

Energía nuclear en Eurasia y su relación geopolítica

JORGE NICOLÁS CILUZZO

Resumen: La energía nuclear es una de las más importantes fuentes de energía primaria y electricidad en el mundo. El continente eurasiático, siendo el más grande y más poblado del globo, también es el mayor productor de energía nuclear.

La energía nuclear persigue fines energéticos y militares, como también de promoción y desarrollo de la ciencia y la tecnología nacionales.

Se trata de una fuente de energía que produce enormes cantidades de electricidad de manera continua, independientemente de las condiciones climáticas, y en su funcionamiento no emite gases de efecto invernadero. Su uso está muy extendido como “energía de base”.

La tecnología nuclear es gestionada por corporaciones y empresas estatales, lo que evidencia el importante rol de los Estados Nacionales. Empresas de Francia, Suecia, Japón, Corea, Rusia, China e India, son las mayores corporaciones de energía nuclear del mundo.

En las últimas décadas, el cuidado del medio ambiente y el cambio climático han estado al tope de los temas de las agendas multilaterales. Los planes de “descarbonización” han provocado un aumento del uso del gas natural en la llamada “transición energética”. La alta demanda, la restricción de oferta y transporte, la inflación anual, han provocado una “Crisis del gas” que recuerda los efectos de la Crisis del Petróleo de la década del '70 del siglo pasado.

Ante esta coyuntura, muchos Estados que han vuelto su mirada hacia la energía nuclear.

En Asia se encuentran la mayoría de los nucleares que hay en construcción en el mundo. La región con más dinamismo económico es Asia-Pacífico, con una notable expansión en China. Rusia es la nación más activa del mundo en lo que a internacionalización de la energía nuclear se refiere y es también una manifestación de su “poder blando”. En el subcontinente indio y Medio Oriente se están construyendo nuevas centrales para diversificar la matriz energética.

El continente europeo pasa por una fase de estancamiento al respecto. La Unión Europea ha promocionado el uso a gran escala de las “energías renovables no convencionales” y el gas se convirtió en la energía de respaldo. Se volvió dependiente primero del gas ruso, y luego cada vez más, de las importaciones de GNL.

El suministro de uranio es dominado por Kazajistán en gran medida. El centro de Asia puede ser un lugar de disputa por el control de recursos minerales claves.

La energía nuclear se ha convertido en un nuevo asunto de importancia geopolítica. Esta “Crisis del Gas” tiene como grandes ganadores a los EEUU y, a pesar de las sanciones internacionales, a Rusia.

Palabras clave: Energía nuclear, Eurasia, geopolítica, gas

“«En política, nada ocurre por casualidad. Cada vez que un acontecimiento surge, se puede decir con seguridad que fue preparado para llevarse a cabo de esa manera.» Franklin Delano Roosevelt

Breve reseña histórica

La energía nuclear es una de las más importantes fuentes de energía primaria y electricidad en el mundo. Para el año 2020, cerca del 11% de la electricidad mundial fue provista por esta fuente (IEA, 2021).

El continente eurasiático, siendo el más grande y más poblado del globo, también es el mayor productor de energía nuclear.

Inicialmente la energía nuclear tuvo su aplicación exclusiva en la fabricación, prueba y uso –lamentablemente- de armas de destrucción masiva. Comenzando por el Proyecto Manhattan de 1939, la bomba soviética RDS-1 de 1949, las pruebas nucleares francesas e inglesas y las tristemente célebres bombas de Hiroshima y Nagasaki en agosto de 1945. En la década del '50 tanto la Unión Soviética (URSS) como los Estados Unidos (EEUU), este último a través de la iniciativa “Atoms for Peace” de la administración Eisenhower, comenzaron una carrera por la construcción de reactores nucleares de uso civil. Carrera a la cual se sumarian luego varias potencias de Occidente, países del Pacto de Varsovia y países de América Latina (Argentina, Brasil y México), África (Sudáfrica) y Asia (Japón, Corea del Sur, Taiwán, India, Pakistán), tanto con fines energéticos y militares, como también de promoción y desarrollo de la ciencia y la tecnología nacionales.

Durante las llamadas “Crisis del Petróleo” de 1973 y 1979, la necesidad de contar con suministros independientes, fiables y alternativos al crudo de Medio Oriente, hizo que se diera un auténtico *boom* en la construcción de centrales nucleares en todo el mundo. Más de la mitad de los reactores en funcionamiento en la actualidad se erigieron entre los años 1970 y 1985 (WNA, 2021).

Una serie de accidentes nucleares cambiaron la dinámica de construcción, aceptación ciudadana y control y salvaguarda nacional e internacional. El primero fue en la central nuclear de Three Mile Island, Pennsylvania, EEUU, en 1979. No ocasionó pérdidas humanas, pero significó una adecuación en el funcionamiento y seguridad de las centrales nucleares (procedimientos SCRAM, intervención humana protocolizada, sistemas pasivos de seguridad, etc). El segundo –y el más nefasto hasta el momento- se produjo en abril de 1986 en Chernobyl, Ucrania, URSS. Produjo 34 muertos directos, miles de desplazados, pérdidas millonarias y una serie de desconfianzas y resquemores que perduran hasta hoy. La tecnología utilizada en ese fatídico Reactor 4 y en muchos reactores en la antigua URSS (RBMK, acrónimo del ruso que significa Reactor de Condensador de Alta Potencia) fue

cancelada para nuevas construcciones y paulatinamente desmantelada en los que estaban en funcionamiento en aquel entonces. También fueron readecuados los estándares de seguridad de los reactores sobre todo en Europa del Este. El tercero y último gran accidente nuclear sucedió en la central de Fukushima Dai-ichi, Japón, en 2011, luego de un fuerte terremoto de 9.0 en la escala de Richter y un posterior tsunami –con olas de más de 10 metros de altura- que pusieron fuera de funciones los sistemas de seguridad de la planta, provocando un accidente considerado de nivel 7 –accidente grave– conforme a la Escala Internacional de Sucesos Nucleares y Radiológicos (IAEA, 2021). Si bien no hubo que lamentar pérdidas humanas, sí hubo grandes costos en evacuaciones, restricciones de áreas, reparación y mitigación –tareas no concluidas al día de hoy- y se produjo una profunda crisis de confianza en la tecnología nuclear en gran parte del mundo. Pese a que luego de Fukushima todos los países del mundo adecuaron nuevamente los estándares de seguridad con mayor rigurosidad, la desconfianza permanece, y dio un impulso vigoroso y renovado a la mayor instalación de energías renovables no convencionales (ENRC) como la eólica, solar fotovoltaica y bioenergía.

Tecnología de la energía nuclear

La energía nuclear basa su increíble poder en el proceso de fisión de átomos radiactivos y de gran masa atómica como el uranio, y que consiste en la ruptura del núcleo atómico para liberar la fuerza cohesiva que mantiene protones y neutrones unidos entre sí, iniciando una reacción en cadena que se mantiene controlada. Esa energía liberada es captada por un fluido portador de calor –usualmente agua- para luego, en forma de vapor de alta presión, mover una turbina conectada a un generador eléctrico. También ese calor puede ser utilizado para procesos industriales, desalinización de agua de mar o calefacción de poblaciones aledañas (*district heating*)¹¹⁰.

