilizándose 7.641 MW, equivalente a un 9% de la potencia instalada, repartido en las siguientes centrales que recoge el cuadro 1.

LA ENERGÍA NUCLEAR Y LA COBERTURA DE LA DEMANDA ↓

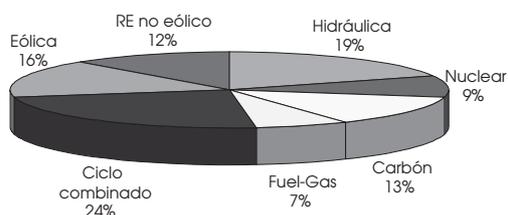
La energía nuclear contribuye de manera significativa a la cobertura de la demanda. Pese a suponer tan sólo el 9% de la potencia instalada, en el año 2007 las

CUADRO 1
PARQUE ACTUAL DE CENTRALES NUCLEARES

Nombre	P. Bruta (MW)
CN Cofrentes	1.025
CN Trillo	1.066
CN Almaraz Gº 1	983
CN Almaraz Gº 2	974
CN Ascó Gº 1	1.028
CN Ascó Gº 2	1.015
CN Vandellós II	1.090
CN Sta. María de Garoña	460
TOTAL	7.641

FUENTE: REE

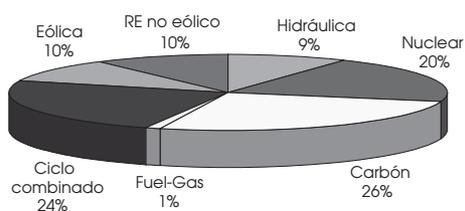
centrales nucleares generaron 54.212 GWh, lo cual supone alrededor del 20% de la energía eléctrica generada en España (gráfico 2, en la página siguiente). La razón para ello se encuentra en su elevada fiabilidad y disponibilidad que, como veremos posteriormente, están por encima de las correspondientes a cualquier otra tecnología, con lo que las cen-



Tecnología	MW	%
Hidráulica	16.657	19,2
Nuclear	7.716	8,9
Carbón	11.357	13,1
Fuel-Gas	5.894	6,8
Ciclo combinado	20.175*	23,9
Total régimen ordinario	62.339	71,9
Eólica	13.858	16,1
Resto régimen especial	10.340	12,0
Total régimen especial	24.196	28,1
Total	86.535	

GRÁFICO 1
POTENCIA
INSTALADA NETA
EN EL SISTEMA
ELÉCTRICO
ESPAÑOL
EN ENERO
DE 2008

FUENTE:
REE



Tecnología	Gwh	%
Hidráulica	25.361	19,2
Nuclear	52.918	8,9
Carbón	69.069	13,1
Fuel-Gas	2.291	6,8
Ciclo combinado	65.668	23,9
Total régimen ordinario	215.307	71,9
Eólica	26.668	16,1
Resto régimen especial	29.086	12,0
Total régimen especial	55.754	28,1
Total	271.061	

GRÁFICO 2
ORIGEN DE LA
ENERGÍA
GENERADA EN EL
SISTEMA
PENINSULAR
EN 2007

FUENTE:
REE

trales nucleares generaron a lo largo del pasado año aproximadamente el doble de energía por MW instalado que la media del resto de tecnologías del sistema eléctrico español.

En términos de energía anual producida, las centrales nucleares sólo son superadas por las centrales térmicas de carbón, que suponen el 26% de la producción eléctrica total y, también, por primera vez en el año 2007, por las centrales de ciclo combinado, con el 24% de la generación total.

La producción nuclear se ha mantenido en niveles similares durante los últimos años (gráfico 3) exceptuando el año 2007, en el cual la producción se ha reducido en alrededor de un 12% debido a las indisponibilidades, que han sido de duración más larga de lo habitual en el caso de algunas centrales, y, en menor medida, al cierre de la CN José Cabrera.

Para analizar la contribución de la energía nuclear a la cobertura de la demanda es conveniente obser-

var cómo se cubrieron las puntas de demanda del sistema, debido a que el sistema eléctrico se debe dimensionar para suministrar sin dificultades importantes estas puntas de demanda. Tomaré como referencia los días 17 de diciembre del 2007, record actual de demanda absoluta con 45.450 MW, el 17 de julio del 2006, record de demanda estival con 40.730 MW, y el día 27 de enero del 2005, anterior record absoluto de demanda con 43.703 MW.

