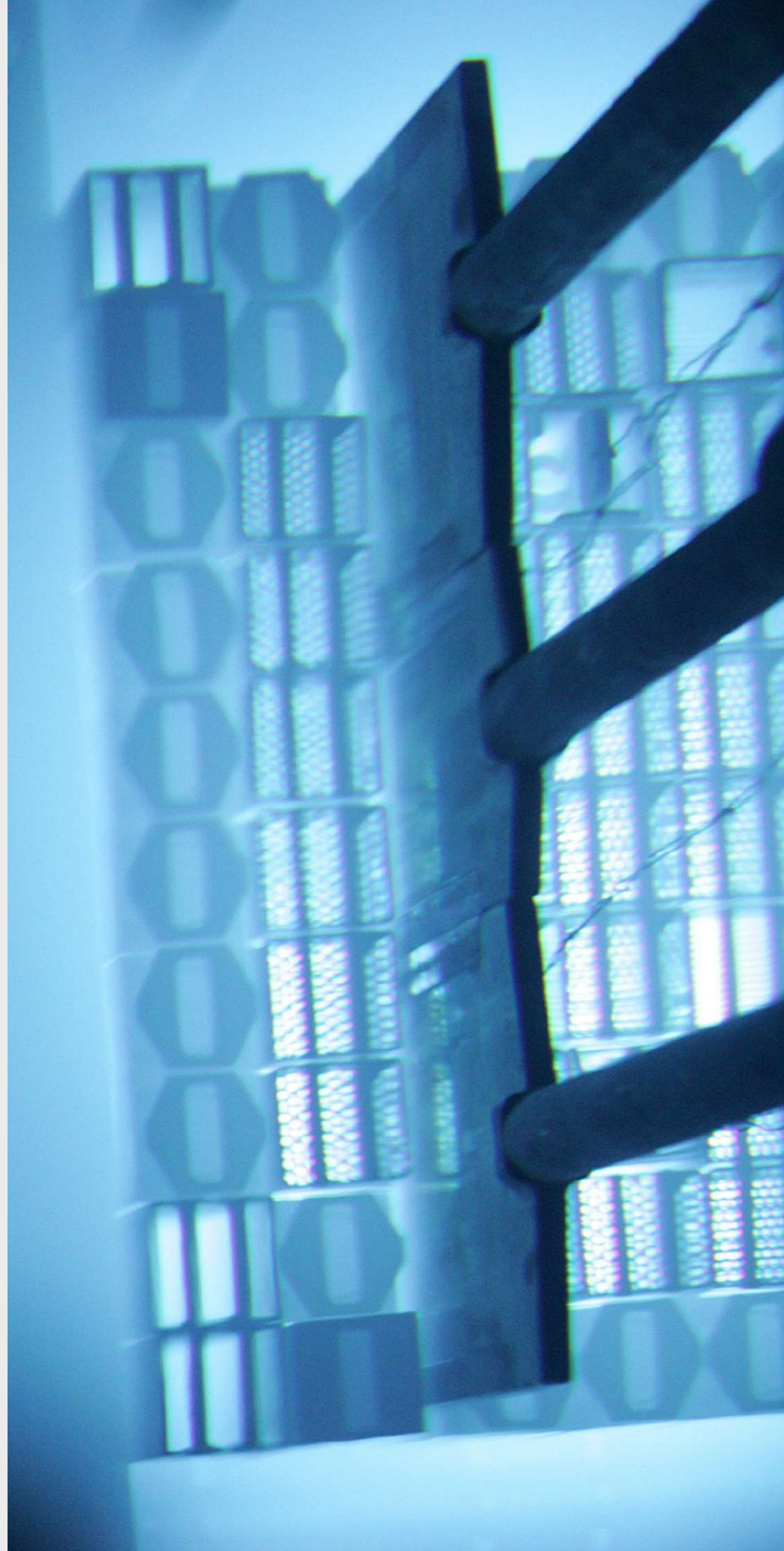


Energía nuclear en Chile

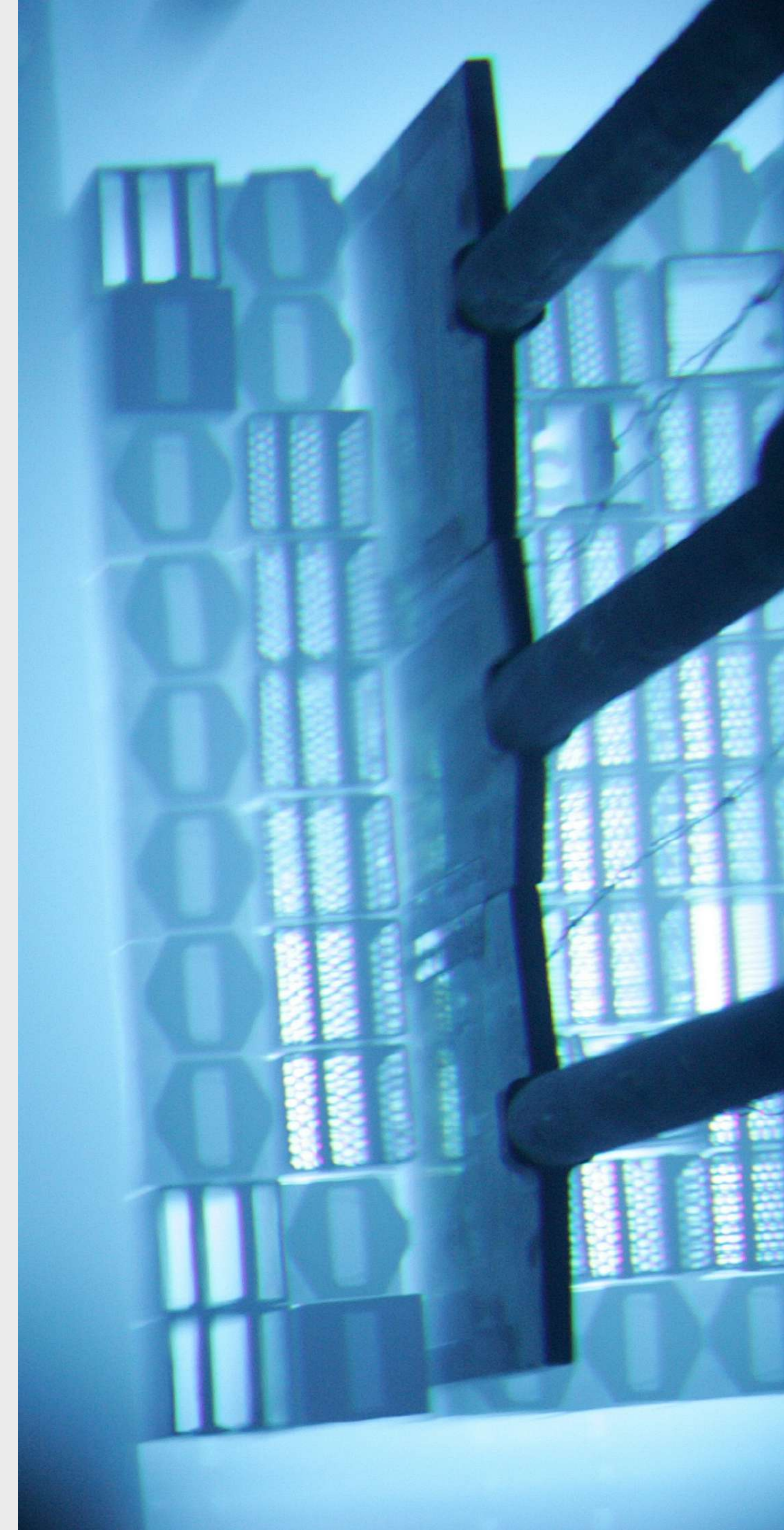
Comisión Chilena de Energía Nuclear

Comisión de Minería y Energía del Senado de la República Agosto 2025



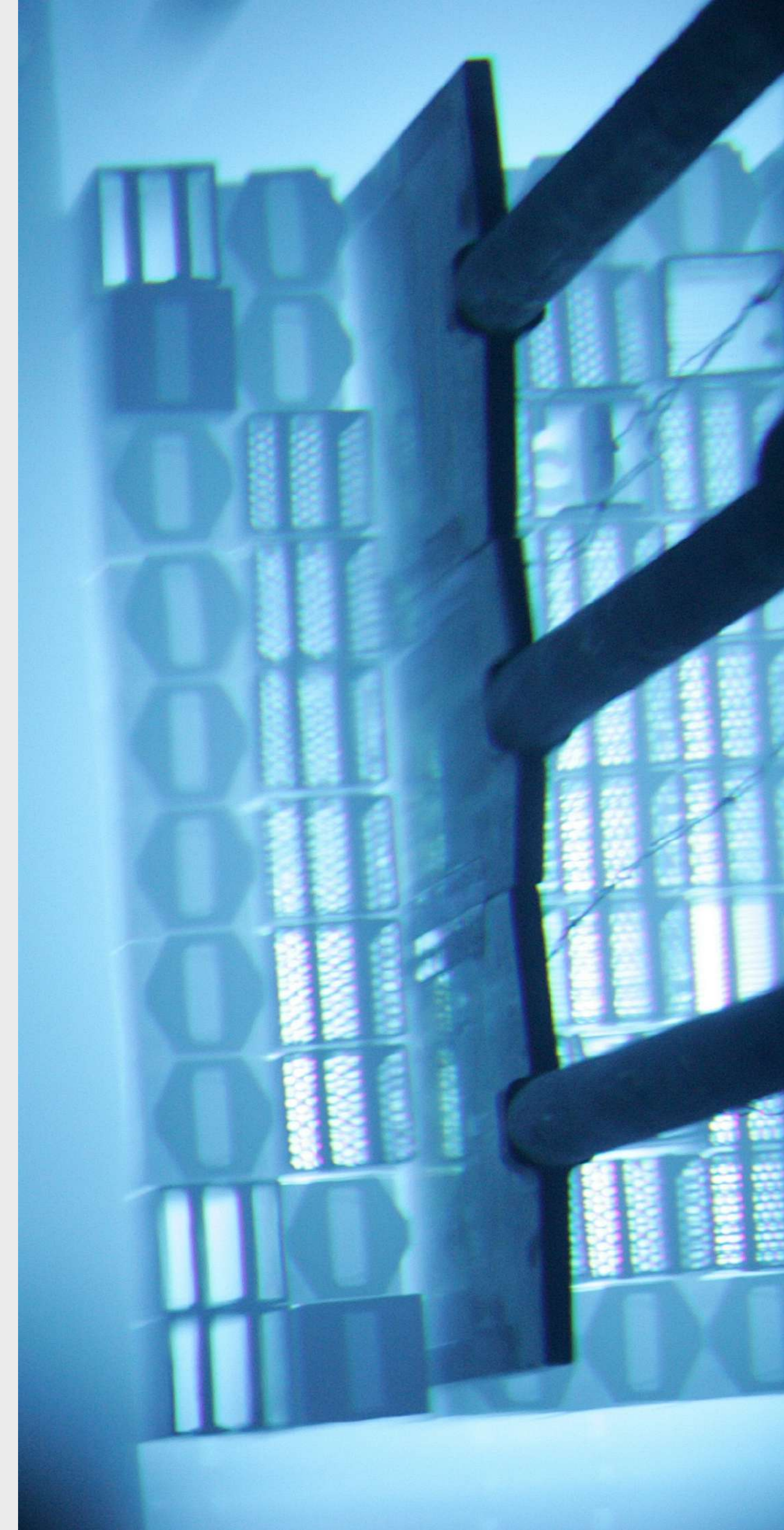


La CCHEN es un instituto tecnológico de investigación público creado por ley en 1964



La CCHEN es un instituto tecnológico de investigación público creado por ley en 1964

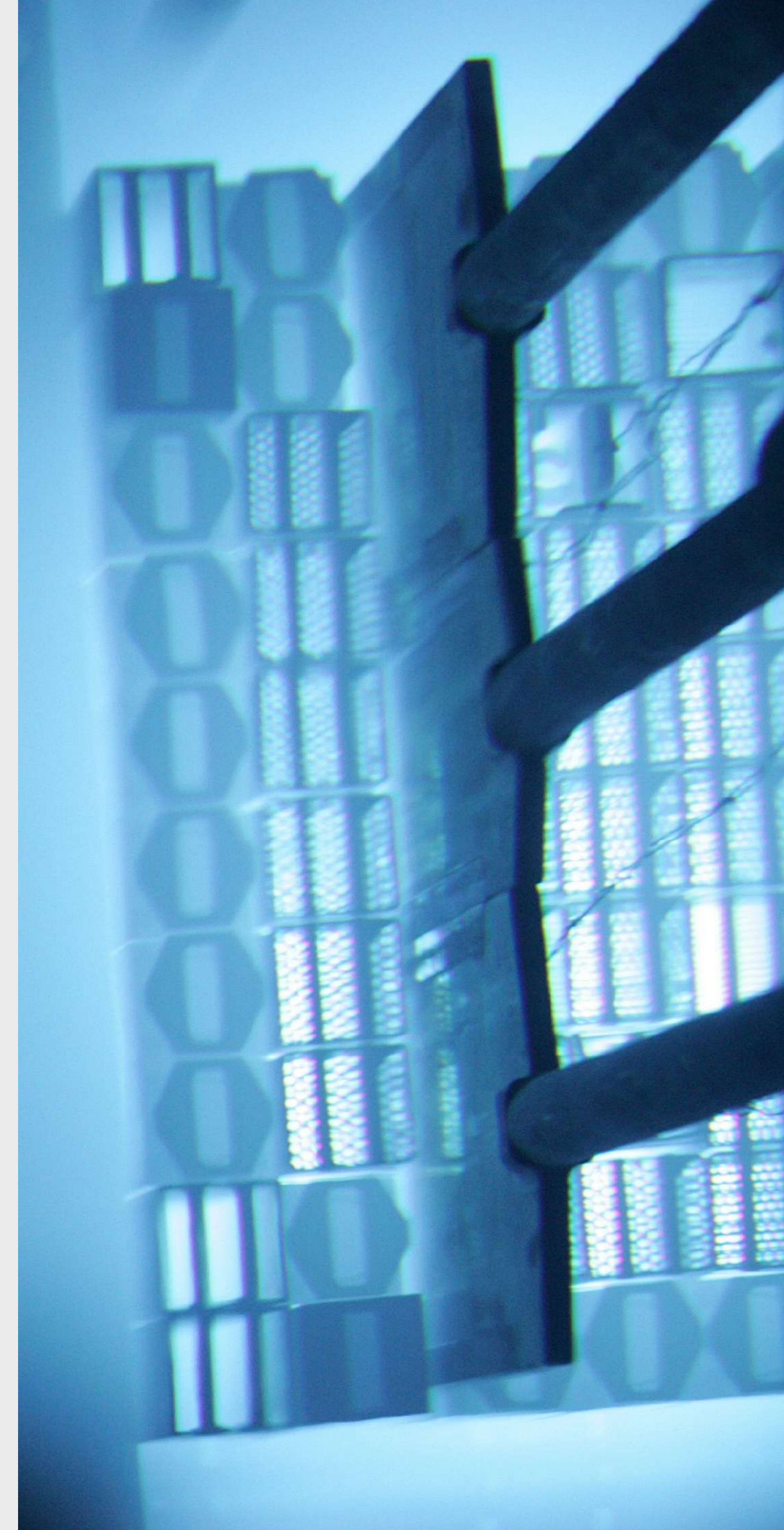
Conocimiento y aplicaciones de las ciencias y tecnologías nucleares