Sin embargo, no todos los átomos del uranio son susceptibles de ser fisionados: los únicos capaces de hacerlo son los isótopos¹¹¹ U^{235} , presentes en una proporción de 0,7 % en el uranio natural, que en su gran mayoría posee el isótopo U^{238} . Se recurre a una técnica muy compleja denominada *enriquecimiento* para separar los isótopos “fisibles” de los que no lo son. Esta tecnología usualmente logra, para su uso en reactores de potencia y aplicaciones civiles, un porcentaje de *enriquecimiento* del 4 %; para su uso en armas atómicas ese porcentaje se eleva al 90 %. De allí que el control y las salvaguardas internacionales en el proceso de enriquecimiento de uranio sea muy estricto y suscite la inquietud en la opinión pública.

La energía nuclear, como toda fuente de energía usada en la actualidad, presenta una serie de ventajas y desventajas que es necesario describir brevemente.

Se trata de una fuente de energía que produce enormes cantidades de electricidad de manera continua, independientemente de las condiciones climáticas. Se suma a ello la gran

¹¹⁰ Como ejemplos cito a las ciudades de Helsinki en Finlandia y a Sosnoviy Bor en Rusia (Powermag, 2022).

¹¹¹ Isótopos: átomos con el mismo número atómico y diferente número másico.

densidad energética¹¹² del uranio y su **por ahora amplia disponibilidad**, lo que le da una gran ventaja operativa. El costo medio de producción del MWh¹¹³ eléctrico es muchísimo más bajo que las otras fuentes energéticas, y en su funcionamiento no emite gases de efecto invernadero (GEI). La vida útil de las centrales nucleares, hace muchos años calculada en 30 años, puede ser extendida por otros 30 años o más mediante un proceso complejo de ingeniería denominado *revamping*¹¹⁴. Su uso, por lo tanto, está muy extendido como “energía de base”, es decir, a la que debe suministrarse de manera continua para que el sistema eléctrico mantenga los parámetros de confiabilidad necesarios; compite en este sentido con las grandes hidroeléctricas y, por sobre todo, **con los ciclos combinados¹¹⁵ a gas natural**. Por lo tanto, **sirven como respaldo ante la intermitencia de otras fuentes dependientes de las condiciones climáticas, como las ENRC**. Las centrales nucleares se ubican por lo general cerca de grandes masas de agua (lagos, represas, ríos de gran caudal, costas marítimas), necesarias para la refrigeración de los reactores. Como generan grandes cantidades de electricidad, necesitan la construcción o la cercanía de potentes líneas de transmisión de alto voltaje.

Como contrapartida tienen una serie de desventajas. Son construcciones **demandan muchísimo capital** y suelen tardar más de 5 años en el mejor de los casos¹¹⁶. El acceso a fuentes de financiamiento abundantes y de largo plazo frenan la puesta en marcha de nuevos proyectos en muchos países. Dados los muchísimos cuestionamientos luego de los accidentes nucleares, la opinión pública en muchos países es reacia o refractaria a nuevas centrales; el acrónimo NIMBY (*not in my back yard*) se hizo cada vez más popular en el mundo. En esto ha contribuido notablemente el lobby ecologista, que en muchos casos no actúa únicamente movido por la protección del medio ambiente. Debido además a las nuevas medidas de seguridad post-Fukushima, los costos y los tiempos de construcción se han elevado notablemente.

Otro aspecto no menor a considerar es el de los llamados “residuos nucleares”. El proceso de fisión del uranio deja como resultado una serie de elementos radiactivos de diferente peligrosidad. No solo constituyen un problema ambiental y de salud humana¹¹⁷, sino también podrían contribuir a la proliferación de armas nucleares. A tal efecto, se utilizan instalaciones especiales fuertemente controladas dentro o fuera de las centrales nucleares

¹¹² Densidad energética: cantidad de energía disponible por unidad de volumen

¹¹³ MWh es la abreviatura de megawatt-hora, que es una unidad de producción de energía eléctrica. Equivale a 3600 megajoules

¹¹⁴ Nuestro país concluyó exitosamente con el *revamping* de la central nuclear de Embalse en 2017, otorgándole otros 30 años de vida útil.

¹¹⁵ Ciclos combinados es una tecnología que combina un ciclo abierto por quemado de gas y un cierre de ciclo con recuperación de calor remanente por vapor de agua.

¹¹⁶ Como ejemplo está la central nuclear de Olkiluoto en Finlandia, que llevó 13 años en construcción. Su demorada puesta en marcha se prevé para 2022 (WNN, 2021).

¹¹⁷ Cabe mencionar que la energía nuclear es la única fuente que maneja los residuos de su funcionamiento dentro de sus costos operativos. Ello no ocurre con, por ejemplo, la energía termoeléctrica, donde las emisiones de gases y partículas constituyen un pasivo ambiental que debe pagar el resto de la sociedad. En el caso de las ENRC, tampoco está establecido quién y cómo se harán cargo de los residuos que generen en el futuro.

tales como piletas de deposición, contenedores de hormigón, o incluso se recurre a sitios de deposición geológica profunda como Yucca Mountain en Nevada, EEUU, o Fosmark en Suecia¹¹⁸.

Retos del presente y del futuro

La tecnología nuclear en Eurasia es gestionada por corporaciones de investigación estatales, como así también existen empresas estatales encargadas de la producción de electricidad de origen nuclear. Así mismo, las empresas operadoras son reguladas y auditadas por autoridades de regulación independiente, integradas por técnicos, ingenieros, universidades, centros de investigación, etc. Esto evidencia **el importante rol de los Estados en la energía nuclear**.

Entre las grandes empresas estatales o de participación estatal mayoritaria que participan en la energía nuclear se hallan empresas como la gigante Électricité de France (EDF), Vatenfall AB de Suecia, Tokio Electric Power Company (TEPCO), Korea Electric Power Corporation (KEPCO) de Corea del Sur, Taiwan Power Company (TAIPOWER), el gigante ruso Corporación Estatal de Energía Atómica (Rosatom), las China General Nuclear Power Group (CGN) y la China National Nuclear Corporation (CNNC), y la Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL), entre otras.

A grandes rasgos, hay 2 grandes grupos de tecnologías que predominan en los reactores nucleares: la PHWR (Pressurised Heavy Water Reactor) y la PWR (Pressurised Water Reactor).

En las primeras, se utiliza uranio natural como combustible, y agua pesada¹¹⁹ como moderador¹²⁰. Incluye las centrales nucleares de Atucha I y II y Embalse en Argentina, y las existentes en India, Rumania, Canadá, unas pocas en Corea del Sur y una en Pakistán. Son unidades de entre 300 y 600 MW¹²¹ de potencia. Actualmente no hay ninguna de su tipo en construcción en el mundo.