En el gráfico 4 se muestra la contribución de las diferentes tecnologías de generación en estas puntas de demanda respecto a las potencias instaladas de estas tecnologías en estos días. Es decir, se calcula el porcentaje de producción de cada tecnología en la punta de demanda respecto a la potencia instalada de esa tecnología en ese día de punta.

En el gráfico anterior se puede apreciar que la energía nuclear contribuyó prácticamente con su potencia instalada a las tres puntas analizadas, lo cual pone de manifiesto que cada MW nuclear instalado

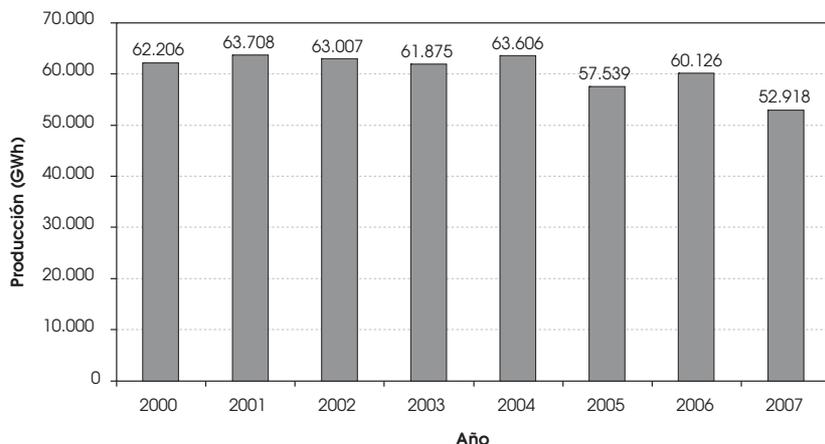


GRÁFICO 3
EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA POR CENTRALES NUCLEARES 2000-2007

FUENTE:
REE

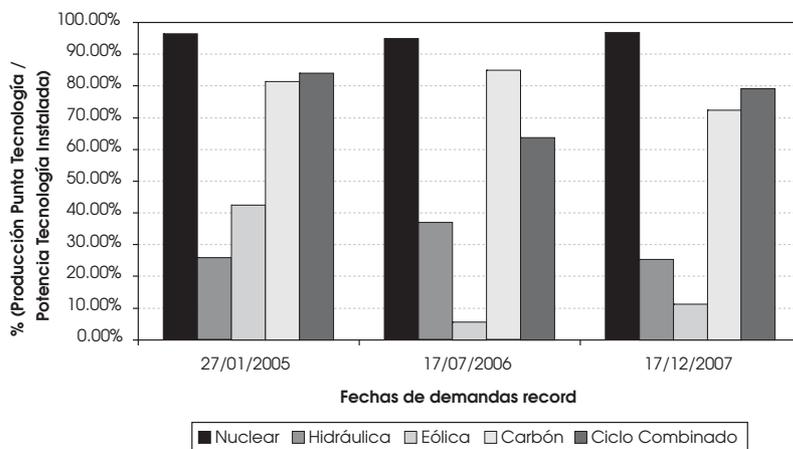


GRÁFICO 4
CONTRIBUCIÓN DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN EN PUNTAS DE DEMANDA

FUENTE:
REE

contribuirá, con elevada probabilidad, prácticamente en su totalidad a cubrir la demanda en la punta. En los tres casos analizados, la generación nuclear tuvo el coeficiente de simultaneidad más alto, con valores por encima del 94% en todos los casos. La generación de carbón y la generación de ciclo combinado presentan también un coeficiente de simultaneidad relativamente alto, entre el 60% y el 80%, en todo caso valores significativamente más bajos que los correspondientes a la energía nuclear.

Aquellas tecnologías cuyo recurso primario disponible tiene escasa firmeza, como la generación hidráulica y, especialmente, la generación eólica, que no tiene posibilidad de gestión de dicho recurso, presentan un coeficiente de simultaneidad muy variable en ambos casos. Se constata, por tanto, la volatilidad de estas tecnologías en los momentos en los que su generación es más importante para el sistema y su bajo coe-

ficiente de simultaneidad en las puntas de demanda, que no supera el 42% en ningún caso.