La CCHEN es un instituto tecnológico de investigación público creado por ley en 1964

Conocimiento y aplicaciones de las ciencias y tecnologías nucleares

Investigación y desarrollo, productos y servicios tecnológicos en salud, medioambiente, agricultura, alimentos, materiales, minería y energía

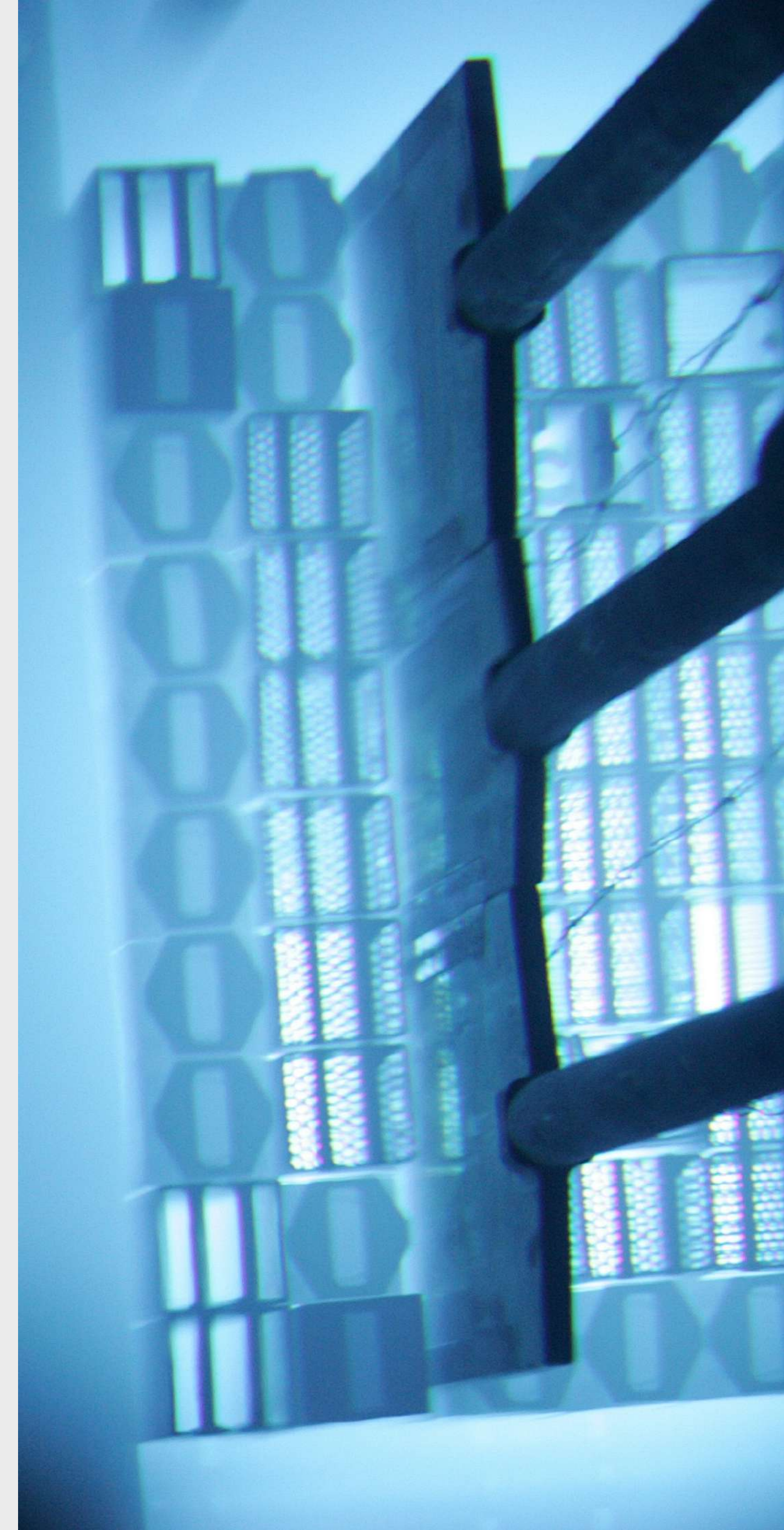


La CCHEN es un instituto tecnológico de investigación público creado por ley en 1964

Conocimiento y aplicaciones de las ciencias y tecnologías nucleares

Investigación y desarrollo, productos y servicios tecnológicos en salud, medioambiente, agricultura, alimentos, materiales, minería y energía

Asesoría al Gobierno en todos los asuntos relacionados con la energía nuclear



Producción de radioisótopos y radiofármacos



CÁNCER

Producción de radioisótopos y radiofármacos



CÁNCER

Usos de las radiaciones ionizantes



MEDICINA E INDUSTRIA



AUTENTICIDAD ALIMENTARIA



TEJIDOS BIOLÓGICOS



PATRIMONIO
CULTURAL

Producción de radioisótopos y radiofármacos



CÁNCER

Usos de las radiaciones ionizantes



MEDICINA E INDUSTRIA



AUTENTICIDAD ALIMENTARIA



TEJIDOS BIOLÓGICOS



PATRIMONIO
CULTURAL

ENERGÍA, SALUD,
NANOSATÉLITES



Investigación y
desarrollo en ciencias
y tecnologías
nucleares y sus
aplicaciones

Producción de radioisótopos y radiofármacos



CÁNCER

Regulación y fiscalización nuclear y radiológica



PROTECCIÓN DE
LAS RADIACIONES

Usos de las radiaciones ionizantes



MEDICINA E INDUSTRIA



AUTENTICIDAD ALIMENTARIA



TEJIDOS BIOLÓGICOS



PATRIMONIO
CULTURAL

ENERGÍA, SALUD,
NANOSATÉLITES

Investigación y
desarrollo en ciencias
y tecnologías
nucleares y sus
aplicaciones





EL REACTOR NUCLEAR EXPERIMENTAL CHILENO



EL CONTEXTO REGIONAL

16 reactores de investigación operativos en la región, en siete países

EL CONTEXTO REGIONAL

16 reactores de investigación operativos en la región, en siete países

	CANTIDAD DE REACTORES	POTENCIA	FLUJO NEUTRÓNICO (n/m ² /s)
Argentina	5	1W - 10MW	10 ⁸ - 10 ¹⁴
Brasil	4	100W - 5MW	10 ⁹ - 10 ¹⁴
México	1 (2)	1MW	10 ⁴ - 10 ¹³
Perú	2	1W - 10MW	10 ⁷ - 10 ¹⁴
Chile	1	5MW	10 ¹⁴
Colombia	1	30kW	10 ¹¹
Jamaica	1	20kW	10 ¹²

EL CONTEXTO REGIONAL

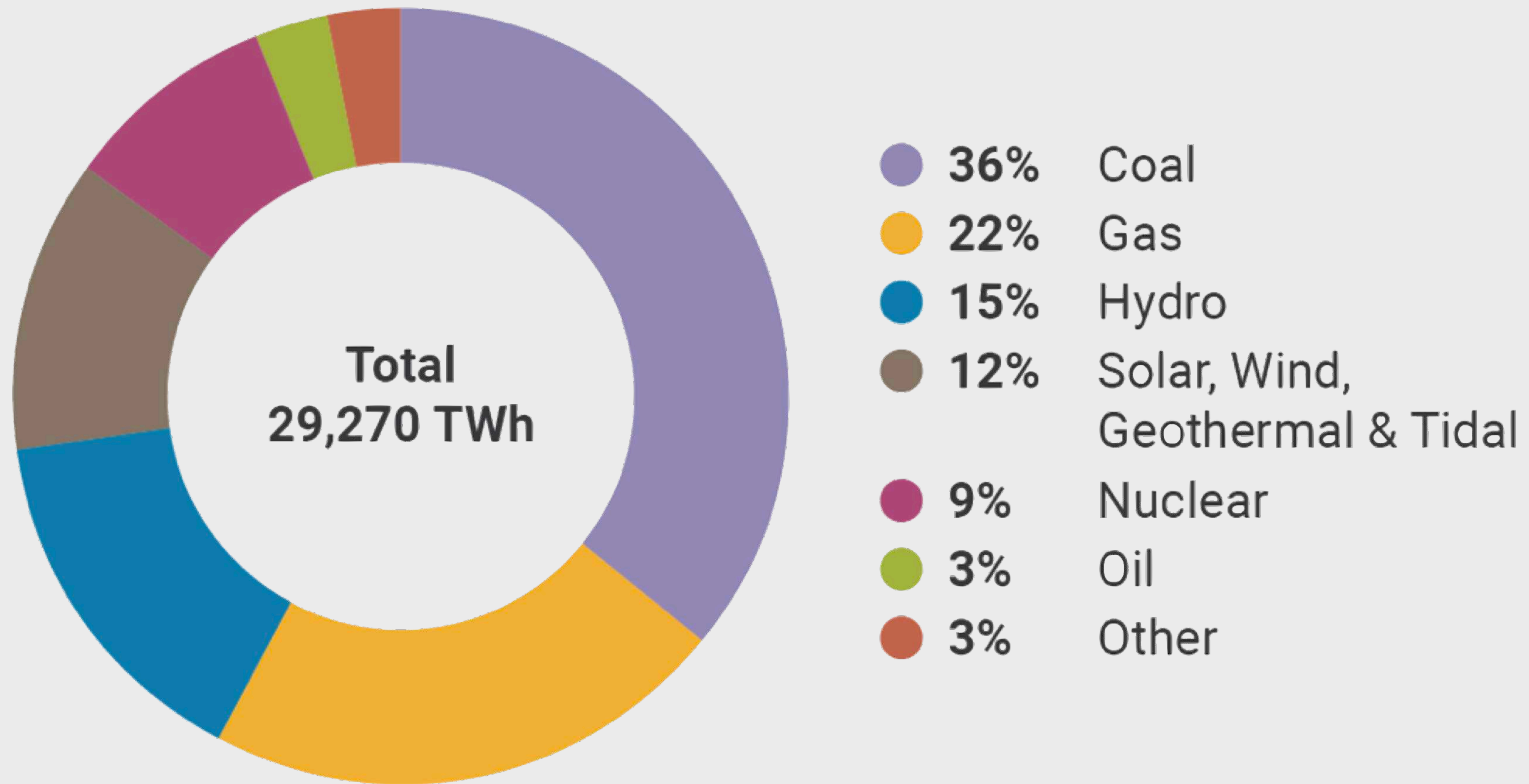
16 reactores de investigación operativos en la región, en siete países

	CANTIDAD DE REACTORES	POTENCIA	FLUJO NEUTRÓNICO (n/m ² /s)
Argentina	5	1W - 10MW	10 ⁸ - 10 ¹⁴
Brasil	4	100W - 5MW	10 ⁹ - 10 ¹⁴
México	1 (2)	1MW	10 ⁴ - 10 ¹³
Perú	2	1W - 10MW	10 ⁷ - 10 ¹⁴
Chile	1	5MW	10 ¹⁴
Colombia	1	30kW	10 ¹¹
Jamaica	1	20kW	10 ¹²

En el mundo, se ha construido 884 reactores de investigación en 71 países.
Actualmente, hay 227 reactores operativos en 54 países.

LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL



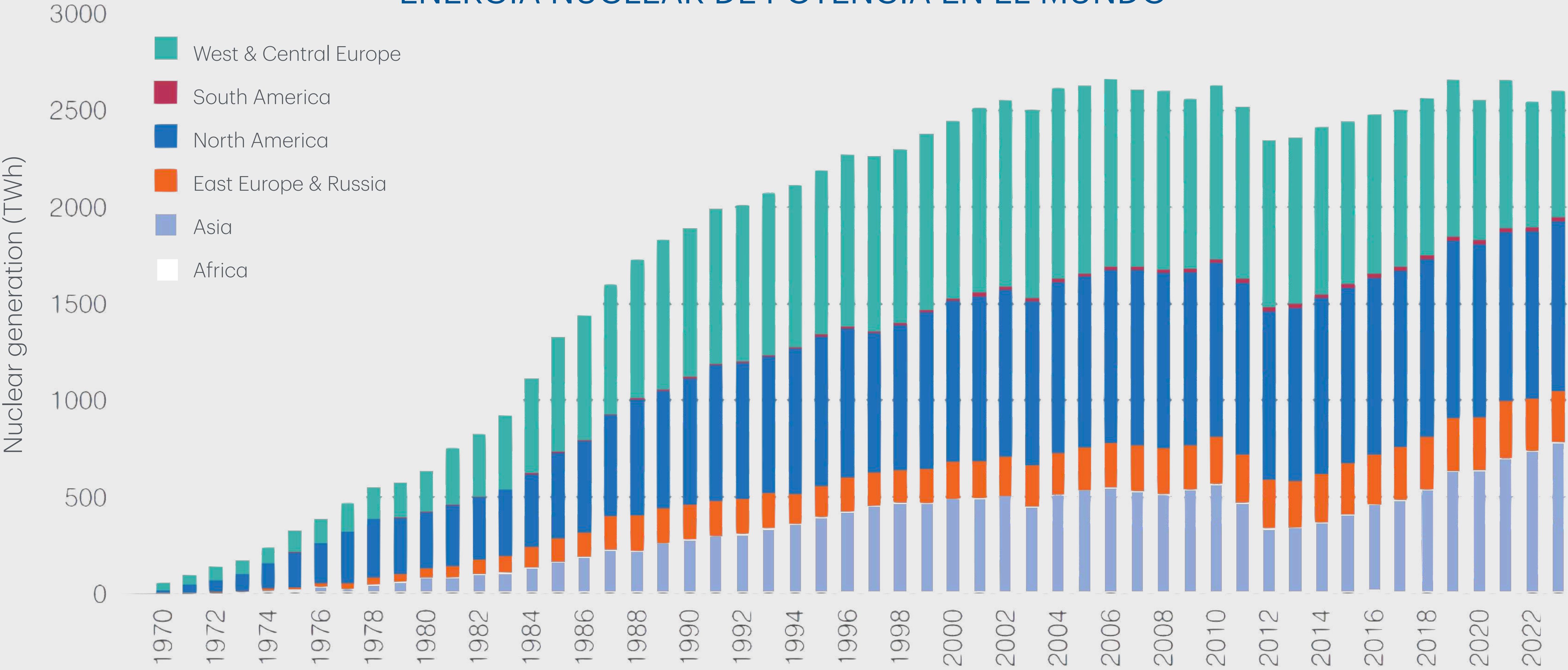
Source: IEA

ENERGÍA NUCLEAR DE POTENCIA EN EL MUNDO



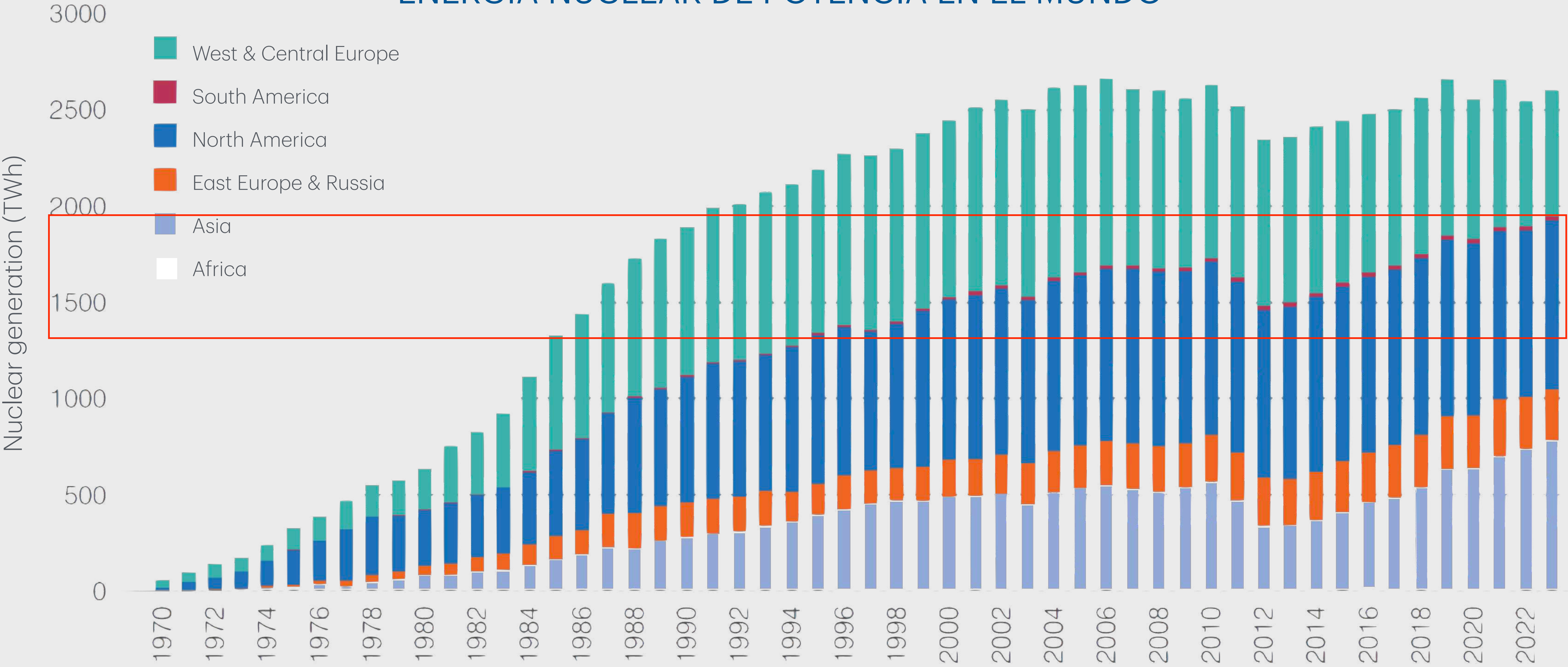
Source: World Nuclear Association and IAEA Power Reactor Information Service (PRIS)

ENERGÍA NUCLEAR DE POTENCIA EN EL MUNDO

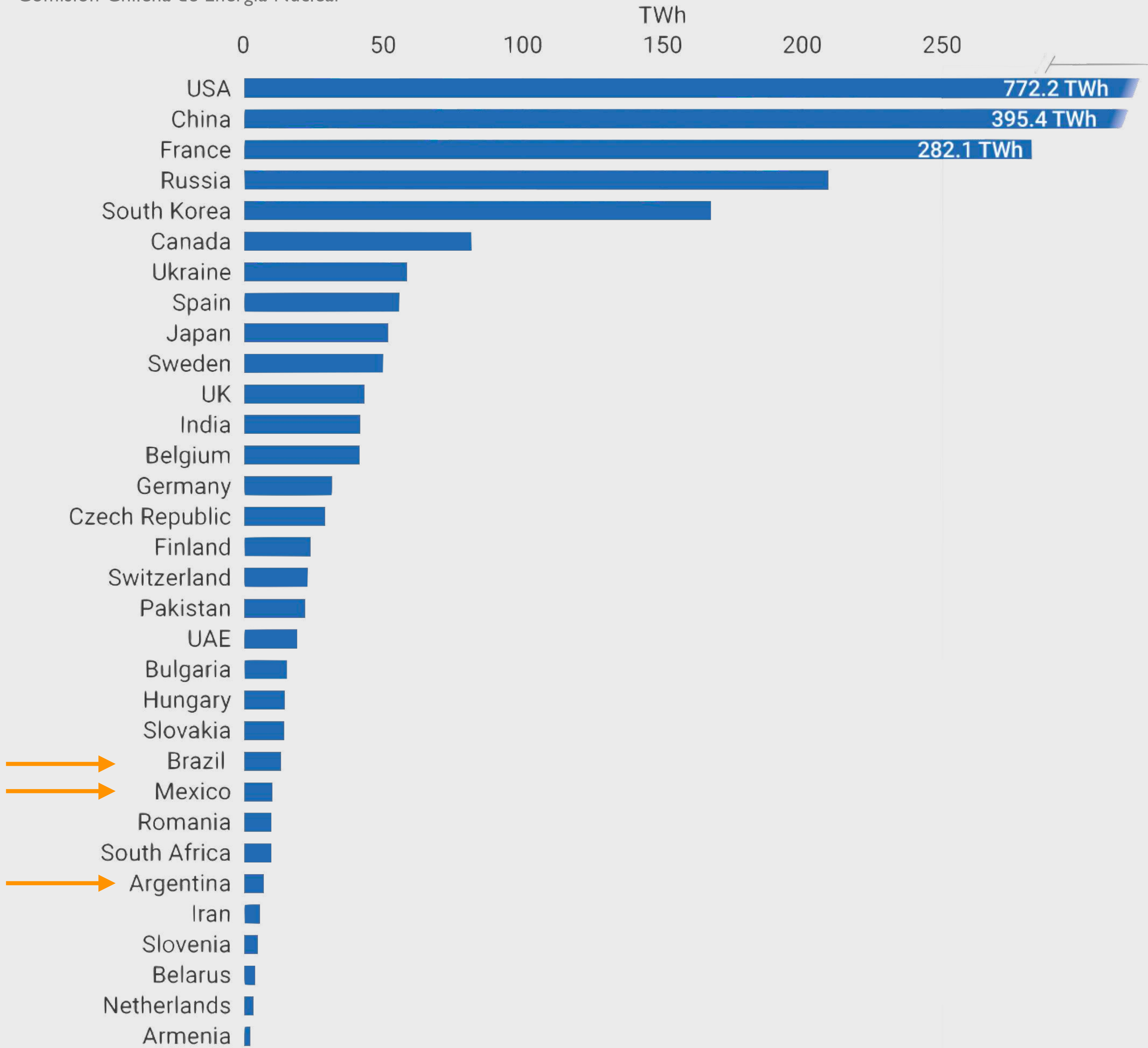


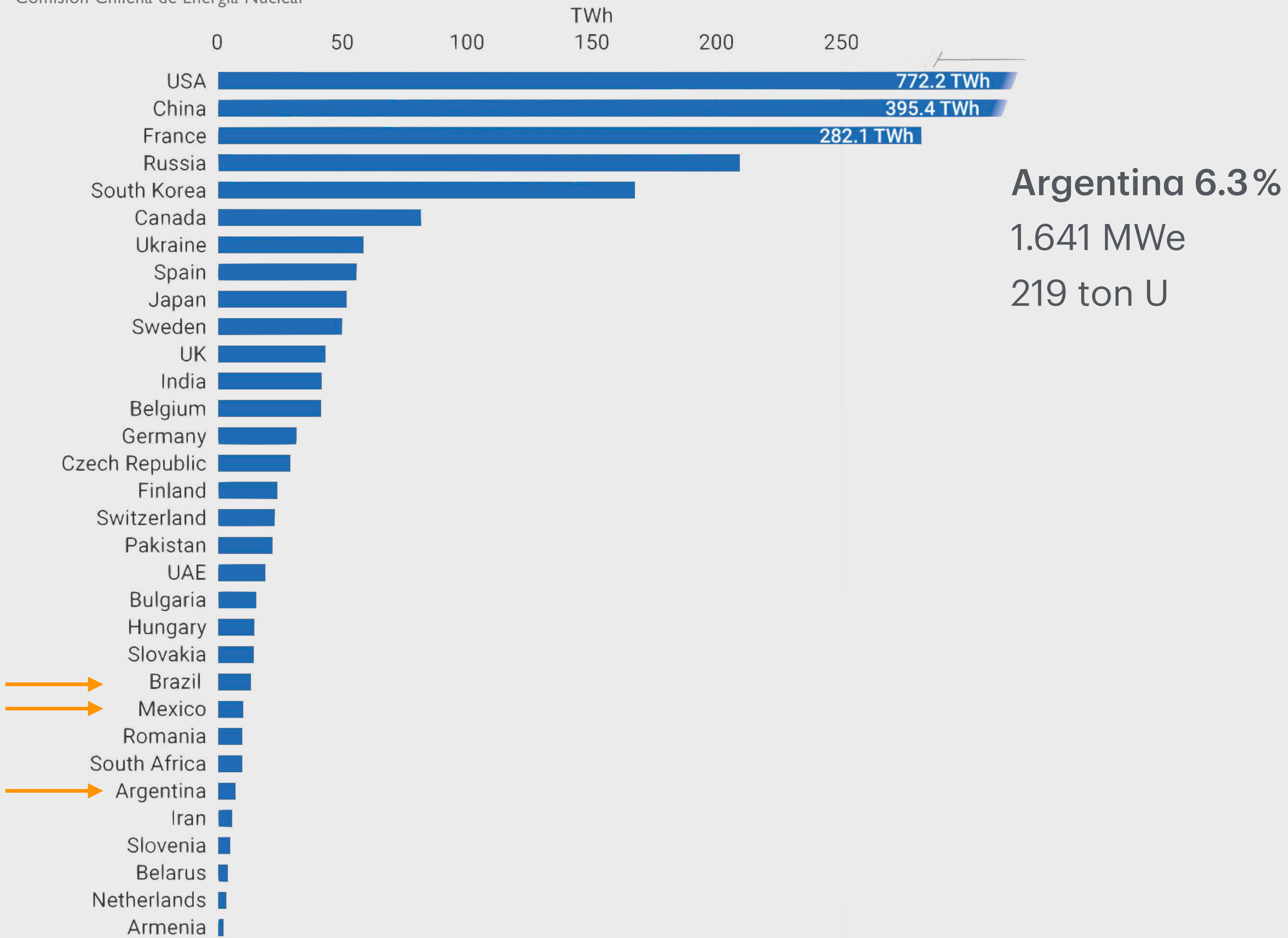
Source: World Nuclear Association and IAEA Power Reactor Information Service (PRIS)