En las segundas, que comprenden más del 70% de las centrales mundiales en funcionamiento y casi el 100% de las que hay en construcción (WNA, op cit, p 7), se utiliza uranio enriquecido como combustible, y agua natural como moderador. Son unidades de 900 a 1600 MW de potencia.

En la actualidad, se están gestionando y construyendo los llamados reactores nucleares de 3ª Generación (*Generation III reactors*). Son diseños del tipo PWR que incluyen mejoras

¹¹⁸ En nuestro país durante los años '90 se propuso a la localidad chubutense de Gastre como depósito de residuos nucleares

¹¹⁹ La llamada *agua pesada* es agua que contiene el isótopo deuterio del hidrógeno en su composición

¹²⁰ Se llama *moderador* al fluido que rodea el proceso de fusión y que se encarga de controlar que la reacción en cadena no se descontrole, lo que provocaría fallas y accidentes graves.

¹²¹ MW es la abreviatura de megawatt, unidad de potencia del sistema eléctrico. Equivale a 1000 KW o 1000000 de watt.

como la eficiencia térmica y sistemas de seguridad pasivos¹²², entre otras. Los más importantes son el EPR de EDF, el APR-1400 de KEPCO, el ACPR1000 o Hualong One de CGN y los conocidos VVER 1000 y 1200 de Rosatom.

En las últimas 3 décadas, el cuidado del medio ambiente y el cambio climático han estado al tope de los temas de las agendas multilaterales (Cumbe de Rio 1992, Cop26, etc). La tesis más difundida entre los “expertos” de los paneles interdisciplinarios es que el aumento de los GEI, producto de la actividad humana, particularmente el dióxido de carbono (CO₂), provocan el aumento de la temperatura planetaria; para evitar una catástrofe climática mundial es necesario un cambio del aprovechamiento de la energía hacia fuentes llamadas “limpias”, “verdes”, “amigables con el ambiente”, que ayuden a mitigar los efectos catastróficos y a retrotraer el estado de situación del clima a valores previos al siglo pasado (ONU, ODS n° 7).

Los planes de “descarbonización” incluyen no sólo al sector productor de electricidad, sino también a la agricultura, la industria y el transporte. En particular, el transporte automotor que virará, según mandatos nacionales, supranacionales como la Unión Europea (UE) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y mandatos globalistas como Foro Económico Mundial (WEF), hacia el uso masivo de autos eléctricos. Esta masiva electrificación de las actividades requerirá un mayor aporte fuentes que generen mucho menos GEI, con lo que el petróleo y el carbón serán combustibles de uso marginal.

Los planes de descarbonización incluyen, desde por lo menos 15 años, el uso masivo de ENRC. Si bien las ENRC han incrementado su potencia instalada en más de un 100% en los últimos 10 años (IRENA, 2021), debido a su intermitencia y la falta de respaldo de sistemas de acumulación masiva a costos razonables (se está desarrollando a escala masiva el uso de mega baterías de litio o el hidrógeno como vector energético¹²³), han provocado un aumento del uso del **gas natural** como combustible, lo que eufemísticamente se ha dado en llamar la “transición energética”. Dicha transición no es más que una imposición estatal y/o paraestatal del uso del gas natural en gran escala.

Esto provocó un cambio en el comercio mundial de gas natural, tanto vía gasoductos como de gas natural licuado (GNL)¹²⁴ a través del comercio ultramarino. En los últimos años el comercio de GNL ha aumentado un 8% en el último año (IGU, 2021). Los principales países productores de GNL en 2020 fueron Australia (77,8 MT¹²⁵), Catar (77,1 MT) y EEUU (44,8 MT). Los principales compradores en 2020 estuvieron en Asia-Pacífico, como Japón (74,4 MT), RP China (68,8-9 MT) y Corea del Sur (40,81 MT).

¹²² Sin la intervención humana o que ante una falla se apagan automáticamente.

¹²³ Vector energético es aquella molécula, conjunto de moléculas o sustancia capaz de almacenar energía para luego entregarla donde se necesite. Los biocombustibles son un ejemplo de ello. También se investigan, además del hidrógeno, el metanol y el amoníaco.

¹²⁴ El GNL es gas natural que pasa por el proceso de licuefacción al estado líquido, a altas presiones y bajísimas temperaturas. Reduce el volumen del gas natural unas 600 veces, permitiéndole el envío a grandes distancias en buques llamados comúnmente *metaneros*. Tiene un diferencial de precio marcado con respecto al gas natural vía gasoductos.

¹²⁵ Millones de toneladas

El GNL permite la conexión entre productores y compradores separados a grandes distancias o en otros continentes. Es una buena opción de abastecimiento para naciones insulares o aquellas en donde la estacionalidad de la demanda es muy marcada o la falta de gasoductos limita el ingreso de gas. Debido a menores tiempos de construcción, las inversiones para elevar plantas de producción y recepción de GNL pueden recuperarse más rápidamente que en el caso de los gasoductos, donde además hay restricciones de paso.

Luego de los efectos más graves de la pandemia de Covid19, en 2021 se verificó un aumento muy fuerte del precio del GNL a nivel mundial. Por ejemplo, en Asia pasó de 23 a más de 32 USD por millón de BTU¹²⁶(IGU, op cit, p32). Entre los factores que lo explican se mencionan: una recuperación más rápida de la demanda que la oferta, inflación mundial, faltante de barcos metaneros.

Se espera que para el 2040 la demanda de GNL supere los 700 millones de toneladas, desde los 380 millones de la actualidad, y los EEUU se pasará a ser el mayor exportador mundial en 2022 (LNGpime, 2021). Al respecto, muchas empresas como por ejemplo la estatal coreana Kogas, la china CNOOC, la malasia Petronas y otras están ampliando sus inversiones en terminales de recepción y almacenamiento.

Ante esta coyuntura, no son pocos los Estados que han vuelto su mirada hacia la energía nuclear como sustento de sistemas eléctricos más demandantes, sumando confiabilidad y bajo costo.

Esto ha llevado a los centros de investigación y las corporaciones estatales a investigar nuevas formas de producir energía nuclear a menor costo, menor requerimiento de capital, menores tiempos de construcción, mayor aprovechamiento del combustible nuclear, menor producción de residuos y con menor peligrosidad, entre otros. Incluye los llamados *Reactores de IV Generación (IV-Gen)*, *Reactores de Sal Fundida (MSR)*, *Reactores de Neutrones Rápidos (FNR)*¹²⁷, combustibles reciclados de mezclas de óxidos (MOx), uso del torio¹²⁸ en reemplazo del uranio, etc.

