

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Escuela de Estudios de Posgrado

**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN
ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**

TRABAJO FINAL DE ESPECIALIZACIÓN

Financiamiento de proyectos nucleares en Argentina
desde sus inicios hasta el 2021

AUTOR: ELIANA RAMOS GALKER

DOCENTE DEL TALLER: HERNÁN RUGGERI

JULIO 2023

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN AL TEMA	4
1.1 Presentación Del Tema	4
1.2 Marco Teórico	5
1.3 Fundamentación Del Tema/Problema De Investigación	5
1.4 Objetivos De Investigación	8
1.5 Hipótesis	9
1.6 Metodología	9
1.7 Anticipo De Resultados Generales	11
1.8 Estructura De La Tesis	12
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Introducción	14
2.2 Matriz Energética, Rol De La Energía Nuclear	14
2.3 Evaluación De Proyectos De Inversión	16
2.4 Tipos De Proyectos De Inversión Nucleares	18
2.5 Coyuntura Política En Las Decisiones De Inversión En Proyectos Nucleares	22
2.6 Conclusiones	25
3. ROL DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA MATRIZ ENERGÉTICA	26
3.1 Introducción	26
3.2 Matriz Energética A Nivel Mundial	27
3.2 Matriz Energética En Argentina, Diversificación Y Proyección Futura	30
3.3 Contexto Actual Nacional E Internacional De La Energía Nuclear	36
3.4 Conclusiones	37
4. LAS CENTRALES NUCLEARES ARGENTINAS	39
4.2 Introducción	39
4.3 Empresa Generadora Y Comercializadora De Energía Eléctrica	39
4.4 Descripción De Las Centrales Nucleares Argentinas Actuales	41
4.5 Desafíos Futuros Nucleares Argentinos	44
4.6 Conclusiones	45
5. FINANCIAMIENTO DE LOS PROYECTOS NACIONALES NUCLEARES	47
5.2 Introducción	47
5.3 Características De Los Financiamientos De Los Proyectos Nacionales	47
5.4 Tipos De Proyectos Nacionales Nucleares	49
5.5 Características Relevantes De Cada Proyecto Nacional Nuclear	50
5.6 Comparación Del Financiamiento Entre Los Distintos Proyectos Nacionales Nucleares	53

5.7	Conclusiones	66
6	EVALUACIÓN DE INVERSIÓN EN PROYECTOS NACIONALES NUCLEARES	68
6.1	Introducción	68
6.2	Central Nuclear Y Ciclo Combinado De Última Generación	68
6.3	Extensión De Vida De La Central Nuclear Embalse	69
6.4	Instalación De Un Ciclo Combinado De Última Generación	73
6.5	Hipótesis Y Datos	73
6.6	Resultados Obtenidos	75
6.7	Conclusiones	77
7	CONCLUSIONES	78
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
	ANEXO I	93
	ANEXO II	97

1. INTRODUCCIÓN AL TEMA

1.1 Presentación Del Tema

Desde hace años existe un gran interés en diversificar la matriz energética a nivel mundial. Los motivos son diversos, pero principalmente se deben al desarrollo socioeconómico que año tras año demanda más energía, como así también, por la tendencia a disminuir el uso de recursos no renovables o que generasen residuos nocivos para el medio ambiente.

Especialmente por eso, Argentina ha invertido una importante suma de dinero en la construcción de centrales nucleares que producen energía considerada limpia¹. Es decir, aportando a la matriz energética un recurso necesario para todos los habitantes del país respetando el medio ambiente. Actualmente Argentina cuenta con tres centrales nucleares en funcionamiento y con ansias de nuevos proyectos.

En todo proceso de negociación para el financiamiento de centrales nucleares, la política juega un rol muy importante. En este sentido, el contexto político influye de manera dispar en cada proyecto. Por eso, amerita estudiar esos procesos de negociación para comprender de qué manera impactan en el financiamiento de los proyectos nucleares.

