

Reactores pequeños y nuevas tecnologías

para energía nuclear se alcanzan como alternativa frente al cambio climático

POR M. ZECCHETTO, R. OLIVOS Y A. RIVERA

En la última Conferencia de Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas (COP28) que se realizó en diciembre de 2023 en Dubái (Emiratos Árabes Unidos), por primera vez se habló de la energía nuclear o nucleoelectrónica como una alternativa para reducir las emisiones y frenar el calentamiento global.

En esa ocasión, 22 países suscribieron un acuerdo para trabajar en triplicar su capacidad de energía nuclear a 2050 - hoy representa el 25% del total de la producción mundial de electricidad de bajas emisiones-, al que luego se sumaron tres países. Y en marzo pasado, se llevó a cabo la primera Cumbre de Energía Nuclear en Bruselas (Bélgica), dándole un nuevo impulso.

La generación de electricidad a partir de energía nuclear no genera emisiones, sin embargo, el ciclo de vida de este proceso que incluye desde la explotación del uranio -combustible de los reactores- hasta la mantención y operación de las centrales, genera emisiones de dióxido de carbono (CO2), las que, según diversos estudios internacionales, serían inferiores a otros sistemas de generación de energía.

Sin embargo, una planta nuclear también tiene otras complejidades, como el uso intensivo de agua que se requiere para mantener los reactores a baja temperatura, y temas asociados a la seguridad de

■ Por primera vez la Cumbre del Clima de las Naciones Unidas, COP28, incorporó en la agenda la discusión en torno a la energía nuclear dándole un nuevo impulso.

las instalaciones. Accidentes como la explosión de la central nuclear de Chernóbil (Ucrania) en 1986, y el terremoto y tsunami que provocaron una catástrofe en la planta nuclear de Fukushima Daiichi (Japón) en 2011, intensificaron los temores, por la gran cantidad de radiación emitida a la atmósfera, y sus efectos en la salud y el medio ambiente.

¿Qué cambió para considerar esta energía como opción? En la COP28 los expertos alertaron que el mundo está en un punto de inflexión y que sin energía nuclear peligra el Acuerdo de París, que estableció como meta

limitar el calentamiento global a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales.

Además, en la última década se han desarrollado nuevas tecnologías, como pequeños reactores y otras vinculadas a seguridad y eficiencia, lo que ha llevado a expertos a señalar que esta energía es viable, incluso en países sísmicos como Chile.

La abogada y socia de Santa Cruz IP -estudio especializado en propiedad intelectual-, Catalina Olivos, dijo que el patentamiento en energía nuclear es "un área tecnológica en crecimiento". Francia y Alemania

lideran en número de patentes en este ámbito en Europa, en tanto, China y Japón, registran "una actividad significativa", este último, en temas de seguridad.

A nivel local si bien la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) lleva más de 30 años operando reactores de investigación y generando capacidades, el debate en torno a su potencial uso ha sido escaso.

En 2007, bajo el Gobierno de la exPresidenta Michelle Bachelet se elaboró un informe referente a ventajas, riesgos y recomendaciones. Tres años más tarde, el Grupo Consultivo Nuclear (GCN) concluyó que Chile no tenía las capacidades humanas, infraestructura física, organizacional y regulatoria para integrar la energía nuclear a la matriz energética. Y en 2011, el desastre de Fukushima frenó la discusión local, por el riesgo sísmico.

Más aún, la Agenda de Energía 2050 no la incluyó como opción a corto plazo, por falta de estudios de viabilidad económica y ajustes legales e institucionales.

