

Análisis retrospectivo y de futuro del reactor nuclear PWR Retrospective and future analysis of the PWR nuclear reactor

*Pablo Fernández-Arias
Universidad Católica Santa Teresa de Jesús de Ávila (España)*

Resumen

La energía nuclear se plantea como una opción real ante el problema actual del cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de CO₂. Los 442 reactores nucleares operativos en el mundo en octubre del año 2021 son capaces de generar más de 390 GWe. Las 10 potencias mundiales en cuanto a desarrollo de la tecnología nuclear como fuente de generación de energía eléctrica son: Estados Unidos, Francia, China, Japón, Rusia, Corea del Sur, Canadá, Ucrania, Reino Unido y Alemania (Fernández-Arias & Vergara, 2021). Los principales diseños de reactores nucleares se distribuyen de la siguiente manera: (i) PWR: 305 reactores operativos, suponiendo el 69% de los reactores nucleares operativos y una capacidad de generación de energía eléctrica de 290 GWe; (ii) BWR: 62 unidades operativas, suponiendo un 14% del total y una capacidad de generación de energía eléctrica de 63 GWe; (iii) PHWR: 48 unidades operativas, suponiendo un 11% del total y una capacidad de 24 GWe; (iv) otros diseños: el 6% restante de los reactores nucleares operativos en el mundo son capaces de generar 16 GWe. El diseño de reactor nuclear que más se ha implantado a lo largo de la historia y que cuenta con los planes de desarrollo más ambiciosos es el Reactor de Agua a Presión, del inglés Pressurized Water Reactor (PWR) (Fernández-Arias et al., 2021). Los objetivos de la presente investigación son: (i) realizar un análisis técnico de las diferentes variantes de este diseño PWR implantadas a lo largo de los últimos ochenta años (Fernández-Arias et al., 2013); (ii) analizar el nivel de implantación de las distintas variantes del diseño PWR alrededor del mundo; y (iii) analizar un escenario de extensión de la vida útil de estos reactores, más allá de los 40 años previstos inicialmente (Fernández-Arias et al., 2020). Para lograr estos objetivos, se ha desarrollado un análisis estadístico de la implantación de estas variantes, basado en el porcentaje de operación, que implica el porcentaje de reactores construidos y en operación. Los resultados reflejan una hegemonía de las variantes occidentales en los más 300 reactores PWR actualmente operativos, destacando las versiones norteamericanas y francesas. En el futuro, los avances realizados en los nuevos diseños PWR desarrollados dentro de la Generación III y Generación III+ harán que estos sean más seguros y eficientes. Estos diseños, al igual que los de Generación II, han evolucionado aumentando tanto su efectividad, disponibilidad y capacidad de generación, desde el punto de vista de la seguridad. A partir del año 2030, comenzarán a estar operativos los reactores PWR Generación III, ahora en construcción, lo que supondrá mantener la capacidad de generación actual. En el año 2050, la capacidad de generación disminuirá a 127 GWe, un descenso del 50% con respecto a la capacidad de generación actual. Hasta ese momento, 178 PWR se encontrarán en situación de parada prolongada y únicamente 81 se encontrarán en operación.

Palabras clave: Energía nuclear, reactor de agua a presión, evolución técnica.

Abstract

Nuclear energy is emerging as a real option in the face of the current problem of climate change and the need to reduce CO₂ emissions. The 442 nuclear reactors operating in the world in October 2021 are capable of generating more than 390 GWe. The 10 world powers in terms of development of nuclear technology as a source of electricity generation are: United States, France, China, Japan, Russia, South Korea, Canada, Ukraine, United Kingdom and Germany (Fernandez-Arias & Vergara, 2021). The main nuclear reactor designs are distributed as follows: (i) PWR: 305 operating reactors, accounting for 69% of the operating nuclear reactors and an electric power generation capacity of 290 GWe; (ii) BWR: 62 operating units, accounting for 14% of the total and an electric power generation capacity of 63 GWe; (iii) PHWR: 48 operating units, accounting for 11% of the total and a capacity of 24 GWe; (iv) other designs: the remaining 6% of the world's operating nuclear reactors are capable of generating 16 GWe. The nuclear reactor design that has been most widely deployed throughout history and has the most ambitious development plans is the Pressurized Water Reactor (PWR) (Fernández-Arias et al., 2021). The objectives of the present research are: (i) to perform a technical analysis of the different variants of this PWR design implemented over the last eighty years (Fernández-Arias et al., 2013); (ii) to analyze the level of implementation of the different variants of the PWR design around the world; and (iii) to analyze a life extension scenario for these reactors, beyond the 40 years initially foreseen (Fernández-Arias et al., 2020). To achieve these objectives, a statistical analysis of the implementation of these variants has been developed, based on the percentage of operation, which implies the percentage of reactors built and in operation. The results reflect a hegemony of the Western variants in the more than 300 PWR reactors currently in operation, with the North American and French versions standing out. In the future, the advances made in the new PWR designs developed within Generation III and Generation III+ will make them safer and more efficient. These designs, like the Generation II designs, have evolved to increase their effectiveness, availability and generating capacity from a safety standpoint. From 2030 onwards, the PWR Generation III reactors, now under construction, will start operating, which will mean maintaining the current generation capacity. By 2050, generation capacity will decrease to 127 GWe, a 50% decrease from current generation capacity. Until that time, 178 PWRs will be in extended shutdown and only 81 will be in operation.

Keywords: Nuclear Energy; Pressurized Water Reactor; technical evolution.

Referencias Bibliográficas:

- [1] Fernández-Arias, P, Cuevas, A. & Vergara, D. (2021). Controversia nuclear en España: la central nuclear de Lemóniz. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(46), 199-218. <http://www.revistacts.net/contenido/numero-46/controversia-nuclear-en-espana-la-central-de-lemoniz/>
- [2] Fernández-Arias, P, Cuevas, A. & Vergara, D. (2013). Historia de la evolución técnica de los reactores nucleares de agua a presión. *Artefactos*, 6, 109-138. DOI: 10.14201.
- [3] Fernández-Arias, P, & Vergara, D. (2021). Gestión de los residuos nucleares en España: análisis de la situación actual y de las estrategias alternativas. *Revista DYNA*, 96, 355-358. DOI: 10.6036/10156.
- [4] Fernández-Arias, P, Vergara, D. & Orosa, J.A. (2020). Global review of PWR Nuclear Power Plants. *Applied Sciences*, 10, 4434. <https://doi.org/10.3390/app10134434>.

Email:

pablo.fernandezarias@ucavila.es