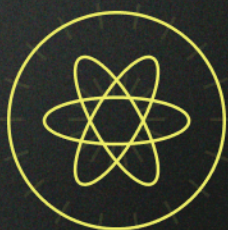


LAB 2025

Communication

4

Education



Energía → Nuclear

Sobre el Lab

El Laboratorio para la Transición Energética es una organización liderada por jóvenes profesionales que impulsa iniciativas intersectoriales para acelerar la transición justa en América Latina, mediante comunicación estratégica, investigación aplicada y educación innovadora. Su misión es catalizar soluciones sostenibles que contribuyan a una región más justa y resiliente, donde la transición verde reduzca desigualdades, genere empleos de calidad y fortalezca la integración regional mediante consensos amplios y colaboración entre sectores.

Sobre C4E

Este informe forma parte de Communication 4 Education (C4E), un proyecto del Lab que busca transformar la forma en que las juventudes latinoamericanas se informan sobre la transición energética, combinando evidencia, creatividad y redes sociales. C4E se implementa a través de una estrategia en tres etapas que articula investigación, producción audiovisual y difusión digital. En 2024, el proyecto dio lugar a la creación de 15 videos breves que alcanzaron a más de 800.000 personas en redes sociales, narrando desde la voz de jóvenes un futuro posible y deseable.

Cita sugerida

Herrero, C y Croxatto, S. (2024). Energía nuclear: un informe de Comunicación para la Educación (C4E). Documento de revisión. Laboratorio para la Transición Energética.

Este documento está sujeto a licencia [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](#). Se puede usar para investigación y difusión sin fines comerciales.

Índice

Energía nuclear	4
¿Quién descubrió la radiactividad?	4
¿Qué es la energía nuclear?	4
¿Qué es la fisión nuclear?	5
¿Cómo funciona una central nuclear?	5
¿Cuál es el rol del uranio?	6
¿Qué países tienen energía nuclear?	7
El rol de Argentina en la generación de energía nuclear	10
El proyecto Huemul	10
Desarrollo de la energía nuclear en Argentina	11
Desafíos.	12
¿Por qué nos tiene que importar la energía nuclear hoy?	14
Conclusiones	16
Referencias	17

| Energía nuclear

¿Quién descubrió la radiactividad?

Resulta interesante mencionar que el descubrimiento de la radiactividad puede considerarse como un “error” de laboratorio. A fines del siglo XIX, el físico francés Antoine Henri Becquerel se encontraba trabajando en su laboratorio y observó que unas placas fotográficas habían aparecido veladas, a pesar de haber estado protegidas de la luz solar. Luego de investigar su causa, el científico descubrió que se debía a que las placas habían quedado junto a unas sales de uranio. Debido a este descubrimiento, Becquerel es considerado “el padre de la energía nuclear” (Instituto de Protección Radiológica, 2024). Para la misma época, el matrimonio constituido por Pierre y Marie Curie descubrieron la existencia del polonio y el radio (Idem, 2024). Estos tres elementos fueron fundamentales en el desarrollo de la energía nuclear. Actualmente, el uranio se utiliza como combustible en prácticamente todas las centrales de producción de energía eléctrica (Idem, 2024).

A raíz de investigaciones posteriores llevadas a cabo por los científicos Rutherford y Soddy, se descubrió que se podían emitir tres tipos distintos de radiaciones: alfa, beta y gamma (Instituto de Protección Radiológica, 2024).

¿Qué es la energía nuclear?

