EnerDossier

Informe Sobre El Mercado Energético Global

Al 20 de mayo de 2011

Por Hernán F. Pacheco

Índice:

Introducción 4

Análisis I: Dimensión y consecuencias del accidente nuclear 6

Análisis II: Razones por las que la energía nuclear no puede ser la solución a las necesidades energéticas globales 8

Análisis III: ¿Final de la energía nuclear en Alemania? 11

- ✓ *Suiza, entre la espada y la pared* 15
- ✓ *Ambigüedades europeas…* 16
  - ✓ *Sobre el problema de los desechos* 18

Análisis IV: Brasil, vuelta al punto de partida en la discusión nuclear 20

- ✓ *Consideraciones de la energía nuclear en Brasil* 21

Enfoque: Eficiencia de las centrales de ciclo combinado a gas 23

EnerDossier

Introducción

Existen tecnologías que resuelven problemas importantes y vinieron para quedarse. Otras atraviesan un "*periodo de oro",* pierden importancia o hasta desaparecen. Los automóviles, por ejemplo, desarrollados en el inicio del siglo XX, cambiaron la faz de la civilización como la conocemos. Y aunque las reservas mundiales de petróleo se agoten, las soluciones técnicas van a ser encontradas para mantenerlos circulando. Otras tecnologías prometedoras enfrentaron problemas y fueron abandonadas. Un buen ejemplo es el de los zeppelines, enormes globos llenos de hidrógeno que abrieron camino a los viajes aéreos intercontinentales en la década de 1930, época en que la aviación comercial aún no tomaba forma. Pero bastó el accidente con el Hindenburg, zeppelín alemán que se incendió en New Jersey (Estados Unidos), en 1937, para sellar el destino de esa tecnología.

La energía nuclear parece atravesar unos de esos periodos críticos: tuvo su época de oro entre 1970 y 1980, cuando entraron en funcionamiento cerca de 30 nuevos reactores nucleares por año. Después de los accidentes nucleares, el entusiasmo por esa tecnología disminuyó mucho y desde entonces sólo dos o tres reactores entraron en funcionamiento por año. Se estancó la expansión del uso de esa energía.

Las causas de ese estancamiento son complejas: por un lado, la resistencia del público, preocupado con los riesgos de la energía nuclear; y, por otro, razones más pragmáticas, como su costo elevado. A pesar de esos problemas, la producción de energía nuclear no resulta en emisiones de gases responsables por calentamiento global. Las preocupaciones con el efecto invernadero llevaron a varios ambientalistas a apoyar un "*renacimiento nuclear*".

El sector nuclear ha intentado minimizar la gravedad del accidente en Japón, atribuyéndolo a eventos rarísimos, como un terremoto de alta intensidad seguido por un tsunami, que difícilmente ocurrirían en otras localizaciones. Esa es una estrategia equivocada, que puede satisfacer a los ingenieros nucleares, pero no a los sectores más esclarecidos de la población y gobiernos de muchos países. Los reactores nucleares

contienen dentro de ellos una enorme cantidad de radioactividad y el problema es siempre el de evitar que se esparza, como se verificó en Chernobyl. Sucede que no es preciso que un terremoto y un tsunami para que eso acontezca. Bastan fallas mecánicas y errores humanos, como ocurrió en Three Mile Island. Seguridad total no existe.

Es posible mejorar el desempeño de los reactores y hacerlos más seguros, pero eso acarreará costos más elevados, lo que hará a la energía nuclear aún menos competitiva que ya es en relación a otras formas de generación de electricidad. Además de eso, la gran mayoría de los reactores nucleares actualmente en uso comenzó a funcionar 30 o 40 años atrás y forzosamente tendrán que ser cerrados en breve –los de Fukushima funcionan hace más de 40 años. La reducción de la vida útil de los reactores hará, ciertamente, disminuir su competitividad económica.

Más aún, será preciso resolver de una vez el problema del almacenamiento permanente de los residuos nucleares, que se arrastra desde hace décadas. Hasta hoy los elementos combustibles usados, que son altamente radioactivos, son depositados en piscinas situados al lado de los reactores –y uno de los problemas en Fukushima fue la radioactividad liberada cuando el nivel del agua de la piscina bajó. Sólo en Estados Unidos existen esas piscinas al lado de los 104 reactores existentes en ese país.

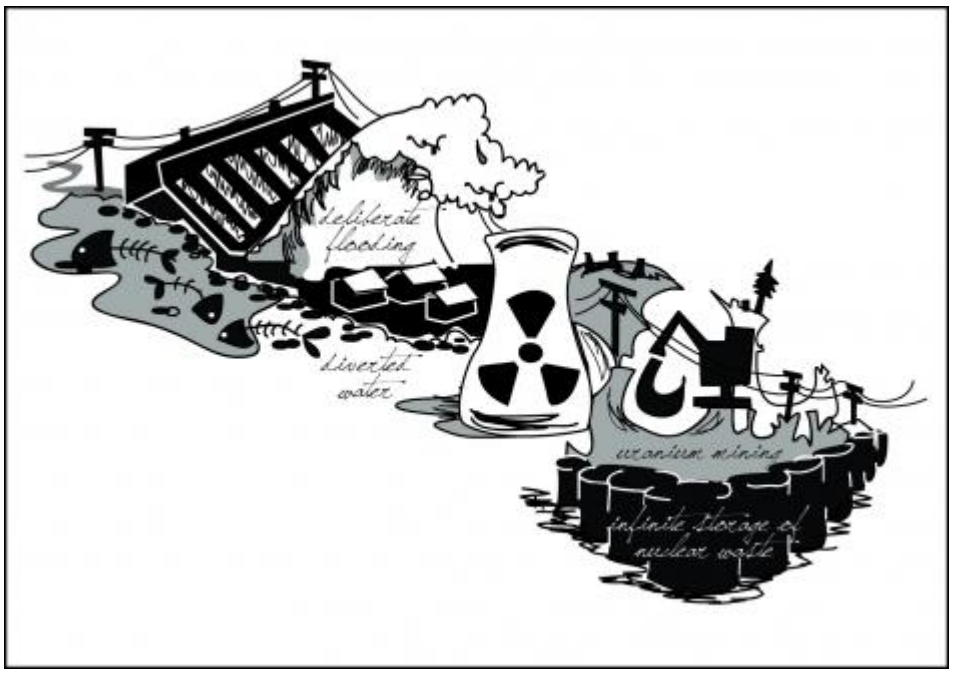
Finalmente, hay un problema de quien pagará por las compensaciones para la población alcanzada por los accidentes nucleares. Los límites fijados por los gobiernos para cubrir esos daños son actualmente muy bajos y deberán aumentar mucho. Como resultado de esas inquietudes e incertidumbres, está en curso una reválida, en un gran número de países, sobre el futuro del "*renacimiento nuclear*" y de la supervivencia de la propia opción del uso de reactores nucleares para la generación de electricidad. Algunos países ya adoptaron lo que se llama "*estrategia de salida*", por la cual nuevos reactores no serán construidos. Bélgica y Suiza ya adoptaron esa política, así como Chile y Alemania (en el presente informe hay un apartado sobre este país). China suspendió la autorización paras la construcción de más centrales hasta que sea hecho un reestudio completo de sus condiciones de seguridad. En Estados Unidos, acaba de ser abandonado el proyecto de construcción de dos reactores en el Estado de Texas, los primeros en ser iniciados después de más de 30 años de moratoria nuclear[1].

Otros países, probablemente, seguirán el mismo camino, sobre todo los que disponen de otras opciones más económicas y menos peligrosas para la generación de energía eléctrica. La Agencia Internacional de Energía Atómica redujo su proyección de nuevos reactors nucleares en el mundo para 2035 en un 50%. Algunos países, como Francia, donde casi un 75% de la electricidad tiene origen nuclear, e incluso Japón, que no tiene muchos recursos naturales, aumentarán el uso de gas, lo que consecuentemente, aumentará las emisiones de carbono. Habrá, en ese caso, elecciones difíciles. Pero el calentamiento global ocurrirá en un horizonte de tiempo largo y prevenir nuevos accidentes nucleares es una tarea urgente.

.

[1] The Wall Street Journal, *"NRG Energy Swings to Loss"*, (6/5)

Análisis I: Dimensión y consecuencias del accidente nuclear



La dimensión y las consecuencias del accidente nuclear sobre el medio ambiente, las actividades económicas y la sociedad japonesa aún no son conocidas. Sin embargo, ya es posible inferir que la crisis nuclear definirá nuevos parámetros para el escenario energético mundial como un todo, en especial para los países más desarrollados y emergentes con mayor escala económica. Enfocado en el sector eléctrico, los impactos sobre la política y la planificación son y serán directos, imponiendo una revisión de las acciones y estrategias, y definiendo nuevos escenarios de medio y largo plazo.