Sin embargo, son los Pequeños Reactores Modulares o *small modular reactors (SMR)* la apuesta más interesante de la energía nuclear en un futuro inmediato. Son reactores nucleares de menor tamaño y menor potencia de generación, usualmente entre los 25 y 200 MW de potencia. Son ideales para zonas alejadas de las grandes redes eléctricas, para incorporar en zonas de parques industriales o desalinización de agua de mar. Tienen componentes que pueden ser fabricados en serie, y sumado a su menor tamaño, los costos y los tiempos de fabricación caen estrepitosamente, constituyendo una excelente alternativa. Varias empresas están invirtiendo en el diseño y desarrollo de los mismos (las

¹²⁶ Millón de BTU (British Thermal Unit) es la unidad de medida monetaria internacional usada en el mercado del gas natural. Equivale a 1000 pies cúbicos o aproximadamente 27 metros cúbicos de gas natural.

¹²⁷ Este tipo de reactores también se los denomina “reproductores”, porque al consumir el combustible nuclear dejan como residuo más combustible fisible para nuevos reactores. Permitirían obtener un ciclo cerrado de combustible nuclear.

¹²⁸ El torio es un elemento químico radiactivo que podría usarse en reemplazo del uranio. Tiene la ventaja de ser más abundante en la corteza terrestre.

estadounidenses NuScale Power LLC, General Electric y Westinghouse, la coreana KEPCO, la canadiense Ultra Safe Nuclear Corp). Algunos ya se encuentran en construcción como los desarrollos de las empresas ROSATOM y CNNC y el reactor nuclear CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares) que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) está construyendo en Zarate, provincia de Buenos Aires.

A futuro, se espera que la fusión nuclear sea el reemplazo no sólo de la energía nuclear de fisión sino de casi todas las formas de producción de electricidad y calor. Al avanzado estado del proyecto europeo ITER, se ha sumado un avanzado programa chino al respecto en el 2021 (Global Times, 2021). Se especula que para el 2050 la fusión nuclear pasará del prototipo experimental al reactor comercial. Hasta entonces, y con 30 años por delante, la energía nuclear de fusión será para el mundo un nuevo eje de disputas tanto en la carrera científico-tecnológica como en su importancia geopolítica.

Panorama actual de la energía nuclear en Eurasia

El presente es un cuadro con datos extraídos del World Nuclear Performance Report 2021 (WNA,2021), de la World Nuclear Association

Pais	Reactores instalados	Capacidad instalada (MW)	Reactores en construcción en el 2020	Capacidad en construcción (MW)	Reactores en cierre en 2020/2021	Capacidad en cierre (MW)
ASIA						
Japón	33	31679	2	2653		
Corea del sur	24	23150	4	5360		
Taiwán	3	2859			1	985
China	51	45569	18	17270		
Rusia	38	28578	4	2350	1	925
India	23	6885	7	5194		
Pakistán	6	2332	1	1014	1	90
Irán	1	915	1	974		
Emiratos Árabes Unidos	1	1345	3	4035		
Armenia	1	375				
Turquía			3	3342		
Bangladesh			2	2160		
EUROPA						
Francia	56	61370	1	1630	2	1760

España	7	7121				
Suecia	6	6882			1	880
Bélgica	7	5942				
Países Bajos	1	482				
Reino Unido	15	8923	2	3260		
Alemania	6	8113				
Suiza	4	2960				
Eslovenia	1	688				
Republica Checa	6	3934				
Eslovaquia	4	1837	2	880		
Hungría	4	1902				
Rumania	2	1300				
Bulgaria	2	2006				
Ucrania	15	13107	2	2070		
Bielorrusia	1	1110	1	1110		

En Asia, al cierre de 2020, están en construcción 36 de los 52 reactores nucleares que hay en construcción en el mundo.

Panorama por región

A través de los datos extraídos de la World Nuclear Association, el BP Statistical Review of World Energy 2021, el reporte anual 2021 de la International Energy Agency y el reporte 2021 de la International Renewable Energy Agency (IRENA), presento un panorama más detallado de la situación actual.

Asia Pacifico

La región del mundo con más dinamismo económico es Asia-Pacífico, y lo es también con respecto a la energía nuclear, aunque con grandes diferencias entre países.

Japón, hasta el accidente de Fukushima, era el país con mayor cantidad de reactores nucleares en Asia. Obtenía cerca del 30% de su electricidad de esta fuente. Desde aquel entonces, debido a las fuertes exigencias del gobierno japonés¹²⁹, han cerrado la totalidad de reactores y poco a poco fueron reabriendo. Al día de hoy el 8% de su electricidad es de origen nuclear, y se espera que esa proporción suba. Desde el 2011 a la fecha, Japón

¹²⁹ Entre las medidas del gobierno japonés se dio la nacionalización de TEPCO, la compañía que operaba la central Fukushima Dai-ichi, en 2012

umentó su consumo de carbón y gas para suplir el faltante (a partir del 2017 esos valores volvieron al 2011), mientras triplicó en ese mismo periodo la producción de energía renovable.

Otro gran actor nuclear regional, Corea del Sur (cuya electricidad es en un 30% de origen nuclear), tiene un programa ambicioso por parte de la estatal KEPCO de reemplazo de su flota de reactores. KEPCO tiene en el APR-1400 un reactor de diseño y fabricación propia, con capacidad de exportación, sobre todo en países dentro de la órbita de lo que llamaríamos "Occidente", como en el Golfo Pérsico y Europa Oriental. También está incursionando con grandes empresas coreanas como Daewoo y Samsung la implementación de SMR, MSR, IV-Gen. Hace pocos años un referéndum determinó que seguiría adelante con el uso de energía nuclear (Nature, 2018).

La República de China (Taiwán) obtiene el 13% de su electricidad de origen nuclear. Al igual que Corea, hubo un referéndum para terminar con la energía nuclear en la isla (Taiwan News, 2019). Sin embargo, cerró la planta de Kuosheng-1 en 2019, y desde el 2010 viene aumentando sus importaciones de GNL en un 6% anual. No están claros los planes para construir nuevos reactores.

El caso de la República Popular China (RPC) es el más complejo e interesante de toda la región. Si bien es un país que cuenta con armas nucleares desde 1964, no fue sino hasta el período de Reforma y Apertura durante el mandato de Deng Xiaoping que, dentro de las "4 Modernizaciones" entre las que se contaban la ciencia y tecnología, que la energía nuclear comenzó a ver la luz en la RPC (Sevares, 2015, p25). Para ello, se recurrió a la inversión extranjera y, por lo tanto, a la adopción de muchos modelos y tecnologías, para desembocar luego en el desarrollo de reactores de diseño completamente chino, como es el HualongOne, derivado del ACP1000 estadounidense y otros diseños franceses. El HualongOne es el modelo que se exporta al extranjero (Pakistán, quizás Argentina) y la base de la expansión local de la construcción de reactores; también forma parte, como tecnología de punta, de la iniciativa de la Nueva Ruta de la Seda (NRS), se trata de una proyección de la política exterior china y su proyección internacional (Merino, 2019). Así mismo, se encuentra construyendo su propio modelo de SMR en la provincia de Hainan, y también investigando de manera avanzada en MSR y FNR.