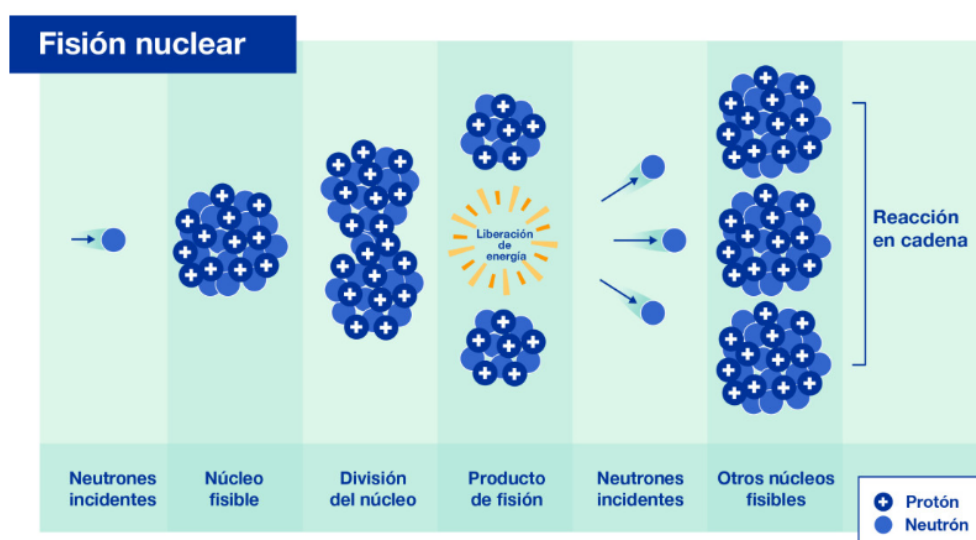
La energía nuclear “es una forma de energía que se libera desde el núcleo o parte central de los átomos, que consta de protones y neutrones” (IAEA, 2024). Este tipo de energía puede producirse mediante fisión o mediante fusión nuclear. La fisión se da cuando los núcleos de los átomos se dividen; mientras que la fusión, cuando se unen (Idem, 2024).

Actualmente, el método que se emplea para la producción de energía nuclear destinada a energía eléctrica es la fisión nuclear. Por su parte, el método de fusión aún se encuentra en una etapa de I+D (IAEA, 2024).

¿Qué es la fisión nuclear?

La fisión nuclear “es una reacción por la que el núcleo de un átomo se divide en dos o más núcleos más pequeños, liberando al mismo tiempo energía” (IAEA, 2024). Cuando se produce esta reacción, se libera energía en forma de calor y radiación. En una central nuclear, este calor puede utilizarse para producir electricidad (Idem, 2024). En la imagen 1 puede observarse el proceso de fisión nuclear.

Imagen 1. Fisión nuclear.

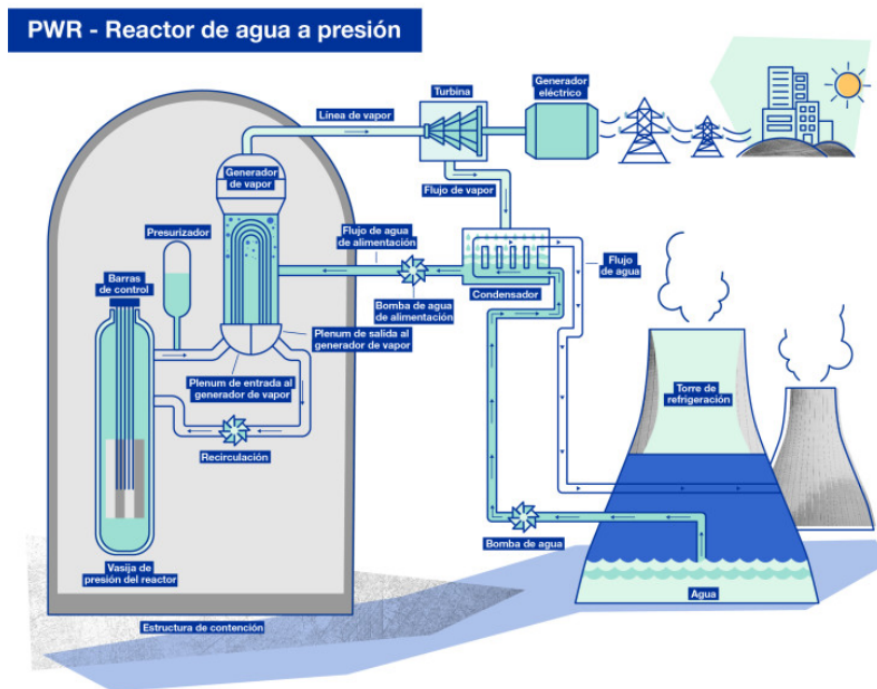


Fuente: (IAEA, 2024).

¿Cómo funciona una central nuclear?

