

# La Energía Nuclear: Desarrollo y Ventajas

J. Walter Rangel Urrea

24 septiembre 2022

## **Nacimiento**

La radiación ionizante (Rayos X) fue descubierta en 1895 por Wilhem Rontgen. En 1896, el científico francés Antoine Henri Becquerel observó que la pechblenda era capaz de velar una placa fotográfica. En ese mismo año, Pierre y Maria Curie denominaron a este fenómeno *radioactividad*. Estos años estuvieron llenos de relevantes sucesos que evolucionaron y llevaron a la humanidad al nacimiento de la energía nuclear en el siglo XX. Experimentalmente la primera reacción nuclear en cadena se demostró el 2 de septiembre de 1942 en un ejercicio encabezado por el físico Enrico Fermi en el *Stagg Field* de la Universidad de Chicago. El contexto geopolítico de la segunda guerra mundial fue el principal motor que incentivó su desarrollo, esencialmente, debido a la bomba atómica.

Al término de la segunda guerra mundial, se inicia el tránsito de colocar a la energía nuclear en otro tipo de aplicaciones, en el terreno civil, ajenas a los usos militares.

La primera referencia de la generación de electricidad con energía nuclear fue demostrada en el *Idaho National Laboratory*, conocido en ese entonces como *Idaho National Engineering and Enviromental Laboratory* (INEEL), en esa ocasión el Reactor EBR-1 generó por primera vez electricidad suficiente para encender cuatros focos incandescentes de 150 W cada uno, el 20 de diciembre de 1951. El grupo de trabajo involucrado propició la idea de utilizar la energía térmica derivada del reactor para darle un uso práctico: la generación de electricidad. Este reactor provino del resultado de la investigación desarrollada para intentar conseguir la operación de una turbina de avión basada en esta nueva energía, remplazando la utilización de combustible fósil.

En esta intención de cambiar el rostro de la energía nuclear hacia fines pacíficos, sobresale el discurso *Átomos para la Paz* pronunciado por el presidente de los

EUA, *Dwight D. Eisenhower*, el 8 de diciembre de 1953, quien resaltó la importancia de esta energía novedosa con la cual se obtendría progreso y un gran beneficio.

El hito relevante del diseño de una planta de generación de electricidad basada en energía nuclear, lo ostenta la URSS, que logró, por primera vez, en la Planta de Óbninsk, la producción industrial de electricidad, el 26 de junio de 1954. Instalación ubicada en lo que se denominó *La Ciudad de la Ciencia*, esta planta se incorporó en un edificio con apariencia de oficinas, no precisamente como una planta industrial.

La década de los años 50 muestra con claridad la intención en el mundo de llevar a la energía nuclear desde el ámbito de los usos militares, a las aplicaciones pacíficas en el terreno civil. Se observan experiencias importantes y resultados trascendentes. Se detonan, por ejemplo, acciones como la Exposición Itinerante *Átomos en Acción* promovida por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos (EUA), que viaja por diversos países entre ellos, México, cuyo objeto fue la difusión de esta energía y sus diversas aplicaciones.

### **Primeras aplicaciones**

Siendo la energía nuclear una energía recién descubierta, innovadora y sorprendente para la sociedad, las primeras aplicaciones se difundieron con rapidez. Parecía que todo debería ser propulsado por la energía nuclear. Florecen varios enfoques en su desarrollo, desde aplicaciones en submarinos e inclusive en aviones, en donde destaca el Programa de Propulsión Aeronáutica Nuclear de EUA, iniciado en la parte final de los años 40, continuado en los años 50, en donde se intentó el desarrollo de turbinas basadas en energía nuclear. Sobresale la cantidad de vuelos que se hicieron con el bombardero *Convair NB-36H* en 1950, adaptado para la experimentación, que realizó poco más de 40 vuelos con un pequeño reactor instalado con el objeto de medir la radiación y encontrar métodos óptimos de blindaje. En el contexto de la denominada *Guerra Fría*, la URSS hizo lo suyo, con el avión *Tupolev TU-95LAL* en 1960; muchos *Baby Boomers* recordarán con nostalgia el programa de televisión en donde el submarino *Nautilus*, era el protagonista principal. En la realidad, éste fue el primer submarino propulsado por energía nuclear, puesto en servicio en 1954.