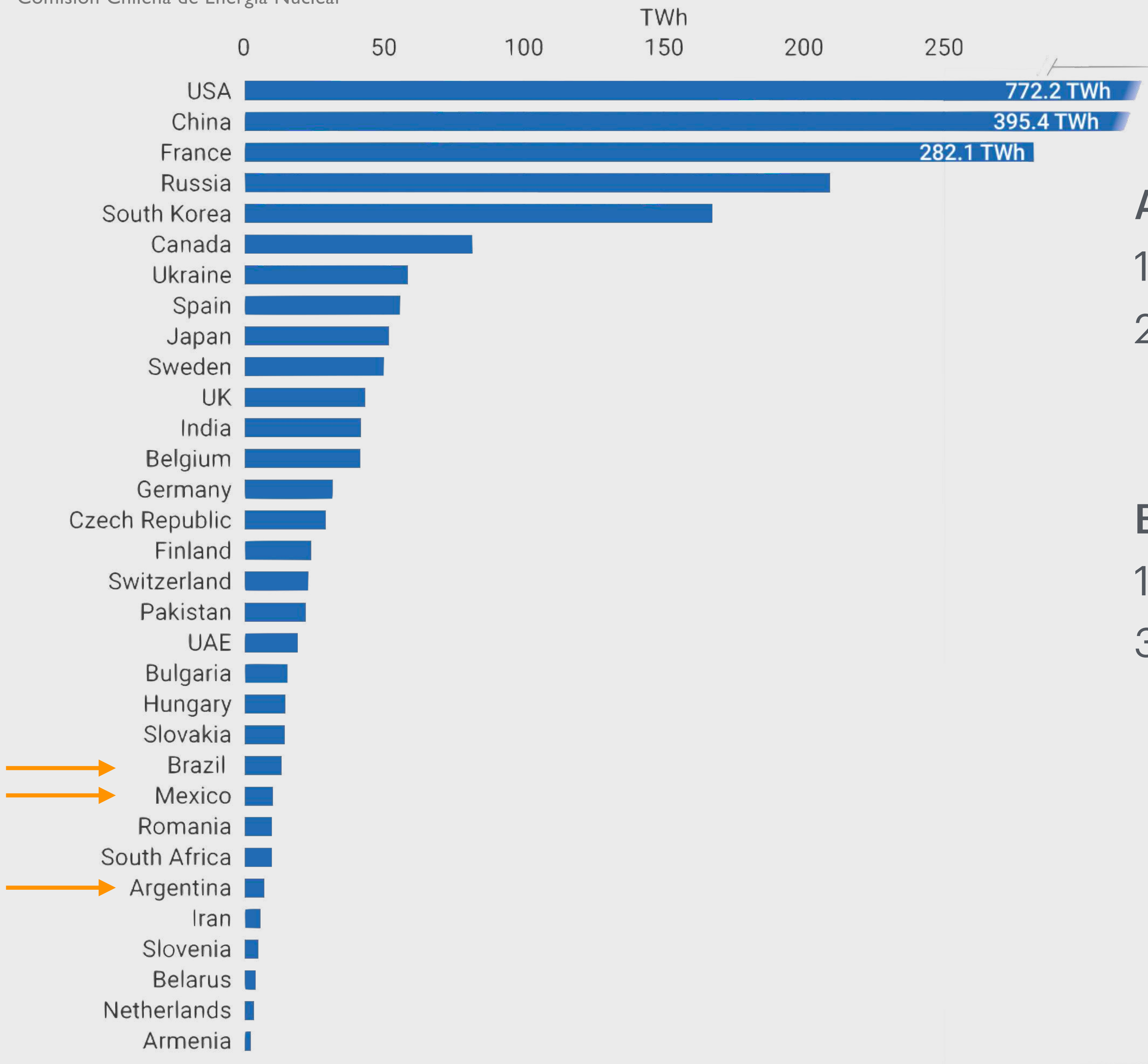
ENERGÍA NUCLEAR DE POTENCIA EN EL MUNDO



Source: World Nuclear Association and IAEA Power Reactor Information Service (PRIS)







Argentina 6.3%

1.641 MWe

219 ton U

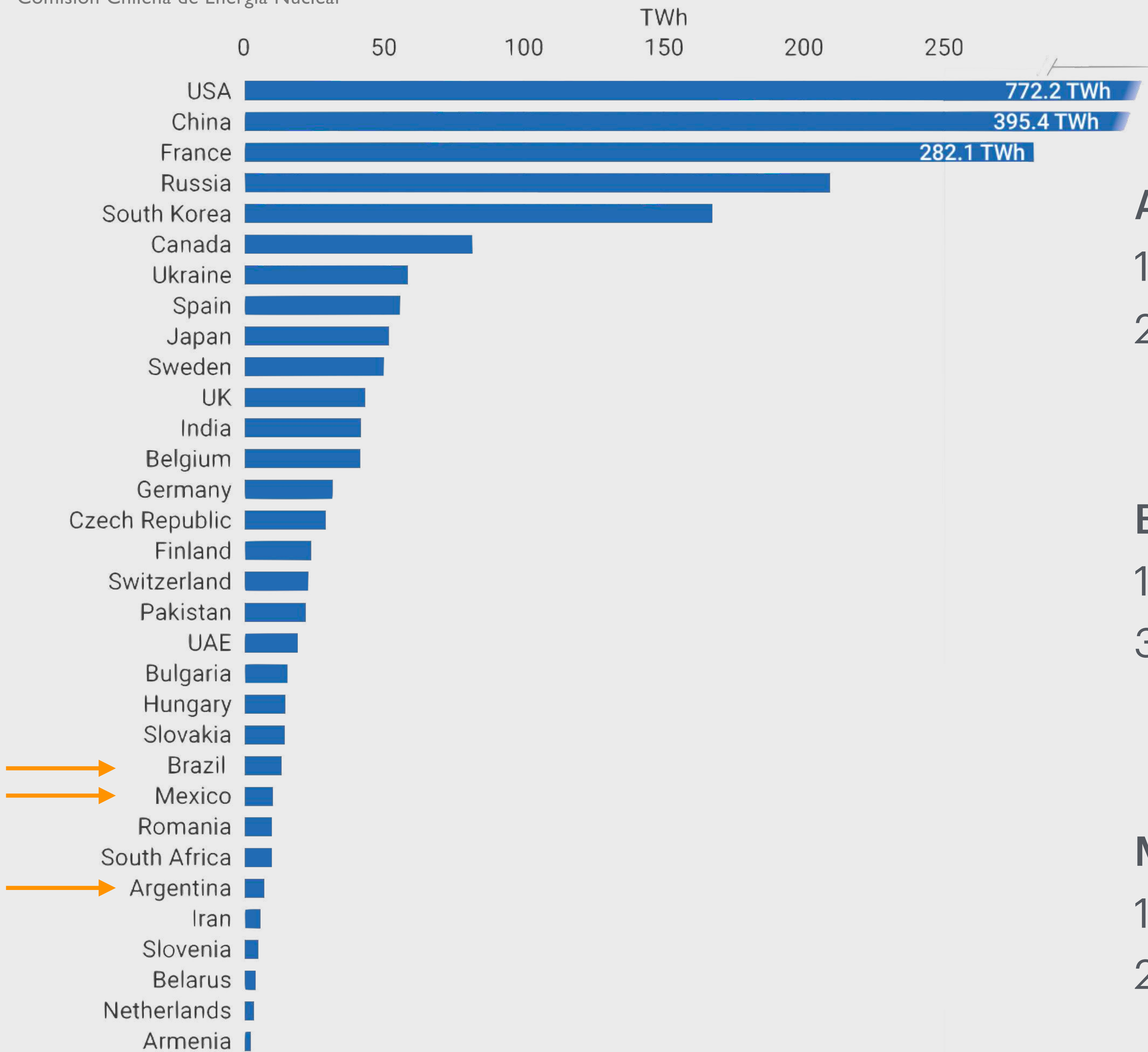


Brasil 2.2%

1.884 MWe

339 ton U





Argentina 6.3%
1.641 MWe
219 ton U



Brasil 2.2%
1.884 MWe
339 ton U



Mexico 4.9%
1.552 MWe
237 ton U



LOS ESTUDIOS EN CHILE



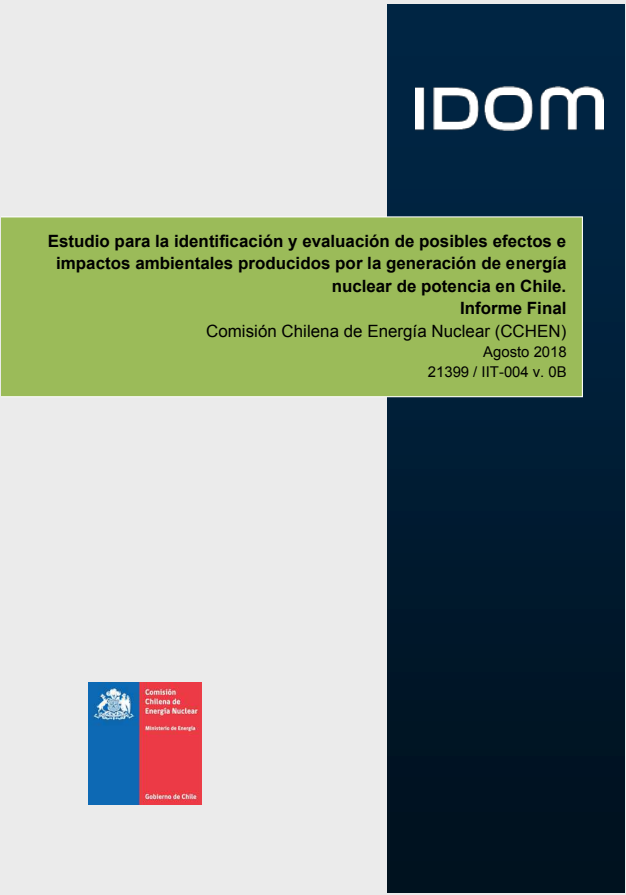
2007 2008



LOS ESTUDIOS EN CHILE



2018





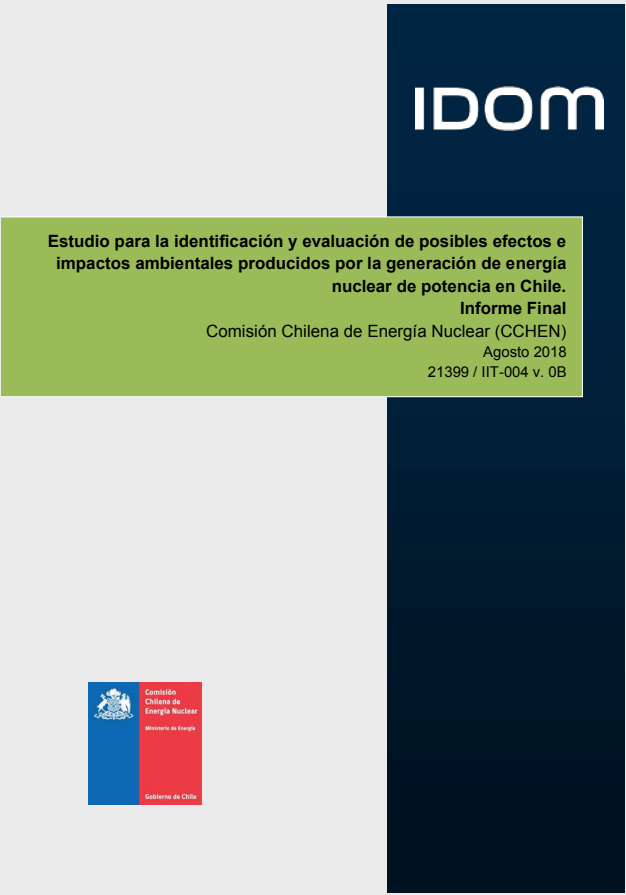
2007 2008

2011

2018



LOS ESTUDIOS EN CHILE





2007

2008

2011

2018

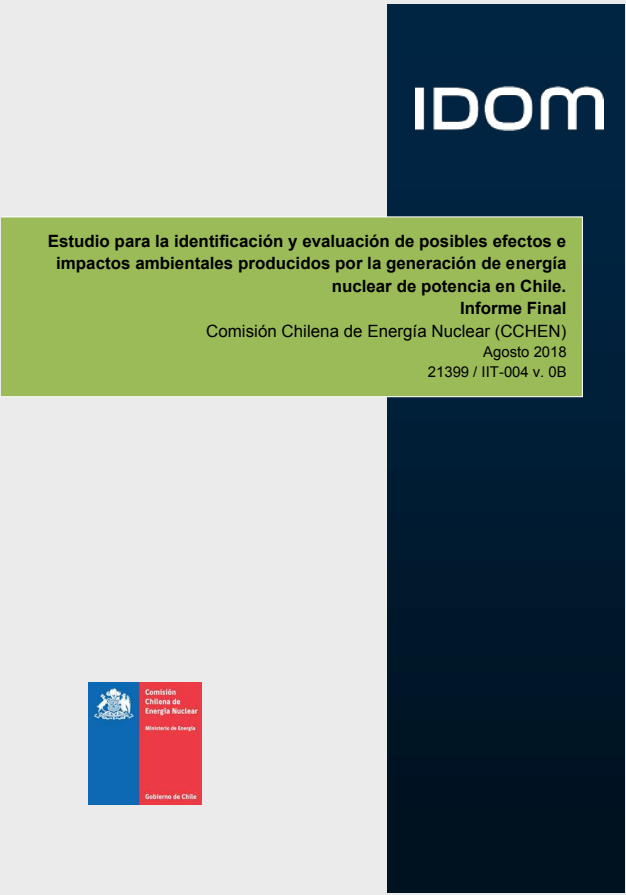


LOS ESTUDIOS EN CHILE

https://www.cne.cl/archivos_bajar/Politica_Energetica_Nuevos_Lineamientos_08.pdf

https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/nucleo_electricidad_en_chile.pdf

https://www.cchen.cl/?page_id=3681



TEMAS ESTUDIADOS



TEMAS ESTUDIADOS

Estado del arte de la industria nuclear mundial en términos de seguridad



TEMAS ESTUDIADOS

Estado del arte de la industria nuclear mundial en términos de seguridad

Identificación de las brechas nacionales y propuesta de acciones en materia de seguridad



TEMAS ESTUDIADOS

Estado del arte de la industria nuclear mundial en términos de seguridad

Identificación de las brechas nacionales y propuesta de acciones en materia de seguridad

Modelo y estimación de costos para la implantación de una Central Nuclear de Potencia



TEMAS ESTUDIADOS

Estado del arte de la industria nuclear mundial en términos de seguridad

Identificación de las brechas nacionales y propuesta de acciones en materia de seguridad

Modelo y estimación de costos para la implantación de una Central Nuclear de Potencia

Identificación de barreras institucionales, regulatorias y de mercado





FASES DE LA VIDA DE UNA CENTRAL NUCLEAR

Construcción, operación, desmantelamiento



FASES DE LA VIDA DE UNA CENTRAL NUCLEAR

Construcción, operación, desmantelamiento

CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Minería del uranio: fabricación de concentrados

FASES DE LA VIDA DE UNA CENTRAL NUCLEAR

Construcción, operación, desmantelamiento

CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Minería del uranio: fabricación de concentrados

Conversión: para separación isotópica.