Pequeños reactores

En este contexto, a nivel mundial, comienza a tomar fuerza el desarrollo de los Reactores Modulares Pequeños (SMR, en inglés), los que tienen una capacidad de potencia eléctrica máxima de 300 Megawatt (MWe), similar, por ejemplo, a la planta fotovoltaica Gran Teno que tiene una potencia nominal de generación de

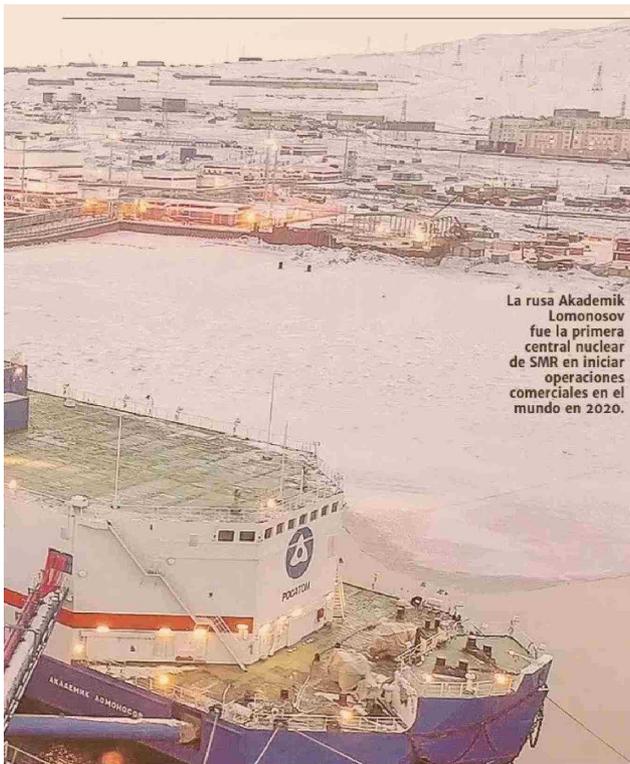
200 MW y capacidad para abastecer a 136 mil hogares.

El desarrollo de los SMR aún es incipiente. En septiembre de 2021 la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA, en inglés), de la ONU, presentó su Plataforma sobre Reactores Modulares Pequeños y sus aplicaciones, con más de 70 desarrollos comerciales de 17 países. A la fecha, según la entidad, Estados Unidos, Canadá, Rusia, Corea del Sur y Argentina tienen unidades en construcción, pero aún hay muy pocas SMR operativas. La primera en el mundo, es la rusa Akademik Lomonosov, una central nuclear flotante, que inició operaciones en 2020.

Además, la Comisión Europea puso en marcha este 2024 la Alianza Industrial Europea sobre Reactores Modulares Pequeños para acelerar su desarrollo y despliegue a 2030.

Según la OIEA, los sistemas de SMR y los microrreactores -con capacidad de hasta 10 MW- pueden combinarse con fuentes de energía renovables para crear sistemas híbridos que no dependan del clima o la hora del día, y de esta forma, eliminar el problema de las intermitencias, lo que les permitiría jugar un rol clave en la transición energética.

"La actividad de patentamiento relacionada con SMR en todo el mundo también está aumentando, aunque en menor escala en comparación con la energía nuclear en general. Corea del Sur muestra una especialización



La rusa Akademik Lomonosov fue la primera central nuclear de SMR en iniciar operaciones comerciales en el mundo en 2020.

en esta área”, afirmó Olivios.

La abogada destacó una patente de la compañía coreana Korea Hydro & Nuclear Power Co, un método operativo para monitorear el nivel de desgaste o fatiga de los SMR, y generar un diagnóstico para determinar su operabilidad.

Respecto de los residuos de los SMR, hay opiniones divididas. Un estudio de la Universidad de Stanford de 2022, señaló que estos podrían generar más desechos radiactivos que una planta nuclear convencional, pero para otros expertos, al tratarse de una tecnología en fases iniciales de desarrollo, es difícil tener cifras.

Tecnologías antisísmicas

Tras el accidente de Fukushima, se enfriaron los ánimos por avanzar en esta materia en el mundo. Chile no fue la excepción, pero el escenario para los países sísmicos está cambiando.

El exdecano y profesor de Ingeniería de la Universidad Católica, Juan Carlos de la Llera y cofundador de la empresa Sirve- de tecnologías antisísmicas- afirmó que hay “muchísima” literatura relacionada con este tema y las centrales nucleares y “las tecnologías que hoy existen están disponibles realmente en industrias complejas”, afirmó.