Japón sufrió una reducción drástica de la producción de energía eléctrica de origen nuclear que debe acentuarse, abriendo un *gap* en el *deck* de la oferta de energía. Esta quiebra de oferta ligada a los problemas en algunas centrales térmicas o en la logística de combustible obligó la adopción de restricciones al consumo de la energía eléctrica que deben acentuarse y perdurar por un tiempo considerable. Alemania también experimentó problemas, pues el cierre abrupto de siete antiguas centrales nucleares elevó los precios en el mercado spot entre 17 y un 25%.

El reequilibrio entre la oferta y la demanda de energía eléctrica en Japón se dará a través de un mayor uso del carbón y del gas natural. Esta alternativa irá a provocar tarifas más elevadas y provocará más polución. En realidad, estas dos resultantes –más polución y mayores costos- son las únicas certezas derivadas, en el corto y mediano plazo, de la crisis nuclear para el sector eléctrico japonés, pero que también deben ocurrir en otros países.

En lo que se refiere a la planificación de largo plazo, habrá necesariamente una revisión de las metas relativas a la expansión y composición de la matriz eléctrica en los países donde esa fuente de energía es importante o donde había planes de expansión. El desafío central y estratégico es determinar cuáles fuentes de energía deberán y podrán ser priorizadas en sustitución de la energía nuclear. En el caso de Japón, y de Chile –país sujeto a temblores sísmicos, que no dispone de generación nuclear, pero que trabaja con esta

posibilidad para 2020- la construcción de nuevas centrales nucleares salió del escenario energético. Para otros países desarrollados y emergentes, en mayor y menor grado, las inversiones en centrales nucleares deber ser revisadas y, como mínimo, postergadas. De cualquier forma, el aplazamiento de decisiones de inversión será seguramente acompañados de la imposición de nuevas y más rígidas normas de seguridad que resultarán en costos más elevados para el MWh nuclear.

El desafió de expandir la oferta de energía eléctrica para atender el aumento de la demanda, mitigando al mismo tiempo los impactos climáticos, se hará cada vez más difícil. Merece ser señalada que la energía nuclear venía siendo apuntada, desde 2003, como alternativa energética relevantes para los países desarrollados, pues contribuye al combate del calentamiento global en la medida que no emite gases de efecto invernadero.

El tema es aún más complejo al constatarse que no se trata solamente de suplir la expansión de la demanda de energía eléctrica, sino también sustituir la generación nuclear de las usinas próximas del final de su vida útil, que en muchos casos poseen patrones de seguridad obsoletos, y que con el desastre nuclear japonés deben ser rápidamente desactivadas. La ecuación de este desafío requerirá expresivas inversiones tanto en fuentes de generación de energía eléctrica fósiles como renovables. Se añade a este conjunto complejo de problemas el hecho de que la generación nuclear es una de las apuestas para garantizar mayor seguridad (nacional) de suministro y disminución de la exposición en relación a la volatilidad del precio del petróleo y a la importación de combustibles.

De esta forma, se puede prever que la compatibilización de la seguridad del suministro con la sostenibilidad ambiental en el sector eléctrico quedó comprometida con la crisis nuclear japonesa. La búsqueda de soluciones para esta nueva ecuación energética exigirá inversiones en fuentes no renovables y renovables de generación de electricidad. En el caso de las fuentes renovables, además que se presenten mayores costos de inversión por MW, estas fuentes, como es el caso típico de la energía eólica, se caracterizan por ser intermitentes, exigiendo sistemas de backup, que encarecen aún más, aunque de forma indirecta, el costo final de la energía.

Se debe señalar, destacado, que no es una hipótesis consistente suponer que solamente fuentes renovables de energía serán capaces de atender a la creciente demanda mundial por energía eléctrica. Una presuposición más sólida es que aún en un escenario de inversiones crecientes en renovables serán también canalizadas inversiones en plantas de generación movidas a gas natural y carbón. En el caso del carbón, debe ser incentivada la adopción de sistemas de control de contaminantes locales más eficientes, así como mecanismos de captura y secuestro de carbono.

La generación a partir de carbón y gas natural presentan una característica técnica importante: el hecho de que sean fuentes controlables. La desventaja, específicamente en el caso del gas natural indexado a los precios internacionales, es que mantiene la dependencia energética y la exposición a la volatilidad del precio del petróleo. De cualquier forma, innovaciones tecnológicas que permitan aminorar las emisiones de la generación a partir del carbón deben representar un aumento en el costo de la energía eléctrica hasta que las economías de escala consigan reducir los costos.

En estos términos, puede concluirse que el accidente nuclear japonés determinó un importante cambio en el escenario energético global, en especial para los países desarrollados y emergentes económicamente más expresivos y que tiene o planean desarrollar/expandir la industria nuclear. Un proceso de aumento de los costos finales de la energía eléctrica fue deflagrado, con tendencia de comportamiento ascendente, nítidamente superior a lo que se estimaba antes del terremoto y del tsunami en Japón.

Otra resultante es que con la reducción y postergación de las inversiones en energía nuclear se hará más difícil garantizar la seguridad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector eléctrico. Con eso, políticas más agresivas de fomento a la

innovación tecnológica serán adoptadas, representando costos más altos en el corto y mediano plazo. Finalmente se destaca que en el *front* de las negociaciones ambientales, avances y victorias en los acuerdos internacionales, como, por ejemplo, el Protocolo de Kyoto, serán más lentos, duros y difíciles de concretar.

Análisis II: Razones por las que la energía nuclear no puede ser la solución a las necesidades energéticas globales

En la actualidad existen 440 reactores nucleares comerciales en uso en todo el mundo y está ayudando a minimizar el consumo de combustibles fósiles, pero ¿cuánto más se puede obtener de la energía nuclear? En un análisis que se publicará en una edición futuro de **Proceedings of the IEEE**, **Abbott Derek**, Profesor de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la **Universidad de Adelaida**, en **Australia**, ha concluido que la energía nuclear no puede abastecer la demanda energética a nivel mundial por numerosas razones. Los resultados sugieren que, probablemente, sea mejor invertir en otras soluciones energéticas que sean realmente escalables.

Como señala Abbott Derek en su estudio, el consumo mundial de electricidad es de unos 15 Terawatts (TW) (15.000.000.000.000 de Watts). En la actualidad, la capacidad de oferta mundial de la energía nuclear es sólo de 375 Gigawatts (GW). Con el fin de examinar los límites de la energía nuclear, Abbott estima que para satisfacer una demanda de 15 TW, utilizando sólo energía nuclear, necesitaríamos alrededor de 15.000 reactores nucleares. En su análisis, Abbott explora las consecuencias de la construcción, operación y posterior desmantelamiento de 15.000 reactores en la Tierra, observando factores tales como la cantidad de tierra necesaria (superficie), los residuos radioactivos, la tasa de accidentes, la abundancia de uranio y su extracción, y los metales exóticos utilizados para construir los propios reactores. "*Una central de energía nuclear requiere un alto consumo de recursos y, además del combustible, la utilización de muchos metales raros en su construcción*", afirma Abbott. Sus conclusiones, algunas de las cuales se basan en resultados de estudios anteriores, se publicaron en Physorg[2].

La superficie de la tierra y su ubicación: Un reactor nuclear requiere alrededor de 20,5 kilómetros cuadrados de tierra para dar cabida a la estación de energía nuclear en sí, su zona de exclusión, su planta de enriquecimiento, el procesamiento de minerales, y la infraestructura de apoyo. En segundo lugar, los reactores nucleares deben estar ubicados cerca de un enorme cuerpo de agua de refrigeración, pero lejos de las zonas de población densa y de desastres naturales. Encontrar 15.000 lugares en la Tierra que cumplan esas condiciones es muy difícil.

Vida útil: Cada estación de energía nuclear tiene que ser dada de baja después de 40 a 60 años de operación. Esto es debido a las grietas que se desarrollan en las superficies

[2] Physorg, "*Why nuclear power will never supply the world's energy needs*", (11/5)

metálicas expuestas a la radiación. Si las centrales nucleares necesitan ser reemplazadas cada 50 años en promedio, contando con 15.000 estaciones de energía nuclear, una estación tendría que ser construida y otra dada de baja en algún lugar del mundo, todos los días. En la actualidad, se tarda más de 12 años para construir una central nuclear, y hasta 20 años para desmantelar otra, por lo que la tasa ideal de sustitución resultaría imposible de lograr.

Residuos nucleares: Aunque la tecnología nuclear se utiliza desde hace más de 60 años, todavía no existe un acuerdo internacional sobre los métodos de eliminación de sus residuos. Siempre es incierta la posibilidad de que la mejor opción sea enterrar el combustible gastado y de los vasos de un reactor vetusto (que también son altamente radioactivos). Estos podrían tener fugas radiactivas hacia las aguas subterráneas o al medio ambiente a través de movimientos geológicos.

