

DANIELA AGUILAR

MILTON FERNANDO MONTOYA

*Consideraciones sobre política energética nuclear  
después de Fukushima y el plan de transición alemán*

Introducción. I. La industria nuclear como fuente de producción de electricidad. II. La industria nuclear en el siglo XXI. III. El renacer de la industria energética nuclear. IV. Consideraciones finales

## RESUMEN

El desarrollo de la energía nuclear ha experimentado periodos de auge y estancamiento debido a la influencia de factores de la más diversa índole, como las variaciones en los precios de las fuentes primarias de producción de electricidad, la disponibilidad de estas fuentes, el desarrollo y estímulo de fuentes alternativas de producción, el crecimiento económico, la desconfianza derivada de los accidentes de la industria y criterios ligados a decisiones de política energética como la seguridad del suministro, la dependencia y la confiabilidad.

Se ha pensado que a partir del accidente de Fukushima se abre otro interrogante en relación con el futuro de la energía nuclear, y más aún por las expectativas de desarrollo de las fuentes renovables de energía. No obstante, la realidad de muchos países que satisfacen buena parte de su demanda a partir de energía nuclear no permite concluir que estemos frente a un nuevo escenario generalizado en el que la energía nuclear pasa a un segundo plano, dejando de ser representativa y necesaria en algunos de los mercados eléctricos. La experiencia de Alemania, que mediante un giro de 180 grados en su política energética ha decidido liderar el proceso de sustitución “energía nuclear–energías renovables”, marcará la pauta para todos aquellos países que, finalmente, decidan seguir este proceso.

Palabras claves: energía nuclear, política energética, energías renovables, seguridad nuclear.



En septiembre del año 2010, el gobierno alemán decidió prorrogar la vida útil de 17 plantas nucleares, en promedio 12 años adicionales, es decir, hasta el año 2030 aproximadamente. Para justificar esta decisión, la canciller ANGELA MERKEL argumentó que Alemania no se podía permitir deshacerse de la energía nuclear –tal y como estaba planeado– porque la energía renovable disponible en aquel momento no era suficiente para llenar el vacío que una decisión de esta naturaleza dejaría<sup>1</sup>.

En el mismo sentido, en diciembre de 2009, el gobierno español aprobó una reforma legal para que las centrales nucleares operen más de 40 años, decisión contraria al criterio del presidente del Gobierno, opositor a esta fuente de producción y que, inicialmente, había limitado la vida de estas centrales a 40 años<sup>2</sup>.

Por su parte, el anterior comisario de Energía de la Comisión Europea, ANDRIS PIEBALGS, reiteradamente defendió públicamente la energía nuclear, al argumentar, entre otros, que ésta era una fuente de electricidad económicamente factible y competitiva, que contribuía a la seguridad del suministro, a la competitividad y a la lucha contra el cambio climático<sup>3</sup>.

Estas declaraciones, relativamente recientes, contrastan con la intención pública de algunos gobiernos de revisar sus planes de desarrollo nuclear, teniendo en cuenta las graves consecuencias del maremoto que afectó la infraestructura de la central nuclear de Fukushima Daiichi en la costa noreste de Japón<sup>4</sup>.

---

1 Vid. JUDY DEMPSEY. “Germany Extends Nuclear Plants’ Life”, en la versión en línea del periódico *The New York Times* el 6 de septiembre de 2010 y disponible en [[www.nytimes.com/2010/09/07/world/europe/07nuclear.html](http://www.nytimes.com/2010/09/07/world/europe/07nuclear.html)]. Der Spiegel. “German Parliament Extends Nuclear Plant Lifespans”, en la versión en línea de la revista *Der Spiegel* el 28 de septiembre de 2010 y disponible en [[www.spiegel.de/international/germany/0,1518,725964,00.html](http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,725964,00.html)].

2 Vid. R. MÉNDEZ y F. GAREA. “Zapatero culmina su viraje nuclear y acepta prolongar las centrales”, en la versión en línea del periódico *El País* el 16 de febrero de 2011 y disponible en [[www.elpais.com/articulo/sociedad/Zapatero/culmina/viraje/nuclear/acepta/prolongar/centrales/elpepusoc/20110216elpepusoc\\_4/Tes](http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Zapatero/culmina/viraje/nuclear/acepta/prolongar/centrales/elpepusoc/20110216elpepusoc_4/Tes)].

3 Vid. Energía Diario; “Piebalgs considera la nuclear como parte imprescindible del mix energético del futuro”, declaraciones expuestas por el Comisario Europeo de Energía en una conferencia organizada por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) en Madrid, el 27 de noviembre de 2009. Disponible en [[www.energiadiario.com/publicacion/spip.php?article12506](http://www.energiadiario.com/publicacion/spip.php?article12506)].

4 El 11 de marzo de 2011, a las 2:46 minutos de la tarde (hora local), se presentó un terremoto de magnitud 9.0 en la escala de Richter, cerca de la costa este de Honshu, en Japón, que desencadenó un tsunami de olas de más de diez metros de altura y que afectó la infraestructura y funcionamiento de la central Fukushima Daiichi. Esta central, localizada en la ciudad de Okuma, en el Distrito Futaba de la prefectura de Fukushima, era una de las 25 centrales nucleares más importantes del mundo, conformada por seis reactores nucleares con una potencia neta de 760 MWe, operada por su propietaria-

En efecto, días después del accidente en Fukushima, el gobierno alemán declaró una moratoria en su parque de generación nuclear que, a la fecha, ha derivado en el cierre provisional de ocho centrales nucleares, siete de las cuales están en funcionamiento desde antes de 1980 (AKW Neckarwest y Philippsburg, ubicadas en Baden–Württemberg; Biblis A y Biblis B, en Hessen; Isar–1, en Bavaria; Unterweser, en Niedersachsen; y Brunsbüttel, en Schleswig–Holstein) y la central nuclear de Krümmel, que venía presentando inconvenientes técnicos<sup>5</sup>.

Esta decisión responde a la intención del país de alejarse de la energía nuclear lo más rápido posible y enfocarse en la transición a las energías renovables<sup>6</sup>. Con fundamento en esta política, el gobierno actual se ha planteado el cierre total del parque de generación nuclear en los próximos diez años<sup>7</sup>, aunque el ministro de Economía alemán ha advertido que este proceso de transición les costará a los consumidores alemanes entre uno y dos billones de euros al año<sup>8</sup>.

ria, la Tokyo Electric Power Company (TEPCO) y que había iniciado su operación comercial en abril de 1978. Dos meses después del terremoto y maremoto, el gobierno japonés declaró que el accidente en la central nuclear de Fukushima (en particular, en relación con los reactores 1, 2 y 3 de la central) correspondía a un accidente de la máxima gravedad, clasificado como nivel 7 de riesgo según la Escala Internacional de Accidentes Nucleares (International Nuclear Event Scale [INES]). *Vid.* UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. “Earthquake Details”, en [<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/us0001xgp>]; INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Nuclear Power Reactor Details – Fukushima Daiichi–3”, disponible en [[www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.prdet.htm?country=Jp&site=FUKUSHIMA-DAIICHI&units=&refno=10&link=HOT&sort=&sortlong=](http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.prdet.htm?country=Jp&site=FUKUSHIMA-DAIICHI&units=&refno=10&link=HOT&sort=&sortlong=)]; STAFF REPORT INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Fukushima Nuclear Accident Update Log”, disponible en [[www.iaea.org/newscenter/news/tsunamiupdate01.html](http://www.iaea.org/newscenter/news/tsunamiupdate01.html)].

5 Este cierre obedece al sometimiento de estas plantas a pruebas de seguridad y, a su vez, hace parte de un programa integral de revisión de la industria nuclear que incluye la publicación de un informe especializado sobre el futuro de esta industria en Alemania. Este informe será presentado a finales de mayo de 2011 y uno de sus borradores preliminares recomienda que en el país, para el año 2021, se haya prescindido totalmente de la energía nuclear. *Vid.* JAMES KANTER y JUDY DEMPSEY. “Germany Shuts 7 Plants as Europe Plans Safety Tests”, en la versión en línea del periódico *The New York Times* el 15 de marzo de 2011 y disponible en [[www.nytimes.com/2011/03/16/business/global/16euronuke.html](http://www.nytimes.com/2011/03/16/business/global/16euronuke.html)]. *Vid.* MICHAEL SCOTT MOORE. “A Reliable Energy Supply Without Nuclear Power”, en la versión en línea de la revista *Der Spiegel* el 12 de mayo de 2011 y disponible en [[www.spiegel.de/international/germany/0,1518,762150,00.html](http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,762150,00.html)].