Los reactores nucleares presentes dentro de las centrales nucleares, controlan las reacciones para lograr producir calor mediante fisión nuclear (IAEA, 2024). Luego, el calor produce vapor a partir del agua presente como refrigerante del reactor, el cual hace funcionar las turbinas, que activan un generador eléctrico. De esta manera, se produce electricidad a través de un proceso bajo en emisiones de carbono (Idem, 2024). En la imagen 2 puede observarse el proceso mediante el cual funciona un reactor de agua a presión.

Imagen 2. Reactor de agua a presión.



Fuente: (IAEA, 2024).

¿Cuál es el rol del uranio?

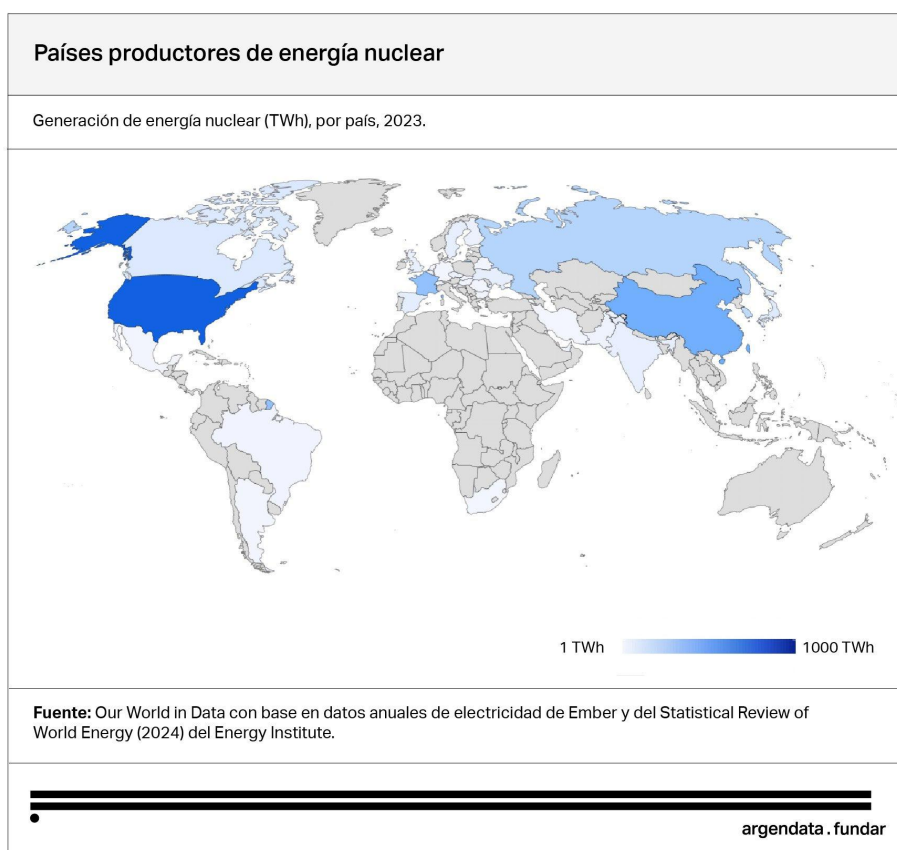
El uranio es un metal presente en las rocas. El uranio 235 puede utilizarse para producir energía a partir de la fisión nuclear. Sin embargo, éste representa menos del 1% del uranio a nivel mundial (la mayor parte es uranio 238) (IAEA, 2024). Para que el uranio tenga más posibilidades de fisionarse, es necesario llevar a cabo un proceso denominado enriquecimiento de uranio, mediante el cual aumenta la cantidad de uranio 235 en una muestra de uranio natural (Idem, 2024).

Una vez enriquecido, el uranio puede utilizarse como combustible en una central nuclear por un período de entre 3 y 5 años (IAEA, 2024).

¿Qué países tienen energía nuclear?

Actualmente, existen 33 países en todo el mundo que poseen un total de 422 reactores nucleares en conjunto. Éstos producen, aproximadamente, el 10,5% de la electricidad mundial (Foro Nuclear, 2022). En la imagen 3 pueden observarse los países productores de energía nuclear a nivel mundial.