Accidentes: Hasta la fecha, se han producido 11 accidentes nucleares con un total o parcial fusión del núcleo. Estos accidentes no son acontecimiento menores que se pueden evitar incrementando la tecnología de los sistemas de seguridad en una planta; se trata de eventos raros que ni siquiera son posibles de imaginar en un sistema tan complejo como es una central nuclear, y siempre surgen por motivos imprevistos y circunstancias impredecibles (como el accidente de **Fukushima**). Teniendo en cuenta que estos 11 acontecimiento se produjeron durante un total acumulado de 14.000 años-reactor (cantidad de años respecto a los reactores operativos) de actividades nucleares, la ampliación hasta 15.000 reactores en funcionamiento simultáneo significaría que tendríamos un accidente grave, en algún lugar del mundo, cada mes.

Proliferación de armas nucleares: Incrementando el poder de las centrales nucleares, existirá una mayor probabilidad de que los materiales y los conocimientos para fabricar armas nucleares puedan proliferar alrededor del mundo. A pesar de que los reactores tienen un control estricto sobre este tema, el mantenimiento de la rendición de cuentas de 15.000 reactores en todo el mundo sería casi imposible.

Abundancia de Uranio: Al ritmo actual de consumo de uranio para los reactores convencionales, una oferta mundial de *"uranio viable"* puede tener una duración de 80 años. Para satisfacer un consumo energético de hasta 15 TW, el suministro de uranio viable tendrá una duración de menos de 5 años. (Uranio viable es el uranio que existe en una concentración de mineral suficientemente alta como para que la extracción sea económicamente justificada). En los últimos días, los ejecutivos de la industria creen que es necesario desarrollar más minas de uranio para satisfacer la demanda en la próxima década a medida que la oferta global de proyectos mineros conocidos se hace insuficiente y la oferta de uranio usado para reciclar disminuye.
Los precios del óxido de uranio tendrían que ser casi 25% más altos que los niveles actuales, deprimidos tras el desastre nuclear de la planta Fukushima, para avivar el interés

de mineros y dar a los capitalistas comodidad para respaldar nuevos proyectos. *"Necesitamos precios más altos para estimular la nueva oferta",* dijo **Clark Beyer**, director de **Rio Tinto Uranium**, al margen del **Congreso Chino de Energía Nuclear**. "*Estamos 10 a 20 dólares (por libra) por debajo de donde deberíamos".*

China es el décimo mayor productor de óxido de uranio del mundo. El año pasado, tuvo un volumen de producción estimado de 850 toneladas, según la **Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA).** El principal productor es Kazajstán, con una producción de 14.900 toneladas. **Zhou Zhenxing**, presidente de **CGNPC Uranium Resources**, la unidad de combustible del desarrollador de proyectos de energía nuclear **China Guangdong Nuclear Power**, dijo que el precio del óxido de uranio había caído casi en un quinto desde casi 70 dólares por libra a fines de febrero a unos 56 dólares ahora, tras la crisis nuclear de marzo.

Señaló que el desastre nuclear no afectaría mucho la escasez de uranio natural fresco, ya que la demanda de los seis reactores de Fukushima y de los reactores apagados en Alemania en conjunto era menos del 5% de la demanda global.

Una proyección de la AIEA en 2009 dijo que la demanda global de uranio subiría de 67.135 toneladas el año pasado a 84.183 toneladas en 2020 y 107.228 toneladas en 2030, mientras que la producción podría subir de 53.000 toneladas el año pasado a 82.680 toneladas en 2020 y 104.590 toneladas en 2030. Estas cifras son los puntos medios de los rangos proyectados.

Metales exóticos: El recipiente de contención nuclear está hecho de una variedad de metales raros y exóticos que controlan y contienen la reacción nuclear. El Hafnio se utiliza como amortiguador de neutrones, el Berilio como un reflector de neutrones, para el revestimiento se utilizan circonio, niobio y aleaciones de acero que posibilitan una duración de 40 a 60 años. La extracción de estos metales plantea cuestiones de costes, la sostenibilidad y el impacto ambiental**.** Además, estos metales tienen muchos usos industriales que compiten contra la utilización en centrales nucleares. Por ejemplo, el Hafnio y el Berilio se utilizan en los circuitos integrados y en la industria de semiconductores. Si un reactor nuclear se construye todos los días, la oferta mundial de estos metales exóticos, necesarios para construir estructuras de contención nuclear, disminuiría rápidamente y crearía una crisis de recursos minerales. Este es un nuevo argumento que Abbott pone sobre la mesa, que estableciendo límites de recursos en toda la generación de reactores nucleares del futuro, ya sea que se alimenten de torio o uranio.

Análisis III: ¿Final de la energía nuclear en Alemania?

La **Ethic Commission**, nombrada por el Gobierno del canciller, **Angela Merkel**, para estudiar el futuro de la energía atómica, aconseja realizar el apagón nuclear en **Alemania** a más tardar en el 2021. Y sin mayores problemas para el suministro eléctrico del país. "*La desconexión de las siete centrales nucleares* (en reacción a Fukushima) *ha demostrado que las demás centrales pueden compensar sin problemas la pérdida de 8,5 gigawatts*", señala la comisión. Pero la frase central de su informe dice así: "se recomienda el abandono total de la energía nuclear". Y añade: "*hay muchas alternativas a la energía nuclear, y todas ellas tienen menos riesgos*". Las implicaciones serían enormes. Alemania es cuarto país más industrializado del mundo. Un abandono nuclear generaría un impulso nacional sin precedentes para que las energías renovables lo suficientemente potente para mantener las fábricas alemanas, las redes de computación, las computadoras portátiles y los autos eléctricos en el siglo XXI[3].

Organizaciones ambientalistas recriminan a dicha comisión que postergar durante diez años el funcionamiento de las centrales nucleares alemanas es irresponsable.[4] "*La catástrofe de Fukushima demuestra de manera espantosa cuán altos son los riesgos que conlleva el funcionamiento de las plantas nucleares*", advirtió el presidente de la alianza de protección a la naturaleza y el medioambiente **BUND Hubert Weiger.**[5]

Siete centrales siguen fuera de servicio por la moratoria que Merkel introdujo en marzo como consecuencia de la alarma social provocada por las explosiones de Fukushima. También un octavo reactor, conocido como "*el reactor de las averías*" de **Krümmel** (cerca de **Hamburgo**). Apenas medio año antes de ordenar la presente moratoria de tres meses, Merkel había extendido la vida útil de las centrales por una media de 12 años. La impopular decisión contribuyó a que su **Unión Demócrata Cristiana (CDU)** perdiera en marzo el gobierno de su bastión **Baden-Württemberg**. La CDU había gobernado el próspero *land* durante 58 años.

El informe provisional elaborado por el grupo de expertos señala que el abandono de la energía nuclear en Alemania será posible hasta el 2021. Además recomienda cerrar definitivamente de manera inmediata los ocho reactores más antiguos que fueron

---

[3] *Der Spiegel, "*A Reliable Energy Supply' Without Nuclear Power*", (12/5)*

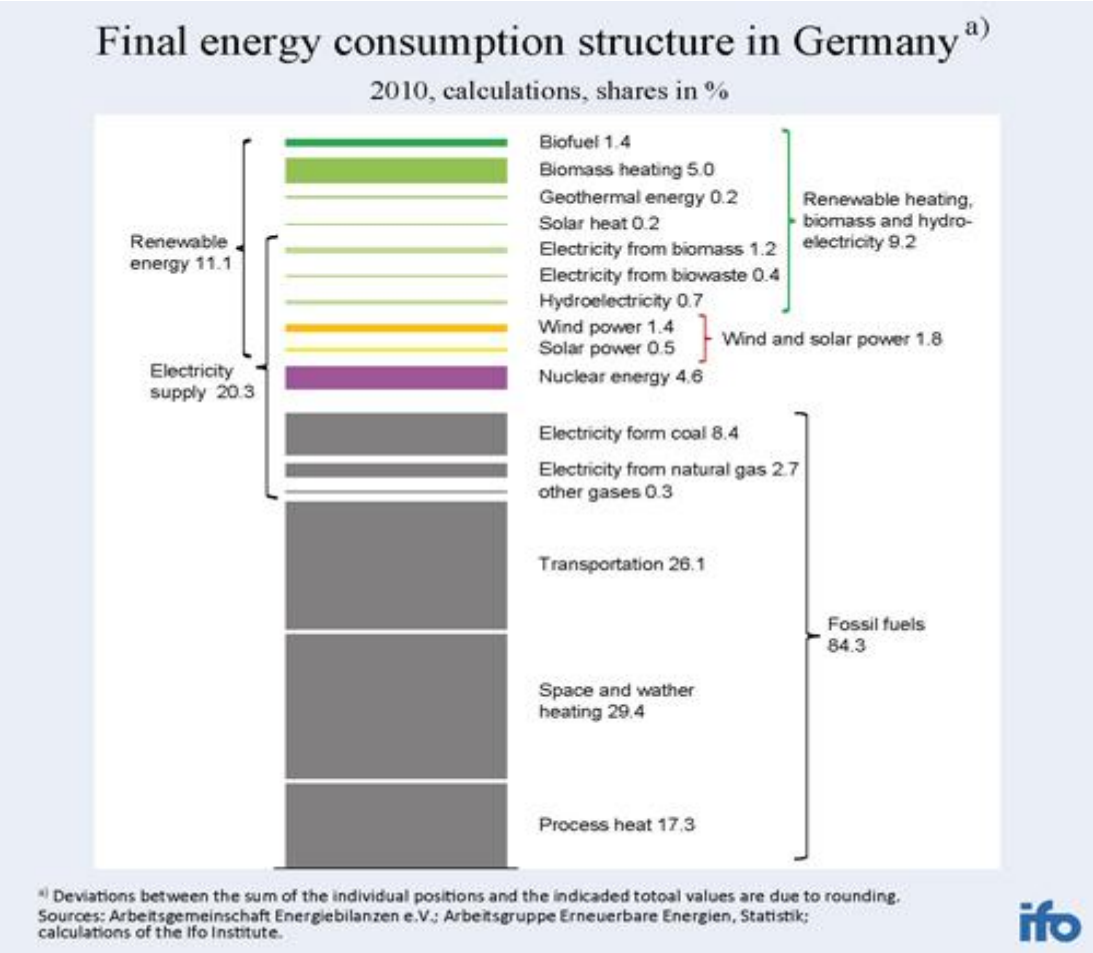
[4] Financial Times, "*Berlin eyes plan to close nuclear plants*", (10/5)