6 En el 2010, las energías renovables produjeron en Alemania más de 100 TWh de electricidad, aproximadamente el 17% del suministro. Asimismo, debe destacarse que la energía eólica cubre el 7% del consumo eléctrico, gracias a las 21,585 turbinas que estaban instaladas en el 2010 y que sumaban una capacidad de producción de 27,204 MW. *Vid.* FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY. *Renewable Energy Sources 2010*, informe publicado por el Ministerio federal de Ambiente, Conservación y Seguridad Nuclear, en marzo de 2010, Alemania, pp. 8 y 9. Disponible en [[www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/.application/pdf/.application/pdf/ee\\_in\\_zahlen\\_2010\\_en\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/.application/pdf/ee_in_zahlen_2010_en_bf.pdf)].

7 En relación con los resultados de este proceso revisionista en Alemania, *vid. infra*, apartado IV.

8 *Vid.* MATHIAS BÖLINGER y SONJA DIEHN. “Actual Cost Elusive in German Nuclear Phase–Out”, en

Por su parte, el gobierno de España ha decidido clausurar de manera definitiva la central nuclear de Santa María de Garoña, que operará hasta el 6 de julio de 2013, zanjando así la discusión generada en relación con la extensión de la vida útil de esta central<sup>9</sup>. Después del accidente de Fukushima, el gobierno ha reiterado la necesidad de fomentar el desarrollo de las energías renovables, pensando en un cierre progresivo de las centrales nucleares ante la imposibilidad de reemplazar de inmediato el 20% de la energía que suministran estas centrales al sistema.

En este sentido, con fundamento las decisiones recientes del actual gobierno, puede pensarse que la política energética española apunta a un escenario, para el año 2030, en el que la cobertura de la demanda se apoye en un 50% en tecnologías renovables y se ejecute un plan progresivo de clausura de las centrales nucleares existentes, en el que la vida útil de éstas se limita a 40 años<sup>10</sup>.

Las autoridades comunitarias, por su parte, no han sido ajenas a este proceso “revisionista”, y en consecuencia se ha tomado la decisión de revisar la seguridad de todas las centrales nucleares de la Unión Europea, a través de evaluaciones en cada central, centrada en sus condiciones de seguridad y riesgos (*stress tests*)<sup>11</sup>.

línea en la página de *Deutsche Welle* el 21 de abril de 2011 y disponible en [[www.dw-world.de/dw/article/0,,15022747,00.html](http://www.dw-world.de/dw/article/0,,15022747,00.html)]. Ahora bien: los ciudadanos alemanes convergen en la necesaria transformación de la industria energética. De esta manera, en una encuesta reciente, el 64% de los encuestados apoya el cierre total de las centrales nucleares para el año 2020, el 66% permitiría el aumento de los precios y la construcción de nuevas líneas de transmisión cerca de sus viviendas (se estima que para cumplir con los planes de expansión de las energías renovables, son necesarios 3.600 kilómetros de nuevas líneas) y el 48% de los encuestados está dispuesto a pagar hasta 40 euros más al año en su factura si este fuese el costo del “apagón nuclear”. Vid. “Grosse Mehrheit Gegen Import Von Atomstrom”, en la edición en línea de la revista *Focus*, el 7 de abril de 2011 y disponible en [[www.focus.de/finanzen/news/umfrage-grosse-mehrheit-gegen-import-von-atomstrom\\_aid\\_616038.html](http://www.focus.de/finanzen/news/umfrage-grosse-mehrheit-gegen-import-von-atomstrom_aid_616038.html)].

- 9 Central que comenzó a operar en el sistema eléctrico español el 30 de octubre de 1970 y que tiene una potencia eléctrica de 466 MW. Vid. Información sobre la Central de Santa María de Garoña publicada en la página web del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y disponible en [[www.csn.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=45&Itemid=81&lang=es](http://www.csn.es/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=81&lang=es)].
- 10 Vid. Price Waterhouse Coopers. “El modelo eléctrico español en 2030: escenarios y alternativas”, informe publicado por Price Waterhouse Coopers, España, 2010, p. 41. Disponible en [[http://kc3.pwc.es/local/es/kc3/publicaciones.nsf/V1/3153D33191ADF036C1257759002EB202/\\$FILE/Informe%20El%20modelo%20electrico%20oespa%20C3%B101%20en%202030\\_final.pdf](http://kc3.pwc.es/local/es/kc3/publicaciones.nsf/V1/3153D33191ADF036C1257759002EB202/$FILE/Informe%20El%20modelo%20electrico%20oespa%20C3%B101%20en%202030_final.pdf)]. Otros escenarios energéticos que se plantean en este informe son los siguientes: la cobertura de la demanda con un 50% de energías renovables pero una extensión de 60 años de la vida útil de las centrales nucleares, escenario también bastante probable. Una posibilidad más es la cobertura de la demanda con un 30% de energías renovables y la prórroga de la vida útil de las centrales nucleares existentes hasta 60 años o, además, la construcción de hasta tres centrales nucleares nuevas de 1.500 MW. Vid. ídem.
- 11 GÜNTHER OETTINGER, actual comisario de Energía de la Unión Europea, perteneciente al partido de la canciller alemana (CDU), era un conocido defensor de la energía nuclear que, incluso, había declarado recientemente, antes del accidente de Fukushima, que tenía que ser posible la construcción de una

Estas evaluaciones se deberán llevar a cabo conforme a estándares propuestos por la Asociación Europeo–Occidental de Reguladores Nucleares<sup>12</sup> y aprobados por la Comisión Europea y por el Grupo de Reguladores Europeos en Seguridad Nuclear (ENSREG<sup>13</sup>).

Los resultados de estas pruebas serán enviadas por los reguladores nacionales a la Comisión, quien presentará un informe interno al Consejo Europeo, en diciembre de 2011, sobre los resultados obtenidos. Por su parte, los estados miembros serán responsables de implementar los correctivos derivados de la ejecución de las evaluaciones y, asimismo, estas servirán de fundamento para que la Comisión Europea presente en 2012 una propuesta de una nueva normativa comunitaria en materia de seguridad nuclear<sup>14</sup>.

## I. LA INDUSTRIA NUCLEAR COMO FUENTE DE PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

El uso de la energía nuclear como fuente de producción de electricidad tiene sus orígenes a partir de 1950, como consecuencia de las investigaciones orientadas en la búsqueda de usos pacíficos de esta energía, teniendo en cuenta que, en un principio, la mayoría de los esfuerzos científicos se habían dirigido a sus posibles aplicaciones en el campo militar, en particular, en la creación de armamento para ser utilizado en la segunda guerra mundial<sup>15</sup>.

nueva generación de plantas nucleares. No obstante, después del accidente en Japón, ha anunciado públicamente el replanteamiento de su posición al afirmar que “si los japoneses no pueden dominar esta tecnología, entonces esta oculta riesgos que antes no veía”. *Cfr.* FRANK DOHMEN y CHRISTOPH SCHULT. “Fukushima Has Made me Start to Doubt”, en la edición en línea de la revista *Der Spiegel*, el 4 de abril de 2011, p. 1. Disponible en [[www.spiegel.de/international/europe/0,1518,754888-2,00.html](http://www.spiegel.de/international/europe/0,1518,754888-2,00.html)].

12 Western European Nuclear Regulators Association (WENRA). En el momento de elaboración del presente trabajo, este organismo ya había formulado una propuesta en la que se definían los criterios de evaluación de estas pruebas de seguridad. *Vid.* WENRA TASK FORCE. “Stress Test Specifications”, documento del 21 de abril de 2010 y disponible en [[www.wenra.org/dynamaster/file\\_archive/110421/0eazc97b35d658d73d1013f765e0c87d/STressTestsSpecifications2011-04-21.pdf](http://www.wenra.org/dynamaster/file_archive/110421/0eazc97b35d658d73d1013f765e0c87d/STressTestsSpecifications2011-04-21.pdf)].