De aquí puede inferirse que cada MW instalado de esas tecnologías tiene una alta probabilidad de no estar disponible para producir en la punta, motivo por el que otras tecnologías con un coeficiente de simultaneidad más elevado deberán instalarse para cubrir la demanda durante esos momentos, obligando a un sobredimensionamiento del parque generador.

DISPONIBILIDAD DE LA ENERGÍA NUCLEAR A LO LARGO DEL AÑO †

La energía nuclear es una tecnología de generación de electricidad con baja tasa de indisponibilidad a lo largo del año. La mayor parte de estas indisponibilidades corresponden a los periodos de revisión y recarga

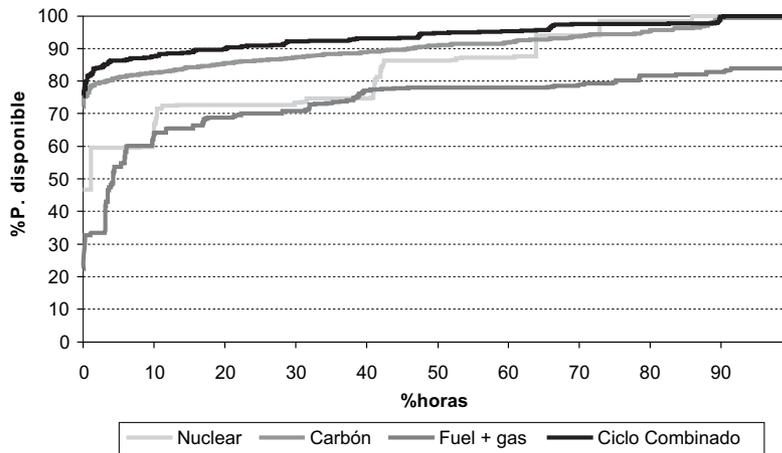


GRÁFICO 5
MONÓTONA DE LA TASA DE DISPONIBILIDAD DEL PARQUE DE GENERACIÓN TÉRMICA EN 2007

FUENTE: REE

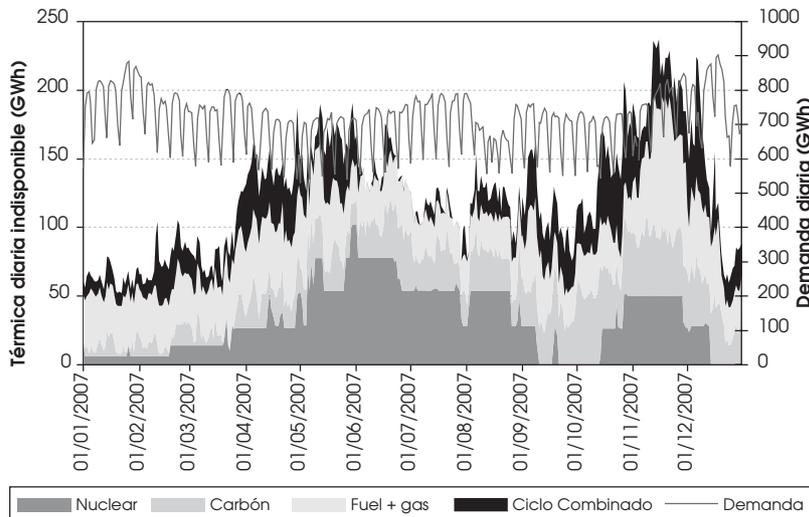


GRÁFICO 5
TASA DE DISPONIBILIDAD DEL PARQUE DE GENERACIÓN TÉRMICA EN 2007

FUENTE: REE

de las centrales y, por tanto, son predecibles, permitiendo al sistema eléctrico prepararse para esa situación. Estos periodos, que duran alrededor de un mes, se presentan para cada central una vez cada año y medio aproximadamente y son programados con varios meses o incluso años en algunos casos.

Históricamente, estos periodos de indisponibilidad programada se cumplían con gran exactitud y las centrales finalizaban sus periodos de revisión cuando estaba previsto. Sin embargo, excepcionalmente se han detectado en los últimos años prolongaciones no planificadas de incluso varios meses de estas revisiones, lo cual añade alguna incertidumbre en el sistema, sobre todo si estos retrasos se alargan a momentos del año con demandas más elevadas.