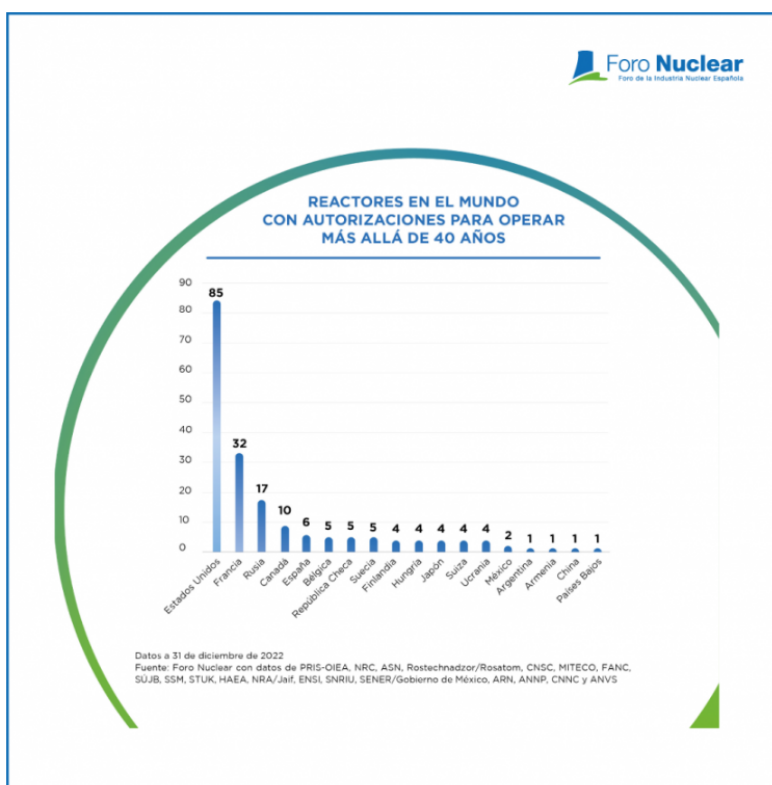
Imagen 3. Países productores de energía nuclear.



Fuente: (Fundar, 2024).

Además, para 2022 existían 58 unidades en construcción en 18 países, entre los que se encuentran China, India, Corea del Sur, Rusia y Turquía (Foro Nuclear, 2022). . En la imagen 4 pueden observarse los reactores a los que se le ha dado autorización para operar más allá de 40 años (191 reactores nucleares a nivel mundial).

Imagen 4. Reactores nucleares con autorización para operar más allá de 40 años.



Reactores con autorizaciones de operación a largo plazo en el mundo

Fuente: (Foro Nuclear, 2022).

En este contexto, la energía nuclear es considerada como una fuente que históricamente se ha constituido como una de las mayores contribuyentes a la generación de energía baja en emisiones de carbono, por lo que tiene un rol central en la descarbonización del sector eléctrico en el marco de la transición energética (IEA, 2023).

Pese a este potencial, la tasa anual de incorporación de nuevas centrales nucleares se encuentra a mitad de camino de la necesaria para cumplir con los escenarios de carbono neutralidad a 2050 (IEA, 2023). En el año 2022, se pusieron en funcionamiento 8 GW de capacidad nuclear nueva, pero el escenario de cero emisiones prevé un despliegue anual más de cuatro veces superior para 2030 (Idem, 2023).

En este sentido, se necesita acelerar los esfuerzos para lograr cumplir con las metas establecidas. Para ello, el fortalecimiento de las actividades de innovación en energía nuclear resultan fundamentales, especialmente el desarrollo de pequeños

reactores modulares, los cuales contribuirían a ampliar la gama de opciones de generación de energía eléctrica baja en emisiones (IEA, 2023).

| El rol de Argentina en la generación de energía nuclear

El proyecto Huemul

En 1948, el físico austríaco Ronald Richter presentó al Presidente de Argentina, Juan Domingo Perón, un proyecto para desarrollar la fisión nuclear controlada, una posibilidad que en ese momento no había logrado ningún laboratorio en el mundo. De esta manera, se daría inicio al Proyecto Huemul y en el año 1950 se da inicio a una planta experimental en la isla Huemul, Bariloche (Mariscotti, 1985).