13 European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG).

14 *Vid.* COMISIÓN EUROPEA. “Nuclear Stress Tests”, memo/11/286, publicado el 11 de mayo de 2011 en Bruselas y disponible en [<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/11/286&format=HTML&aged=0&language=en&guiLanguage=en>].

15 A partir de 1939, Estados Unidos lideró un programa científico para el desarrollo de armamento nuclear, denominado “The Manhattan Project” y que culminó con el bombardeo sobre Hiroshima y Nagasaki. Este programa fue uno de los antecedentes de la creación del Departamento de Energía de los Estados Unidos. *Vid.* F. G. GOSLING. *The Manhattan Project: Making the Atomic Bomb*, United States Department of Energy, Oak Ridge, 1999, pp. 3 y ss. Disponible en [[www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/303853-qiXorQ/webviewable/303853.pdf](http://www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/303853-qiXorQ/webviewable/303853.pdf)].

En este orden de ideas, los países pioneros en el uso de la energía nuclear como fuente de producción de electricidad fueron Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Canadá y Rusia. Es en estos países donde encontramos las primeras experiencias exitosas de producción de electricidad con fundamento en esta tecnología, entre las que destacamos las siguientes:

– La primera planta de energía nuclear en el mundo, entró en operación el 26 de junio de 1954 en Obninsk, antigua Unión Soviética<sup>16</sup>.

– El primer reactor nuclear conectado a la red eléctrica estaba localizado en Calder Hall en el Reino Unido, operación que fue llevada a cabo en 1956<sup>17</sup>.

– En Estados Unidos la primera planta comercial de energía nuclear estaba localizada en Shippingport (Pensylvania). Esta planta fue conectada a la red en diciembre de 1957<sup>18</sup>.

– La primera central nuclear de Francia se construyó en 1956<sup>19</sup>.

A partir de las experiencias exitosas en la generación de electricidad con fundamento en la tecnología nuclear, la instalación de este tipo de plantas con fines comerciales tuvo su desarrollo a partir de 1960 y experimentó un crecimiento notable en la década de los setenta y ochenta como una estrategia de política energética destinada a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles.

En efecto, la llamada “crisis del petróleo” de la década de los setenta puso en evidencia una delicada situación de dependencia de los países occidentales (importadores de petróleo, grandes consumidores y carentes de fuentes energéticas propias) que derivó en el replanteamiento de su política energética al considerar necesaria la diversificación de sus fuentes de producción de electricidad<sup>20</sup>. Esta estrategia de diversificación, favoreció la planificación y construcción de centrales nucleares, como principal mecanismo de producción autónomo y ajeno a las fluctuaciones de los mercados internacionales.

16 Vid. D. BLOKHINTSEV y A. K. KRASIN. “Building and Operation of the First Atomic Power Station: Some Problems and Solutions Recalled”, en *IAEA Bulletin*, vol. 16, entrega 3, Viena, 1974, p. 7. Disponible en [[www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull163/16304700712.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull163/16304700712.pdf)].

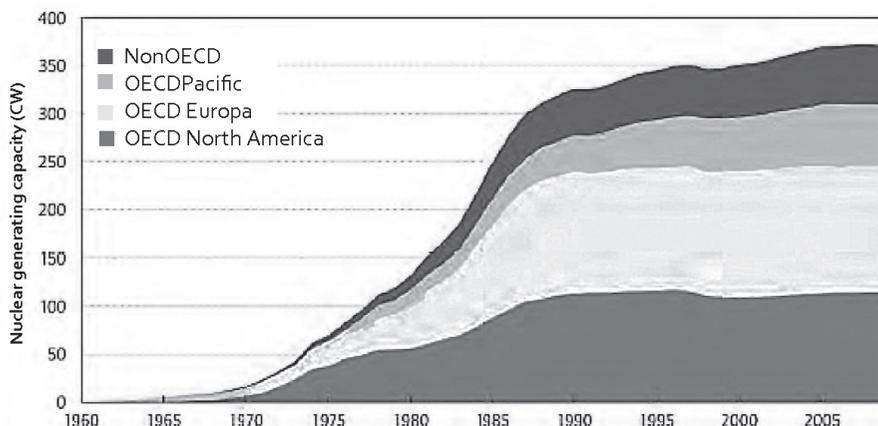
17 Vid. ROBIN COWAN. “Nuclear Power Reactors: A Study in Technological Lock-in”, en *The Journal of Economic History*, vol. 50, n.º 3, Cambridge University Press, septiembre de 1990, p. 548. Disponible en [[http://dimetic.dime-eu.org/dimetic\\_files/cowan1990.pdf](http://dimetic.dime-eu.org/dimetic_files/cowan1990.pdf)].

18 Ídem.

19 Vid. MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES ET EUROPÉENES. *La energía nuclear en Francia*, París, Ministerio de Asuntos Exteriores y Europeos, 2007, p. 1. Documento disponible en [[www.rpfFrance.eu/IMG/pdf/energia\\_nuclear-2.pdf](http://www.rpfFrance.eu/IMG/pdf/energia_nuclear-2.pdf)].

20 Es necesario tener presente que en la década de los setenta el petróleo era el segundo insumo más utilizado para la producción de electricidad después del carbón.

La siguiente gráfica ilustra la expansión de la industria energética nuclear mencionada antes<sup>21</sup>:



Ahora bien: el crecimiento de la industria energética nuclear experimentó un notable estancamiento a partir de la década de los noventa (especialmente en Europa y Estados Unidos), a raíz de factores como las preocupaciones que en materia de seguridad nuclear despertaron los accidentes de Chernobyl y Three Mile Island<sup>22</sup>, el descenso en los precios de los combustibles fósiles, el aumento

21 Fuente: NUCLEAR ENERGY AGENCY (NEA), INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Technology Roadmap: Nuclear Energy*, documento editado por la NEA y por la IEA, Francia, junio de 2010, p. 9. Disponible en [[www.oecd-nea.org/ndd/reports/2010/nea6962-nuclear-roadmap.pdf](http://www.oecd-nea.org/ndd/reports/2010/nea6962-nuclear-roadmap.pdf)].

22 El 26 de abril de 1986 se produjo una explosión en el reactor cuatro RBMK de la Central Nuclear de Chernobyl, con capacidad de 925 MW, situado a 130 km al norte de Kiev, en la antigua Unión Soviética, actualmente territorio de Ucrania. La explosión tuvo su origen una prueba de seguridad cuyo objetivo era determinar si podía asegurarse la refrigeración del núcleo en caso de una pérdida de alimentación energética. Para estos efectos, se redujo la potencia del reactor cuatro de la central, a pesar del riesgo de que se generara inestabilidad en el reactor. Este experimento, atribuible a un fallo humano, acompañado de deficiencias en el diseño de la central, ocasionó una explosión y un incendio que destruyó el edificio del reactor, por lo que se emitieron grandes cantidades de radiación en la atmósfera. Este accidente, al igual que el de Fukushima, fue clasificado como categoría 7 (*major accident*) en la Escala Internacional de Accidentes Nucleares (INES). Vid. FORO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR DE ESPAÑA (Foro Nuclear). *Accidente Chernobyl Abril-1986*. Disponible en [[www.nuclenor.org/public/otros/ACCIDENTE\\_CHERNOBYL\\_26ABRIL1986.PDF](http://www.nuclenor.org/public/otros/ACCIDENTE_CHERNOBYL_26ABRIL1986.PDF)]. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *Feature Stories: Frequently Asked Chernobyl Questions*. Disponible en [[www.iaea.org/newscenter/features/chernobyl-15/cherno-faq.shtml](http://www.iaea.org/newscenter/features/chernobyl-15/cherno-faq.shtml)].