FASES DE LA VIDA DE UNA CENTRAL NUCLEAR

Construcción, operación, desmantelamiento

CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Minería del uranio: fabricación de concentrados

Conversión: para separación isotópica.

Enriquecimiento: Concentración del U-235, a un 3-4%.

FASES DE LA VIDA DE UNA CENTRAL NUCLEAR

Construcción, operación, desmantelamiento

CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Minería del uranio: fabricación de concentrados

Conversión: para separación isotópica.

Enriquecimiento: Concentración del U-235, a un 3-4%.

Fabricación del combustible: producción y ensamblado de placas de combustible.

FASES DE LA VIDA DE UNA CENTRAL NUCLEAR

Construcción, operación, desmantelamiento

CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Minería del uranio: fabricación de concentrados

Conversión: para separación isotópica.

Enriquecimiento: Concentración del U-235, a un 3-4%.

Fabricación del combustible: producción y ensamblado de placas de combustible.

Operación: quemado, recarga y almacenamiento del combustible en piscinas.

FASES DE LA VIDA DE UNA CENTRAL NUCLEAR

Construcción, operación, desmantelamiento

CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Minería del uranio: fabricación de concentrados

Conversión: para separación isotópica.

Enriquecimiento: Concentración del U-235, a un 3-4%.

Fabricación del combustible: producción y ensamblado de placas de combustible.

Operación: quemado, recarga y almacenamiento del combustible en piscinas.

Almacenamiento del combustible gastado: ciclo abierto.

FASES DE LA VIDA DE UNA CENTRAL NUCLEAR

Construcción, operación, desmantelamiento

CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Minería del uranio: fabricación de concentrados

Conversión: para separación isotópica.

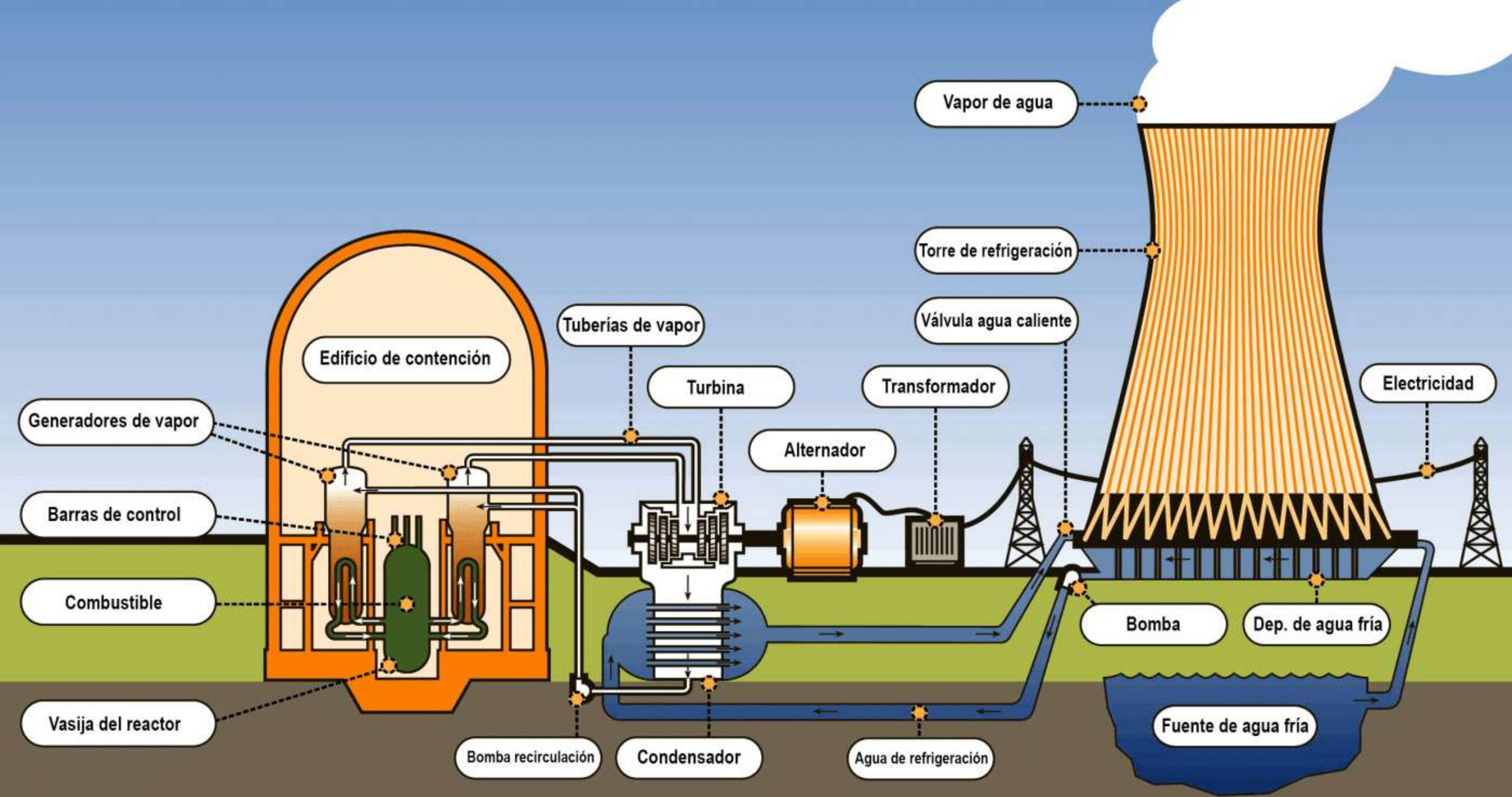
Enriquecimiento: Concentración del U-235, a un 3-4%.

Fabricación del combustible: producción y ensamblado de placas de combustible.

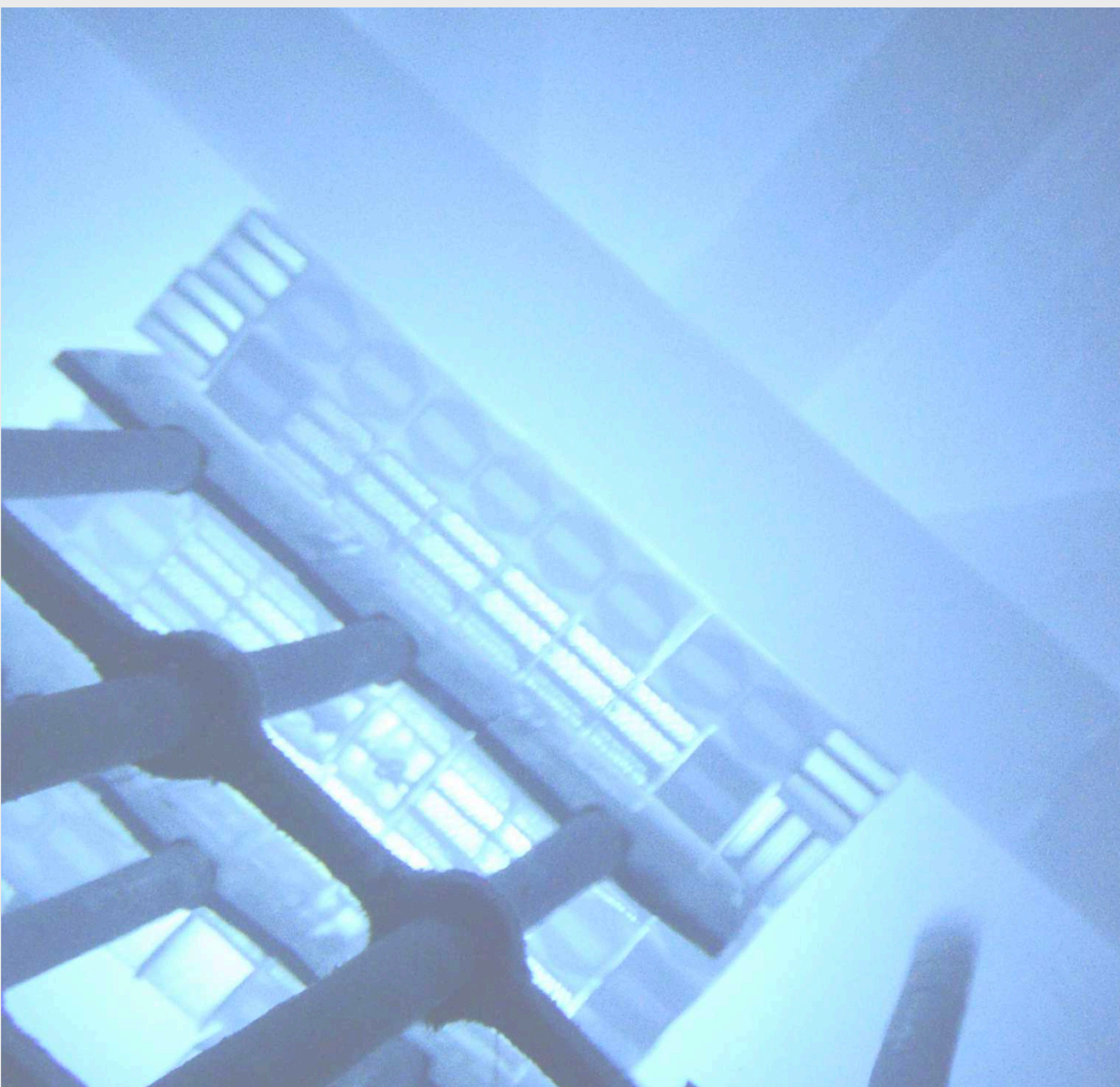
Operación: quemado, recarga y almacenamiento del combustible en piscinas.

Almacenamiento del combustible gastado: ciclo abierto.

Reprocesado del combustible: ciclo cerrado.



LAS TECNOLOGÍAS EN ENERGÍA NUCLEAR DE POTENCIA



LAS TECNOLOGÍAS EN ENERGÍA NUCLEAR DE POTENCIA

Reactores de Agua Ligera o Light Water Reactor (LWR)

Agua ligera como refrigerante y moderador.

Potencia unitaria de 3000 MWt.

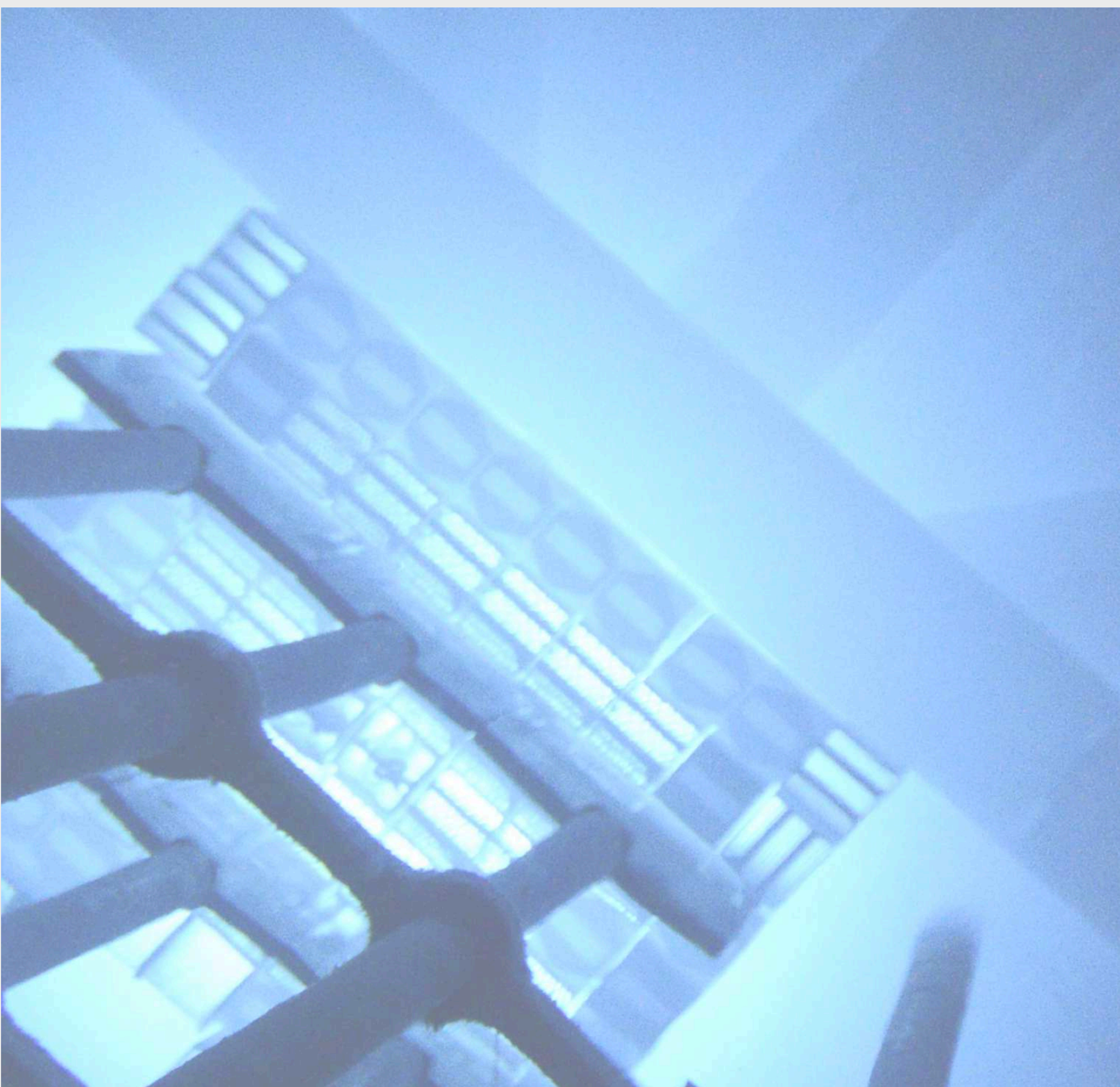
Reactor Modular o Small Modular Reactor (SMR)

Capaces de producir hasta 300 MWe de potencia.

Reducido tamaño. Versatilidad en la fase de construcción.