En este trabajo se intenta, en el contexto de la situación energética actual en Argentina y la estimada para el futuro, analizar desde el punto de vista financiero el rol de la energía nuclear y de sus proyectos vinculados con la coyuntura política y económica que conllevan a la toma de decisiones.

¹ La Energía nuclear es considerada limpia ya que no genera contaminantes atmosféricos. Para más información: <https://www.iaea.org/sites/default/files/cleanenergyes.pdf>

1.2 Marco Teórico

Para este estudio de caso fue necesario realizar un análisis general del sector nuclear argentino con la finalidad de conocer las condiciones económicas, sociales y políticas que serán los factores determinantes en el desarrollo de los proyectos nucleares.

Una inversión implica erogaciones económicas que podrían destinarse a otro tipo de actividad. Desde el punto de vista financiero el objetivo de efectuar una inversión es obtener un beneficio económico a futuro y crear valor. Es por ello que el estudio de métodos, modelos y herramientas de manera de poder evaluar el proyecto de inversión para evitar pérdidas económicas y riesgos, toma un lugar primordial.

1.3 Fundamentación Del Tema/Problema De Investigación

La energía es un recurso fundamental para el desarrollo de cualquier sociedad. Actualmente en Argentina la industria energética es el sector económico con mayor emisión de gases de efecto invernadero, según lo reportado en el período comprendido entre los años 2016 y 2018 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el informe *Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*².

Es decir, como se expone en el *Balance de Gestión en Energía 2016- 2019*³, un gran porcentaje de la producción de energía proviene de recursos naturales fósiles. Es por eso que nuestro país atraviesa una crisis en materia energética. Durante los últimos años, Argentina ha tenido que importar energía, ya sea gas natural⁴ y gas oíl para la generación eléctrica o naftas y gas oíl para uso automotor. El abastecimiento energético tiene hoy un rol protagónico. En el caso particular del gas natural, este se utiliza mayormente para la

² El reporte completo se puede encontrar en: <https://datos.gob.ar/dataset/ambiente-emisiones-gases-efecto-invernadero-gei>

³ El reporte completo se puede encontrar en: https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/sintesis_balance/2019-12-09_Balance_de_Gestion_en_Energia_2016-2019_final_y_anexo_pub_.pdf

⁴ Información extraída de diversos lugares, entre ellos: <https://mase.lmneuquen.com/millones/cuanta-energia-importo-el-pais-y-que-se-espera-el-2021-n760225>

generación térmica. Su costo de importación es varias veces superior al precio de venta⁵, y esto impacta en el presupuesto del Estado Nacional. Es por eso que el autoabastecimiento y el compromiso con el medio ambiente nos conducen a pensar en diversificar la matriz energética.

En este sentido, en función a los estudios reportados en el *Balance de Gestión en Energía 2016- 2019*, la oferta interna total de energía alcanzó en el año 2018 los 82,1 mil ktep. La energía que ha sido producida localmente es 87,5% de origen fósil, correspondiendo un 58,4% a gas natural, 27,7% a petróleo y derivados y 1,4% a carbón mineral. La energía hidráulica y nuclear aportaron un 5,3% y 2,3%, respectivamente, y las renovables no convencionales (biomasa, biocombustibles, eólica y solar) un 4,6%.

En referencia a lo recién mencionado, la intención a nivel mundial de disminuir las emisiones de CO₂ se intensifica luego del acuerdo de París en 2015, a partir de la 21^a Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 21)⁶. En este sentido, resulta fundamental reflexionar sobre el rol que tiene el sector energético. Principalmente entendiendo que representa dos tercios de las emisiones totales de gases de efecto invernadero y, en particular, 80% de CO₂ (OIEA⁷, 2017).

En concordancia con lo planeado, para mitigar el cambio climático es necesario que suceda una transformación de la matriz de energía primaria; es decir, que se sustituya el petróleo, carbón o gas natural por fuentes de energía que no contaminen. Entre las fuentes de energía limpias se encuentran la energía nuclear (Dohee Hahn⁸, 2020, p.24) que es en la que nos focalizaremos a lo largo del trabajo.