Por su parte, el accidente de Three Mile Island ocurrió el 28 de marzo de 1979, en la isla de Three Mile Island, cercana a Harrisburg, estado de Pensilvania, en Estados Unidos. Este accidente se originó en una fusión parcial del núcleo del reactor. Este accidente fue clasificado como categoría 5 (*accident*

en la disponibilidad de estos recursos en el mercado y los recurrentes sobrecostos en la construcción de nuevas centrales nucleares<sup>23</sup>.

La influencia de las mencionadas circunstancias frenó el desarrollo de nuevas infraestructuras nucleares hasta el 2000, año a partir del cual podemos identificar un nuevo periodo de expansión de la industria gracias a la construcción de nuevas centrales en países como China, Rusia, India y Corea del Sur.

En efecto, en el momento de elaboración del presente trabajo, China, con veintisiete reactores, lideraba el *ranking* de países que construyen nuevas instalaciones nucleares con la finalidad de generación de electricidad. Le siguen Rusia con once reactores, India y Corea del Sur con cinco, Bulgaria, Japón, Ucrania y Eslovaquia con dos y, finalmente, Argentina, Brasil, Finlandia, Francia, Irán y Estados Unidos con uno. Todos estos reactores, de manera conjunta, tienen una capacidad de generación de electricidad de 62,6 GW<sup>24</sup>.

## II. LA INDUSTRIA NUCLEAR EN EL SIGLO XXI

De acuerdo con las estadísticas del año 2010, en el mundo hay 443 reactores nucleares en operación, la mayoría de los cuales se encuentra en Estados Unidos, Francia, Japón, Rusia, Corea del Sur, India, Reino Unido, Canadá y Alemania<sup>25</sup>. La capacidad de producción de electricidad de estos reactores equivale a 374.697 MW, pero, en términos de porcentaje de la electricidad generada en todo el mundo, la energía nuclear representó el 14,03% del total en el año 2008, frente 67.15% de la energía térmica y el 17.66 % de las plantas hidroeléctricas<sup>26</sup>.

---

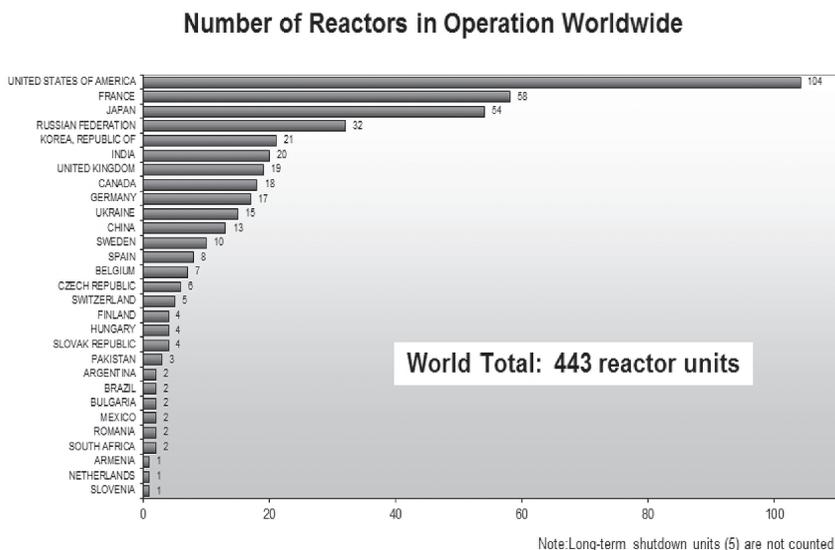
*with wider consequences*) en la Escala Internacional de Accidentes Nucleares (INES). Vid. FORO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR DE ESPAÑA (Foro Nuclear). *El accidente de Three Mile Island (Tmi-2)* Disponible en [www.nucleenor.org/public/otros/Dossier%20de%20TMI%20%20marzo04-Documentaci%F3n.pdf].

23 Vid. NUCLEAR ENERGY AGENCY (NEA), INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Technology Roadmap: Nuclear Energy*, cit., p. 9.

24 Vid. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Facts and Figures: Nuclear Power Reactors Under Construction Worldwide”, disponible en [www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.opercap.htm].

25 En Estados Unidos se encuentran la mayoría de reactores nucleares, donde hay 104 unidades. Le siguen Francia con 58, Japón con 54, Rusia con 32, Corea del Sur con 21, India con 20, Reino Unido con 19, Canadá con 18, Alemania con 17, Ucrania con 15, China con 13, Suecia con 10, España con 8, Bélgica con 7, Republica Checa con 6, Suiza con 5, Finlandia, Hungría y Eslovaquia con 4 reactores, Pakistán con 3, Argentina, Brasil, Bulgaria, México, Rumania y Suráfrica con 2 y Armenia, Holanda y Eslovenia con 1. Vid. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Facts and Figures: Nuclear Power Reactors Operating Worldwide”, disponible en [www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.oprconst.htm].

26 Vid. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *International Status and Prospects of Nuclear Power*, informe publicado por la IAEA (GOV/INF/2010/124GC(54)/INF/5), Viena, 2 de septiembre, 2010, p. 4. Documento disponible en [www.iaea.org/About/Policy/GC/GC54/GC54InfDocuments/English/gc54inf-5\_en.pdf].



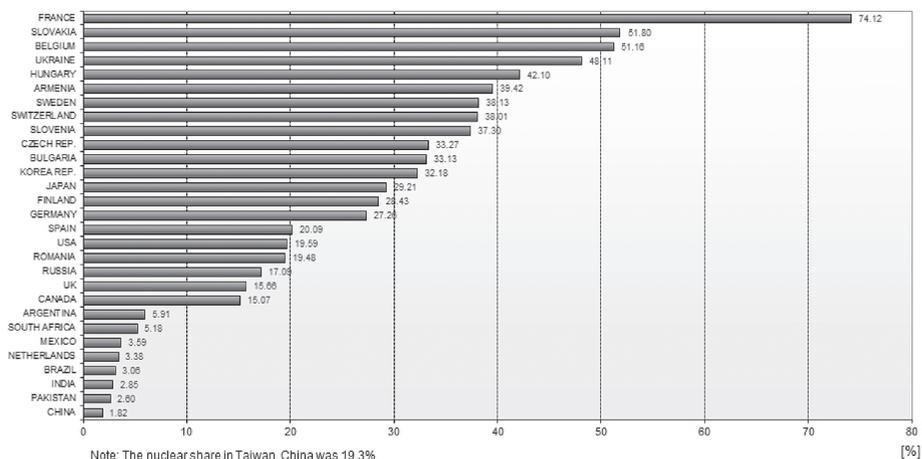
Ahora bien: los indicadores señalados deben valorarse teniendo en cuenta la representatividad de la energía nuclear en la producción eléctrica de cada país que cuenta con esta tecnología. Así las cosas, en la mayoría de los casos la energía nuclear representa entre el 15% y el 40% de la generación local, como sucede en Suecia, República Checa, Corea del Sur, Japón, Alemania, España, Estados Unidos, Rusia, Reino Unido, entre otros.

Por otra parte, encontramos el caso de países en donde la cuota de producción de energía nuclear es superior al 50%. En efecto, tal y como se muestra en la gráfica<sup>27</sup>, en Francia la energía nuclear representa el 74,12% de la producción total del país, en Eslovaquia el 51,81% y en Bélgica el 51,16%.

---

<sup>27</sup> Fuente: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Facts and Figures: Nuclear Share in Electricity Generation in 2010”, disponible en [www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.nucshare.htm].

### Nuclear Share in Electricity Generation in 2010



Como mencionamos en el apartado primero del presente trabajo, a partir del año 2000 la industria de la energía nuclear experimentó un nuevo desarrollo, motivado por factores como las mejoras en los sistemas de seguridad de las centrales y en su regulación, la reducción en los costos de construcción, las nuevas exigencias ambientales en materia de emisiones y el incremento en los precios del petróleo<sup>28</sup>.

En este orden de ideas, de los 33 reactores que estaban en construcción en el mundo a finales del 2007, se alcanzó una cifra, en agosto de 2010, de 60 reactores en construcción, los cuales suman una capacidad total de producción de 58.584 MW<sup>29</sup>.