Por otra parte, los periodos de revisión son elegidos por las empresas propietarias de las centrales

según la planificación de los trabajos y los precios esperados del mercado eléctrico. Con las limitaciones de la normativa actual, esta práctica ofrece al operador del sistema escasa flexibilidad para programar las indisponibilidades en los momentos más convenientes para el conjunto del sistema eléctrico.

En el gráfico 5 se representan las curvas monótonas de tasa de disponibilidad durante el año 2007. Aunque por una parte, se constata que la disponibilidad de las centrales nucleares a lo largo del año 2007 fue más baja que la de las centrales de carbón o ciclo combinado, se puede comprobar que en aproximadamente el 25% de las horas la tasa de indisponibilidad de las centrales nucleares es cercana a cero. Estas horas además suelen coincidir con los periodos de demandas más altas en el sistema (gráfico 6).

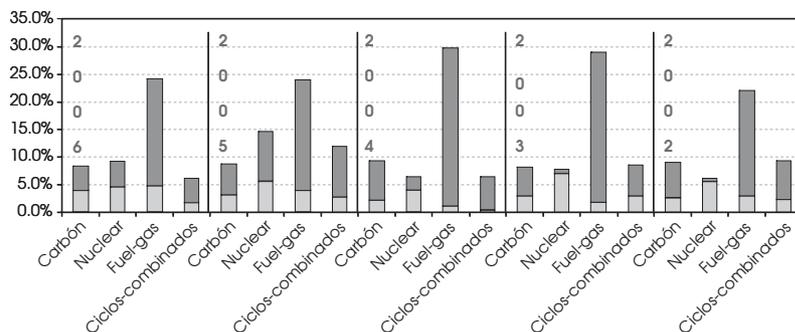


GRÁFICO 7
TASA DE DISPONIBILIDAD DEL PARQUE DE GENERACIÓN TÉRMICA 2002-2006

■ Revisión anual
 ■ Averías

FUENTE:
 REE

Como se observa en el gráfico anterior, los periodos con alta indisponibilidad del equipo nuclear coinciden con las épocas del año en las cuales la demanda es más baja. En los meses de enero, febrero y diciembre, meses con las demandas más altas, el volumen de indisponibilidades de origen nuclear es prácticamente nulo.

Si analizamos los años anteriores, se puede comprobar que la tasa de indisponibilidad en el último año fue alta en comparación con los precedentes. De hecho, tal y como se ha comentado en apartados anteriores, el año 2007 fue el año con la producción nuclear más baja de los últimos ocho.

Así, en el gráfico 7 se puede observar que la tasa de indisponibilidad de las centrales nucleares en los años anteriores ha sido significativamente más baja que la del año 2007, exceptuando el año 2005 con una tasa de indisponibilidad similar a la del año 2007.

DESCONEXIONES SÚBITAS DE LOS GRUPOS NUCLEARES

Como se ha visto, los generadores nucleares presentan una elevada fiabilidad para la operación del sistema eléctrico como consecuencia del reducido número de desacoplamientos no programados. De entre los desacoplamientos no programados, los que mayor incidencia pueden tener en la operación son los que se producen de forma casi instantánea, lo que se conoce en el argot como «disparo», término, por otra parte, aplicable a cualquier tipo de generador.

Los procedimientos de operación contemplan esta eventualidad. Así, el P.O. 1.5 establece que: «La reserva mínima necesaria de regulación terciaria en cada periodo de programación será, como referencia, igual a la potencia del mayor grupo de generación acoplado mayorada en un 2% de la demanda prevista en cada hora». Consecuentemente, el

sistema eléctrico debe disponer en todo momento de las reservas capaces de hacer frente a dicha pérdida de generación. Esto quiere decir que en un caso extremo, con demandas bajas de unos 20.000 MW, la reserva terciaria a subir debe ser como mínimo de unos 1.400 MW. Por otro lado, la reserva mínima secundaria a subir es de 600-900 MW, dependiendo del momento a lo largo del día, con lo que en el sistema eléctrico español siempre se cuenta con reserva suficiente para cubrir estas pérdidas súbitas de generación nuclear, alrededor de 1.000 MW, o de cualquier otro tipo.