En el campo de la generación de energía eléctrica, la Gran Bretaña inauguró en 1956, la primera central basada en energía nuclear llamada *Calder Hall*, a cuyo acto inaugural acudió la Reina Isabel II, recién fallecida.

Otro proyecto que destaca es la planta de *Shippinport Reactor* basada en un reactor nuclear PWR, cuyo origen venía de aplicaciones en submarinos. En el caso de vehículos, conceptualmente existieron varios ejemplos, uno de ellos que sobresale es el *Ford Nucleon* en 1958, que nunca pasó más allá de ser un prototipo. Otra de las aplicaciones fuera del ámbito militar fue la botadura del primer rompehielos *Lenin* en 1957 construido por la URSS. En estos años, era común en la sociedad, entender que esta energía representaba el futuro y progreso de la humanidad, según testimonio de *Lewis Strauss, Chairman, U.S.*

## LA ENERGIA NUCLEAR: DESARROLLO Y VENTAJAS

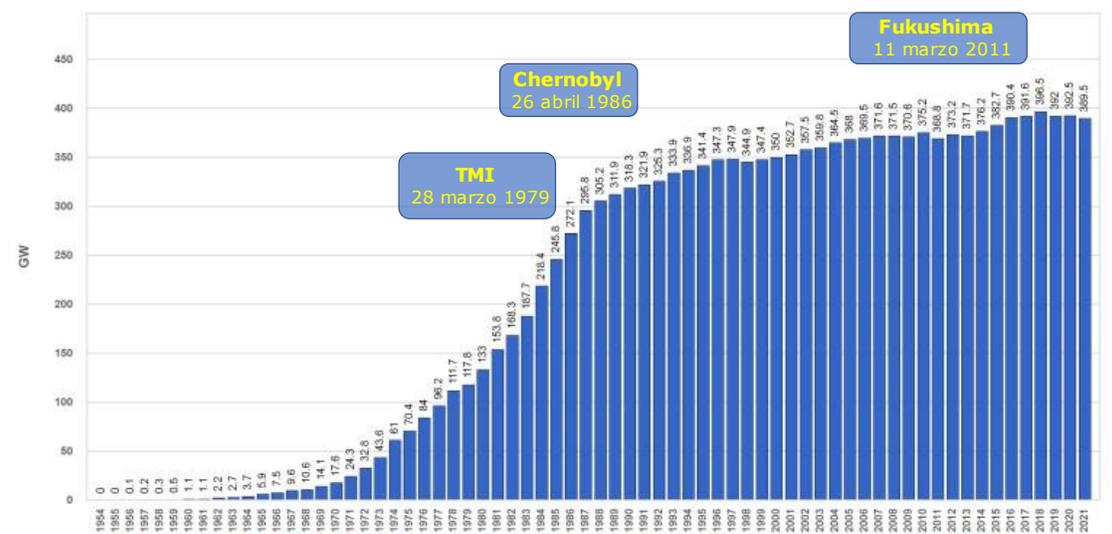
*Atomic Energy Commission*, quien agregó en 1954: "No es demasiado esperar que nuestros hijos disfruten en sus hogares de energía eléctrica (basada en energía nuclear) demasiado barata para medirla".

Un ejemplo que explora la portabilidad de la aplicación de la energía nuclear fue un barco en desuso que se habilitó en Estados Unidos como barcaza y constituyó el *Floating Nuclear Power the MH1A Sturgis*, que suministró energía eléctrica por varios años al Canal de Panamá, en enero 25 de 1967.