28 Asimismo es necesario tener en cuenta como uno de los factores que favorecieron el renacer de la energía nuclear, el sostenido crecimiento de países (como China, India y Brasil) que aparecen como nuevos protagonistas del orden económico mundial y que encuentran en esta energía una fuente propia, confiable y segura de producción de electricidad. También debe tenerse en cuenta en este desarrollo la política energética de algunos países que han apostado firmemente por la energía nuclear como fuente de producción necesaria para abastecer su demanda como Francia, Rusia, Corea del Sur y China, país que además de los trece reactores nucleares que tiene en operación actualmente, está construyendo otros veintisiete, cincuenta adicionales están planeados y se ha propuesto la construcción de otros ciento diez reactores adicionales. Además, a pesar del accidente en Japón, las autoridades chinas no han manifestado expresamente el desmantelamiento o la reducción gradual del crecimiento de su programa energético nuclear; por el contrario, han manifestado que no cambiarán sus políticas de desarrollo y crecimiento de la energía nuclear. Vid. JUSTIN BERGMAN. "After Japan, Will China Scale Back Its Nuclear Ambitions?", en la edición en línea de la revista *Time* el 28 de marzo de 2011, disponible en [www.time.com/time/world/article/0,8599,2061368,00.html].

29 Vid. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). "International Status and Prospects...", cit., p. 4.

Vale la pena destacar que a partir del accidente en la central de Chernobyl el interés en la industria energética nuclear se había mantenido estancado, en particular en Europa, en donde a raíz de las consecuencias de esta accidente<sup>30</sup> se dejó de considerar esta energía una opción atractiva de política energética<sup>31</sup>.

### III. EL RENACER DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA NUCLEAR

Con fundamento en la dinámica expuesta, antes del accidente en la central nuclear de Fukushima I diversas autoridades públicas planteaban el resurgimiento de la industria energética nuclear como una alternativa real para tener en cuenta a la hora de resolver problemáticas propias del sector como la atención de la expansión de la demanda, el cumplimiento de las metas de emisiones propuestas, el contar con una fuente de producción propia (aspecto fundamental a la hora de resolver el problema de dependencia energética de muchos países desarrollados), estable —en términos de precios— y confiable desde el punto de vista de la continuidad del suministro<sup>32</sup>.

En este sentido, resaltamos las razones que expone el Ministerio de Asuntos Exteriores y Europeos de Francia a la hora de defender la energía nuclear como su principal fuente de producción de electricidad:

Varios son los motivos de la elección de la energía nuclear: garantiza la *independencia energética* del país (Francia importa menos del 50 % de sus recursos energéticos), aporta *protección medioambiental* (Francia es uno de los países europeos que emite menos gases con efecto invernadero) y tiene un *precio en el mercado competitivo y estable*<sup>33</sup>.

---

Documento disponible en [[www.iaea.org/About/Policy/GC/GC54/GC54InfDocuments/English/gc54inf-5\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC54/GC54InfDocuments/English/gc54inf-5_en.pdf)].

30 Como lo destaca el profesor CAMERON, buena parte del material radioactivo emitido a la atmósfera en el accidente de Chernobyl se propagó al occidente, alcanzado los países nórdicos, Alemania, Francia, Bélgica, Holanda, Reino Unido e Irlanda. Casi cinco millones de personas fueron expuestas a la radiación e, incluso, para el año 2006, aún se aplicaban medidas restrictivas en 3745 granjas del Reino Unido, relativas a limitaciones en el movimiento de ovejas, sacrificios y restricciones de venta. *Vid.* PETER CAMERON. “The Revival of Nuclear Power: An Analysis of Legal Implications”, en *Journal of Environmental Law*, vol. 17, Oxford University Press, 2007, p. 73. Disponible en [<http://jel.oxford-journals.org/content/19/1/71.full.pdf>].

31 Por ejemplo, a raíz del accidente de Chernobyl, en Italia se decidió, mediante referendo, la suspensión de la construcción de nuevas centrales y el desmantelamiento progresivo de las ya existentes. *Ibid.*, p. 74.

32 *Vid. supra*, página 1 del presente trabajo.

33 *Cfr.* MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES ET EUROPÉENES. *La energía nuclear en Francia*, cit., pp. 1 y 2. Documento disponible en [[www.rpfrance.eu/IMG/pdf/energie\\_nuclear-2.pdf](http://www.rpfrance.eu/IMG/pdf/energie_nuclear-2.pdf)].

Ahora bien: los opositores a esta fuente de producción eléctrica niegan rotundamente sus beneficios medioambientales, al destacar el inacabado problema de gestión de residuos radioactivos<sup>34</sup> y, naturalmente, los peligros inherentes asociados a su operación.

Así mismo, también se resaltan inconvenientes asociados a retrasos y sobrecostos de los procesos de construcción de las centrales, las dudas existentes en relación con la disponibilidad de reservas y explotación del uranio y, de manera conexas a la industria energética, los peligros derivados de la expansión de la industria nuclear, en particular fenómenos como la proliferación de armamento nuclear y su uso con fines terroristas<sup>35</sup>.

Así pues, estos contradictorios convergen en la defensa de las energías renovables como alternativa real a la energía nuclear abogando por el incremento en la inversión en este sector, resaltando su desarrollo tecnológico (que se traduce en una mejora en su rendimiento), llamando la atención sobre el potencial de crecimiento de esta industria (lo que la hace atractiva en términos de negocio) y, naturalmente, haciendo énfasis en su carácter sostenible desde la perspectiva ambiental<sup>36</sup>. De acuerdo con estos argumentos, de manera reiterada se ha insistido en el apoyo y estímulo por parte de los gobiernos, para el desarrollo de proyectos de energía renovable, entre los que se destacan, entre otros, proyectos solares, eólicos y de biomasa.

En este orden de ideas, debe tenerse presente que la Unión Europea ha diseñado un programa ambicioso de producción de electricidad con fundamento en energías renovables, con la expectativa de que para el año 2020 el 20% de la

34 Una de las principales dificultades de la industria nuclear a la hora de obtener una mayor aceptación por parte de los usuarios del servicio eléctrico es la gestión, transporte y tratamiento de los residuos radioactivos. En la operación de una planta nuclear se producen varios tipos de residuos radioactivos, desde objetos contaminados levemente por el contacto con material radioactivo hasta combustible altamente radioactivo. Todos los residuos se clasifican en objetos de alta, media y baja actividad. En España, los residuos de alta actividad se reunirán en un “Almacén Temporal Centralizado”, en donde se guardará el combustible gastado de las centrales nucleares y otros residuos de alta actividad, por un tiempo de 60 años mientras se adoptan soluciones definitivas de tratamiento de estos elementos. Este tipo de instalaciones ya operan en países como Holanda (Habog), Alemania (Ahaus y Gorleben), Francia (la Hague y Cascad), Japón (Rokkasho), Suiza (Zwilag), Suecia (Clab), Reino Unido (sellafield) y Rusia (Mayak y Krasnoyarsk). En este sentido, la tendencia actual en materia de tratamiento de estos residuos, es su almacenamiento en infraestructuras geológicamente profundas. *Vid.* NUCLEAR ENERGY AGENCY (NEA), INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Technology Roadmap: Nuclear Energy*, cit., p. 26 y página web de Enresa, empresa que gestiona los residuos radioactivos producidos en España: [www.enresa.es].

35 *Vid.* GREENPEACE. *Una energía sin futuro: desmontando las mentiras de la industria nuclear*, Madrid, Greenpeace España, Área de Energía y Cambio Climático, 2008, pp. 6 y ss. Documento disponible en [www.greenpeace.org/espana/es/reports/una-energ-a-sin-futuro-desmon].

36 *Ibid.*, p. 26.

producción total de electricidad provenga de tecnologías “renovables”. En el 2008, estas modalidades de producción de electricidad representaban el 16.8% del total (567 TWh), cifra significativa, aunque haciendo la salvedad de que la producción de las plantas hidroeléctricas es tenida en cuenta al ser considerada como renovable. Por lo tanto, después de esta tecnología, es representativa la producción de electricidad a partir de la Biomasa y la tecnología eólica<sup>37</sup>.