Cuando se produce una pérdida instantánea de un grupo nuclear español, en primer lugar hay un desequilibrio entre la demanda y la generación en el sistema eléctrico interconectado europeo, lo cual conlleva una pequeña bajada de la frecuencia global del sistema. La rapidez de la caída de la frecuencia depende de la inercia mecánica de rotación de todas las máquinas generadoras síncronas acopladas al sistema eléctrico y, dependiendo de la proporción de esta inercia que se encuentre al sur de los Pirineos respecto a la que se encuentre en el resto de Europa, se producirá un primer flujo de potencia por la interconexión con Francia, vínculo esencial para la estabilidad del sistema ibérico, para alimentar la demanda que previamente estaba alimentando el generador que ha fallado (gráfico 8, en la página siguiente).

Posteriormente, en unos pocos segundos, comienzan a responder a esta bajada de frecuencia todos los generadores del sistema interconectado, es decir, no sólo responden los generadores del sistema ibérico sino también los que se encuentran al norte de los Pirineos, lo que se traduce en que continúa la inyección de potencia por la interconexión con Francia inicial. Si esta reserva inmediata, llamada reserva primaria, está correctamente distribuida, el flujo de potencia a través de la interconexión con Francia no debería variar todavía respecto el primer

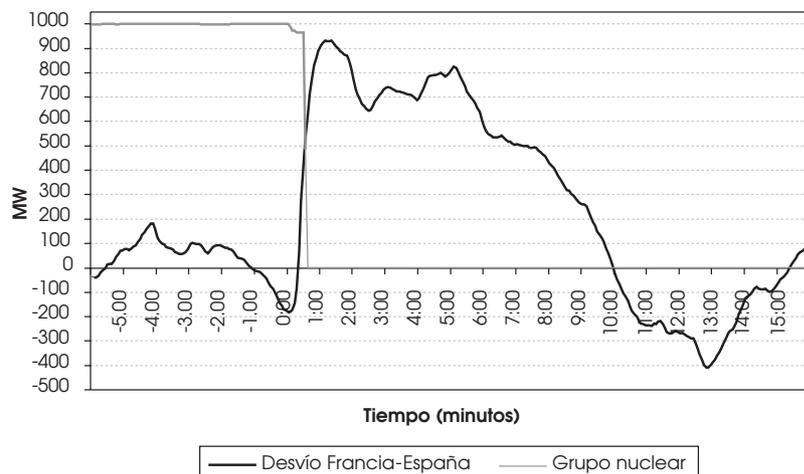


GRÁFICO 8

DESVÍO DE POTENCIA
EN LA INTERCONEXIÓN CON
FRANCIA EN LOS MOMENTOS
POSTERIORES A LA
DESCONEXIÓN SÚBITA DE UNA
CENTRAL NUCLEAR

FUENTE:
REE

instante de comportamiento inercial del sistema, pero sí se debería frenar la caída de la frecuencia ya que gracias a la reserva primaria se restablece el equilibrio generación-demanda.

Este desvío de potencia a través de la interconexión debe ser corregido en menos de 10 minutos mediante la actuación de la regulación secundaria —bucle de control automático— y la regulación terciaria del sistema español —operación manual desde el Centro de Control Eléctrico Nacional de REE (CECOEL)—, devolviendo el flujo a través de la interconexión con Francia a su valor programado, la frecuencia del conjunto del sistema europeo a su valor nominal de 50 Hz y restableciendo, por lo tanto, la normalidad en el sistema.

Si bien las indisponibilidades no programadas son escasas, cuando se producen la normalización de la producción en el generador nuclear es más lenta que en los hidráulicos, que pueden volver a la normalidad en cuestión de minutos, o que en los térmicos, que alcanzan el régimen normal en pocas horas. Las centrales nucleares pueden presentar rampas de subida hasta la plena carga del orden de 12-24 horas, pudiendo ser inferiores dependiendo de la central de que se trate.

La complejidad de los procesos que gobiernan el funcionamiento de este tipo de generadores y los diseños específicos implantados en España hacen que sus tiempos de acoplamiento y desacoplamiento, así como los correspondientes a la subida y bajada de carga sean, como se ha dicho, muy superiores al de otro tipo de generadores. En otros países, como Francia, con una extensa experiencia en la operación de centrales nucleares, un diseño de los generadores apropiado y un sistema eléctrico

con una elevadísima penetración nuclear —cercana al 80 % en términos de energía anual—, la flexibilidad operativa de las centrales nucleares es mucho mayor que en España, siendo capaces de rampas de subida o bajada de carga comparables, incluso con ventaja, a las de muchas centrales térmicas clásicas.

RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LAS CENTRALES NUCLEARES †

Las centrales nucleares que se encuentran disponibles funcionan generalmente a la máxima potencia que pueden generar en un momento dado, prácticamente sin márgenes de reserva a subir, ofertando su energía en el mercado diario a precios bajos, de tal forma que siempre resulta casada, y sin participar en los servicios de ajuste del sistema. La potencia que generan suele depender del estado del combustible nuclear, que va sufriendo un progresivo proceso de agotamiento desde la última recarga que haya tenido el grupo.

Este régimen de producción constante, que sin duda tiene importantes ventajas en cuanto a la firmeza de la potencia disponible, tiene también un impacto no tan positivo en la operación del sistema en los momentos de demandas reducidas y generación eólica y/o hidráulica elevada. A medida que aumente la producción de energía eléctrica con fuentes renovables no gestionables que generen energía de forma totalmente desacoplada de las necesidades del sistema, o incluso contraria a ellas, como es en ocasiones el caso de las energías fluyentes, se necesitará que el parque generador térmico e hidráulico —de ahí la importancia de nueva potencia de bombeo— se adapte no sólo a los

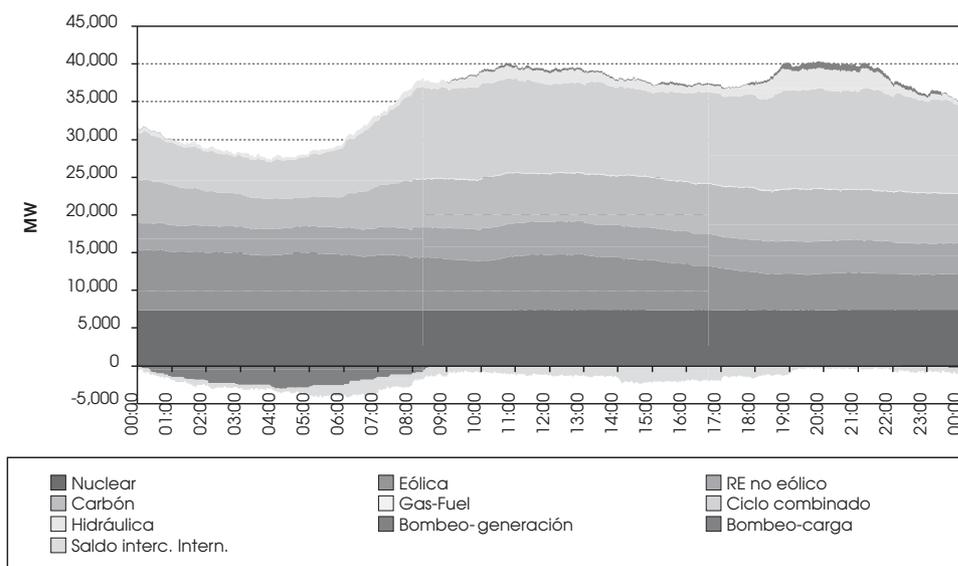


GRÁFICO 9
COBERTURA EN
DÍAS DE DEMANDA
BAJA 04/02/2008

FUENTE:
REE

requerimientos de los consumidores sino también a la producción de estas energías renovables.

En este sentido, la energía nuclear actualmente instalada en España no contribuye a resolver el problema que se manifiesta especialmente en los valles de demanda nocturnos (gráfico 9), en los cuales podría no existir hueco suficiente para tecnologías de generación que no se adapten a esas variaciones de demanda, pudiendo ser necesario en el futuro incluso reducir la generación de origen renovable y de otros tipos debido a su incapacidad para adaptar su producción a la demanda.