### Crecimiento

La novedad de la energía nuclear, sus ventajas y sus beneficios, frente a otras alternativas, favorecieron la instalación y el crecimiento de su uso para generar electricidad, de forma acelerada. Este fenómeno es notorio en las décadas de los años 70s y 80s. Cabe hacer notar que el primer accidente nuclear ocurrido en la Planta de *Three Mile Island en EUA* el 28 de marzo de 1979 no afectó sobremanera su evolución, aunque si despertó las primeras manifestaciones anti nucleares. La industria nuclear americana efectuó cambios en su regulación, criterios de diseño y operación. Creó el *Institute of Nuclear Power Operations* (INPO). Ver gráfica enseguida.

Historical evolution of the worldwide nuclear power (as of 31 Dec. 2021)



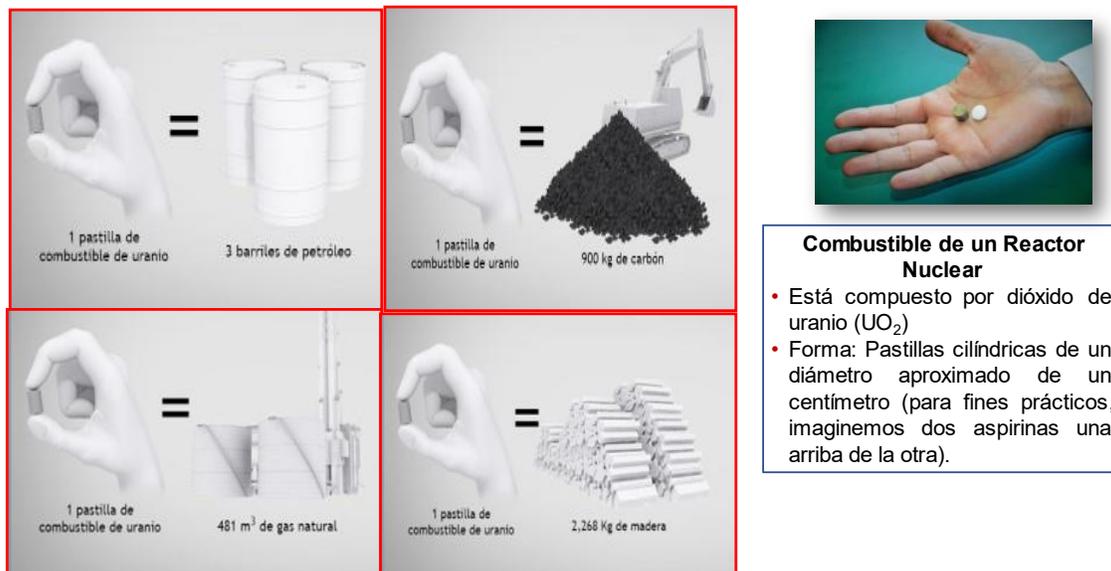
Fuente: Nuclear Power Reactors in the World IAEA

El segundo de ellos, en Chernobyl, el 26 de abril de 1986; fue un parteaguas, aunque, en 1987 se reporta la mayor participación en el mundo de la energía nuclear en la generación de la energía eléctrica. Posterior a esta fecha, el crecimiento, prácticamente se detuvo. No fue sino hasta el año 2000 cuando se respiró un ambiente de renacimiento de la energía nuclear, gran número de países declararon su intención de construir centrales nucleares aunque la actividad real únicamente se observó en Asia: China, y en lo que antiguamente era la URSS (hoy Federación Rusa) y sus países periféricos. El suceso ocurrido en Fukushima, el 11 de marzo de 2011, modificó este escenario, varios países optaron por cambiar radicalmente sus políticas públicas, la industria adoptó acciones por lo acontecido: se crea la *World Association of Nuclear Operators*

(WANO). Alemania decide adoptar acuerdos gubernamentales para desprenderse del uso de esta energía alrededor del año 2023.