[5] Dow Jones, "*UPDATE: German Greens Demand Nuclear Power Exit By 2017",* (10/5)

desconectados provisionalmente de la red tras la catástrofe ocurrida en Fukushima. Según el informe, los restantes nueve reactores aún en funcionamiento, considerados como seguros, deberán ser desactivados sucesivamente lo antes posible en función de su riesgo e importancia para la red eléctrica. Y que todo ello no afectará a los objetivos nacionales de reducción de emisión de CO2, reducción del 40% para el 2020 y del 80% en 2050. El informe ve también algunos obstáculos, como la posibilidad de daños al medio ambiente si las tecnologías verdes se desarrollan demasiado rápido.

La noticia es un revés para el lobby nuclear internacional, pues Alemania es un país importante cuyo ejemplo arrastra, pero para Alemania es un mero regreso al punto de partida nacional: una ley del año 2000 del gobierno roji-verde (socialdemócrata y verde) ya establecía la desnuclearización total para el 2021. Merkel la anuló, lo que sacó a más de medio millón de alemanes a la calle y resucitó al movimiento antinuclear, pero el tsunami japonés volvió a poner las cosas en su lugar.

Las grandes compañías de energía alemanas, entre las que se incluyen **RWE** y **E.ON,** advirtieron que la retirada rápida de la energía nuclear podría significar un desastre económico, conduciendo a la escasez de electricidad y convirtiendo al país en un importador neto de energía[6].



[6] The New York Times, "*Panel Urges Germany to Close Nuclear Plants by 2021*", (11/5)

Al mismo tiempo, el gobierno alemán concluyó al recibir el informe técnico sobre el estado de seguridad de las centrales atómicas que el "*apagón nuclear*" debe realizarse *"tan rápido como sea razonable"*, aunque no apuntó un calendario concreto. El ministro de Medio Ambiente, el cristianodemócrata **Norbert Röttgen**, realizó esta afirmación al hacer público el informe **Reactor Safety Commission (RSK)**, solicitado por el Ejecutivo federal.[7] "*Debemos encontrar una forma de abandonar la energía atómica tan rápido como sea razonable*", destacó Röttgen como una de las conclusiones fundamentales del informe, pero matizó de seguido que también queda patente en el documento que el "*apagón nuclear*" no puede ejecutarse "*de forma inmediata*". Röttgen agregó que Alemania debería buscar fuentes de energía "*más interesantes*" y "*seguras*", en referencia a las renovables, y resaltó que los resultados obtenidos del examen de riesgos por las 17 centrales nucleares del país han sido "*muy diferenciados*".

La comisión debía dictaminar el nivel de seguridad ante escenarios como terremotos, inundaciones, cortes accidentales de suministro eléctrico y atentados, y presentar sus conclusiones al gobierno, que deberá tomar una decisión el 6 de junio. El gobierno podría decidir el cierre definitivo de al menos cuatro plantas atómicas: **Biblis A** y **B**, **Brunsbüttel** y **Philippsburg I.**

Su informe aclara que ninguna de las diecisiete centrales alemanas está convenientemente protegida contra el impacto de un avión de pasajeros grande, y siete de ellas no lo está ni siquiera contra el choque de un avión pequeño. Algunos expertos consideran insuficiente el trabajo realizado en el informe debido a que en menos de dos meses no se puede analizar con seriedad la seguridad de cada reactor.

Sobre un nivel de máxima seguridad cifrado en tres, cuatro centrales han merecido una puntuación de cero y otras tres de uno. Las otras diez centrales, más modernas, han merecido el nivel dos, como media, aunque ninguna de ellas obtuvo la calificación dos en todos los parámetros examinados.

Reiterando las evaluaciones políticas previas, estas siete instalaciones se situarían en el nivel de seguridad más bajo, grado uno -o incluso cero, en el caso de cuatro-, sobre un máximo de tres. No obstante, Röttgen evitó decir que estas centrales atómicas, construidas antes de 1980, vayan a ser clausuradas permanentemente una vez que concluya la suspensión de tres meses que se les impuso para su revisión tras la catástrofe de Fukushima.

A este respecto, algunos políticos de la oposición, como el recién nombrado primer ministro del estado federado de **Baden-Wurtemberg**, el ambientalista Winfried Kretschmann, han expresado ya sus dudas sobre la posibilidad de que estas antiguas instalaciones vuelvan a entrar en funcionamiento. Las otras diez centrales, por su parte, lograron una calificación media de grado dos, aunque ninguna obtuvo en todas las categorías el grado dos. Ninguna alcanzó la máxima categoría de seguridad trazada por el informe de la RSK. "En *cada central atómica hay una mezcla de fortalezas y debilidades, lo que implica una serie de riesgos diferentes que ahora hemos identificado*", apuntó Röttgen. En este sentido, **Rudolf Wieland,** jefe de la RSK, añadió ninguna ha obtenido el grado tres de media, que ninguna obtuvo en todos los apartados un grado dos y que sí que algunas alcanzaron en todas las categorías el grado uno[8].

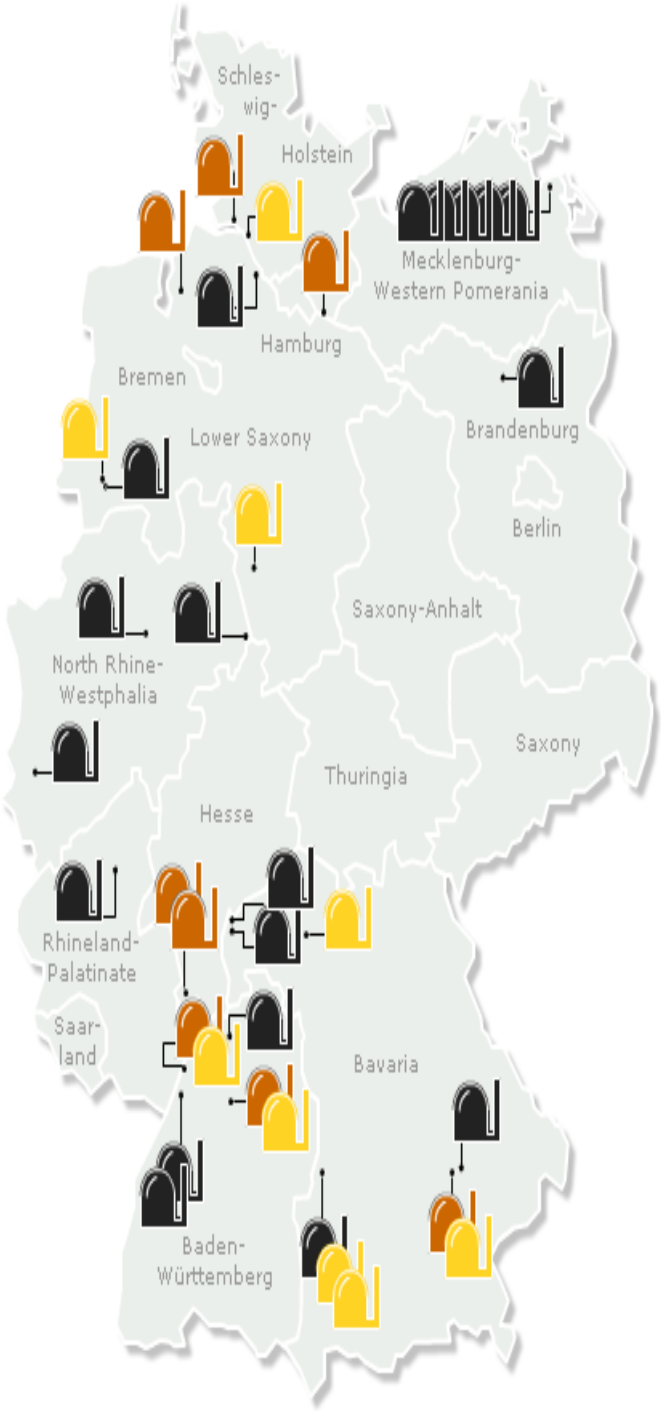
El ministro subrayó que este informe técnico debe servir de base "*real*" y cualitativa, con nuevos datos fruto de un trabajo "*intensivo*", para que el Ejecutivo federal pueda alcanzar "una decisión" sobre el futuro de la energía atómica en Alemania. "*Esta imagen de conjunto de los riesgos debe servir de base para el debate sobre el abandono de la energía nuclea*r", afirmó. Esta previsto que a principios de junio el Ejecutivo encabezado por Angela Merkel apruebe