Reactores de Agua Pesada o Heavy Water Reactor (HWR)

Uranio natural como combustible y agua pesada como moderador de neutrones.





REACTOR CONVENCIONAL GRANDE
700+ MW(e)



REACTOR MODULAR PEQUEÑO
Hasta 300 MW(e)



MICRORREACTOR
Hasta ~10 MW(e)

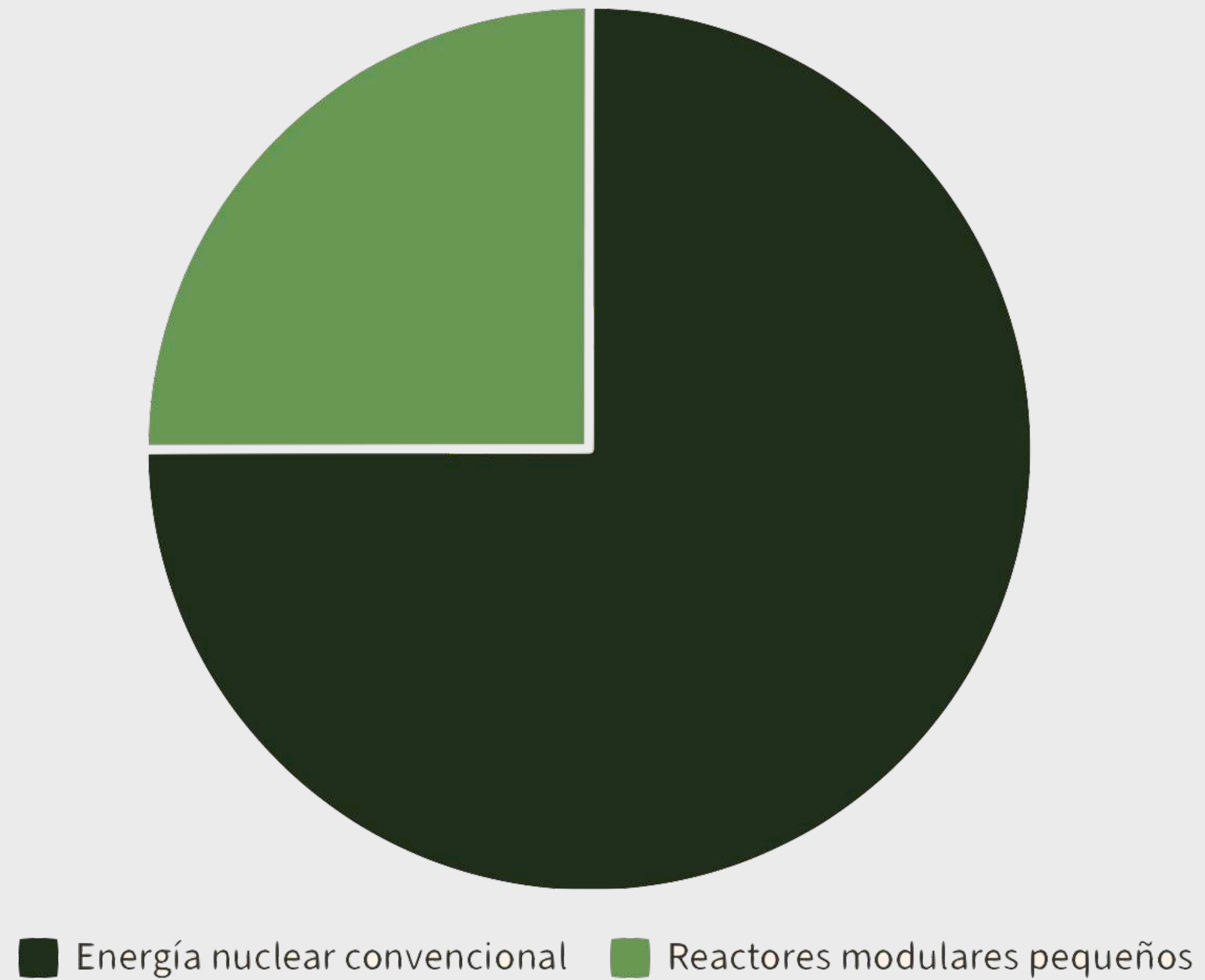


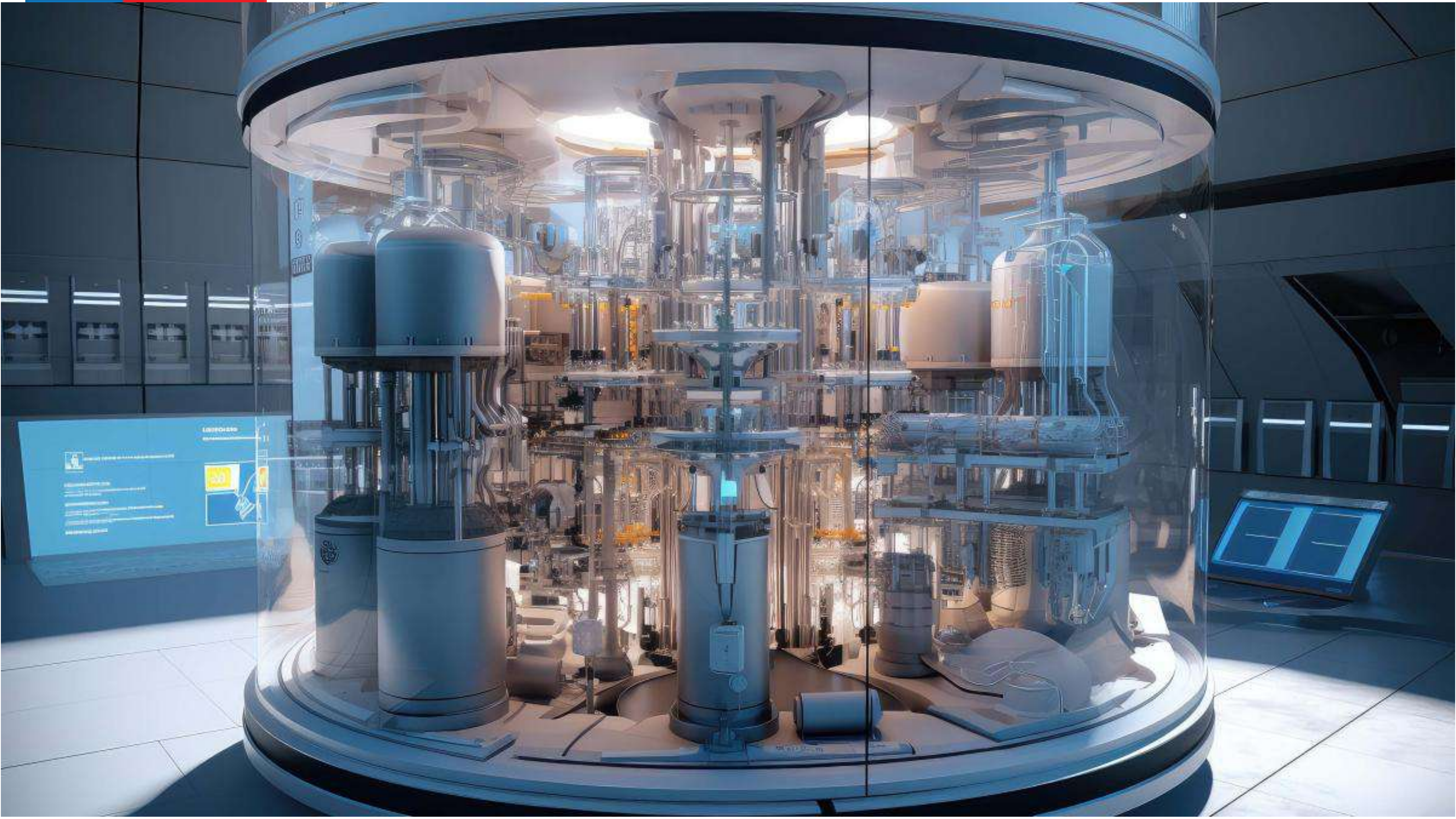
2050

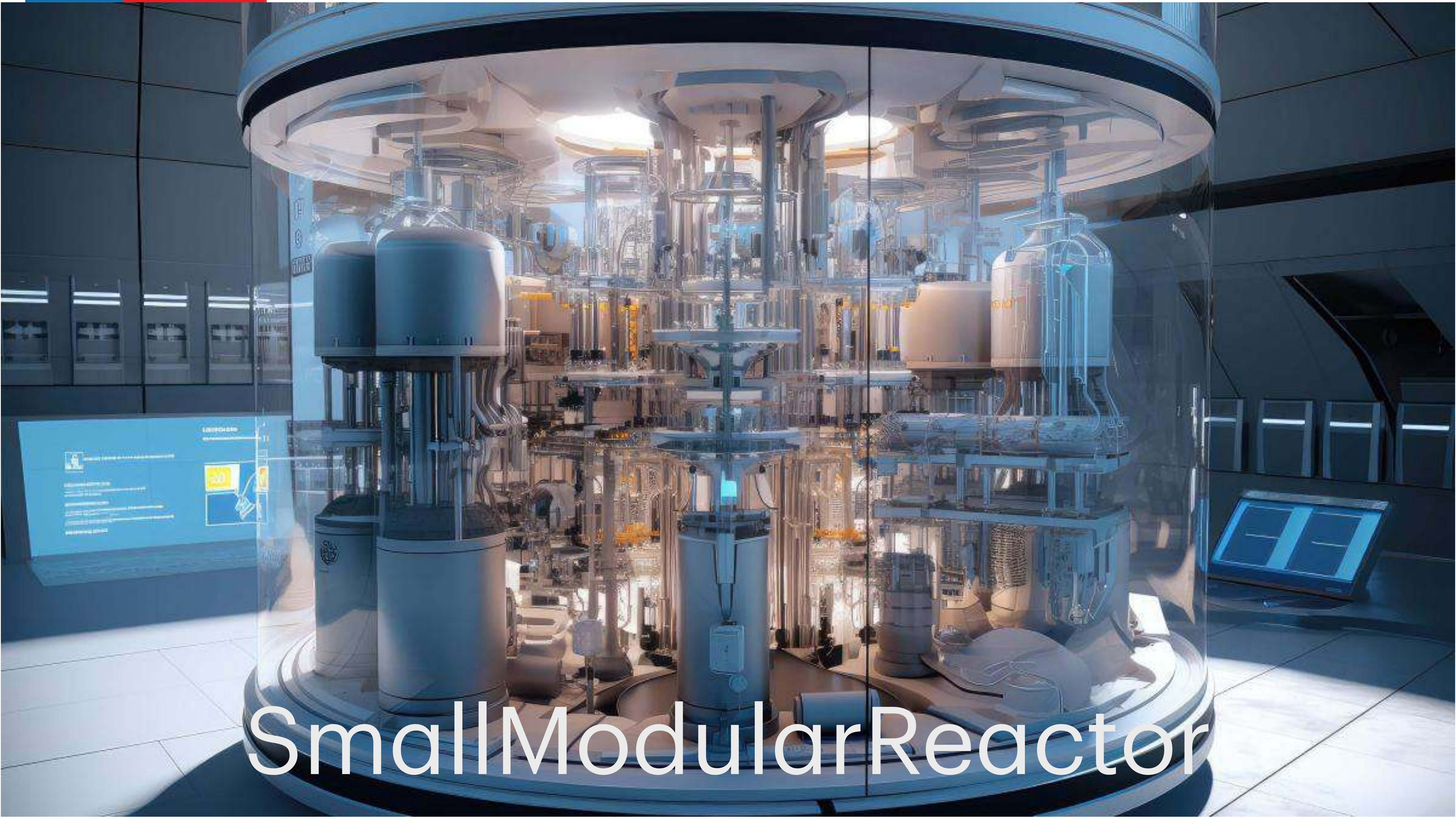
El OIEA estima 2.5 veces la generación eléctrica nuclear actual

2050

El OIEA estima 2.5 veces la generación eléctrica nuclear actual







Small Modular Reactor

REACTORES MODULARES PEQUEÑOS (SMR)



REACTORES MODULARES PEQUEÑOS (SMR)

Electricidad, calor e hidrógeno con bajas emisiones de carbono.

Generación de energía en comunidades e industrias remotas.

Optimizados para funcionar de forma flexible junto con las energías renovables y el almacenamiento de energía.

Opción de energía nuclear cuando los reactores nucleares convencionales no son adecuados.

Alimentación de centros de datos.