### Intensidad Energética

Un rasgo único de la energía nuclear es su intensidad energética, no se compara con ningún otro, tan solo dos pastillas de dióxido de uranio ( $UO_2$ ) del tamaño de dos aspirinas pueden equivaler a la energía contenida en tres barriles de petróleo o en 900 kg de carbón. Esta intensidad energética permite a un reactor nuclear como el de una de las unidades de la Central Laguna Verde en México, funcionar a plena capacidad por alrededor de 18 meses. En consecuencia, la generación de energía eléctrica que aporta, tiene un alto factor de planta, siendo la atribución principal relevante para un sistema eléctrico interconectado, su suministro usualmente se toma como carga base y su contribución fortalece dicho sistema. Ver figura enseguida.



En este sentido, este ejemplo refuerza lo antes dicho, tomando como referencia cifras de 2020, Alemania, con un fuerte énfasis hacia la energía renovable, cuenta con una capacidad instalada de 229,169 MW. España con una política pública similar, tiene 110,375 MW. Francia, a diferencia, cuenta con una capacidad de 134,892 MW con una participación relevante de la energía nuclear. En lo que concierne a la producción, la generación anual en Alemania, en ese año, llegó a 564.10 TWh y en Francia, a 537.70 TWh, es decir, Francia generó casi la misma cantidad de energía que Alemania, pero con una capacidad instalada del 58.86%. Por su parte, España que posee el 48.8% de la capacidad de Alemania, generó el 46.24%. Estos datos denotan el alto factor de planta con el cual trabajan las centrales nucleares frente a otro tipo de tecnología.

Otro caso es el del Estado de California en los Estados Unidos (EUA), en donde ha proliferado la instalación de una gran cantidad de fuentes renovables. Se observa en la gráfica del *California Independent System Operator*, el perfil de

suministro diario de energía, que denota la gran participación de este tipo de fuente por día. La confiabilidad y variabilidad la respaldan con generación basada en gas y en la importación de energía de otros estados de la Unión Americana. Además, California tiene sólo una central nuclear –*Diablo Canyon*– ubicada en la zona de San Luis Obispo, que aporta energía base como se observa en la gráfica, antes mencionada. El gobierno estatal en su intención de abandonar esta opción energética llegó a un acuerdo hace años para parar esta central, sin embargo, considerando el escenario al que se ha enfrentado este Estado, han decidido posponer esta decisión por lo menos hasta el 2030, ya que no hay otras opciones que puedan adoptar.

### Taxonomía Verde Europa

Ante el Cambio Climático, la Unión Europea reconoce que la producción y uso de energía es responsable del 75% de las emisiones de gases con efecto invernadero. Este hecho incentiva y promueve el uso de energías renovables y configura las condiciones que han llevado a este conglomerado de países a adoptar el compromiso *Cero emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2050*, conocido como *European Green Deal*. En virtud de lo relativo de sus avances, recientemente, han decidido considerar con carácter temporal etiquetar como energía verde de transición al gas y a la energía nuclear. Mencionan que esto obedece a la falla de políticas gubernamentales, cabe reconocer que en su origen, Alemania apostó al uso del gas como energía de acompañamiento en la modificación de su matriz energética, sin embargo, frente al conflicto bélico en Ucrania, el escenario y sus expectativas han cambiado radicalmente. Por su parte, Francia, reconocido como un país a favor de la energía nuclear, supone un futuro hoy, independientemente de la evolución del uso de energías renovables, respaldado por energía nuclear. Ver gráfico.

## Taxonomía Verde Europa

- La producción y uso de la energía en la UE es responsable de 75% de las emisiones totales de la UE de gases con efecto invernadero
- La UE planea alcanzar el compromiso de cero emisiones de gases de efecto invernadero para 2050/“**European Green Deal**”
- La Comisión concederá temporalmente una etiqueta de transición hacia energía verde al gas y a la energía nuclear

El lineamiento supone proyectos de gas que sustituyan al carbón y no emitan más de 270 gramos de dióxido de carbono/kWh.

En el caso de la energía nuclear es necesario que las centrales nucleares hayan recibido su permiso de construcción antes del año 2045 y tener un plan claro y detallado sobre la manera en que se van a eliminar sus desechos.