---

[7] Platts, "*Nuclear safety commission says Germany can keep running reactors*", (17/5)
[8] Reuters, "Responsible to keep nuclear for now-German minister", (17/5)

su nuevo plan energético, que sustituirá al proclamado a finales del año pasado y que apostaba por prolongar el uso de la energía atómica.
Mientras tanto, el consorcio energético nuclear **RWE** prevé construir en **Holanda**. Junto a la frontera alemana, una central nuclear que podría vender su energía a Alemania. A diferencia de Alemania, Holanda no ha alterado su política nuclear con motivo de **Fukushima**, por lo que RWE eludiría así la decisión alemana[9].

[9] Reuters, "*RWE clinches Dutch nuclear plant settlement",* (18/5)



Nuclear reactors in operation and those which have been decommissioned

Currently, there are 17 nuclear reactors in operation in Germany. Eleven of them are pressurized water reactors and six are boiling water reactors. Both types are light water reactors. In 2010, Chancellor Angela Merkel's government resolved to extend the lifespans of Germany's nuclear reactors. The decision foresaw those reactors which were built prior to 1980 remaining online for an additional eight years. Those built after 1980 were to remain online for an additional 14 years.

For more information about individual reactors, click on the symbols on the map to the left.

Decommissioned or decommissing decision made In operation To be taken offline for the time being

Suiza, entre la espada y la pared

El informe sobre seguridad nuclear en **Suiza** destaca lagunas en el sector que, si bien no representan un peligro inmediato, alimentan la inquietud respecto a esa fuente de

energía. Solicitado luego del accidente nuclear en Fukushima, el informe de la **Inspección Federal de Seguridad Nuclear (IFSN).** El texto no preconiza la suspensión de las plantas más antiguas - como exigen los **Verdes** y la izquierda-, pero revela que los cinco si*tios tienen puntos débiles.*

Como era de esperar, las plantas de **Beznau** y **Mühleberg** son las que acusan más flaquezas. En ambos casos, el sistema de enfriamiento de la piscina de los ensamblajes combustibles está "*insuficientemente protegido contra los sismos y las inundaciones*". Y las medidas de urgencia para restaurar el enfriamiento en estos casos son "*incompletas".* Más recientes, las centrales de **Leibstadt** y de **Gösgen** solamente tienen problemas de indicación del nivel de la temperatura de la piscina de almacenamiento. Los operadores disponen hasta el 31 de agosto para introdu*cir medidas de mejoramiento.*

Mientras tanto, la prensa suiza presenta y comenta este viernes el informe. En particular, los *medios de expresión alemana.* Para el **Neue Zürcher Zeitung**, una de las lecciones a retener es que "*la energía nuclear supone un riesgo residual, que debe ser reducido, pero que no puede ser totalmente eliminado. Por lo tanto, los políticos deben decidir si el riesgo es aceptable".* Pero las semanas recientes han dejado algunas dudas sobre la capacidad del Parlamento y de los partidos políticos para asumir estos problemas. Algunos, como las adaptaciones a las plantas, son de carácter puramente técnico. Para el diario de **Zúrich**, "*ahora que las autoridades de seguridad han identificado los riesgos técnicos, corresponde a Doris Leuthard, ministra de Energía, reconocer los riesgos políticos y tomar las cosas en mano".*

El informe de la **IFSN** "*no oculta sus intenciones: tranquilizar a los suizos después del accidente de Fukushima",* dice **24 heures**. Sin embargo, no logró realmente el objetivo. De hecho, al leerlo se tendría "*la desagradable impresión de que los expertos han mezclado los resultados científicos y las conclusiones políticas*", sostiene el di*ario de Lausana.* Sin embargo, de los expertos "*se espera primero que nada imparcialidad y rigor. Al tratar de tranquilizar con tanto afán el informe solamente puede alimentar sospechas. Y no apaciguó el debate", agrega.*

Para el **Tages Anzeiger**, "*se podría decir, desde un punto de vista fríamente tecnológico, que Fukushima va a mejorar la seguridad de las instalaciones nucleares en Suiza*". Y estas mejoras son esenciales, porque el mantenimiento en buen estado del parque nuclear, durante el mayor tiempo posible, será "*decisivo para el futuro de la política energética". "Incluso los adversarios de la energía nuclear no pueden exigir seriamente la suspensión inmediata de todo*", escribe el rotativo de Zúrich. "*Por el contrario, aquellos que realmente quieren dejar la energía nuclear deben preocuparse por que la corriente atómica continúa fluyendo bastante tiempo. Solamente así podrán formarse las mayorías políticas necesarias para aprobar las fuentes alternativas".*

Y ¿en cuánto tiempo podría lograrse ese ambicioso objetivo? Para el **Tages Anzeiger**, es claramente una cuestión de "décadas". Mucho más radical, el **Blick** subraya que las lagunas en materia de seguridad que destaca el informe tienen que ver con los sistemas de enfriamiento, precisamente aquellos que fueron la principal causa del desastre de Fukushima. Así, "*estamos sentados en una bomba que puede explotar en cualquier momento*".

Para el cotidiano zuriqués, es urgente entonces desconectar de inmediato las centrales que ofrecen riesgos hasta que cumplan los criterios de seguridad. *"Y si no son capaces de hacerlo, que su funcionamiento siga suspendido".* Para el Blick, a más largo plazo las cosas están claras: "*Nunca podremos estar seguros con la energía nuclear. El próximo desastre está asegurado. Es hora de dejar esa fuente de energía*".

Ambigüedades europeas…

La **Unión Europa** no logró el pasado 12 de mayo en **Bruselas** un acuerdo sobre si se debe incluir el terrorismo, los accidentes aéreos y otros desastres de origen humano entre los aspectos que deben incluir las pruebas para la seguridad de las centrales nucleares. Estos elementos sobrepasan la recomendación de la **Western European Nuclear Regulators ' Association**, que afirmó que los controles deberían centrarse en la resistencia a desastres naturales, como inundaciones y terremotos.[10] Si una central nuclear está instalada en una región en la que existe riesgo sísmico, los operadores han de probar que el diseño específico de la central es capaz de soportar un terremoto de la magnitud que cabe esperar en esa región.

Las centrales deberán desconectarse automáticamente si se produce un sismo de magnitudes ya registradas anteriormente en las regiones donde estén construidas. Además, deberán incluir un margen de seguridad adicional porque la enseñanza de Fukushima es que la magnitud de un terremoto en una determinada área puede ser mucho mayor que la habitual. Además, las centrales tendrán que probar que tienen suministro eléctrico de emergencia en cantidad suficiente: incluidos grupos electrógenos y baterías.

El comisario europeo de Energía, **Günther Oettinger**, precisó que uno de los temas que se abordan en el **VI Foro Nuclear Europeo**, es "*cómo definir los procesos para que la comunicación de la información sea transparente*". Para el político democristiano alemán, la transparencia será fundamental, ya que "*resulta crucial para que* (el resultado de las pruebas) *sea aceptado por la ciudadanía*". También se abordan detalles sobre la directiva de residuos nucleares, que la **Comisión Europea** quiere presentar antes de las vacaciones estivales, y las posibilidades de desarrollo nuclear, "c*on una hoja de ruta europea de esta energía hasta el 2050*".[11] La República Checa, que planea agregar dos reactores nucleares en su planta de **Temelin**, es el lugar donde se desarrollo el foro de energía nuclear.