En marzo de 1951, durante una conferencia de prensa, Perón anunció que: “El 16 de febrero de 1951, en la planta piloto de energía atómica en la isla Huemul, de San Carlos de Bariloche, se llevaron a cabo reacciones termonucleares bajo condiciones de control en escala técnica” (Mariscotti, 1985: pp 22). Este anuncio ubicó al proyecto Huemul en el mapa internacional, con reacciones en *The Times* (Londres) y *The New York Times* (Nueva York) (Idem, 1985).

Con el pasar del tiempo, las noticias que llegaban desde Richter hacia el gobierno en torno a los avances del proyecto, eran confusos y preocupantes. A raíz de ello, en 1952, el gobierno argentino envió una comisión fiscalizadora encabezada por José Balseiro y conformada por físicos argentinos más prestigiosos (Mariscotti, 1985). Sin embargo, luego de las actividades de fiscalización, Balseiro invalidó la metodología que había llevado adelante Richter y recomendó retirar el apoyo y cancelar el proyecto (Idem, 1985).

A pesar de ello, este primer hito en la historia nuclear argentina tuvo dos desenlaces positivos: la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y el Instituto Balseiro, un centro académico de excelencia de física aplicada. Desde entonces y hasta el presente, estas instituciones son el pilar de la investigación vinculada a la energía nuclear en Argentina.

Desarrollo de la energía nuclear en Argentina

Argentina fue pionera en la región en materia nuclear. Para 1950 se creó la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)¹, la cual tuvo el objetivo, desde el comienzo, de “fomentar el desarrollo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en la Argentina, y de realizar o promover la investigación científica correspondiente”². Además, en 1974 inauguró la primera central nuclear de Latinoamérica: Atucha I³.

En este sentido, Argentina ha sido históricamente un referente en la industria nuclear internacional. Actualmente, el país cuenta con tres centrales nucleares operadas por Nucleoeléctrica Argentina S.A.⁴: Atucha I, Atucha II y Embalse⁵, “todas de uranio natural y con una tecnología llamada Generación II, desarrollada durante la década de 1970” (Caro, 2023: pp 22).

Como puede observarse, con un gran recorrido en el sector, y con una gran inversión a lo largo de la historia en el desarrollo de tecnología propia, Argentina se convirtió en uno de los pocos países a nivel mundial que tiene la capacidad de generar de manera autónoma todas las etapas y procesos del Ciclo del Combustible Nuclear⁶.

Además, Argentina ha desarrollado un amplio espectro de recursos humanos altamente calificados que ha permitido el diseño y la construcción de reactores de investigación y potencia, además de la exportación de tecnología de punta aplicada a la energía nuclear⁷. En este punto, resulta fundamental mencionar a empresas clave en el sector, como INVAP S.E.⁸ (constituida a partir de un convenio entre la CNEA y el gobierno provincial de Río Negro). A lo largo de su historia, esta empresa ha logrado

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). <https://www.argentina.gob.ar/cnea>

² Nuclea - Repositorio Digital Institucional CNEA. Comisión Nacional de Energía Atómica. <https://nuclea.cnea.gob.ar/items/2761ed4c-48f5-421a-9557-2e4d5b4412f8>

³ Nucleoeléctrica Argentina. Central Nuclear Atucha I. <https://www.na-sa.com.ar/es/centrales-nucleares/atucha-1>

⁴ Nucleoeléctrica Argentina. <https://www.na-sa.com.ar/>

⁵ Autoridad regulatoria nuclear. Centrales nucleares. <https://www.argentina.gob.ar/arn/uso-de-la-tecnologia-nuclear-segura-en-argentina/centrales-nucleares>

⁶ Comisión Nacional de Energía Atómica. 73 años de tecnología nuclear al servicio del país. <https://www.argentina.gob.ar/cnea/73-anos-de-tecnologia-nuclear-al-servicio-del-pais#:~:text=Ese%20progr ama%20de%20generaci%C3%B3n%20nucleoel%C3%A9ctrica,1%2C%20Embalse%20y%20Atucha%20II>

⁷ Comisión Nacional de Energía Atómica. 73 años de tecnología nuclear al servicio del país. <https://www.argentina.gob.ar/cnea/73-anos-de-tecnologia-nuclear-al-servicio-del-pais#:~:text=Ese%20progr ama%20de%20generaci%C3%B3n%20nucleoel%C3%A9ctrica,1%2C%20Embalse%20y%20Atucha%20II>

⁸ INVAP S.E. <https://www.invap.com.ar/>

posicionarse como un referente en el desarrollo de sistemas tecnológicos de alto valor agregado a nivel internacional (Bril Mascarenhas et al., 2021).