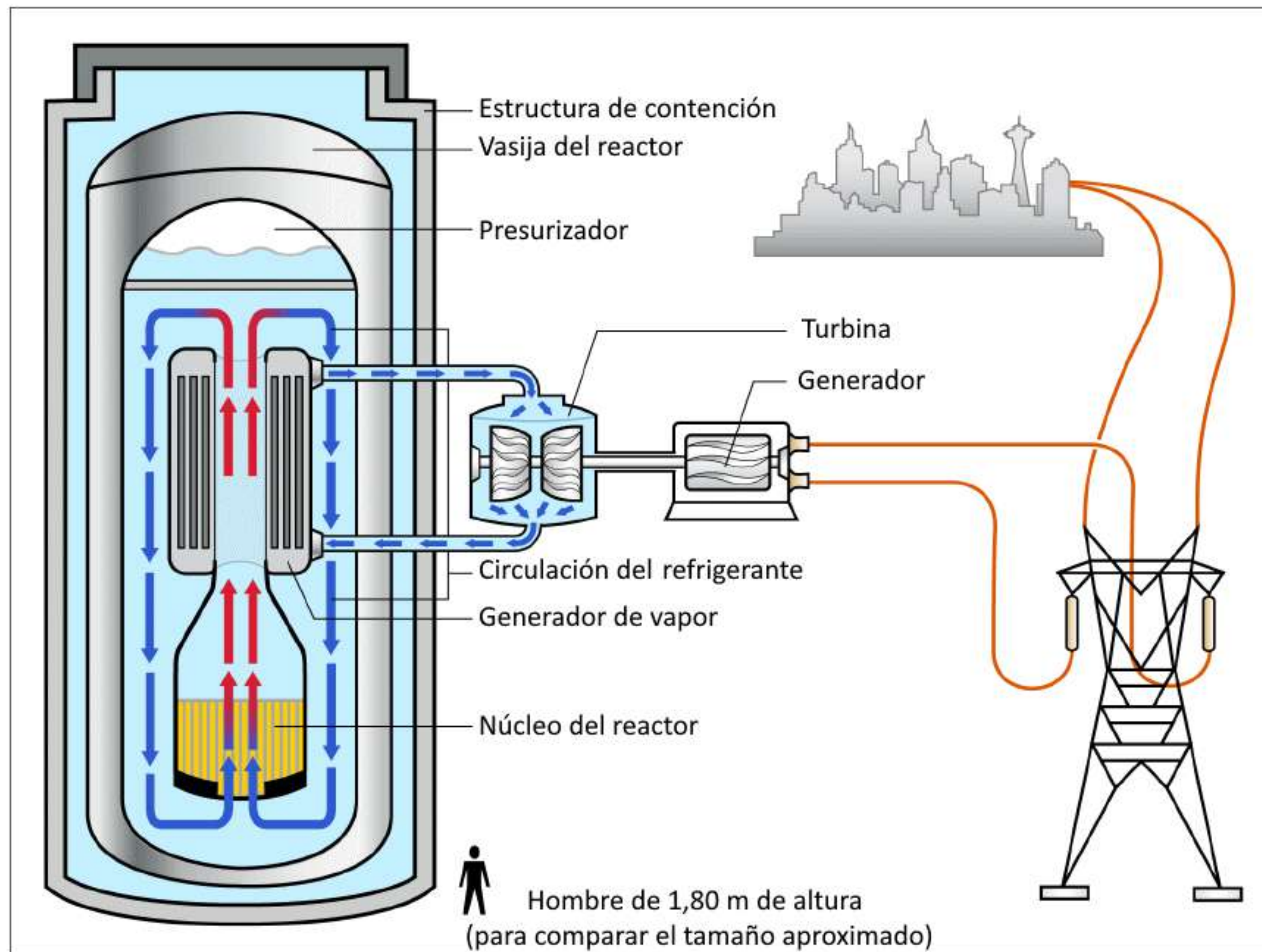
Opción más asequible para redes eléctricas más pequeñas.

Potencia de 300 MW(e) por unidad

Pueden fabricarse en taller y transportarse como módulos.

Características de seguridad avanzadas.

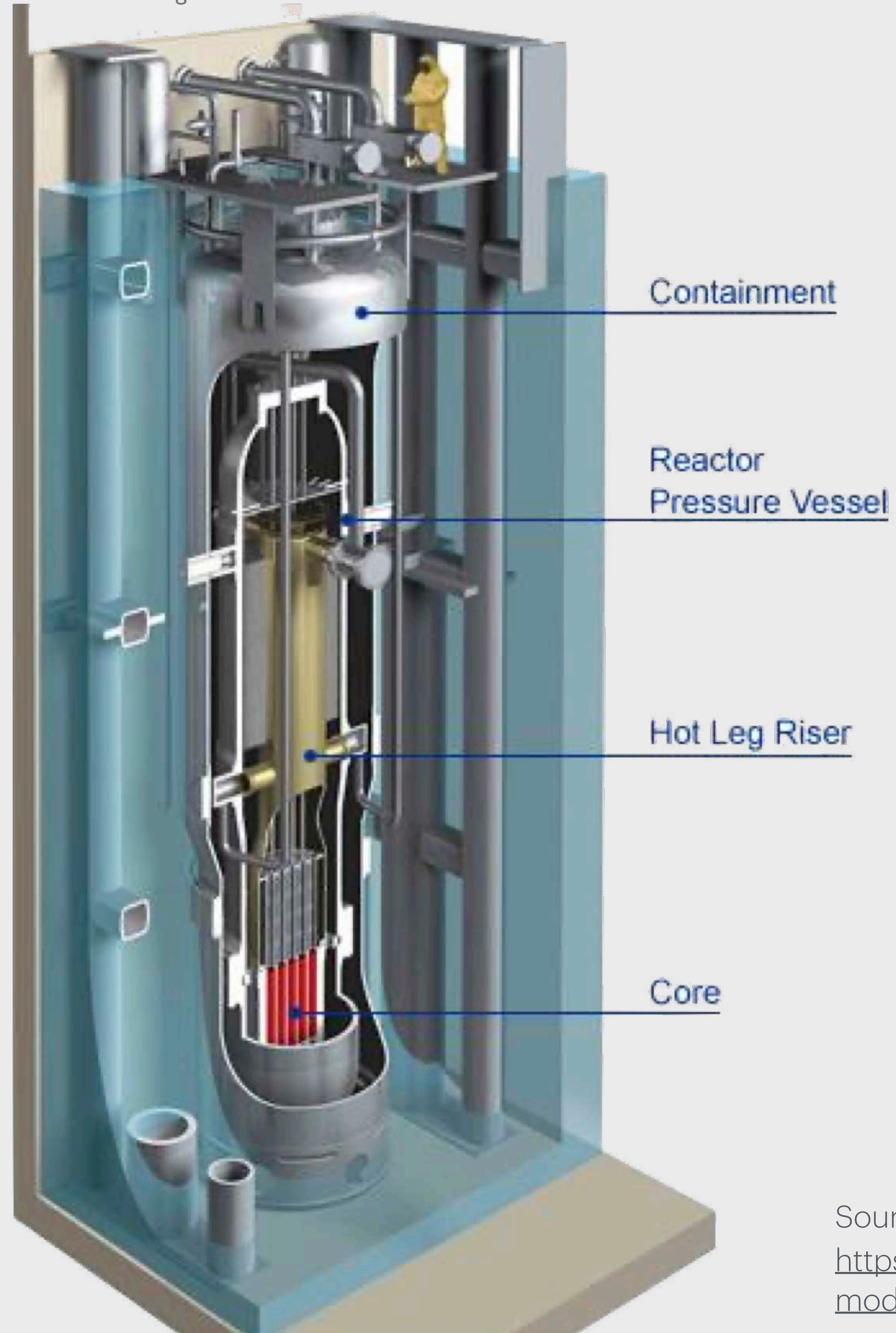
Pueden desplegarse como plantas de uno o varios módulos



Source: GAO, based on Department of Energy documentation. | GAO-15-652

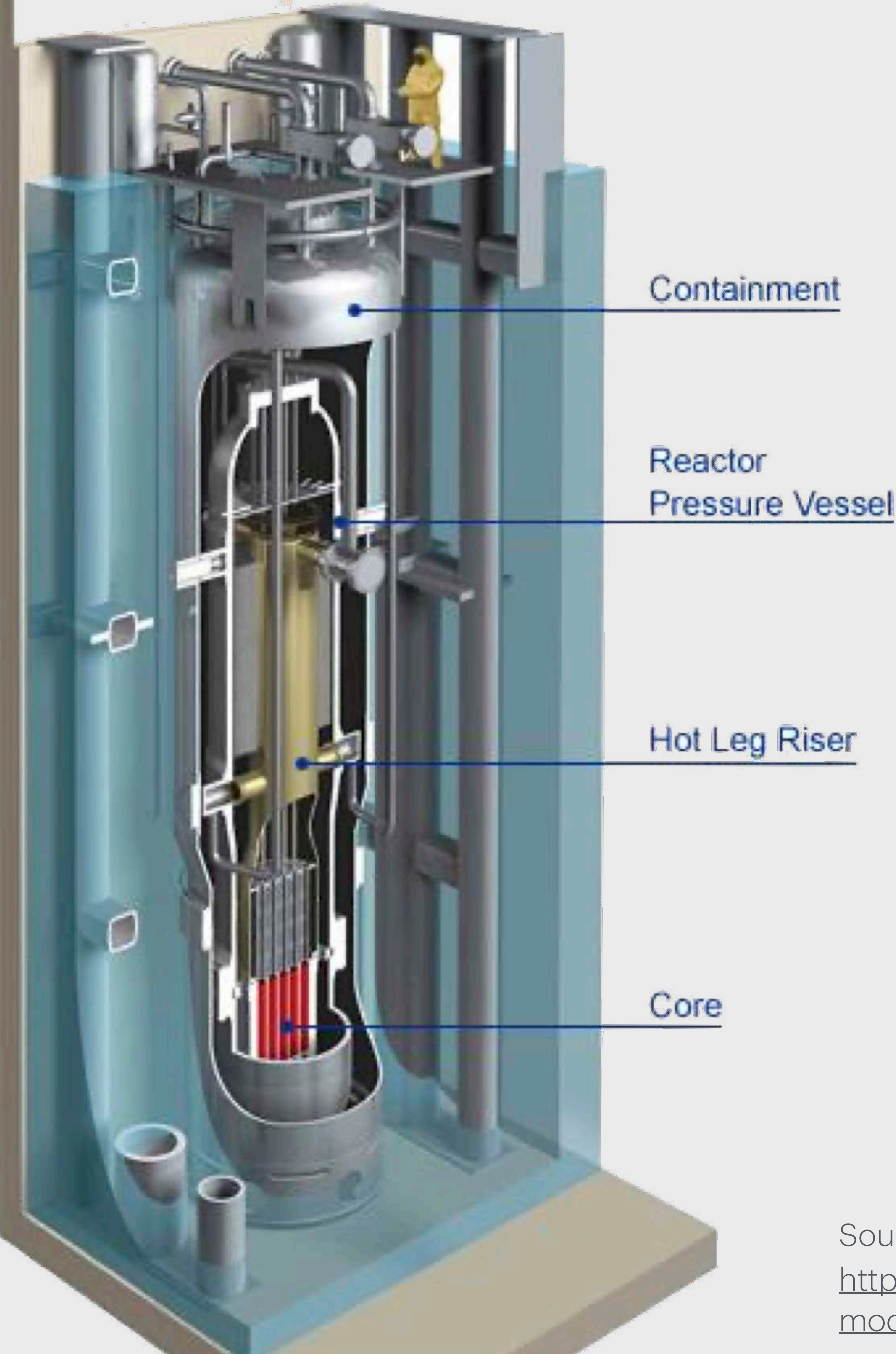
Source: ANSTO

<https://www.ansto.gov.au/news/small-modular-reactors-an-overview>



Source: ANSTO

<https://www.ansto.gov.au/news/small-modular-reactors-an-overview>



Source: ANSTO
<https://www.ansto.gov.au/news/small-modular-reactors-an-overview>

Small Modular Reactor (SMR)	Typical Pressurised Water Reactor
<ul style="list-style-type: none">90 per cent energy capacityCompact design (partly underground)Fabricated in factoryEmergency planning zone 2km radiusWalkAway safe passive safety features~\$1-3 billion USPotential to reduce wasteReduced fuel requirements with next generation technologies	<ul style="list-style-type: none">90 per cent energy capacityLarge above ground plantBuilt at siteEmergency planning zone 16km radiusAutomatic safety operator intervention~\$6-12 billion USWaste in the form of spent fuel bundlesStandard fuel requirements
SIZE COMPARISON	

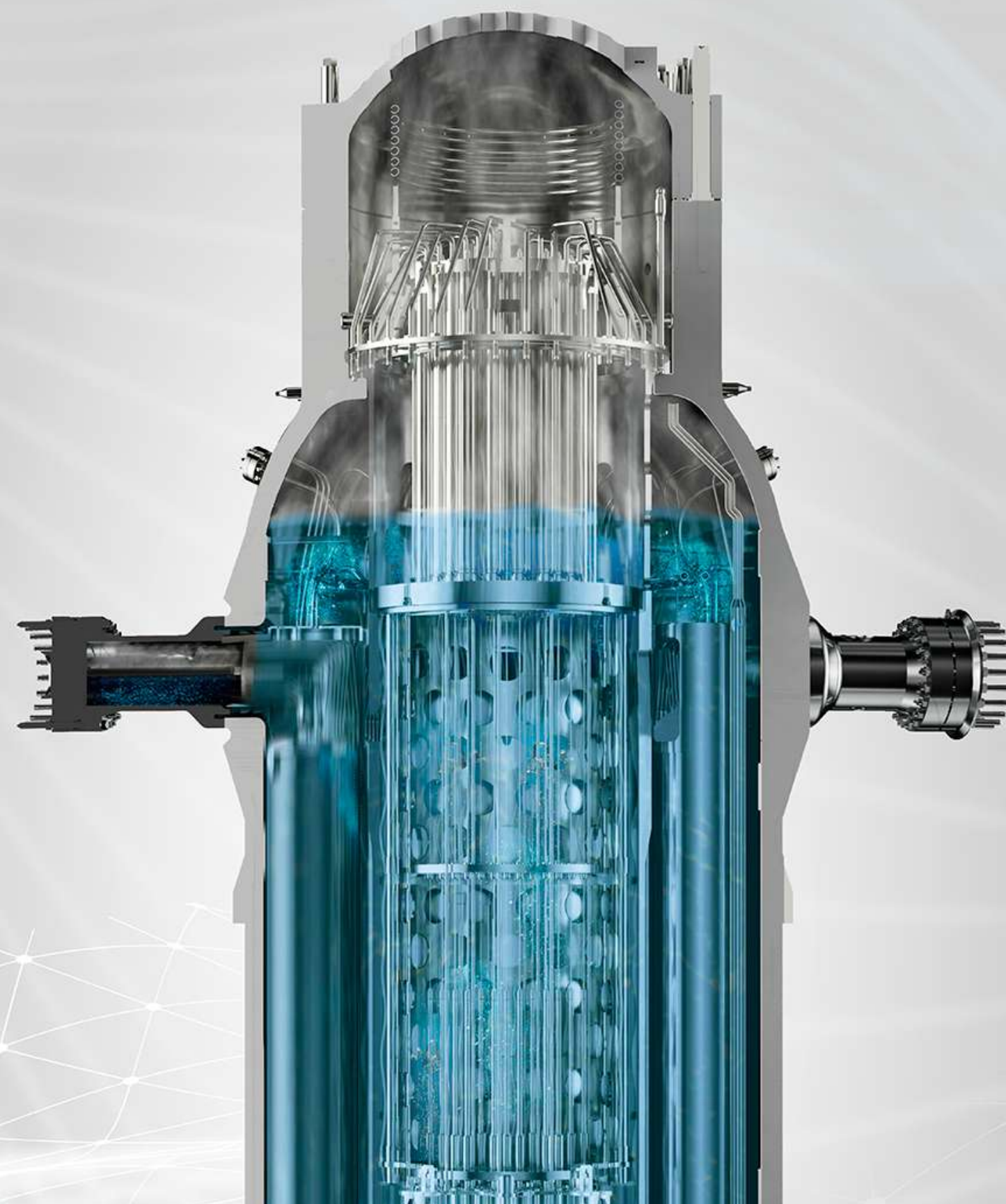
SMR EN OPERACIÓN O CONSTRUCCIÓN

SMR EN OPERACIÓN O CONSTRUCCIÓN

País	Proyecto	Estado	Tipo	Capacidad
 Rusia	Akademik Lomonosov	✅ En operación	SMR naval	70 MWe
 China	Linglong One (ACP100)	🔨 En construcción	iPWR	125 MWe
 Canadá	BWRX-300	🔧 Obras inminentes	BWR	300 MWe
 Argentina	CAREM-25	🏗️ En construcción	iPWR	32 MWe
 Corea	SMART	📦 Licenciado	iPWR	100 MWe



EL PROYECTO CAREM (CENTRAL ARGENTINA DE ELEMENTOS MODULARES)



Diseño Integrado y Simplificado:
Circuito Primario, Generadores de Vapor
y Mecanismos de Control integrados
al recipiente de Presión.