Señaló que con el avance en ingeniería estructural es posible construir una estructura que no sufra daños por un terremoto. De hecho, en las tres últimas décadas se han desarrollado técnicas, como el aislamiento sísmico y sistemas de disipación de energía, capaces de “absorber la energía del sismo para que no

llegue a la estructura, sino que se la sacan como el amortiguador de un auto”, explicó.

¿Podría el país instalar SMR? Para de la Llera, Chile tiene “un nivel sofisticado de ingeniería que perfectamente se podría estudiar (el tema), vale la pena dar esa oportunidad y esa discusión” y añadió que desde el punto de vista tecnológico es “perfectamente factible”.

Olivios, en tanto, destacó una patente de las compañías chinas Nuclear Power Operation Man Limited Company y Qinshan Nuclear Power Ltd Company relacionada con tecnología antisísmica para plantas nucleares. Se trata de un banco de pruebas para evaluar el impacto que podría tener un terremoto en válvulas de bombas nucleares.

Consumo hídrico

Otro de los factores críticos para evaluar una planta nuclear es la gran

el clima, la ubicación, el diseño del sistema de enfriamiento y la eficiencia del reactor.

También señalaron que una central del tipo PWR (Power Water Reactor), de 1.000 MWe, puede utilizar entre 1.000 litros (lt) a 2.000 lt por Megawatt hora (MWh) generado; en tanto, los SMR, al ser más pequeños, consumen entre 500 lt y 1.000 lt por MWh.

Según los expertos de la CChen, parte del agua utilizada “no entra en contacto con el núcleo ni con las partes internas del reactor”, por lo que entre un 95% a 98% de esta, puede retornar al medio ambiente.

Países como Francia y EEUU, han implementado tecnologías para optimizar el uso de agua y sistemas avanzados de enfriamiento. Canadá, en tanto, cuenta con reactores de tecnología Candu -de agua pesada presurizada (PHWR, en inglés)- con una alta capacidad para reciclar el recurso.

Por otro lado, Corea del Sur desarrolló un reactor nuclear pequeño para la cogeneración de electricidad y agua potable. Se trata del System-integrated Modular Advanced Reactor (Smart) de 330 Megawatt de potencia térmica (MWt), que tiene larga vida útil y solo necesita una operación general de mantenimiento cada tres años.

Manejo de residuos

Otra de las preocupaciones en torno a la energía nuclear son los residuos -como el combustible quemado-, los que según el jefe del reactor nuclear de investigación Rech-1 de la CChen, Luis Manríquez, se clasifican según su nivel de actividad radioactiva, en baja, media y alta. Los dos primeras concentran el 95% de los desechos. No obstante, dijo que hoy “ya se sabe lo que hay que hacer con ellos”.

Para su disposición, los países han optado por tecnología para reducir su volumen -para luego enterrarlos-, inmovilizarlos para evitar que se dispersen en el medio ambiente, y cambios en su composición.

Por ejemplo, la startup suiza

Expertos coinciden en que ya existen tecnologías para construir centrales seguras, incluso en países sísmicos.

cantidad de agua que se requiere para enfriar los reactores y para el proceso de condensación del vapor que pasa por las turbinas que generan electricidad, sobre todo en escenarios de escasez hídrica.

La jefa de vinculación, Bárbara Nagel, y el supervisor de operación del reactor de investigación RECH-1 de la CCHEN, Renzo Crispieri, respondieron por escrito a DF, que el consumo hídrico de las centrales nucleares depende de diversos factores, como el tipo de reactor,

Transmutex desarrolló una tecnología de transmutación nuclear -conversión del desecho a una forma distinta- para reducir la cantidad de residuos de las centrales atómicas en hasta un 80%, según un artículo de Financial Times.

En este ámbito, Olivios destacó una patente de la empresa china Wuhan Jichao Information Tech, que creó un sistema de limpieza y reparación de contaminación del agua por radiación nuclear, el que sería superior a la tecnología actual.