Desafíos.

Pese a su amplio recorrido en la materia, Argentina cuenta con una serie de desafíos que podrían limitar la capacidad futura del país en el desarrollo de la energía nuclear.

Por un lado, existen diferentes opiniones en cuestiones de relevancia para el sector, como por ejemplo si conviene continuar con el uso de uranio natural para los reactores, reemplazarlos por centrales de uranio enriquecido, o eliminar totalmente la energía nuclear para la provisión de energía eléctrica en Argentina (Caro, 2023). A lo largo de las distintas administraciones, se han tomado opciones diferenciadas, lo cual genera una política nuclear inconsistente que limita su desarrollo (idem, 2023).

Por otro lado, pero vinculado a lo anterior, enfrentamos actualmente un gran desafío vinculado al desfinanciamiento público del sector nuclear. A pesar de la histórica apuesta de Argentina al sector nuclear, la actual administración de gobierno ha desfinanciado proyectos clave, como lo son la construcción de los reactores CAREM y RA-10, ambos estratégicos para que Argentina se siga posicionando como un actor fundamental a nivel internacional en cuestiones de energía nuclear. El reactor CAREM es un reactor modular pequeño en construcción que significaría un avance muy importante en términos de eficiencia y costo, además de su potencial de instalación en zonas alejadas por su pequeño tamaño. Por su parte, el reactor RA-10 está diseñado para producir radioisótopos, sustancias radiactivas utilizadas en diagnósticos médicos avanzados, especialmente en el tratamiento de cáncer y cardiopatías, entre otros⁹.

La falta de acuerdos y de financiamiento adecuado puede provocar que el sector nuclear argentino se encuentre en una

⁹ EcoNews. El futuro nuclear en riesgo: el desfinanciamiento de Milei amenaza décadas de avances en Argentina.
<https://econews.global/el-futuro-nuclear-en-riesgo-el-desfinanciamiento-de-milei-amenaza-decadas-de-avances-en-argentina/>

situación crítica, desperdiciando décadas de investigación y trabajo aplicado al sector nuclear.

I ¿Por qué nos tiene que importar la energía nuclear hoy?

Como se ha mencionado anteriormente, la energía nuclear no sólo tiene un rol fundamental en la seguridad energética actual (garantizando un 10,5% de la electricidad mundial), sino que también se posiciona como una fuente de energía clave para la transición energética: los principales organismos internacionales aseguran que para lograr llegar al escenario de cero emisiones para 2050, es fundamental potenciar los esfuerzos en el sector de la energía nuclear. Además, esta fuente de energía tiene la particularidad de que no son muchos los países los que tienen la capacidad de producirla.

En este escenario internacional, Argentina tiene un rol importante y puede potenciar su desarrollo a partir de posicionarse aún más favorablemente a nivel internacional en el mercado de la cadena de valor de la energía nuclear y sus derivados. No sólo cuenta con 3 reactores nucleares de potencia, sino que cuenta con un recorrido histórico de gran relevancia que pone a nuestro país en una posición en la que es capaz de desarrollar tecnología clave a nivel nacional, como los reactores CAREM y RA-10. En este sentido, si se toman las políticas de promoción adecuadas, Argentina tiene la oportunidad de posicionarse como un líder en la fabricación de reactores de media y baja potencia.

En distintos documentos orientados a la planificación estratégica, como el *Plan Argentina Productiva 2030*¹⁰, en su misión 2: Economía verde, prioriza como un proyecto específico dentro de la transición energética al desarrollo de reactores modulares. Este documento hace énfasis en el potencial exportador que tendría este tipo de producción en Argentina, ya que son pocos los países que cuentan con el potencial de exportar esta tecnología en el mediano plazo (Argentina Productiva 2030, 2023).