La RPC, cuya electricidad es un 5% de origen nuclear, es hoy el 3er país del mundo con más reactores nucleares en operación, y se convertirá en el 2º a partir del año 2023, debido a la conexión de reactores en construcción; los reactores están instalados en las costas del Mar de la China Meridional. Entre ellos se incluyen no sólo el modelo propio sino también de origen francés y ruso. La energía nuclear en la RPC creció un increíble 16,7% anual en los últimos 10 años, cuando el consumo total de energía lo hizo en un 3,8% anual, el consumo de gas natural en un 13% anual, el carbón en un 1,5% anual y las renovables con un sorprendente 28,9% anual.

En 2022, China actualmente opera un total de 53 reactores nucleares, con una capacidad instalada total de 55,6 GW. Cerca de 23 reactores se encuentran en construcción en diferente grado de avance, con una capacidad a incorporar de 24 GW, el país del mundo que más reactores construye. (China Daily, 2022).

Junto con la India, son los países que más explican el aumento del consumo de energía no sólo en Asia sino en todo el mundo. Históricamente, el carbón representó la base energética china; hoy continúa siendo muy importante en la RPC, pero la producción local no alcanza a cubrir las necesidades nacionales y el ratio producción/reservas ha bajado drásticamente (menos de 30 años). China es el primer productor mundial de carbón (50% de la producción mundial en 2021) y paradójicamente es el primer importador mundial, que abastece el 5% de su consumo interno (China Dialogue, 2022). Las regiones productoras de carbón se encuentran en el interior y el oeste del país (Shanxi, Gansu, Mongolia Interior, Xinjiang), y el consumo en el este, la zona más poblada e industrializada.

La RPC es el 3er consumidor mundial de gas natural, luego de EEUU y Rusia. La importación de gas natural representa el 42% de su consumo interno, y en 2017 la importación de GNL superó a la importación por gasoductos¹³⁰. En el año 2021, RPC desplazó a Japón como principal importador de GNL del mundo (IHS Markit, 2022). Su principal proveedor de GNL es Australia (50% del total), seguido de Catar, y en menor medida Malasia, Indonesia, Rusia y los EEUU.

Como principal emisor de GEI del mundo, la RPC se ha comprometido a reducir las emisiones de gases contaminantes para 2030 y alcanzar la neutralidad de carbono para 2060. Para ello consideran que la energía nuclear es sumamente importante para lograr esos objetivos. Recientemente, la RPC anunció la construcción de más de 150 reactores, lo que la convertirá en el mayor productor de energía nuclear del mundo (WEF, 2021). A la vista de lo que la RPC avanza con los años, no considero que sea una meta difícil de lograr para el país.

Rusia

Sin lugar a dudas, Rusia es la nación más activa de la región y del mundo en lo que a promoción, construcción de reactores e internacionalización de la energía nuclear se refiere. El gigante corporativo estatal Rosatom, cuyo lema es “Atoms for Humanity”, es también una manifestación del poder blando de Rusia.

El modelo de reactor nuclear VVER, en sus versiones VVER1000 y 1200, se convirtió en la punta de lanza de una aceitada maquinaria industrial, científica, tecnológica, logística y financiera.

Hay reactores nucleares VVER en construcción en Rusia, Bielorrusia, India, Irán, Turquía, RPC (Tianwan y Xudabao) y Bangladesh. Así mismo, Rosatom tiene planes de construcción de reactores en Jordania, Armenia, Uzbekistán, Kazajistán y Vietnam, entre otros; como así también ha firmado acuerdos de cooperación y desarrollo con más de 20 países alrededor del mundo.

Rosatom además es una corporación que abarca todas las etapas en el negocio nuclear, desde el mineral de uranio, preparación del combustible, construcción y operación de

¹³⁰ Desde el punto de vista geográfico es entendible por el tamaño del país y la lejanía desde los proveedores de gas en Rusia y Asia Central, sumado a que el consumo se centra en el este y el norte de China

reactores, gestión de los residuos nucleares, etc. Construyen también reactores avanzados tipo MSR, FNR y Gen-IV, y disponen de un reactor nuclear flotante Lomonosov que podría convertirse en un serio competidor del GNL (WNA, 2021).

Medio Oriente y Turquía

Emiratos Árabes Unidos (EAU) puso en funcionamiento en abril de 2021 en Barakah, región de Al-Dhafrah, el primer reactor nuclear de un país árabe, Barakah-1. Posteriormente se sumó en setiembre de 2021 Barakah-2. Hay 2 reactores en construcción que operarán próximamente. Se trata del modelo APR1400 de la coreana KEPCO, que también busca expandir ese modelo a otros países. EAU es un gran productor de petróleo y un exportador marginal de GNL, por lo tanto, la puesta en marcha de Barakah dejará un saldo exportable mayor en el futuro.

Irán tiene un conflicto internacional abierto por su programa nuclear, que ha logrado producir uranio enriquecido al 20%, lo que podría tenerlo a las puertas de adquirir capacidad militar atómica. Teniendo en cuenta que Irán tiene países vecinos y cercanos con bombas atómicas (Pakistán, India, Israel, Rusia), y una hipótesis de conflicto con los EEUU, es hasta lógico que busque por algún medio disponer de capacidad defensiva nuclear disuasoria. Luego de idas y vueltas y el veto de la administración Trump al Joint Plan of Action (JPOA), en 2021 se daría marcha atrás con las sanciones para permitir que Irán vuelva al mercado internacional de petróleo para bajar el precio del barril de crudo (CGTN, 2022). Irán tiene un reactor VVER de origen ruso en funcionamiento y otro más en construcción, en Bushehr en el golfo Pérsico. Irán es el 3er productor mundial de gas y 4º consumidor, y cuenta con la segunda reserva mundial. El desarrollo de la energía nuclear podría dejar un saldo exportable mayor para un futuro GNL o bien por gasoductos existentes hacia Turkmenistán y Turquía.

Con estas 2 nuevas centrales nucleares, a una “zona caliente” como el golfo Pérsico se le suman 2 posibles objetivos militares en ambas márgenes.

Turquía está construyendo una planta nuclear en Akkuyu, en la costa del Mediterráneo, que contará con 4 reactores VVER de origen ruso. Ha aumentado su producción de energía renovable y las importaciones de carbón y de gas, particularmente de Azerbaiyán y Rusia, a través de los gasoductos SouthStream, BlueStream y TurkStream. Turquía es el paso del gas ruso al centro y sur de Europa que evita pasar por suelo ucraniano. Dentro de su matriz energética, la nuclear ayudaría a disminuir importaciones de carbón y gas antes mencionadas.

Subcontinente indio

Luego de convertirse en países con armas nucleares en los años 1970, India y Pakistán fueron desarrollando sus programas nucleares con un éxito relativo.