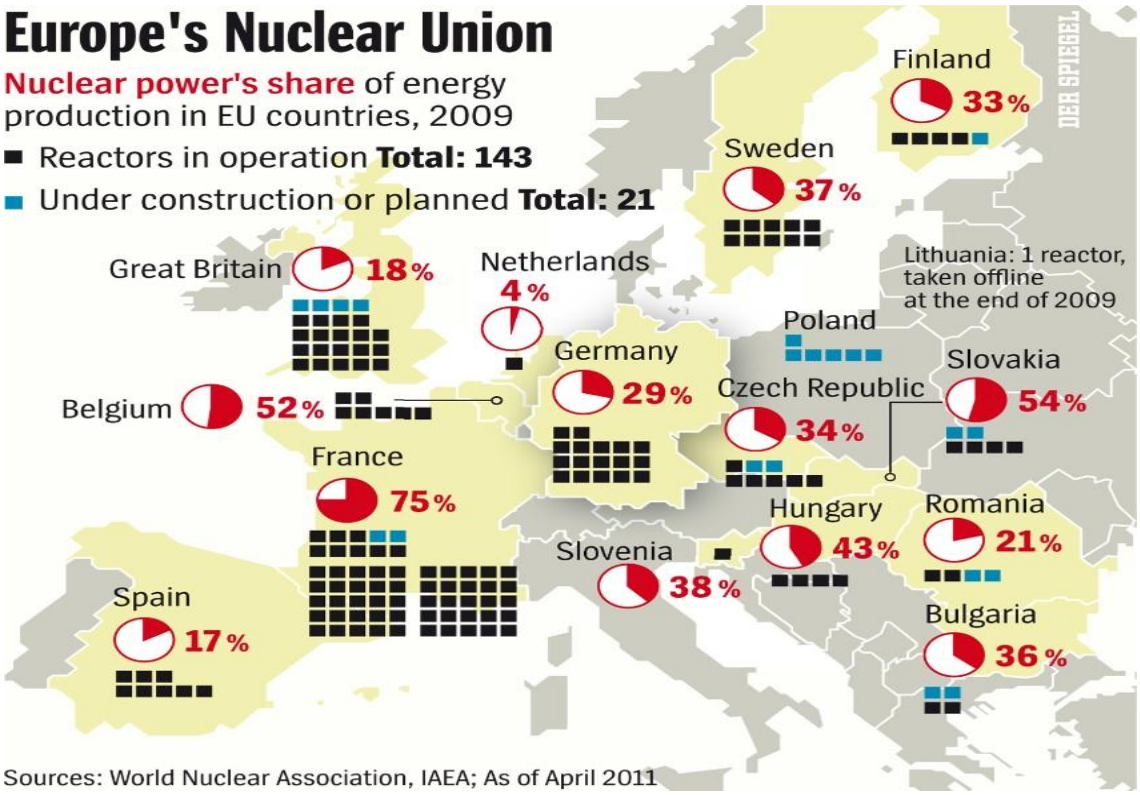
El ministro de Industria checo **Martin Kocourek** y su contraparte francesa, **Eric Besson**, firmaron un acuerdo de cooperación nuclear en Praga[12]. La francesa **Areva SA** es uno de los tres oferentes para la construcción de los reactores de Temelin. Los demanda concursantes son **Westinghouse Electric Corp**. y un grupo Ruso-checo liderado por

---

[10] Bloomberg, "*EU to Decide on Nuclear Stress Tests by June, Oettinger Says",* (19/5)
[11] *ICIS, "*EU nuclear stress test talks at risk of stalemate – sources*", (19/5)*
[12] Platts, "*Czech Republic, France to expand nuclear energy cooperation",* (19/5)

ZAO Atomstroyexport. Temelin, que es propiedad de la estatal CEZ AS, escogerá un ganador en 2013.

La **República Checa** pidió que, a la hora de diseñar las nuevas pruebas de resistencia de centrales atómicas, la valoración de los riesgos sea "*racional*" y no "*politizada*". "*Estamos preparados para asumir las pruebas de resistencia de la Asociación Europea de Supervisores Nucleares. Éstas tienen que responder a una valoración racional de los riesgos*", declaró en rueda de prensa el primer ministro checo, **Petr Necas**. Necas insistió en que la revisión de las medidas de seguridad de las plantas atómicas, motivada por la catástrofe en la central japonesa de Fukushima, deber ser "*un proceso especializado y no politizado*".



Tras el terremoto registrado en **Lorca** (**Murcia**), a unos 200 kilómetros en línea recta de la central nuclear de **Cofrentes** (**Valencia**), se pone de relieve la vulnerabilidad de las centrales nucleares españolas ante los sismos. Aunque la central no se vio afectada por el sismo y continuó operando con normalidad. Lorca amaneció el 11 de mayor con un panorama desolador tras el terremoto de 5.2 grados en la escala de **Richter**.

En el mapa de riesgos sísmicos, no basta tener en cuenta la posición de las fallas y placas tectónicas sino también la propagación de las ondas sísmicas que pueden recorre cientos de kilómetros. Un terremoto puede también afectar a las grandes presas que pueden amenazar a las centrales nucleares. Tras la crisis de Fukushima, el **Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)** de **España** ha destacado que la Península no hay instalaciones atómicas en zonas de riesgo sísmico.

Aunque al cierre de este informe, cuatro reactores nucleares de los ocho del parque español se encuentran hoy parados. La central nuclear de **Almaraz I** comunicó una parada

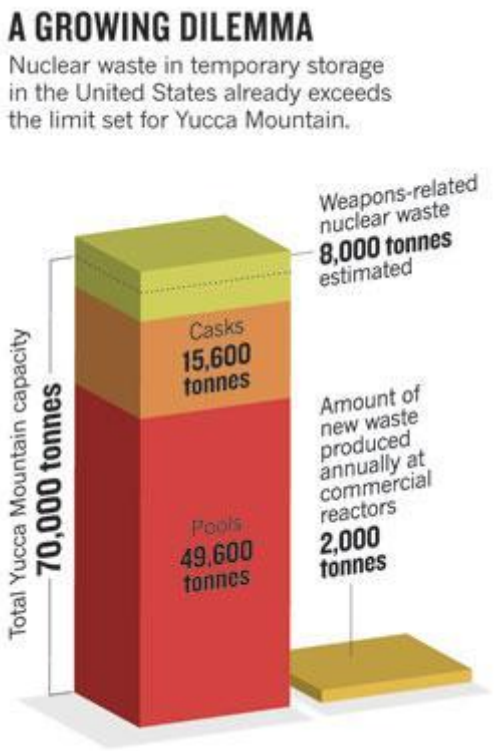
no programada al CSN y se suma a Garoña, Trillo y Ascó I, en parada por recarga. Es la segunda vez en pocas semanas que la mitad del parque nuclear coincide parado[13].

De los 7.727 megavatios de potencia nuclear instalada, solo hay en funcionamiento 4.022, según **Red Eléctrica de España**, que a las 11.40 del 20 de mayo ha reflejado la salida del sistema eléctrico de Almaraz I por la apertura imprevista de un interruptor en un sistema de protección durante unas pruebas de vigilancia. El suceso ha sido calificado como nivel 0, sin incidencia para la salud ni el medio ambiente.

España ha pasado de un sistema eléctrico muy ajustado a tener exceso de potencia instalada por la proliferación de centrales de gas y las renovables. Por eso un parón nuclear no supone un grave problema para el sistema eléctrico, y menos en época de poca demanda como la actual. Desde 2004, España exporta electricidad y el año pasado incluso vendió electricidad a **Francia** -el país más nuclearizado de Europa-, algo que nunca había ocurrido.

Sobre el problema de los desechos

Tras el desastre de Fukushima, Estados Unidos están considerando nuevas formas de almacenar los residuos nucleares y una Comisión propuso la creación de una red de sitios de almacenamiento en todo el país. Se desarrollarán instalaciones de almacenamiento temporarias de residuos producidos por los reactores nucleares del país hasta sitios de enterramiento permanentes a desarrollar, de acuerdo con lo que sugirió el grupo federal.



En Estados Unidos se ha debatido durante décadas la mejor manera de almacenar residuos radioactivos. El problema se presentó en los escenarios posteriores a la catástrofe nuclear japonesa, cuando el combustible almacenado en las piscinas contribuyó a las fugas radioactivas que las autoridades japonesas todavía están tratando de contener.

El Congreso aprobó la legislación para construir un sitio de enterramiento en las Montañas de **Yucca** en **Nevada**, pero la administración **Obama** suspendió el proyecto debido a la fuerte oposición sobre el tema, y nombró una comisión para considerar una nueva estrategia. Para encontrar otras comunidades dispuestas a aceptar el alojamiento de un sitio de almacenaje por más de 100 años requiere de arduas negociaciones, incentivos financieros y grandes inversiones en investigación para el reciclaje y la reducción de los desechos nucleares, según la Commission. Esto último requiere que el Congreso establezca un nuevo organismo independiente que supervise los sitios de almacenamiento de residuos y trabaje en estrecha colaboración con las comunidades dispuestas a aceptar en su territorio.[14]