⁵ Información extraída de diversos lugares, entre ellos: <https://mase.lmneuquen.com/gas/la-argentina-el-alto-costo-importar-el-gas-n822350>

⁶ Dicho acuerdo, que rige a partir del año 2020, pretende mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C, haciendo todo lo posible para llegar a 1.5°C. Para más información: <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/acuerdo-paris-la-convencion-marco-cambio-climatico>

⁷ El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) pertenece a las organizaciones internacionales conexas al Sistema de las Naciones Unidas. <https://www.iaea.org/es>

⁸ Dohee Hahn, director de la División de Energía. Nucleoeléctrica del OIEA.

Cabe mencionar que apostar a la descarbonización de la matriz energética argentina, significa mucho más que el aspecto ambiental, implica un fuerte impulso para las economías regionales, mejoras de los niveles de empleo calificado y una oportunidad para la industria nacional de abastecer el proceso de crecimiento (Enrique Maurtua Konstantinidis⁹, 2018).

Pese a que la energía nucleoelectrica tiene a favor que no emite gases de efecto invernadero, es flexible y continua, y que también puede complementar los suministros cuando no estén disponibles otras fuentes renovables (como por ejemplo la energía eólica o solar), uno de los mayores desafíos reside en la parte económica. Es decir, a pesar de todos los beneficios que la caracteriza a la energía nucleoelectrica, la financiación de una nueva central exige un elevado desembolso de capital inicial y una inversión a largo plazo (OIEA, septiembre 2020).

Por diversos motivos, la decisión de apostar a proyectos nucleares es uno de los puntos más complicados respecto del desarrollo de un programa de generación nucleoelectrica, dada su característica de requerimientos intensivos en capital y su largo plazo de construcción. A estas características, se les suma la incertidumbre regulatoria que puede traer más demoras en la construcción (Barbarán Gustavo, 2015).

Una forma de que estas inversiones en construcciones de nuevas centrales nucleares se vuelvan más atractivas es por medio de políticas innovadoras de financiamiento y de mercado (OIEA, septiembre 2020). Así también Maria G. Korsnick, presidenta y directora general del Instituto de Energía Nuclear (2020), afirma que “Los enfoques innovadores en materia de políticas de financiación y de mercado en la industria nuclear pueden ayudar a atenuar la incertidumbre y contrarrestar las fluctuaciones del mercado” (pág. 24).

Y como expresa Wei Huang, director de la División de Planificación, información y Gestión de los Conocimientos del OIEA (2020):

⁹ Enrique Maurtua Konstantinidis. Consultor Senior de Política climática. Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN).

El mercado energético está cambiando, y se ha vuelto más impredecible en muchos países porque estos están diversificando sus fuentes de energía a fin de descarbonizarse, lo cual ha dado lugar a mayores fluctuaciones en los precios y los suministros de energía. Este mercado, más volátil, contribuye a la incertidumbre planteada por el compromiso con tecnologías de vida larga que exigen un uso intensivo de capital y suponen elevados costos por adelantado, como la energía nucleoelectrica. (pág. 24)

En este estudio, en el contexto de la situación energética actual en Argentina y la estimada para el futuro, se pretende desde el punto de vista financiero responder a la pregunta ¿cuál es el rol de la energía nuclear y de sus proyectos vinculados con la coyuntura política y económica que conllevan a la toma de decisiones?

Es decir, a lo largo de este trabajo se intenta responder a las siguientes preguntas:

¿Qué características tienen los financiamientos de los proyectos nucleares en Argentina?

¿Cómo influye la coyuntura sociopolítica en las decisiones de inversión en proyectos nucleares en Argentina desde la evolución del Plan Nuclear¹⁰ hasta la actualidad?

¿Que se espera para un futuro respecto a los proyectos nucleares?

1.4 Objetivos De Investigación

El objetivo general de este trabajo reside en analizar el financiamiento de los proyectos nacionales nucleares desde sus inicios hasta el 2021. En este sentido, abarcando el período mencionado, como objetivos específicos se pretende analizar la coyuntura sociopolítica que tuvieron y tiene tienen lugar en las decisiones de inversión y financiamiento en proyectos nucleares en Argentina, como así también abordar desafíos futuros.