La India en vista de su gran crecimiento económico presente y futuro, precisa disponer de mayor oferta energética. El consumo de gas y carbón ha aumentado en los últimos 10 años

un 1,9% y 4,7% anual, respectivamente; es hoy el 4º importador mundial de GNL. India cuenta con una flota de reactores del tipo PHWR de diseño nacional y de mediocre performance. En los últimos años mediante un acuerdo con Rosatom comenzó la construcción de la planta nuclear de Kudankulam en Tamil Nadu, al sur del país, y hoy tiene 2 reactores VVER en funcionamiento. La India tiene en funcionamiento un programa para fabricar reactores que funcionen con torio en vez de uranio, ya que posee la mayor reserva mundial de ese elemento (USGS, 2021).

Bangladesh también recurrió a la tecnología VVER de Rosatom para la construcción de su planta nuclear de Rooppur. Esa planta ayudará a cubrir las crecientes necesidades energéticas de ese país y reducir la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles. La construcción de la central se encuentra muy avanzada.

De la misma manera, Pakistán decidió construir nuevas centrales nucleares, pero decantó por la tecnología HualongOne china. Es el primer país al cual la RPC le vende la ingeniería nuclear propia. El reactor 2 de la planta nuclear de Karachi entró en operación comercial en marzo de 2021. Justamente, se ubica cerca del puerto de Gwadar, considerado un sitio clave en la NRS.

Europa

El continente europeo, otrora un gran continente en cuanto a producción e investigación de la energía nuclear, pasa por una fase de estancamiento al respecto. Si bien en Europa se produce un 30% de la energía nuclear mundial, es en Europa Occidental donde se dio un notable retroceso.

Luego del accidente de Chernobyl¹³¹, muchos países europeos dejaron de construir centrales nucleares y abandonaron las que estaban en construcción, cancelaron programas científicos y nuevos desarrollos, entre ellos Italia, España, Alemania, Bélgica, Austria, Suiza y Suecia.

Al producirse la reunificación alemana en 1990, comenzó el cierre anticipado de los reactores ubicados en la exRepública Democrática Alemana por razones de seguridad¹³².

En los últimos 20 años, la Unión Europea (UE) ha venido promocionando el uso a gran escala de las ENRC por los compromisos ambientales asumidos, sobre todo eólica y bioenergías. Debido a la intermitencia de las ENRC producto de las condiciones geográficas europeas desfavorables (baja irradiación solar, vientos débiles), el gas se convirtió en la energía de respaldo, sobre todo del gas ruso que llega por gasoductos. El gas que proviene del norte de África y el GNL tienen un peso importante, aunque en menor proporción. Europa importó en 2020 desde gasoductos unos 447 millones de metros cúbicos, 167 millones desde Rusia y 100 desde Noruega. A su vez importó 144 millones de metros cúbicos de GNL. En un continente que consume 540 millones de metros cúbicos, la dependencia externa es superior al 80%.

¹³¹ La central de Chernobyl era del tipo RBMK, muy diferente a la tecnología VVER. No se han vuelto a construir centrales de ese tipo y ya no quedan en funcionamiento.

¹³² Sin embargo, no había habido hasta el momento del cierre ningún accidente en esas centrales

En diciembre de 2021 la Comisión Europea declaró que tanto el gas como la energía nuclear serían considerados “energías verdes” para la transición energética. Pese a las protestas de empresas alemanas y españolas, esto favorece ampliamente a Francia, donde la empresa EDF es la mayor productora de energía nuclear del continente (El País, 2022).

EDF cuenta con 4 reactores EPR1600 en construcción en el continente, 1 en Francia (Flamanville, Normandía), 2 en Reino Unido (Hicley Point) y 1 en Finlandia¹³³ (Olkiluoto-3). En todos los casos, se encuentran retrasadas en su construcción costando mucho más de lo presupuestado (Watt-Logic, 2022).

La conocida política de transición energética “verde” alemana, la *Energiewende*, apoyada por instancias globalistas y partidos políticos y ONG’s ecologistas, si bien buscó disminuir las emisiones de GEI y bajar la dependencia de las importaciones de combustibles, se trató de una política antinuclear basada en la importación de gas ruso y noruego. Durante el mandato de Ángela Merkel, se aceleró el cierre de las centrales nucleares alemanas. La recientemente fallida habilitación del gasoducto NordStream-2, que discurre desde Rusia a Alemania por el mar Báltico evitando pasar por Ucrania –pero también por Polonia-, por presiones de la UE y la OTAN, constituye un golpe fuerte al suministro energético alemán. Alemania no posee plantas regasificadoras¹³⁴ de GNL; sin embargo para evitar depender de las importaciones de gas ruso, se están acelerando la construcción de las regasificadoras de Brunsbüttel y Wilhelmshaven (LNGPrime, 2022). Ironía del destino, ambas regasificadoras están muy cercanas a las plantas nucleares clausuradas de Brunsbüttel y Unterweser. Además, el gobierno alemán estaría considerando su decisión del cierre anticipado de centrales nucleares (Reuters, 2022). Habría que buscar una expresión equivalente a “pegarse un tiro en el pie” en alemán.

En Europa oriental el panorama tiene sus similitudes y diferencias. Debido a la pertenencia de muchos de los países europeos orientales al exbloque soviético durante el siglo pasado, contaban en 1990 con centrales construidas y en construcción mayoritariamente de origen ruso y modelos VVER anteriores a los VVER 1000 y 1200. El ingreso de esos países en la UE supuso un cambio en las regulaciones nucleares, adecuación de instalaciones existentes y cancelación de proyectos.

En los últimos tiempos, y aún antes de desatarse el conflicto entre Rusia y Ucrania en febrero de 2022, las acciones de Rosatom y de la CNNC en el continente fueron bloqueadas por empresas estadounidenses y coreanas, que propusieron modelos de SMR y otros en República Checa, Rumanía, Ucrania, Bulgaria, Eslovaquia y Polonia.

Hungría, perteneciente a la UE, sin embargo, mantiene un canal abierto con Rosatom para la ampliación de su central nuclear de Paks que le provee el 40% de la electricidad que consume. El presidente húngaro Viktor Orban se ha mostrado muy crítico de las políticas energéticas comunitarias (Hungary Today, 2021).

¹³³ La UE suspendió el contrato de construcción de las centrales nucleares de la finlandesa Hanhikivi-1 y la húngara Paks 2, firmado con una subsidiaria de Rosatom (Energy Intelligence, 2022).

¹³⁴ Plantas que convierten el GNL del estado líquido al gaseoso a alta presión para su inyección en gasoductos. Por razones de seguridad tienden a establecerse al menos 10 km alejados de otras instalaciones portuarias.