Son dos fuentes de energía transitoria, imprescindibles para conseguir un modelo de energía renovable

Contribuirán a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> de manera drástica

Se planea impulsar el desarrollo de otras fuentes renovables: el hidrógeno o la energía marina

Fuente: Comisión Europea (Portal Web)

La Unión Europea considera que el gas y la energía nuclear son fuentes de energía transitoria, imprescindibles para llegar a un modelo de energía

renovable. Su uso supone la reducción de CO<sub>2</sub> de manera drástica, lo cual incluye desarrollar otras fuentes renovables como el hidrógeno o la energía marina, este planteamiento de energía renovable implica la demanda monumental de paneles solares y generadores eólicos, que según analistas propiciará una eventual escasez de suministradores que comprometerán a la Unión Europea lograr llegar a esta meta en el año 2050. Este supuesto escenario implica para Francia con base en su Plan de Inversiones 2030, que hizo pública su presidente, el pasado 12 de octubre de 2021, desarrollar reactores nucleares pequeños e innovadores con una mejor gestión de residuos, ser el líder en producción de hidrógeno verde, para ello, se deberán construir al menos 2 giga-electrolizadoras, descarbonizar a su industria y producir cerca de dos millones de vehículos eléctricos e híbridos. Alemania confirmó en su *Green Deal*, alcanzar en 2030 una meta de hasta 115 GW de energía eólica, 30 GW de eólica marina, 215 GW de solar fotovoltaica para lograr suministrar al país el 100% de energía renovable en 2035. Estos desafíos que en el papel se pueden definir y aceptar, en la práctica presentan grandes obstáculos. Por lo pronto, defensores de la energía renovable en Alemania, promueven que el paro de reactores de las centrales nucleares, aún en operación, se evite con la intención de mantener seguridad en el suministro de energía eléctrica y una cierta estabilidad en el precio de la energía.

### **Escenario 2022/Realidades**

Actualmente, el mundo padece los estragos de un conflicto bélico que ha modificado el escenario global. Las centrales nucleares de Ucrania están en el centro de la opinión pública. Concretamente, la Central de Zaporíyia, que cuenta con seis reactores VVER de 950 MW cada uno, de fabricación soviética. Es la central nuclear más grande de Europa con 5,700 MW, le sigue Gravelines, en Francia, con 5,400 MW. Cabe ahora señalar, que la virtud de la intensidad energética de la energía nuclear en este escenario, funciona en sentido contrario ya que en el terreno mediático para ambas partes esta central tiene un gran valor estratégico, por un lado, está ubicada en los terrenos ocupados por Rusia, que tiene el control actual de la central; por el otro, Ucrania desde la perspectiva de su soberanía, reclama su propiedad. La situación es confusa en un conflicto geopolítico extraordinario.

### **Hechos y Realidades de la Energía Nuclear**

Vale la pena repasar lo que afirmó John Ritch III, Director en esa fecha de la World Nuclear Association (WNA) en un discurso pronunciado frente a la Sociedad Británica de Energía Nuclear, con motivo de su 40º aniversario, en julio de 2022:

- La tecnología alrededor de la energía nuclear para la generación de electricidad tiene una madurez incuestionable. A pesar de la opinión, a favor o en contra, por parte de líderes de opinión y expertos en la materia. Se ha logrado un gran progreso que ha acumulado más de 10,000 años-reactor de experiencia en el mundo. Inclusive temas que preocupan a la sociedad, se han abordado, desarrollado y con ello, se ha conseguido un gran avance. Esto se refiere a los acuerdos de no proliferación, la seguridad operacional,

## LA ENERGIA NUCLEAR: DESARROLLO Y VENTAJAS

la gestión de los desechos, el costo de la construcción de nuevas plantas y el costo de la energía generada por kWh.