¹⁰ El Plan Nuclear original se creó en el año 1950 y se reactivó en el año 2006

Para este objetivo principal se desarrollaron tres objetivos específicos:

- 1) Caracterizar los financiamientos de los proyectos nucleares en Argentina
- 2) Analizar la influencia sociopolítica en las etapas de financiamiento de los proyectos nucleares.
- 3) Evaluar la necesidad futura de invertir en proyectos nacionales nucleares.

1.5 Hipótesis

En este análisis se sostiene que se presentan similitudes entre el tipo de financiamiento e inversión de los diversos proyectos nucleares nacionales que se llevaron a cabo desde su evolución hasta el 2021, dependiendo del tipo de proyecto y de la coyuntura política entre otros motivos. Por otro lado, se mantiene la idea de que los proyectos nucleares se presentan, gracias a sus características, como una opción muy conveniente junto con las energías renovables para diversificar la matriz energética actual.

1.6 Metodología

En primer lugar, se definieron como objeto de estudio la energía nuclear. La investigación plantea conocer las características de los financiamientos de los proyectos nacionales nucleares desde sus inicios hasta el 2021.

Este estudio se llevará a cabo utilizando un enfoque mixto, es decir cuantitativo y cualitativo.

Desde el enfoque cualitativo (inductivo) se realizará un análisis documental donde se buscará comprender, interpretar y reflexionar en profundidad las características de los financiamientos de los proyectos nacionales nucleares desde sus inicios hasta el 2021 y estimar desafíos futuros. “El objetivo del análisis cualitativo de los datos es siempre comprender en profundidad, ya sea con el propósito de generar teoría y/o verificar teoría.

Los procedimientos analíticos son actividades de teorización” (Fassio, Pascual, & Suárez, 2002, pág. 167).

Se abordará un enfoque cuantitativo (deductivo) a partir de variables macroeconómicas (PBI, inflación), indicadores financieros, entre otros. Esto permitirá realizar un análisis objetivo en el que el investigador se aleja de sus valores y creencias en relación con el sujeto estudiado, más específicamente como Sautú (2005) señala “El investigador (sujeto) debe separarse de su objeto de estudio para poder generar conocimiento objetivo sobre él; hay una realidad de naturaleza objetiva, y los valores del investigador no debe influir en el proceso de conocimiento” (Sautu, pág.46).

Respecto al diseño de investigación, para poder responder a los objetivos generales y específicos, será mayormente descriptivo, y en mayor medida correlacional, de manera de cuantificar el grado de vinculación entre las variables.

Se aplicará un diseño de tipo panel, donde se toman las observaciones a distintos tiempos sobre las mismas unidades durante el período establecido, es decir desde el surgimiento de la energía nuclear hasta el 2021.

El objeto de estudio, como se mencionó anteriormente, será la energía nuclear, mientras que las unidades encuestadas serán los proyectos nucleares argentinos. El período de tiempo se medirá en años.

La investigación se aborda recopilando información de boletines detallados en la página oficial del Ministerio de Economía, que describan los financiamientos realizados para la ejecución de las centrales nucleares en funcionamiento y en los proyectos futuros., pudiendo comparar el presupuesto financiero y tipo de contratos realizados para cada proyecto.

A su vez, a través de informes que especifiquen las metas físicas, presupuestos, valuaciones, entre otras cosas. Estos confeccionados por la empresa operadora de las tres

centrales nucleares, Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA)¹¹, o por proveedores de la misma como, por ejemplo: las empresas CONUAR¹², IMPSA¹³, entre otros. Como así también por medio de publicaciones realizadas por organismos como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)¹⁴, o el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), donde justifiquen la necesidad de diversificar la matriz energética por medio de la ampliación de la energía nucleoelectrica.