Ucrania obtiene el 50% de su electricidad de origen nuclear. Sus reactores tipo VVER fueron construidos durante la época soviética y completados luego en la Ucrania independiente, con asistencia rusa. Sin embargo, el ascenso al poder de los nacionalistas ucranianos en 2014 cambió por completo esta relación. El giro hacia Occidente se verificó en los acuerdos de asistencia técnica firmados con empresas y organismos nucleares de la UE y EEUU, incluso para completar la construcción de 2 centrales tipo VVER en Khmelnistky y Rovno, al oeste del país. En cuanto al conflicto ruso-ucraniano, la planta nuclear de Zaporizhzhia (la mayor planta nuclear de Europa) en el sudeste del país se ha convertido en un campo de batalla que pone en vilo a la comunidad internacional.

Por último, Bielorrusia por el contrario se mantuvo como país independiente pero dentro de la órbita rusa, y eso se verifica también en el campo de la energía nuclear. En junio de 2021 el reactor 1 de la central nuclear de Ostrovets comenzó a generar electricidad, y tiene otro en construcción, gracias a la inversión de Rosatom. Lituania¹³⁵, quien se opuso firmemente a la construcción de esta central por razones de “seguridad y geopolíticas”, están importando electricidad de Bielorrusia (Politico, 2022). Como reza el dicho popular, la necesidad tiene cara de hereje.

Uranio

El uranio es el insumo fundamental para la energía nuclear. Si bien no se utiliza en grandes cantidades, lo que favorece su transporte y almacenamiento, su escasa abundancia relativa en la corteza terrestre es el factor clave.

Según datos provenientes del Red Book 2021 de la Agencia Internacional de la Energía Atómica y del World Uranium Mining Production de 2021, el gran proveedor de uranio del continente y del mundo es Kazajistán, con el 41% del total mundial. Le siguen Australia (13% del total), Namibia (11%), Canadá (8%), Uzbekistán, Níger, Rusia y China.

La empresa estatal kazaja Kazatomprom produce el 22% del total mundial del uranio, seguidas por la francesa Orano, la rusa Uranium One y la china CGN con el 9% cada una del total mundial, todas ellas de capital mayoritario estatal. Nuevamente se evidencia el peso de los Estados nacionales en la materia.

En cuanto a las reservas de mineral, ambos reportes antes citados mencionan que es Australia el mayor reservorio mundial de uranio (28% del total), seguido de Kazajistán (15%), Canadá (9%) y Rusia (8%). Sin embargo, las reservas kazajas son las mayores del mundo si se consideran las económicamente viables de explotación.

A fines de 2020 estallaron violentos conflictos civiles en Kazajistán que fueron aplacados por el gobierno kazajo, con ayuda de Rusia. Hasta el WEF, casualmente, se expidió sobre Kazajistán como la “Arabia Saudita del uranio” (WEF, 2022). ¿Se trató, entonces, de otra “Revolución de Colores”?

¹³⁵ El cierre de la central nuclear de Ignalina en 2004, como condición de ingreso de Lituania a la UE, provocó la dependencia por la importación del gas ruso y de la electricidad de países escandinavos.

Conclusiones

La energía nuclear, en el marco de lo que podríamos llamar una “Crisis del Gas”, se ha convertido, luego de un tiempo de no estar dentro de los temas importantes, en un nuevo tópico de importancia geopolítica.

Esta “Crisis del Gas” conlleva varias consecuencias (inflación mundial, costos en alza, problemas de suministro) y tiene a varios puntos “calientes” del planeta como escenarios. Yemen, paso clave del Mar Rojo para los buques metaneros y hoy sumido en una cruenta guerra civil, no exporta GNL desde 2014 (AA, 2020). Y entre las causas posibles de la guerra civil en Siria, se mencionan los intentos de alcanzar los gasoductos turcos desde Catar a través del territorio sirio (ABC, 2013). A lo que sumamos el notable aumento de la producción y exportación de GNL de Australia y sobre todo EEUU, pese a la oposición interna de la administración Biden a la explotación del *shale gas*.

Rusia, como gran jugador del mercado mundial de gas, puede virar su atención desde la conflictiva Europa al demandante y creciente mercado chino, mediante la ampliación de gigantescos gasoductos desde la península de Yamal, como son los proyectos de SilaSibiri 2 y Soyuz-Vostok (RT, 2021).

En lo referente a la energía nuclear, tanto China como Rusia evidencian una expansión notable en Eurasia.

China va camino a convertirse en el país con mayor cantidad de reactores en funcionamiento y mayor producción para 2030. Claramente es una apuesta por la seguridad energética ante el aumento del consumo de electricidad de su población y el reemplazo de la producción de carbón por motivos económicos y medioambientales. Además, va por la internacionalización de su propia tecnología, ya lo ha logrado en Pakistán y apuesta por otros países signatarios del Tratado de No Proliferación Nuclear, como Argentina.

Rusia, a través del gigante Rosatom, ya inició su internacionalización en países claves como China, India e Irán, pese a que viene siendo bloqueado en países de Europa del este.

Irán y Emiratos Árabes Unidos, a quienes se les unirán varios países más de Medio Oriente, buscan no tanto seguridad energética como sí desarrollo científico-tecnológico y disponer de más saldos exportables de gas natural.

En Europa, en cambio, se vislumbra un panorama no ya de estancamiento sino de retroceso. El caso alemán es paradigmático porque refleja también el intento de evitar un acercamiento entre Alemania y Rusia por parte de las potencias atlánticas (Dugin, 2016, p14). El movimiento de pinzas cerrando el gasoducto NordStream2, las sanciones contra Rusia (principal proveedor de gas europeo) y el desmantelamiento de plantas nucleares deja al país germano muy dependiente de las importaciones de GNL, particularmente de los EEUU.

Lo mismo se puede decir de los países europeos sin salida al mar como Austria, Hungría o República Checa. La dependencia en este caso es doble: al no tener nuevas centrales nucleares o el suministro ruso de gas ruso, se depende del GNL vía marítima y de las “llaves

de paso” de las terminales regasificadoras ubicadas en países con salida al mar. Lo mismo vale para países situados en el Mar Báltico, cuya navegación se dificulta en invierno, la época del año de mayor demanda.

El avance de la talasocracia en Europa por sobre la telurocracia rusa se verifica con fuerza (Dugin, op cit, p11).

En lo referente al uranio, los conceptos planteados por Halford Mackinder hace más de un siglo vuelven al ruedo, pues como vemos geográficamente hablando, el centro de Asia puede ser un lugar de disputa geopolítica por el control de recursos minerales claves. Una “balcanización” del centro de Asia es lo que buscan las potencias marítimas para conseguirlo (Brzezinski, 1998).

Referencias

ABC. 15-09-2013. Siria, el escollo entre el gas natural qatarí y Europa. Disponible en:

<https://www.abc.es/internacional/20130915/abci-qatar-petroleo-siria-201309142123.html>

Agencia Anadolu (AA). 24-12-2020. Yemen señala a Emiratos Árabes Unidos de convertir instalación de gas natural en centro de tortura. Disponible en:

<https://www.aa.com.tr/es/mundo/yemen-se%C3%B1ala-a-emiratos-%C3%A1rabes-unidos-de-convertir-instalaci%C3%B3n-de-gas-natural-en-centro-de-tortura/2086856>

BP Statistical Review of World Energy 2021. Disponible en:

<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

BRZEZINSKI, Z. (1998), El gran tablero mundial, Buenos Aires: Paidós.