---

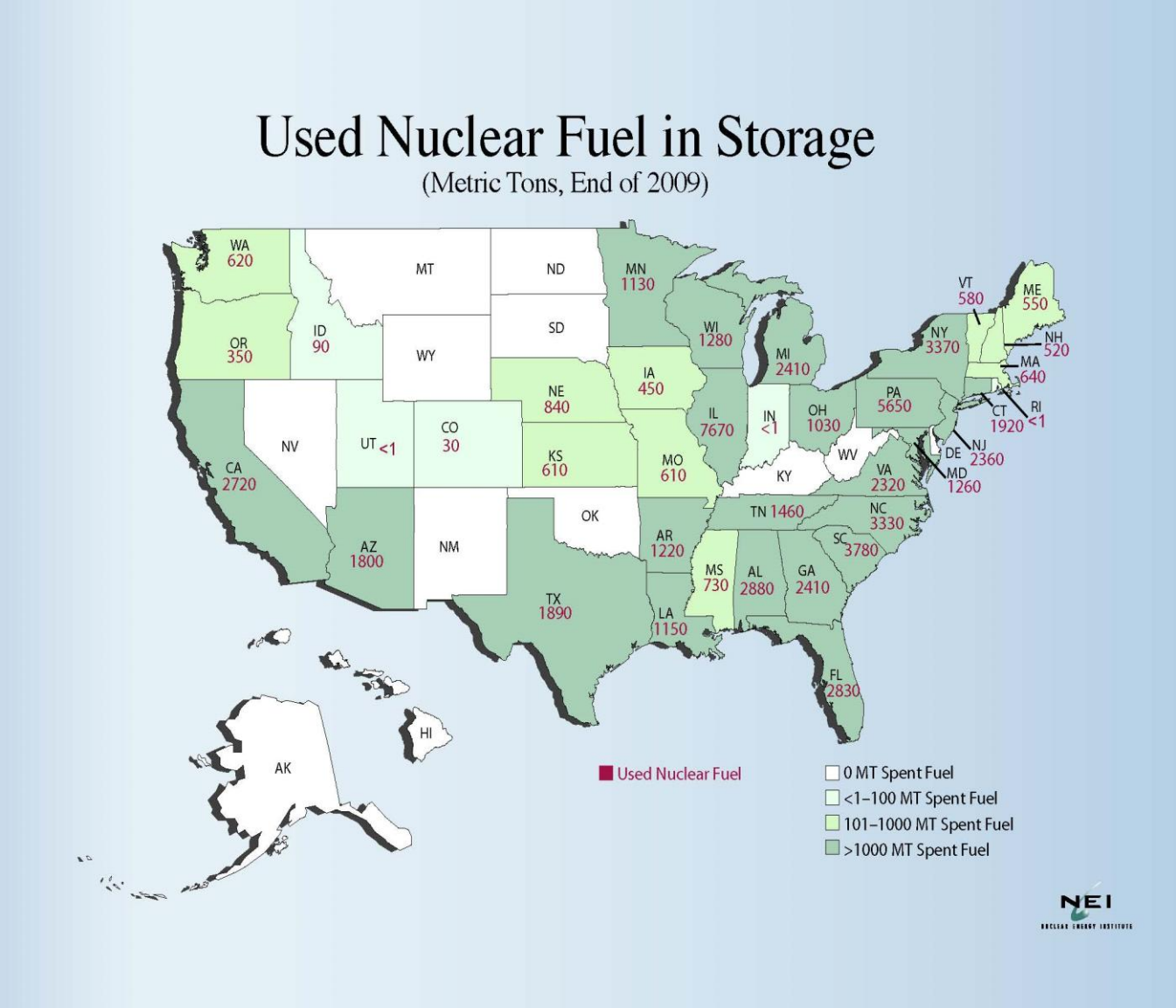
[13] El País, "*La mitad de las nucleares, paradas por recargas y averías",* (20/5)

"*No funcionará a menos que se asocie en el proceso para obtener un sitio de almacenamiento final",* declaró **John Rowe,** comisario y director ejecutivo de **Exelon Corp**., que opera 17 centrales nucleares. "*Una de las cosas que hace que sea tan difícil encontrar un sitio temporal es que la gente tiene miedo de que no haya otro sitio permanente*", dijo, refiriéndose a "*50 años de promesas incumplidas*" sobre el almacenamiento de residuos nucleares.

Los desechos nucleares de Estados Unidos están actualmente almacenados en sitios en los 104 reactores del país, pero las preocupaciones acerca de la seguridad ponen énfasis en la dispersión de esos sitios de almacenaje en todo el país. Las instalaciones de almacenamiento temporal podrían iniciarse en pequeña escala sólo para almacenar el combustible procedente del desplazamiento de nueve plantas, según **Richard Meserve,** miembro del comité y antiguo miembro del **US Nuclear Regulatory Commission**. Por último, la capacidad de almacenamiento debe crecer para poder tener más residuos.

La industria nuclear americana, que sigue siendo la más grande del mundo, lucha con el problema de la eliminación de los residuos desde la primera central que fue construida en 1950. Estados Unidos tiene cerca de 65.000 toneladas de combustible nuclear usado en 75 sitios de almacenaje en 33 estados, según un informe del **Government Accountability Office**.

[14] The New York Times, "*Fukushima Disaster Deepens U.S. Turmoil Over Nuclear Waste Storage*", (16/5)



<u>Análisis IV</u>: Brasil, vuelta al punto de partida en la discusión nuclear

El debate sobra la energía nuclear en **Brasil** recuerda a una senoide, curva bastante familiar para los matemáticos, físicos e ingenieros, con miras a la persistente característica de, cíclicamente, retornar al punto de inicio de las discusiones. Cuando todo parecía hacer creer que la percepción de la importancia de la energía nuclear en el país estaba consolidada entre los agentes del sector eléctrico y la sociedad brasileña, he ahí que el desastre japonés hacer retornar al punto de partida la discusión de ese asunto.

La usina nuclear **Angra I** quedó solitaria por años como único ejemplo tangible del ambicioso programa nuclear brasileño iniciado con mucha pompa y pocos resultados en la

década del 70. Después de muchos años entro en operación la usina nuclear **Angra II.** Son los dos únicos ejemplos concretos de usinas nucleares que tiene Brasil, en efectiva operación comercial.

En 2010, después de décadas de paralización y los costos acumulados con mantenimiento de equipamientos y obras estructurales interrumpidas, se tomó la decisión de reiniciar las obras de la usina **Angra III**. Es la única iniciativa nuclear previsto en el actual **Plan Decenal de Expansión de Energía,** el PDE 2010-2019, con 1405 MW instalados y operación prevista para 2015. Según **Empresa Pesquisa Energética (EPE)**, hay estudios adicionales en marcha para la expansión más acelerada de usinas nucleares en el país, no incluidas en esa última versión del PDE. Sin embargo podemos prever un futuro bastante incierto para la viabilización de esos nuevos proyectos.

Existen riesgos de transformar un debate técnico sobre las alternativas más factibles de expansión de la oferta de energía, que incluyen las usinas nucleares en un debate ideológico. Algunas certezas existen en la planificación energética brasileña: (1) el país tiene perspectivas de altas tasas de crecimiento económico y de consumo de energía para la próxima década que exigirán capacidad instalada creciente de generación; (2) las restricciones ambientales a las nuevas iniciativas hidroeléctricas llevan a la construcción de usinas a hilo d´agua, sin regularización plurianual; (3) la disminución de la capacidad de regularización plurianual induce a la necesidad de mayor participación de usinas termoeléctricas en la matriz energética; (4) las tan habladas y citadas fuentes alternativas, por más inversiones e incentivos que reciban y merezcan, no será capaces de, aisladamente, suplir todo el crecimiento del mercado previsto; (5) líneas de transmisión caras, ambientalmente restrictivas y de larga distancia, cada vez más serán necesarias para el desagüe de los grandes potenciales hidroeléctricos que se sitúan en la región amazónica. En ese contexto, la opción termoeléctrica asume el rol estratégico en la expansión de la oferta de energía del país, por que permiten su construcción más próxima de los grandes centros de consumo y que puedan ser accionadas en situación de restricción hidrológica.

De entre las opciones existentes para las fuentes termoeléctricas: el carbón y el combustible crudo son altamente contaminantes y han sido pospuestos, correctamente, en las últimas licitaciones promovidas por el gobierno. Restan las alternativas que utilizan el gas natural y la nuclear. El gas natural deberá ser abundante en Brasil con el pre-sal y se constituirá en una importante fuente energética para la expansión de la oferta. La otra alternativa factible, para la expansión termoeléctrica en el país, son las usinas nucleares. Los países desarrollados y en desarrollo utilizan con éxito y en amplia escala la opción nuclear, pues no poseen el potencial hidroeléctrico que hay en Brasil.

Consideraciones de la energía nuclear en Brasil

En Brasil, los políticos no han mostrado sensibilidad para volver a ver posiciones equivocadas. El día siguiente al accidente de Fukushima, el ministro de Minas y Energía declaró que *"las usinas de Angra son un 100% seguras y el plan para construir otras no será revisado*". Angra está cerca de los centros más densamente poblados e industrializados de Brasil. Un accidente nuclear allí provocaría pérdidas humanas y paralizaría gran parte de la economía, como está aconteciendo en el Japón post-Fukushima. No es necesario correr ese riesgo. A pesar de las conocidas cuestiones ambientales, la alternativa más racional para expandirse el

sistema eléctrico es aprovechar el potencial hidráulico, en combinación con los parques eólicos y con biomasa, complementados por térmicas flexibles.