Así mismo analizando distintas publicaciones que proporcionen información desde los inicios de la incorporación de la energía nuclear al país donde vinculen los proyectos nucleares con el contexto político. Las fuentes a consultar serán: memorias anuales de cada una de las empresas, artículos y notas periodísticas, discursos de dirigentes históricos y actuales, artículos y libros publicados, sitios web, entre otros. También, en tal caso, podrían entrevistarse a protagonistas de los sucesos relevantes en estudio. De esta manera, se tendrá la posibilidad de elaborar un marco de referencia cronológico con los hitos más relevantes que influyeron e influyen en la toma de decisiones.

1.7 Anticipo De Resultados Generales

Los resultados de esta investigación reflejarán que se presentan similitudes entre los diversos proyectos nucleares nacionales que se llevaron a cabo desde su evolución hasta el 2021, dependiendo del tipo de proyecto y de la coyuntura política entre otros motivos. Así también, se podrá evaluar si los proyectos nucleares son convenientes para diversificar la matriz energética actual y se abordaran desafíos futuros.

¹¹ Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA) es la empresa encargada de generar y comercializar la energía eléctrica a través de las centrales nucleares. Para más información: <https://www.na-sa.com.ar/>

¹² Combustibles Nucleares Argentinos S.A. (CONUAR) es una empresa creada en 1981. Para más información: <http://www.conuar.com/quienes-somos/>

¹³ Industrias Metalúrgicas Pescarmona Sociedad Anónima (IMPSA) empresa fundada en 1907 de soluciones integrales para la generación de energía. Para más información: <https://www.impsa.com/>

¹⁴ La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es el organismo gubernamental del Estado argentino a cargo de la investigación y el desarrollo de la energía nuclear. Para más información: <https://www.argentina.gob.ar/cnea>

1.8 Estructura De La Tesis

El trabajo se realizó en 7 capítulos.

El Capítulo 1 es este capítulo introductorio que estamos desarrollando, donde se presentó y fundamentó el tema, se expusieron los objetivos de investigación y las hipótesis que se van a demostrar a lo largo del documento. También se presentó la metodología aplicada y se dio un anticipo de los resultados esperados.

El Capítulo 2 aborda el marco teórico, cuyo análisis de aquellas teorías y enfoques teóricos sirvieron de encuadre del problema de investigación.

En el Capítulo 3 se analiza el rol de la energía nuclear en la matriz energética a nivel mundial y en particular en Argentina. Se plantea la esperada transición eléctrica global para el año 2040. Se detalla la diversificación y proyección futura de la matriz energética nacional. En una última instancia se hace foco en el contexto actual mundial de la energía nuclear abordando entre otras temáticas, potencia instalada en operación, países involucrados y cantidad de reactores en construcción.

En el Capítulo 4 se presenta la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A, la cual se encarga de generar y comercializar la energía eléctrica a través de las centrales nucleares. También se describen las centrales nucleares argentinas.

El Capítulo 5 se analiza el financiamiento de los distintos proyectos nacionales nucleares. Para ello se los dividió en tres grandes grupos dependiendo de las características del proyecto de inversión y por consiguiente del tipo de financiamiento. Así es cómo podemos distinguir Proyectos de Centrales Nucleares finalizadas y en operación, Proyectos de Centrales Nucleares ya existentes y Proyectos futuros de Centrales Nucleares. Cabe destacar que, se expone la influencia sociopolítica en las etapas de financiamiento de los distintos proyectos nucleares.

En el Capítulo 6 se evalúa la necesidad de invertir en proyectos nacionales nucleares. Se compara la viabilidad económica financiera, de un proyecto nuclear y otro de otra energía con similares características.

Por último, en el capitulo 7 se exponen las conclusiones obtenidas luego del estudio realizado a largo del documento.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Como punto de partida para poder responder a los objetivos planteados nos es indispensable estudiar ciertos aspectos y para ello recurrimos a bibliografía de referencia. Es decir, estudios realizados por científicos en el campo nuclear, energético, en el ámbito financiero, económico, social y ambiental entre otros.