Las siguientes gráficas ilustran en detalle la representatividad de las energías renovables en la “canasta energética” de la Unión Europea<sup>38</sup>:

CONTRIBUTION OF RENEWABLES TO ELECTRICITY PRODUCTION,  
2008 (TWh<sup>(1)</sup> and %)

■ Wind	20.9%
■ Solar (photovoltaic thermal)	1.3%
■ Biomass	19%
■ Hydro	57.7%
■ Geothermal	1%
Total electricity generation EU-27	3374 TWh
Total renewable energy sources	567 TWh
Share of renewable energy sources	16.8 %

Source: Eurostat

37 En la Unión Europea, desde 1995 hasta el 2009 la capacidad instalada de las fuentes de producción eólica se incrementó de 2.497 MW hasta 74.767 MW, respectivamente. *Vid.* DIRECTORATE GENERAL OF ENERGY. *Renewables Make the Difference*, Bélgica, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2011, p. 17. Disponible en [[http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011\\_renewable\\_difference\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011_renewable_difference_en.pdf)].

38 Fuente: DIRECTORATE GENERAL OF ENERGY. *Renewables Make the Difference*, Bélgica, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2011, pp. 6 y 9. Disponible en [[http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011\\_renewable\\_difference\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011_renewable_difference_en.pdf)].

Renewable energy shares of gross final consumption of energy	Renewable energy share in 2005	Renewable energy share target for 2020
Belgium	2.2%	13%
Bulgaria	9.4%	16%
Czech Republic	6.1%	13%
Denmark	17%	30%
Germany	5.8%	18%
Estonia	18%	25%
Ireland	3.1%	16%
Greece	6.9%	18%
Spain	8.7%	20%
France	10.3%	23%
Italy	5.2%	17%
Cyprus	2.9%	13%
Latvia	32.6%	40%
Lithuania	15%	23%
Luxembourg	0.9%	11%
Hungary	4.3%	13%
Malta	0%	10%
Netherlands	2.4%	14%
Austria	23.3%	34%
Poland	7.2%	15%
Portugal	20.5%	31%
Romania	17.8%	24%
Slovenia	16%	25%
Slovakia	6.7%	14%
Finland	28.5%	38%
Sweden	39.8%	49%
United Kingdom	1.3%	15%
EU-27	8.5%	20%

## IV. CONSIDERACIONES FINALES

En el momento de redactar estas consideraciones, el Consejo de Ministros de Alemania había aprobado una reforma a la normatividad que regula la energía nuclear, en la que se define el año 2022 como fecha de cierre de todo el parque de generación nuclear<sup>39</sup>. Esta decisión, la primera de esta naturaleza tomada por un país respaldado de manera significativa por esta forma de generación y potencia económica mundial, marca un precedente para todos aquellos países en los que se debate el desmantelamiento de sus centrales y la transición a otras formas de producción eléctrica, en particular al desarrollo de las energías renovables.

La decisión de Alemania, como la de cualquier otro país que adopte una posición similar, implica afrontar nuevos retos que surgen de manera inmediata después de esta decisión.

En primer lugar, es necesario un ambicioso plan de sustitución de la electricidad de las centrales nucleares que, en el caso alemán, se fundamenta en un intenso desarrollo de energías renovables, con la expectativa de que en el año 2020 estas fuentes de generación representen el 35% del *mix* de generación del país, y en el año 2050, el 80%<sup>40</sup>. Este plan de transición de la energía nuclear a las energías renovables también se integra de medidas de estímulo a los sistemas de eficiencia energética (para el sector industrial y residencial) y de un exigente plan de expansión del sistema de transporte de electricidad.

En segundo lugar, mientras se consolida la transición a otros medios de producción de electricidad, es evidente que las metas de reducción de emisiones pueden verse perjudicadas al aumentar la generación de otro tipo de centrales, como aquellas a carbón o a gas. En el caso de Alemania, que para el año 2020 tiene una meta de reducción del 40% en relación con sus emisiones de 1990,

---

39 De acuerdo con el plan de transición previsto, las siete plantas nucleares cerradas en el mes de marzo de 2011 para ser sometidas a revisión técnica no volverán a operar. La planta de Krümmen tampoco volverá a funcionar. Seis centrales restantes dejarán de operar de manera progresiva entre el 2015 y el 2021. Finalmente, en el 2022 dejarán de funcionar las tres centrales más modernas: Isar II (Baviera), Emsland (Baja Sajonia) y Neckarwestheim II (Baden-Württemberg). *Vid.* JUAN GÓMEZ. “Alemania Aumentará al 35% la Cuota de Energías Renovables al Dejar la Nuclear”, en la edición en línea del periódico *El País* el 7 de junio de 2011 y disponible en [[www.elpais.com/articulo/internacional/Alemania/aumentara/35/cuota/energias/renovables/dejar/nuclear/elpepiint/20110607elpepiint\\_8/Tes](http://www.elpais.com/articulo/internacional/Alemania/aumentara/35/cuota/energias/renovables/dejar/nuclear/elpepiint/20110607elpepiint_8/Tes)].

40 *Vid.* GERMANY TRADE AND INVEST. *IREs: 16 Percent Renewable Share Accelerating German Energy Storage Segment*, documento publicado por Germany Trade and Invest, Gesellschaft für Außenwirtschaft und Standortmarketing mbH, Berlín, noviembre 18 de 2010, p. 2. Disponible en [[www.gtai.com/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Info-Service/Press\\_Releases/2010/1\\_ENG/6\\_Nov-Dec/PR\\_20101115\\_IRES\\_GTAI.pdf](http://www.gtai.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Info-Service/Press_Releases/2010/1_ENG/6_Nov-Dec/PR_20101115_IRES_GTAI.pdf)].

comienzan a conocerse estudios que estiman esta reducción en un rango del 30%–33%, como consecuencia directa de la transición energética<sup>41</sup>.

En tercer lugar, es necesario tener claro que la sustitución de la energía nuclear por otros mecanismos de producción de electricidad (sea tecnología eólica, solar, biomasa, etc.) es un proceso que, en la mayoría de los casos, demanda un importante esfuerzo de financiación pública, programas de primas, retribuciones, ayudas, subvenciones y, además, tiene un impacto sobre el costo del servicio asumido por el usuario final. En el caso de Alemania, se estima que la expansión de la red de transporte costará, aproximadamente, entre 1 y 3 billones de euros al año, ya que se deben construir entre 3.400 y 7.000 kilómetros de nuevas líneas. La finalidad de esta expansión apunta, principalmente, a llevar al sur del país la electricidad producida por los parques eólicos del norte y para el fortalecimiento de la capacidad de las redes transfronterizas, en particular con Francia<sup>42</sup>.

En cuarto lugar, tratándose de países con escasas de fuentes energéticas primarias, como en el caso de la mayoría de los países de Europa occidental y Europa central (Alemania incluida), la renuncia a la energía nuclear supone que la dependencia energética de terceros vuelve a ser una problemática de consideración, lo que reaviva el debate sobre la seguridad del suministro energético y todos los intereses (económicos, políticos, etc.) que esta discusión implica.

Es probable que mientras se consolida la transición hacia el desarrollo pleno de las energías renovables, Alemania tenga la necesidad de importar electricidad. De hecho, como lo habíamos mencionado, los planes de expansión de la red de transporte incorporan un plan de fortalecimiento de la red transfronteriza con Francia, en previsión de la necesidad de importar electricidad del vecino país. Inclusive, de forma paralela al anuncio de Alemania de ejecutar la transición energética hacia las energías renovables, Polonia ha anunciado su interés en

---

41 Vid. VEIT MEDICK. “The Downside of Germany ‘s Nuclear Phase Out”, en la versión en línea de la revista *Der Spiegel* el 6 de junio de 2010 y disponible en [[www.spiegel.de/international/germany/0,1518,767900,00.html](http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,767900,00.html)]. El estudio a que hace referencia la publicación es el elaborado por DIANA NISSLERL y ULRIKE WACHSMANN “Statusbericht zur Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung”, publicado por Umweltbundesamt, Dessau–Roßlau, abril de 2011. Disponible en [[www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf1/3971.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf1/3971.pdf)].