CGTN en español. 2022. Irán dice estar "más cerca que nunca de un acuerdo" y pide a occidente ser realista. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=6uN1jv6b2VQ>

China Daily. 16-09-2022. Nation pushes nuclear power to ensure supply, reach carbon goals.

Disponible en:

<https://www.chinadaily.com.cn/a/202209/16/WS6323dc25a310fd2b29e7808f.html#:~:text=China%20currently%20operates%20a%20total,in%20the%20world%2C%20it%20said>

China Dialogue. 20-07-2022. China’s move to increase coal supplies won’t affect

decarbonisation. Disponible en: <https://chinadialogue.net/en/energy/chinas-move-to-increase-coal-supplies-wont-affect-decarbonisation/>

DUGUIN, A. (2016), “El paradigma del fin”, en Centro de Análisis Katehon, Moscú.

- El País. 01-01-2022. La Comisión Europea reconoce la energía nuclear como verde al menos hasta 2045. Disponible en: <https://elpais.com/economia/2022-01-01/la-comision-europea-reconoce-la-energia-nuclear-como-verde-al-menos-hasta-2045.html>
- Energy Intelligence. 25-02-2022. Newbuilds: Anti-Russian Blowback Imperils Hanhikivi-1, Paks II. Disponible en: <https://www.energyintel.com/0000017f-263e-d3e7-a17f-f7ffbea20000>
- Global Times. 28-05-2021. China maintains 'artificial sun' at 120 million Celsius for over 100 seconds, setting new world record. Disponible en: <https://www.globaltimes.cn/page/202105/1224755.shtml>
- Hungary Today. 06-10-2021. PM Orbán: EU Needs to Rethink Policy on Energy Prices. Disponible en: <https://hungarytoday.hu/orban-energy-prices-eu-policy/>
- IHS Markit. 05-01-2022. United States Poised to be World's Largest LNG Exporter in 2022 as China Becomes Top LNG Importer. Disponible en: https://news.ihsmarkit.com/prviewer/release_only/slug/bizwire-2022-1-5-united-states-poised-to-be-worlds-largest-lng-exporter-in-2022-as-china-becomes-top-lng-importer
- International Energy Agency (IEA), 2021. WorldEnergy Outlook 2021. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- International Atomic Energy Agency (IAEA),2021. Accidente nuclear de Fukushima Daiichi. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/temas/accidente-nuclear-de-fukushima-daiichi>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Statistics 2021. Disponible en: <https://irena.org/publications/2021/Aug/Renewable-energy-statistics-2021>
- International Gas Union (IGU), 2021. World LNG Report. Disponible en: <https://www.igu.org/resources/world-lng-report-2021/>
- LNGPrime.com. 21-02-2021. Shell says 2021 global LNG trade rose 6 percent to 380 million tonnes. Disponible en: <https://lngprime.com/europe/shell-says-2021-global-lng-trade-rose-6-percent-to-380-million-tonnes/43113/>
- LNGPrime.com. 27-02-2022. Germany backs construction of two LNG import terminals to cut Russian gas reliance. Disponible en: <https://lngprime.com/europe/germany-backs-construction-of-two-lng-import-terminals-to-cut-russian-gas-reliance/43905/>
- MERINO, G.E y TRIVI N. 2019. "La Nueva Ruta de la Seda y la disputa por el poder mundial". En Bogado L., Caubet M. y Staiano F. China: una nueva estrategia geopolítica y global. La iniciativa de la franja y la ruta. Instituto de Relaciones Internacionales. UNLP

Nature. 21-03-2018. Let democracy rule nuclear energy. Disponible en:

<https://www.nature.com/articles/d41586-018-03264-8#:~:text=The%20final%20vote%20on%2015,9.7%25%20voting%20to%20expand%20it.>

Nuclear Energy Agency (NEA)- International Atomic Energy Agency (IAEA). Uranium 2020: Resources, Production and Demand (Red Book). Disponible en:

https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_52718/uranium-2020-resources-production-and-demand?details=true

Organización de las Naciones Unidas (ONU). Objetivos para el Desarrollo Sostenible.

Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Politico. 11-02-2021. Electricity from blocked Belarusian reactor still flowing into the EU.

Disponible en: <https://www.politico.eu/article/electricity-from-blocked-belarusian-reactor-still-flowing-into-the-eu/>

Powermag. 01-02-2022. District Heating Supply from Nuclear Power Plants. Disponible en:

<https://www.powermag.com/district-heating-supply-from-nuclear-power-plants/>

Reuters. 27-02-2022. Germany mulls extending nuclear plants' life-span - economy minister.

Disponible en: <https://www.reuters.com/world/europe/germany-mulls-extending-nuclear-plants-life-span-economy-minister-2022-02-27/>

Russia Today (RT). 02-02-2022. Todo sobre el nuevo gasoducto ruso Soyuz Vostok, que permitirá suministrar a China cerca de 50.000 millones de metros cúbicos de gas al año. Disponible en:

<https://actualidad.rt.com/actualidad/418753-gazprom-gasoducto-soyuz-vostok-suministrar-gas-china>

SEVARES, Julio. (2015) China, un socio Imperial para Argentina y América Latina. Edhasa.

Taiwan News. 01-02-2019. Taiwan to defy referendum results, phase out nuclear power by 2025. Disponible en: <https://www.taiwannews.com.tw/en/news/3630031>

United States Geological Survey (USGS), 2021. Mineral commodity summaries 2021: U.S. Geological Survey, 200 p., <https://doi.org/10.3133/mcs2021>.

Watt-Logic. 12-01-2022. EPR: progress at Olkiluoto but Flamanville sees new delays and cost increases. Disponible en: <https://watt-logic.com/2022/01/12/epr-problems/>

World Economic Forum (WEF) 21-02-2022. Asia plans to build hundreds of nuclear power stations. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2022/01/asia-nuclear-reactors-power-energy/>

World Economic Forum (WEF) 21-02-2022. Nuclear fuel suffers from a geographical supply imbalance. Here's why that's a concern. Disponible en:

<https://www.weforum.org/agenda/2022/02/nuclear-energy-fuel-supply-crunch/>

World Nuclear Association (WNA). World Nuclear Performance Report 2021. Cop26 Edition. Disponible en: <https://world-nuclear.org/getmedia/264c91d4-d443-4edb-bc08-f5175c0ac6ba/performance-report-2021-cop26.pdf.aspx>

World Nuclear Association (WNA). Nuclear Power in Russia. Disponible en: <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power.aspx>

World Nuclear Association (WUMP). World Uranium Mining Production (updated september 2021). Disponible en: <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/world-uranium-mining-production.aspx>

World Nuclear News (WNN), 21-12-2021. Europe's first EPR reaches criticality. Disponible en: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Europe-s-first-EPR-reaches-criticality>