- La toma de decisiones en el uso de la energía nuclear debe de ser contundente. Es la opción que tiene la humanidad a la mano para enfrentar el cambio climático. Las nuevas generaciones –a partir de los *millennials*– muestran más preocupación por el cambio climático que hoy sufrimos, que por la controversia derivada del uso de la energía nuclear. *J. Ritch menciona el caso de Gran Bretaña, un país que energéticamente era soberano, con abundante suministro de energía, basada en el carbón, con disponibilidad de gas propio y en sus plantas nucleares, hoy su seguridad energética es frágil. Por razones ambientales, su decisión de disminuir su dependencia del carbón ha incrementado el uso de gas importado (el suministro propio es escaso) y sus centrales nucleares merecen reemplazo. El escenario es complicado y ante el mismo, la toma de decisiones deberá ser rápida y contundente.*
- Otro aspecto relevante que menciona es el suministro de combustible fósil y el crecimiento incesante de su demanda. Gracias a los avances tecnológicos la oferta continúa creciendo. Desde hace años se habla del alcance del pico en la producción. Un dato relevante es el tamaño de la demanda mundial de petróleo que ascendió en 2019 a 99.7 millones de barriles de petróleo por día. Esta gran cantidad de combustible fósil influye en las emisiones de gases de efecto invernadero. Durante la pandemia se observó una pequeña declinación en las miles de toneladas de CO<sub>2</sub> liberadas a la atmósfera, sin embargo, a la fecha continúan creciendo. De continuar incrementándose la población mundial, pronto la producción de combustibles fósiles resultará insuficiente.
- Destaca en su discurso, la cantidad de usos y aplicaciones de la energía nuclear en otros campos que se han visto multiplicados con creces, por ejemplo, la producción de material radiactivo para diagnóstico y terapia en una gran cantidad de padecimientos. A la fecha, la mejor herramienta para el combate al cáncer es el material radiactivo. Otra aplicación importante es la desalación de agua que ofrece viabilidad a la vida en muchas partes del mundo con *estrés hídrico*, además, se reconoce la posibilidad de producir hidrógeno para el sector transporte a partir de energía nuclear.
- Frente a los estragos del cambio climático un viraje hacia la energía nuclear es ahora ecológicamente indispensable, se deben reducir los efectos de gases invernadero desde una perspectiva equitativa entre los países desarrollados y en vías de desarrollo.
- En la parte final de su participación, J. Ritch demanda que se diga la verdad con respecto a las ventajas y desventajas de la energía nuclear. Se debe suministrar información de forma convincente y con valentía política y valorar correctamente la problemática ambiental global y fomentar el flujo y disposición de información objetiva.

### **Reflexión final: Contexto nacional mexicano**

Se propone valorar el uso y aplicación de la energía nuclear en un contexto apropiado y con objetividad. Tiene ventajas pero no debe ser la única solución. Su incorporación debe permitir el ingreso de otras tecnologías con el fin superior de encontrar una solución integral que beneficie al país y a su sociedad, y afrontar el reto para lograr la sostenibilidad en el mediano y largo plazo. Por lo tanto, a continuación se mencionan algunos de sus principales atributos dentro del escenario nacional:

- La energía nuclear contribuye de manera positiva a la diversificación de la matriz energética.
- Fortalece la seguridad energética, considerando la cuota actual de importación de gas que tiene el país para la generación de electricidad.
- Contribuye al cumplimiento de las metas de energías limpias: es una herramienta fundamental frente al cambio climático.
- Es una alternativa a las energías fósiles que en suma: es firme, económica y confiable.
- Juega un rol estratégico importante dentro de la integridad del Sistema Eléctrico Nacional.
- La transición eventual de vehículos de combustión interna a eléctricos es un desafío mayor que no se debe de soslayar.

El reto es garantizar el suministro de electricidad en el país. Recuperar la capacidad de generación y transmisión. Cumplir las metas de energía limpias y diseñar un mapa de ruta para lograr llevar a la realidad por lo menos los 2,500 MW adicionales de energía nuclear que prevé el PRODESEN 2022-2036.

En conclusión, la toma de decisiones debe ser oportuna y acertada. La energía nuclear es la herramienta para afrontar y combatir al cambio climático, afirmación reiterada que defiende el Productor de Cine, Oliver Stone, en su reciente documental intitulado *Nuclear*.