42 Vid. PETER BEHER. “Germany ‘s Phaseout Puts a Spotlight on the Cost of Its Renewables Strategy”, en la edición en línea del periódico *The New York Times* el 10 de junio de 2011 y disponible en [[www.nytimes.com/cwire/2011/06/10/10climatewire-germanys-phaseout-puts-a-spotlight-on-the-co-95219.html](http://www.nytimes.com/cwire/2011/06/10/10climatewire-germanys-phaseout-puts-a-spotlight-on-the-co-95219.html)]. Estas cifras se basan en el estudio elaborado por la GERMAN ENERGY AGENCY “Dena Grid Estudy II. Integration of Renewable Sources into the German Power Supply System Until 2020”, German Energy Agency (Deutsche Energie-Agentur GmbH), Berlín, 2010. Disponible en [[www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Download/Dokumente/Publikationen/ESD/Flyer\\_dena\\_Grid\\_Study\\_II\\_Englisch.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Publikationen/ESD/Flyer_dena_Grid_Study_II_Englisch.pdf)].

expandir su parque nuclear, con la expectativa de convertirse en exportador de electricidad a Alemania.

Para los contradictores del desmantelamiento progresivo del parque de generación nuclear, existe la posibilidad de que, en el corto y mediano plazo, Alemania (exportador de electricidad en la actualidad) pase a ser importador de electricidad costosa proveniente de plantas nucleares francesas, polacas o checas, en perjuicio de la competitividad de la industria alemana y, en general, de toda su economía.

Así pues, teniendo en cuenta las implicaciones de una decisión de esta naturaleza y la realidad de buena parte de los países que utilizan esta tecnología de generación (en términos de su demanda, desarrollo de energías renovables, fuentes energéticas propias, dependencia de terceros, grupos de presión anti-nuclear, etc.), no podemos concluir que después del accidente en Fukushima estamos frente a un nuevo escenario generalizado en el que se descarten *per se* las ventajas de la energía nuclear y se inicie un éxodo masivo hacia el desarrollo de las energías renovables. El caso de Alemania constituye una valiente apuesta de liderazgo y convicción en materia de política energética, que marcará la pauta para todos aquellos países que, finalmente, decidan seguir este proceso.

Mientras tanto, es claro que la industria nuclear todavía encuentra respaldo en diversos países que, a pesar del accidente en Fukushima, defienden sus beneficios, como Francia, Rusia, Corea del Norte o China, pero que, como es natural, han iniciado exigentes programas de revisión de las condiciones de seguridad de sus centrales, con miras en clausurar aquellas que no otorguen las garantías exigidas y en implementar nuevos planes de renovación del parque de generación nuclear.

El accidente en la planta nuclear de Fukushima, sin lugar a dudas, despertó, una vez más, el denominado “debate nuclear”, como sucedió después del accidente en Chernobyl. Ha sido la causa desafortunada para que podamos presenciar una apuesta pionera y arriesgada, como en la que se ha embarcado Alemania<sup>43</sup>, pero, a su vez, nos ha mostrado que aun en el caso de accidentes de extrema gravedad hay todavía un nutrido grupo de países que sustentan su política energética en la energía nuclear y no parece que vayan a renunciar a ella, por ser la tecnología que, a la fecha, satisface sus expectativas en términos económicos, ambientales, de confiabilidad, autonomía y seguridad.

---

43 Pero que también es susceptible de ser reversible, como ya sucedió con el plan de desmonte de la energía nuclear definido por el anterior canciller alemán GERHARD SCHRÖDER y que fue descartado en el 2010 por la actual canciller ANGELA MERKEL.

## BIBLIOGRAFÍA

- BEHER, PETER. “Germany ‘s Phaseout Puts a Spotlight on the Cost of Its Renewables Strategy”, en la edición en línea del periódico *The New York Times* el 10 de junio de 2011 y disponible en [[www.nytimes.com/cwire/2011/06/10/10climatewire-germanys-phaseout-puts-a-spotlight-on-the-co-95219.html](http://www.nytimes.com/cwire/2011/06/10/10climatewire-germanys-phaseout-puts-a-spotlight-on-the-co-95219.html)].
- BERGMAN, JUSTIN. “After Japan, Will China Scale Back Its Nuclear Ambitions ?”, en la edición en línea de la revista *Time* el 28 de marzo de 2011, disponible en [[www.time.com/time/world/article/0,8599,2061368,00.html](http://www.time.com/time/world/article/0,8599,2061368,00.html)].
- BLOKHINTSEV, D. y A. K. KRASIN. “Building and Operation of the First Atomic Power Station: Some Problems and Solutions Recalled”, en *IAEA Bulletin*, vol. 16, entrega 3, Viena, 1974. Disponible en [[www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull163/16304700712.pdf](http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull163/16304700712.pdf)].
- BÖLINGER, MATHIAS y SONJA DIEHN. “Actual Cost Elusive in German Nuclear Phase-Out”, en línea en la página de *Deutsche Welle* el 21 de abril de 2011 y disponible en [[www.dw-world.de/dw/article/0,,15022747,00.html](http://www.dw-world.de/dw/article/0,,15022747,00.html)].
- CAMERON, PETER. “The Revival of Nuclear Power: An Analysis of Legal Implications”, en *Journal of Environmental Law*, vol. 17, Oxford University Press, 2007. Disponible en [<http://jel.oxfordjournals.org/content/19/1/71.full.pdf>].
- COWAN, ROBIN. “Nuclear Power Reactors: A Study in Technological Lock-in”, en *The Journal of Economic History*, vol. 50, n.º 3, Cambridge University Press, septiembre de 1990. Disponible en [[http://dimetic.dime-eu.org/dimetic\\_files/cowan1990.pdf](http://dimetic.dime-eu.org/dimetic_files/cowan1990.pdf)].
- COMISIÓN EUROPEA. “Nuclear Stress Tests”, memo/11/286, publicado el 11 de mayo de 2011 en Bruselas y disponible en [<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/11/286&format=HTML&aged=0&language=en&guiLanguage=en>].
- DEMPSEY, JUDY. “Germany Extends Nuclear Plants’ Life”, en la versión en línea del periódico *The New York Times* el 6 de septiembre de 2010 y disponible en [[www.nytimes.com/2010/09/07/world/europe/07nuclear.html](http://www.nytimes.com/2010/09/07/world/europe/07nuclear.html)].
- DER SPIEGEL. “German Parliament Extends Nuclear Plant Lifespans”, en la versión en línea de la revista *Der Spiegel* el 28 de septiembre de 2010 y disponible en [[www.spiegel.de/international/germany/0,1518,725964,00.html](http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,725964,00.html)].
- DIRECTORATE GENERAL OF ENERGY. *Renewables Make the Difference*, Bélgica, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2011. Disponible en [[http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011\\_renewable\\_difference\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011_renewable_difference_en.pdf)].

DIRECTORATE GENERAL OF ENERGY. *Renewables Make the Difference*, Bélgica, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2011. Disponible en [[http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011\\_renewable\\_difference\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011_renewable_difference_en.pdf)].

DOHMEN, FRANK y CHRISTOPH SCHULT. “Fukushima Has Made me Start to Doubt”, en la edición en línea de la revista *Der Spiegel*, el 4 de abril de 2011. Disponible en [[www.spiegel.de/international/europe/0,1518,754888-2,00.html](http://www.spiegel.de/international/europe/0,1518,754888-2,00.html)].

FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY. *Renewable Energy Sources 2010*, informe publicado por el Ministerio federal de Ambiente, Conservación y Seguridad Nuclear, en marzo de 2010, Alemania, pp. 8 y 9. Disponible en [[www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/.application/pdf/.ee\\_in\\_zahlen\\_2010\\_en\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/.application/pdf/.ee_in_zahlen_2010_en_bf.pdf)].

FORO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR DE ESPAÑA (Foro Nuclear). *Accidente Chernobyl Abril-1986*. Disponible en [[www.nuclenor.org/public/otros/ACCIDENTE\\_CHERNOBYL\\_26ABRIL1986.PDF](http://www.nuclenor.org/public/otros/ACCIDENTE_CHERNOBYL_26ABRIL1986.PDF)].