Sistemas de seguridad pasivos:
Actúan sin necesidad de
electricidad ni intervención
humana.

Utiliza tecnología de agua liviana
y uranio de bajo enriquecimiento
(1,8 y 3,1%)

Desarrollado por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Argentina.
El diseño de SMR más avanzado en América Latina.
Problemas y desafíos han retrasado su desarrollo y encarecido sus costos:

Desarrollado por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Argentina.
El diseño de SMR más avanzado en América Latina.
Problemas y desafíos han retrasado su desarrollo y encarecido sus costos:

Financiera	Falta de fondos estables, sobrecostos, dependencia del presupuesto estatal.
Técnica	Desafíos del diseño integral (iPWR), demoras en construcción, contratistas.
Gestión	Cambios institucionales, baja colaboración internacional, escasa inversión privada.
Regulatoria	Proceso de licenciamiento exigente y poco flexible para innovación.
Comercial	Tamaño pequeño (32 MWe) lo hace menos competitivo frente a diseños internacionales.

Gracias



Dr. Carlos Saavedra, Rector Universidad de Concepción, Consejero CCHEN

Dr. Luis Huerta, Director Ejecutivo CCHEN

OTROS

TEMAS ESTUDIADOS



TEMAS ESTUDIADOS

Competitividad de la energía nuclear en la matriz energética



TEMAS ESTUDIADOS

Competitividad de la energía nuclear en la matriz energética

Principales restricciones existentes, geográficas, geológicas, y por planes, políticas y lineamientos regionales



TEMAS ESTUDIADOS

Competitividad de la energía nuclear en la matriz energética

Principales restricciones existentes, geográficas, geológicas, y por planes, políticas y lineamientos regionales

¿Son necesarios grandes cambios en el marco regulatorio vigente para un programa nuclear de potencia?



TEMAS ESTUDIADOS

Competitividad de la energía nuclear en la matriz energética

Principales restricciones existentes, geográficas, geológicas, y por planes, políticas y lineamientos regionales

¿Son necesarios grandes cambios en el marco regulatorio vigente para un programa nuclear de potencia?

¿Es necesaria una nueva institucionalidad, nuevos organismos, o basta con la asignación de nuevos roles?



TEMAS ESTUDIADOS



TEMAS ESTUDIADOS

El mercado eléctrico y la forma como éste interactúa con los distintos agentes, instituciones y actores del sistema



TEMAS ESTUDIADOS

El mercado eléctrico y la forma como éste interactúa con los distintos agentes, instituciones y actores del sistema

La institucionalidad en materia nuclear



TEMAS ESTUDIADOS

El mercado eléctrico y la forma como éste interactúa con los distintos agentes, instituciones y actores del sistema

La institucionalidad en materia nuclear

Los programas de certificación y licenciamiento de centrales nucleares de potencia



LAS TECNOLOGÍAS EN ENERGÍA NUCLEAR DE POTENCIA

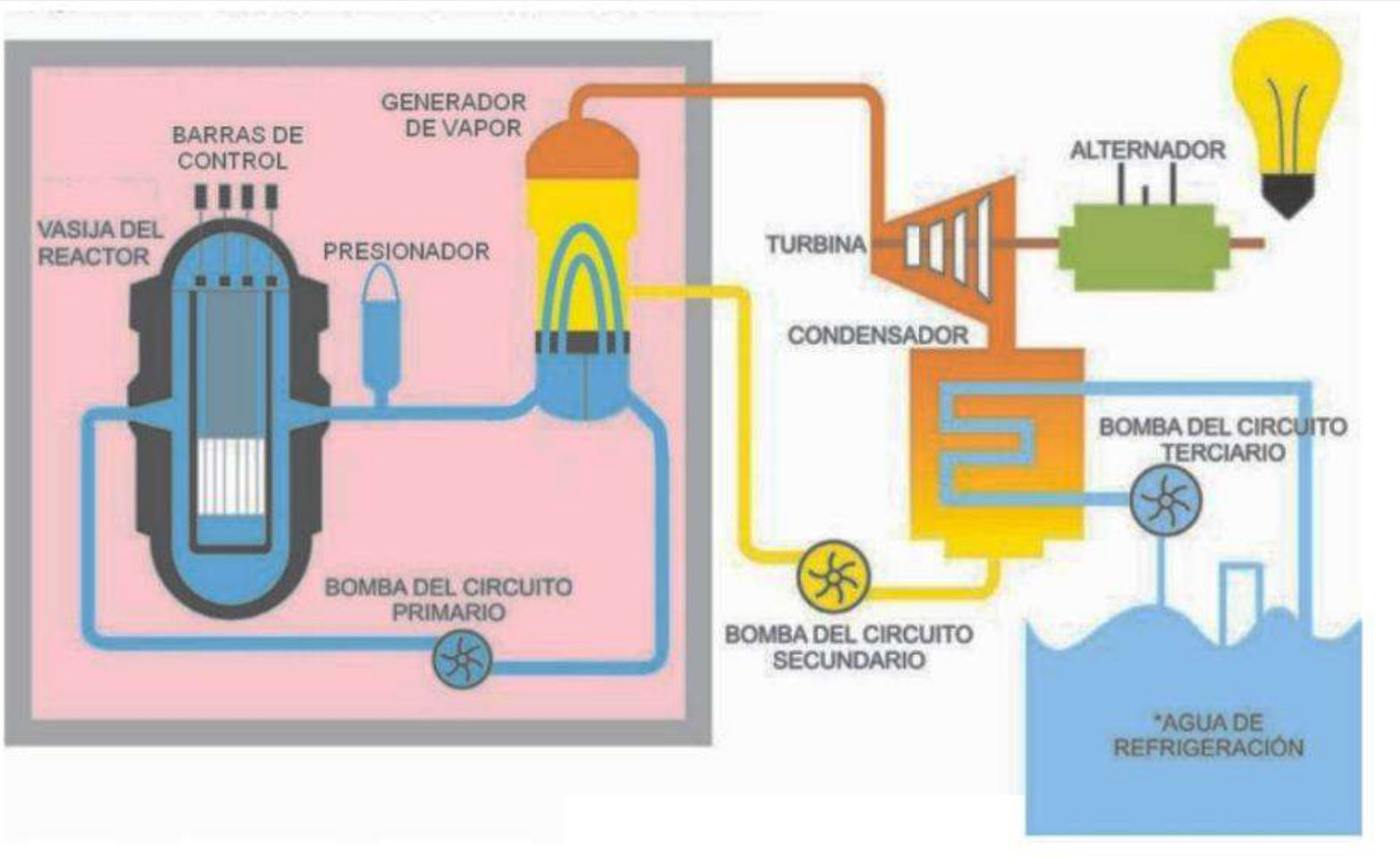


Figura 7-1. Esquema básico de un reactor tipo PWR (LWR).

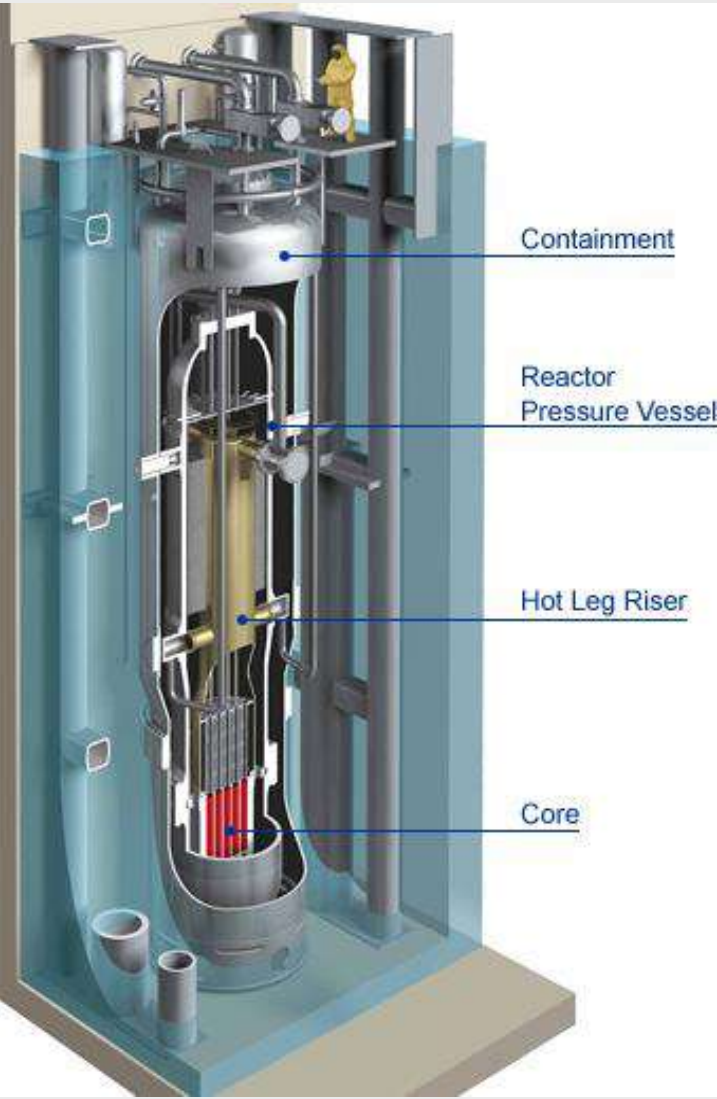


Figura 7-2. Esquema básico de un reactor tipo SMR.

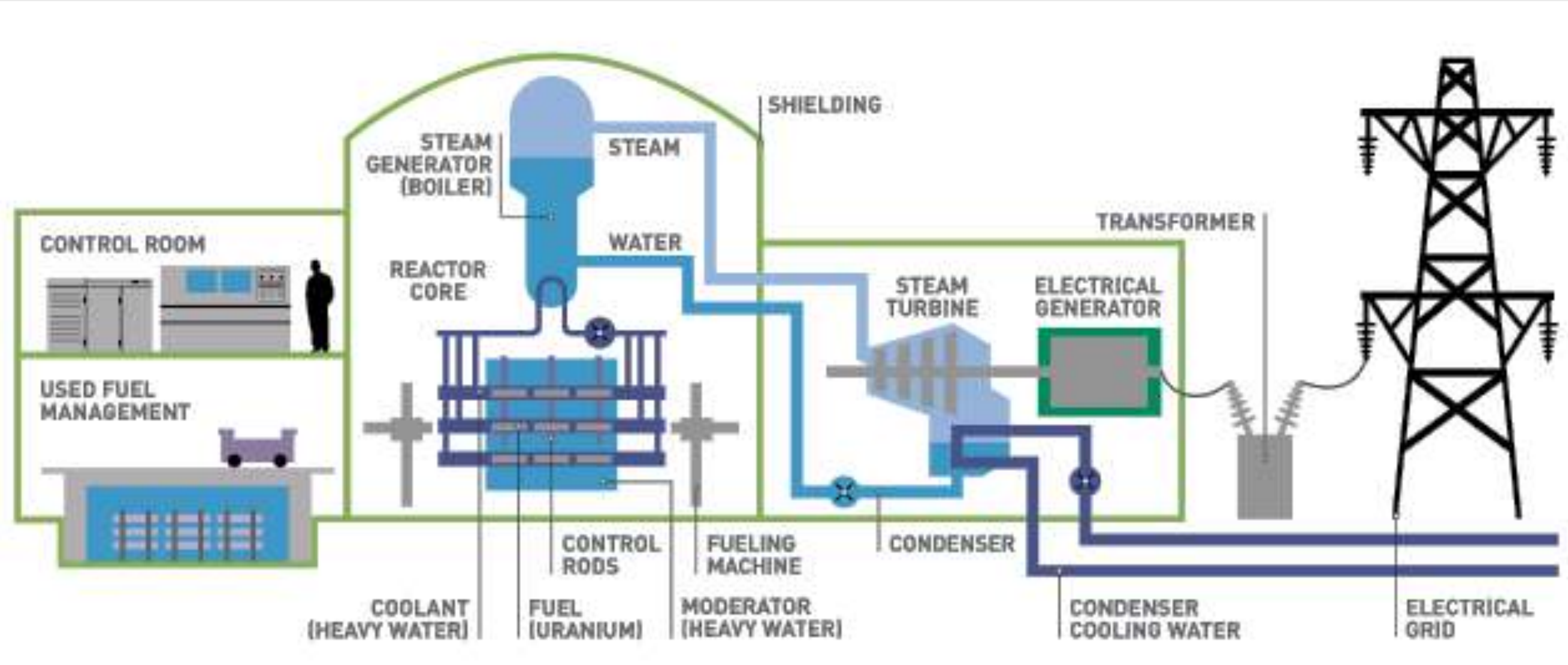


Figura 7-3. Esquema básico de un reactor tipo HWR.