En el gráfico 9 se puede observar cómo existen tecnologías que se adaptan a los valles de demanda y a la producción de la generación eólica mientras que la energía nuclear continúa invariable durante todo el día. Debido a que el régimen especial no eólico no suele participar en los servicios de ajuste del sistema y que hay parte de la producción hidráulica que es fluyente y, por tanto, también produce de noche, el margen de producción durante la madrugada que resta para las centrales que sí regulan, como las centrales de carbón, centrales de ciclo combinado e hidráulicas, es muy estrecho. Conviene no olvidar que los grupos térmicos además no pueden funcionar convenientemente por debajo de un límite llamado mínimo técnico, ya sea por razones técnicas o medioambientales.

Los grupos hidráulicos reversibles ayudan muy positivamente a gestionar el exceso de producción durante estos valles de demanda, lo que se aprecia bien en el gráfico 9, y su contribución resulta insusti-

tuible. Las interconexiones internacionales también pueden ser una ayuda, aunque dependerá del diferencial de precios. Así, suele ser difícil, aún con situaciones de elevada producción eólica en valle, lograr importantes saldos exportadores ya que los países vecinos también pueden tener problemas de excedentes de producción. En el gráfico 9 se puede ver cómo los mayores saldos exportadores no se producen en las horas de valle coincidentes con máxima producción eólica y nuclear.

La generación nuclear en España no participa en los mercados de ajuste del sistema, salvo cuando se trata de ajustar su programa a la producción real de la planta por motivos internos de ésta. Así, de forma sistemática, no participan en gestión de desvíos, regulación terciaria, regulación secundaria, e incluso, el comportamiento de su regulación primaria resulta en ocasiones pobre cuando se trata de incrementar potencia ya que prácticamente los grupos están a plena carga.

La opción de reducir la generación nuclear o parar un grupo nuclear supondría unos costes muy elevados para el sistema y para las empresas propietarias de los generadores nucleares, a la vez que unas restricciones importantes para la operación del sistema, ya que las rampas se deberían prolongar durante varias horas. Por ello, de alguna forma se podría decir que en la operación en tiempo real, a efectos prácticos, la generación nuclear española comparte con la eólica su desacoplamiento de las necesidades de potencia que tiene el sistema en cada momento. Cuestión bien diferente es la firmeza de una y otra.

APORTACION NUCLEAR AL CONTROL DE TENSIONES Y A LA RESOLUCIÓN DE RESTRICCIONES TÉCNICAS †

Las centrales nucleares presentan una aportación positiva sobre el control de tensión y la resolución de restricciones técnicas:

Control sobre la generación y absorción de energía reactiva. El control de la potencia reactiva reviste especial importancia para la operación del sistema eléctrico por su incidencia directa en el control de tensiones, lo que resulta fundamental para la seguridad de suministro. Al ser los generadores nucleares grupos de gran tamaño, su capacidad de generación o absorción de energía reactiva es muy importante. No obstante, los márgenes actuales de control de energía reactiva de estos grupos son inferiores a los márgenes de los grupos más modernos de ciclo combinado, posiblemente como consecuencia del *repowering* efectuado por los grupos nucleares españoles a lo largo de los últimos años. No obstante, la capacidad de los generadores nucleares para regular la tensión tiene posibilidades de auténtica referencia, tal como sucede en el sistema francés, donde las centrales nucleares realizan la regulación de tensión a través del control de los llamados *nodos piloto*.

Ubicación estratégica en la Red de Transporte. Otro aspecto fundamental en el control de tensiones en particular, y en la resolución de restricciones técnicas en general, es la ubicación de los centros de generación. Conviene recordar que si bien la energía activa puede transportarse cientos de kilómetros con un rendimiento superior al 98%, no sucede lo mismo con la energía reactiva, dado que en este caso se trata de una variable local, cuya repercusión en el nivel de tensiones decrece rápidamente con la distancia eléctrica. Como ejemplo ilustrativo no generalizable, se puede indicar que la inyección de 100 Mvar «potencia reactiva» en un nudo de la zona Centro de la red de transporte de 400 kV, puede suponer un incremento en la tensión de dicho nudo del orden de 3 kV, siendo su efecto muy inferior en los nudos frontera zonal del sistema, y completamente despreciable en las zonas Norte, Noroeste, etc.

En este sentido, las centrales nucleares están perfectamente ubicadas en la red de transporte: CN de Cofrentes en Levante, CN de Trillo en la zona Centro; CN de Ascó y CN de Vandellós en Cataluña; CN de Santa María de Garona en la zona Norte; y CN de Almaraz en Extremadura, con influencia en las zonas Sur y Centro.