FORO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR DE ESPAÑA (Foro Nuclear). *El accidente de Three Mile Island (Tmi-2)* Disponible en [[www.nuclenor.org/public/otros/Dossier%20de%20TMI%20%20marzo04-Documentaci%F3n.pdf](http://www.nuclenor.org/public/otros/Dossier%20de%20TMI%20%20marzo04-Documentaci%F3n.pdf)].

GERMAN ENERGY AGENCY “Dena Grid Study II. Integration of Renewable Sources into the German Power Supply System Until 2020”, German Energy Agency (Deutsche Energie-Agentur GmbH), Berlín, 2010. Disponible en [[www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Download/Dokumente/Publikationen/ESD/Flyer\\_dena\\_Grid\\_Study\\_II\\_Englisch.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Publikationen/ESD/Flyer_dena_Grid_Study_II_Englisch.pdf)].

GERMANY TRADE AND INVEST. *IREs: 16 Percent Renewable Share Accelerating German Energy Storage Segment*, documento publicado por Germany Trade and Invest, Gesellschaft für Außenwirtschaft und Standortmarketing mbH, Berlín, noviembre 18 de 2010. Disponible en [[www.gtai.com/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Info-Service/Press\\_Releases/2010/1\\_ENG/6\\_Nov-Dec/PR\\_20101115\\_IRES\\_GTAI.pdf](http://www.gtai.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Info-Service/Press_Releases/2010/1_ENG/6_Nov-Dec/PR_20101115_IRES_GTAI.pdf)].

GREENPEACE. *Una energía sin futuro: desmontando las mentiras de la industria nuclear*, Madrid, Greenpeace España, Área de Energía y Cambio Climático, 2008. Documento disponible en [[www.greenpeace.org/espana/es/reports/una-energ-a-sin-futuro-desmon](http://www.greenpeace.org/espana/es/reports/una-energ-a-sin-futuro-desmon)].

GÓMEZ, JUAN. “Alemania Aumentará al 35% la Cuota de Energías Renovables al Dejar la Nuclear”, en la edición en línea del periódico *El País* el 7 de junio de 2011 y disponible en [[www.elpais.com/articulo/internacional/Alemania/aumentara/35/cuota/energias/renovables/dejar/nuclear/elpepiint/20110607elpepiint\\_8/Tes](http://www.elpais.com/articulo/internacional/Alemania/aumentara/35/cuota/energias/renovables/dejar/nuclear/elpepiint/20110607elpepiint_8/Tes)].

- GOSLING, F. G. *The Manhattan Project: Making the Atomic Bomb*, United States Department of Energy, Oak Ridge, 1999, pp. 3 y ss. Disponible en [[www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/303853-qiXorQ/webviewable/303853.pdf](http://www.osti.gov/energycitations/servlets/purl/303853-qiXorQ/webviewable/303853.pdf)].
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Facts and Figures: Nuclear Power Reactors Operating Worldwide”, disponible en [[www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.oprconst.htm](http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.oprconst.htm)].
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *International Status and Prospects of Nuclear Power*, informe publicado por la IAEA (GOV/INF/2010/124GC(54)/INF/5), Viena, 2 de septiembre, 2010. Documento disponible en [[www.iaea.org/About/Policy/GC/GC54/GC54InfDocuments/English/gc54inf-5\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC54/GC54InfDocuments/English/gc54inf-5_en.pdf)].
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Facts and Figures: Nuclear Share in Electricity Generation in 2010”, disponible en [[www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.nucshare.htm](http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.nucshare.htm)].
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). *Feature Stories: Frequently Asked Chernobyl Questions*. Disponible en [[www.iaea.org/newscenter/features/chernobyl-15/cherno-faq.shtml](http://www.iaea.org/newscenter/features/chernobyl-15/cherno-faq.shtml)].
- KANTER, JAMES y JUDY DEMPSEY. “Germany Shuts 7 Plants as Europe Plans Safety Tests”, en la versión en línea del periódico *The New York Times* el 15 de marzo de 2011 y disponible en [[www.nytimes.com/2011/03/16/business/global/16euronuke.html](http://www.nytimes.com/2011/03/16/business/global/16euronuke.html)].
- MEDICK, VEIT. “The Downside of Germany ‘s Nuclear Phase Out”, en la versión en línea de la revista *Der Spiegel* el 6 de junio de 2010 y disponible en [[www.spiegel.de/international/germany/0,1518,767900,00.html](http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,767900,00.html)].
- MÉNDEZ, R. y F. GAREA. “Zapatero culmina su viraje nuclear y acepta prolongar las centrales”, en la versión en línea del periódico *El País* el 16 de febrero de 2011 y disponible en [[www.elpais.com/articulo/sociedad/Zapatero/culmina/viraje/nuclear/acepta/prolongar/centrales/elpepusoc/20110216elpepusoc\\_4/Tes](http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Zapatero/culmina/viraje/nuclear/acepta/prolongar/centrales/elpepusoc/20110216elpepusoc_4/Tes)].
- MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES ET EUROPÉENES. *La energía nuclear en Francia*, París, Ministerio de Asuntos Exteriores y Europeos, 2007. Documento disponible en [[www.rpfrence.eu/IMG/pdf/energia\\_nuclear-2.pdf](http://www.rpfrence.eu/IMG/pdf/energia_nuclear-2.pdf)].
- NISSLERL, DIANA y ULRIKE WACHSMANN “Statusbericht zur Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung”, publicado por Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, abril de 2011. Disponible en [[www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf1-1/3971.pdf](http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf1-1/3971.pdf)].

NUCLEAR ENERGY AGENCY (NEA), INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Technology Roadmap: Nuclear Energy*, documento editado por la NEA y por la IEA, Francia, junio de 2010. Disponible en [[www.oecd-nea.org/ndd/reports/2010/nea6062-nuclear-roadmap.pdf](http://www.oecd-nea.org/ndd/reports/2010/nea6062-nuclear-roadmap.pdf)].

PRICE WATERHOUSE COOPERS. “El modelo eléctrico español en 2030: escenarios y alternativas”, informe publicado por Price Waterhouse Coopers, España, 2010. Disponible en [[http://kc3.pwc.es/local/es/kc3/publicaciones.nsf/V1/3153D33191ADF036C1257759002EB202/\\$FILE/Informe%20E1%20modelo%20electrico%20espa%C3%B1ol%20en%202030\\_final.pdf](http://kc3.pwc.es/local/es/kc3/publicaciones.nsf/V1/3153D33191ADF036C1257759002EB202/$FILE/Informe%20E1%20modelo%20electrico%20espa%C3%B1ol%20en%202030_final.pdf)].

SCOTT MOORE, MICHAEL. “A Reliable Energy Supply Without Nuclear Power”, en la versión en línea de la revista *Der Spiegel* el 12 de mayo de 2011 y disponible en [[www.spiegel.de/international/germany/0,1518,762150,00.html](http://www.spiegel.de/international/germany/0,1518,762150,00.html)].

STAFF REPORT INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Fukushima Nuclear Accident Update Log”, disponible en [[www.iaea.org/newscenter/news/tsunamiupdate01.html](http://www.iaea.org/newscenter/news/tsunamiupdate01.html)].

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. “Earthquake Details”, en [<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2011/us0001xgp>]; INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). “Nuclear Power Reactor Details – Fukushima Daiichi-3”, disponible en [[www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.pr deta.htm?country=Jp&site=FUKUSHIMA-D AIICHI&units=&refno=10&link=HOT&sort=&sortlong=](http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.pr deta.htm?country=Jp&site=FUKUSHIMA-D AIICHI&units=&refno=10&link=HOT&sort=&sortlong=)].

WENRA TASK FORCE. “Stress Test Specifications”, documento del 21 de abril de 2010 y disponible en [[www.wenra.org/dynamaster/file\\_archive/110421/oea2c97b35d658d73d1013f765e0c87d/StressTestsSpecifications2011-04-21.pdf](http://www.wenra.org/dynamaster/file_archive/110421/oea2c97b35d658d73d1013f765e0c87d/StressTestsSpecifications2011-04-21.pdf)].