De acuerdo con **Empresa de Pesquisa Energética (EPE),** el potencial hidroeléctrico brasileño es de 267,8 GW, de los cuales 188,5 GW no están en aprovechamiento, ahí incluido el potencial de las pequeñas hidroeléctricas, que es de 17,5 GW. La región norte (esencialmente Amazonia) detenta un 65% del potencial no aprovechado. Si, por motivos de carácter social y ambiental, los planes de expansión del sistema eléctrico son replanteado, limitándose en un 80% del potencial a aprovecha en Amazonia, y si las hidroeléctricas amazónicas que son proyectadas para inundar 0,3 km2/MW, el área inundada por las reservas será de aproximadamente 27 mil km2, incluyendo el área ya ocupada por los ríos en las estaciones lluviosas. Eso equivale a un 0,5% del área de la región- una alteración perfectamente asimilable por la naturaleza.

Es indispensable que se haga un inventario de los aprovechamientos hidráulicos y eólicos, ordenándolos por mérito económico, social y ambiental; y que se institucionalice un proceso decisivo sometido a control público, para organizar la secuencia de las usinas a ser construidas y descartar las que presenten problemas insuperables. Mediante un política energética que respete el mérito de los proyectos, las empresas públicas y el empresariado del sector de generación eléctrica deberán transformarse en los mayores defensores del ecosistema amazónico, pues las alteraciones causadas por deforestaciones comprometerán el flujo de los ríos, dejando inviable las propias hidroeléctricas.

Según un reporte hecho por **el Centro de Investigaciones de Energía Eléctrica** de **Eletrobrás**, en conjunto con las firmas **Camargo-Schubert** y **True Windows Solutions** hace diez años, el potencial eólico brasileño para vientos con velocidad media superior a 7 m/s es de 143,47 GW. En razón de la evolución tecnológica, como la mayor altura de las torres de los aerogeneradores, y del avance en las mediciones de inventario, hay indicaciones de que ese potencial podrá duplicarse.

La interconexión de los sistemas hidroeléctricos y eólicos permitirá que parte de la energía generada en los parques eólicos sea acumulada en la forma de agua en las reservas hidroeléctricas –de modo semejante a las mallas eólicas de algunos países europeos, en las cuáles la energía eólica permite que se economice gas natural o combustible crudo. Ese sistema hidro-eólico podrá operar en sinergia con usinas termoeléctrica a biomasa, pues la flota automotor brasileña es en gran medida alimentada con etanol, forzando a la producción de *bagaço* en escala suficiente para alimentar termoeléctricas de pequeño porte, totalizando una capacidad del orden de los 15 GW a partir de 2012, según **Unica**.

Por lo tanto, el sistema interconectado hidro-eólico-térmico tendría una capacidad global de 425 GW. Como reserva de seguridad, ese sistema tendría un pequeño parque de usinas a gas, flexibles, que solamente operarían en periodos hidro-eólicos críticos. Esa solución tiene costos de inversión inicial significativamente inferiores a los de las alternativas nuclear equivalente, sin exigir los costos y cuidados de las generaciones futuras, por siglos, para el combustible nuclear irradiado, de cerca de 1 mil toneladas por reactor. Por otro lado, según el IBGE, la población brasileña deberá estabilizarse en 215 millones de habitantes alrededor del año 2.050, de modo que de ahí en adelante el referido sistema integrado podrá ofrecer continuamente cerca de 8.650 kWh firmes por habitante por año, superior a muchos países con alta calidad de vida. Con eso, Brasil sería el primer gran país en tener un sistema eléctrico de hecho sustentable, económico y socio-ambientalmente.

Enfoque: Eficiencia de las centrales de ciclo combinado a gas

En los últimos 20 años las turbinas de gas se configuraron como unidades de ciclo combinado de generación de energía, particularmente en los mercados de electricidad liberalizados. Esta popularidad se ha visto impulsada por una serie de factores, entre ellos, el relativo ajo costo del gas natural durante al menos una parte de este período, el bajo costo de las turbinas de gas y la velocidad con que las centrales térmicas con estas turbinas pueden instalarse. Otro de los atractivos de la central térmica de ciclo combinado es la eficiencia en la conversión de energía. Una moderna planta puede acercarse a 60% del combustible con eficiencia de conversión de electricidad, mientras que las mejores centrales a carbón sólo alcanzarán alrededor de 47% de eficiencia.

Durante la última década las emisiones de dióxido de carbono se convirtieron en un factor en la ecuación; las turbinas a gas emiten menos dióxido de carbono a la atmósfera por unidad de electricidad que las centrales a carbón, por lo que esto puede ayudar a los gobiernos y a las *utilities* a cumplir con los requisitos de emisiones más estrictas.

Durante ese mismo período, el mercado de generación de energía ha visto una significativa consolidación y esto afectó a los fabricantes de turbinas a gas. Grandes nombres como **Westinghouse** y **ABB** desaparecieron de los grandes mercados de turbinas a gas y hoy las únicas empresas que fabrican turbinas a gas en el rango de 200-400 MW son **GE, Alstom, Siemens, Ansaldo Energia** y **Mitsubishi Heavy Industries (MHI).** Mientras tanto, los fabricantes de aeroderivativos como **Rolls-Royce, Pratt & Whitney**, así como GE, se concentran en las turbinas pequeñas y medianas (2-60 MW) junto con empresas como **Kawasaki Heavy Industries** y **Solar Turbines**.

El diseño de las turbinas a gas avanzó enormemente en los últimos 20 años y continúa el progreso. En el pasado reciente, el objetivo principal del desarrollo de las turbinas a gas era una mayor eficiencia. Alrededor de los años 90, la eficiencia típica del ciclo combinado fue del 50%. En 2010, las mejores instalaciones estaban por encima del 59%.

La eficiencia sigue siendo importante para todos los fabricantes, pero no hubo un cambio importante hacia productos que puedan operar con mayor flexibilidad en el seguimiento de la carga y los roles de apoyo de la red. Mientras que antes las plantas de ciclo combinado se contemplaban como plantas *baseload*, ahora su rol es igualmente probable que sea para servicio intermedio y prestación de servicios auxiliares.

Una parte importante de este cambio se debe a la creciente importancia de la capacidad de producción renovable variable como la energía eólica y solar a las redes alrededor del mundo. En una proporción creciente, y los fabricantes de turbinas esperan que estas tecnologías puedan contribuir del 20 al 30% de la capacidad de la red en Europa para el año 2020, lo que la central de ciclo combinado, junto con el almacenamiento de energía y la energía hidroeléctrica, se requerirá para proporcionar el respaldo principal para esta capacidad intermitente.

La eficiencia y la flexibilidad no son complementarias. Con el fin de obtener la flexibilidad que se requiere para este tipo de servicios, alguna eficiencia debe ser sacrificada. Los principales fabricantes están respondiendo a esta oferta complementarias con líneas de turbinas de gas más fuertes, un con mayor eficiencia y que ofrezca más flexibilidad. Aun así, la alta eficacia sigue siendo el equivalente a la carrera espacial dentro del mundo de las turbinas a gas, aunque uno donde las ganancias son cada vez más difícil de encontrar.

Durante la última década un objetivo importante para todos los grandes fabricantes de turbinas a gas ha sido lograr el 60% de la eficiencia en una central de ciclo combinado de condiciones (ISO) *standard*. Aunque varios han llegado cerca, ese objetivo aún no se ha logrado. La eficiencia es importante, ya que afecta tanto a los costos de operación y las emisiones de carbono, los cuales son muy importantes para los operadores de las centrales en la actualidad. El logro de alta eficiencia requiere de la optimización a través de toda la planta, incluyendo la turbina de gas, el **heat recovery steam generator (HRSG)** y la turbina de vapor. Entre estos tres, sin embargo, el rendimiento de la turbina de gas parece ser clave para impulsar la eficiencia a 60% y más allá.

Una turbina de gas se compone de tres componentes principales, un compresor, una cámara de combustión y una turbina de expansión integrada en una sola unidad. La eficiencia termodinámica de esta unidad depende de la presión y el descenso de la temperatura para trabajo de gas, aire, a partir de la entrada de la salida del *stage* de la turbina. El aumento de uno o ambas pueden ser utilizados para aumentar la eficiencia. Para ello, los tres componentes desempeñan una parte.

La optimización del diseño del compresor puede ser utilizado para proporcionar una mayor presión en la entrada de la turbina y esto está siendo explotado en los diseños de alta eficiencia. Por lo tanto GE aumentó el ratio de presión en sus turbinas a gas en su **H system turbine** a 23:1, con el objetivo de eficiencia del 60%. El mismo ratio de presión es usado por **MHI** en sus **J-series**, logrando una eficiencia por encima del 61%.

EnerDossier ofrece servicios de consultoría y asesoramiento sobre sectores estratégicos de la economía global a empresas privadas, organismos públicos y ONGs. Quienes leen semanalmente los informes de EnerDossier conocen los enfoques high-quality sobre temas del sector energético.
Si desea mayor información escribir a hernan.pacheco@enerdossier.com