Comportamiento ante perturbaciones. Asimismo, las centrales nucleares ofrecen un comportamiento

robusto frente a perturbaciones en la red de transporte, al igual que el resto de la generación en régimen ordinario, en contra de lo que sucede con la parte de generación de régimen especial que no ha sido adaptada aún para obtener un buen comportamiento durante las perturbaciones inevitables de la red.

Sin embargo, la concentración de generación en subestaciones y zonas concretas conlleva un riesgo derivado de posibles perturbaciones en la red que, sumado al posible fallo de los equipos de protección de la red de transporte o de los propios generadores, provoquen la desconexión de toda la generación de una central o de una zona localizada.

CONCLUSIONES †

La energía nuclear contribuye de manera muy significativa a la cobertura de la demanda del sistema eléctrico en términos de energía. Adicionalmente, en los momentos de demanda máxima registrados en el sistema eléctrico, la generación nuclear contribuye a su cobertura normalmente con prácticamente toda su potencia instalada. Se trata, en definitiva, de una tecnología que aporta una extraordinaria firmeza al sistema eléctrico tanto en términos de energía como en términos de potencia.

La tasa de indisponibilidad anual de las centrales nucleares es históricamente baja. Las indisponibilidades súbitas, que implican un desacoplamiento rápido de la red, son infrecuentes. No obstante cuando se producen debe desplegarse una parte significativa de las reservas del sistema.

Como factor negativo de cara a la operación del sistema en España está su incapacidad para variar su generación en función de las necesidades de la demanda del sistema. Esta característica, compartida con la producción eólica —igual que ésta, sólo participa en los mercados de ajuste para adecuar su programa a las condiciones de funcionamiento de la planta—, hace que ambas tecnologías reduzcan el hueco disponible para las tecnologías gestionables, que son indispensables para la adaptación continua de la oferta a la demanda.

Las centrales nucleares se encuentran ubicadas en puntos estratégicos del sistema eléctrico, colaborando en el control de las tensiones y la resolución de restricciones técnicas, reduciendo el transporte de energía en el sentido Norte-Sur.

Los generadores nucleares presentan un buen comportamiento dinámico. No obstante, debido a la concentración de generación en algunos puntos de la

red se podrían presentar ciertos problemas en los tiempos críticos de despeje de faltas.

Su fuente de energía primaria, el uranio enriquecido, se extrae y se manufactura en países con una situación política y social generalmente estable, reduciendo la vulnerabilidad de nuestros suministros energéticos actuales. Adicionalmente, el coste de la generación de origen nuclear es más estable y predecible que el de otras tecnologías, ya que una parte importante del mismo lo constituye la amortización de la inversión inicial y el coste financiero, y está poco condicionado por el precio del combustible, y nada por el coste de los derechos de emisión de CO₂.

Por otro lado, resulta de excepcional importancia de cara a la garantía de suministro eléctrico la disponibilidad de combustible en la propia central para períodos de funcionamiento continuo a plena carga superiores al año. Dadas las inestabilidades políticas internacionales, trasladadas en muchos casos a los mercados de combustibles fósiles, esta característica es especialmente apreciada para garantizar el suministro eléctrico.

El hecho de que la energía nuclear sea objeto de fuerte oposición social en algunos países y que aún presente un problema, no plenamente resuelto relacionado con el tratamiento de los residuos radioactivos, no puede ocultar su contribución esencial al suministro energético. Ahora bien, deberán ser las autoridades competentes quienes evalúen y determinen si las ventajas que presenta la energía de origen nuclear son suficientemente importantes como para superar a los inconvenientes asociados a su funcionamiento. Probablemente, el saldo de ventajas e inconvenientes de la decisión de construcción de nuevas centrales será diferente del de la decisión de optimización del uso del parque existente, puesto que en este último caso una gran parte de sus costes son costes hundidos.

En todo caso, y desde la perspectiva de la operación del sistema, una eventual nueva generación de grupos nucleares en España debiera disponer de una flexibilidad operativa, inexistente en el parque actual, que permita su participación de forma efectiva en los mercados de ajuste del sistema, facilitando su integración y la de las energías renovables poco o nada gestionables.