Al mismo tiempo, estos proyectos cuentan con un gran potencial para dinamizar la industria nacional, ya que cuentan con un alto contenido local. Por ejemplo, en el proceso de construcción del reactor CAREM, se han utilizado empresas y proveedores argentinos como la CNEA, INVAP, IMPSA, Nucleoeléctrica Argentina,

¹⁰ Argentina Productiva 2030. <https://www.argentina.gob.ar/produccion/argentina-productiva-2030>

entre otras (Argentina Productiva 2030, 2023). Para lograr que Argentina tome una posición de liderazgo en este mercado y que, al mismo tiempo, esto traccione la industria nacional, resulta fundamental no sólo finalizar el reactor, sino también enfocarse en la inserción comercial internacional del mismo, realizar esfuerzos por seguir aumentando la cantidad de proveedores argentinos para el proyecto y promover la articulación entre el sector público, privado y científico (Idem, 2023).

| Conclusiones

En el marco de la transición energética, el escenario internacional exige de una mayor participación de la energía nuclear para asegurar la provisión de electricidad con fuentes de energía bajas en emisiones de carbono. En este sentido, pese a los debates que ha suscitado este tipo de energía a nivel mundial, los principales organismos internacionales vinculados a la temática han considerado a la energía nuclear como un actor fundamental para lograr cumplir con los objetivos de descarbonización.

Al mismo tiempo, como se ha mencionado, son pocos los países que cuentan con la capacidad de generar este tipo de energía. Entre ellos, Argentina se posiciona como un actor relevante, no solo por su gran recorrido histórico en la materia, sino también por las capacidades que ha construido en este recorrido. Nuestro país cuenta con tres centrales nucleares de alta potencia y se encuentra desarrollando reactores modulares de media y baja potencia, como también un reactor orientado al sector de la medicina.

Sin embargo, el potencial que tiene Argentina para fortalecer su rol como actor clave en el sector de la energía nuclear a nivel internacional se encuentra atado a la capacidad de sortear los desafíos específicos que plantea el contexto nacional. Entre ellos, mejorar con el financiamiento para los proyectos estratégicos que se encuentran en desarrollo actual, como el CAREM y el RA-10, se configura como una exigencia urgente para no perder los esfuerzos realizados por nuestro país en la materia.

| Referencias

- Instituto de Protección Radiológica (2024). Historia de la energía nuclear. <https://www.iprltda.cl/noticias/historia-de-la-energia-nuclear/>
- International Atomic Energy Agency (IAEA) (2024). ¿Qué es la energía nuclear? La ciencia de la energía nucleoelectrica. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-energia-nuclear-la-ciencia-de-la-energia-nucleoelectrica>
- Foro Nuclear (2022). La energía nuclear en el mundo. <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/energia-nuclear-en-el-mundo/>
- International Energy Agency (IEA) (2023). Nuclear power. <https://www.iea.org/energy-system/electricity/nuclear-power>
- Fundar (2024). El potencial de la energía nuclear. <https://preview.mailerlite.com/u1p8l6n0x3/2718347622011116478/u2o6/>
- Mariscotti, M. (1985). El secreto atómico de Huemul. <https://archive.org/details/el-secreto-atomico-de-huemul-mario-mariscotti-1985/page/11/mode/2up>
- Caro, A. (2023). La generación nucleoelectrica en Argentina y el mundo. Fundar. <https://fund.ar/publicacion/la-generacion-nucleoelectrica-en-argentina-y-el-mundo/>
- Bril Mascarenhas, T., Gutman, V., Dias Lourenco, M.B., Pezzarini, L., Palazzo, G., Anauati, M.V. (2021). *Políticas de Desarrollo Productivo Verde para la Argentina*. <https://fund.ar/wp-content/uploads/2021/11/Fundar-Poli%CC%81ticas-de-Desarrollo-Productivo-Verde-para-la-Argentina.pdf>
- Argentina Productiva 2030 (2023). Misión 2. Desarrollar la economía verde para una transición ambiental justa. Plan para el Desarrollo Productivo, Industrial y Tecnológico - Ministerio de Economía de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mision_2_0.pdf