Es por eso que se analizarán las situaciones y características de financiamiento de inversiones en empresas y proyectos vinculados con la eficiencia energética y tecnologías de producción de energías limpias.

Otra documentación en la que se profundizará será los vinculados con la evaluación de proyectos de inversión diferenciando los distintos tipos de inversión posible, donde se ubicarán los proyectos de inversión nucleares.

2.2 Matriz Energética, Rol De La Energía Nuclear

Uno de los mayores desafíos de los últimos años es la diversificación de la matriz energética a nivel mundial. Que debido al desarrollo socioeconómico que no se detiene la demanda de energía cada vez es mayor. Sumado a eso, se tiende a disminuir el consumo de elementos fósiles. Esto tomó mas peso luego del acuerdo de Paris en 2015, a partir de la 21^a Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 21). Donde se pretende mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C. En este contexto, y teniendo en cuenta que el sector energético representa dos tercios de las emisiones totales de gases de efecto invernadero y 80% de dióxido de carbono, resulta fundamental reflexionar sobre el rol que tiene el sector

energético (OIEA, 2017)¹⁵. Es decir, es necesario que en la matriz energética se sustituya el petróleo, carbón o gas natural por fuentes de energía que no contaminen. Entre las fuentes de energía limpias se encuentran la energía nuclear.

En el contexto mundial, durante el 2018 el 85% de la matriz energética estuvo integrada por el rubro hidrocarburos (34% de petróleo, 28% carbón mineral y 23% gas natural), mientras que las energías renovables contribuyeron con un 11% y el 4% con uranio.

Con respecto a la matriz energética argentina, según lo informado por el *Balance Energético Nacional 2018*¹⁶, durante el 2018 se observa una similitud a lo detallado en el contexto mundial, con una gran dependencia hidrocarburífera. Es decir, el 30% de la matriz energética nacional está integrada por el petróleo y el 51% por gas natural de pozo, siendo la participación nuclear del 2%. En este sentido, el parque de generación nuclear de la Argentina actualmente dispone de tres reactores de potencia, que en conjunto representan 1790 MWe instalados.

En función a los estudios reportados por la Subsecretaría de planeamiento Energético en los *Escenarios Energéticos 2030*¹⁷, se plantea hacia el año 2030 un incremento considerable de la participación de energías renovables (hidroeléctrica, eólica, solar fotovoltaica, biocombustibles, biomasa y otros renovables) en la oferta interna total, casi duplicando su porción relativa observada en el año 2019. Dicho incremento surgirá principalmente como consecuencia del cumplimiento de la Ley Nacional 27.191 (Ley de Energías Renovables)¹⁸ y de un mayor corte efectivo de biocombustibles. A su vez, el retorno de las operaciones de la central nuclear de Embalse luego de su extensión de vida

¹⁵ El informe completo se puede encontrar en:

https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/reports/2017/gc62-3_sp.pdf

¹⁶ El informe completo se encuentra en:

http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/balances_provinciales/2019_11_10_sintesis_balances_energeticos_2018_pub.pdf

¹⁷ El informe completo se encuentra en:

http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/planeamiento/2019-11-14_SsPE-SGE_Documento_Escenarios_Energeticos_2030_ed2019_pub.pdf

¹⁸ Ley Nacional 27.191, la información detallada se encuentra en:

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>

útil (2019) junto con el ingreso de la cuarta central nuclear (previsto para 2028) impactaría en el crecimiento de la participación de esta fuente.

A pesar de la difícil situación económica internacional, desde hace unos años existe un escenario favorable para el financiamiento de inversiones en empresas y proyectos vinculados con la eficiencia energética y tecnologías de producción de energías limpias (CEPAL¹⁹, 2003, pag.5). En este sentido, la energía nuclear es considerada energía limpia, tal como lo define Dohee Hahn, director de la División de Energía Nucleoeléctrica del OIEA (2020).

A medida que nos esforzamos por alcanzar un futuro con energía limpia, resulta evidente que la energía nucleoeléctrica desempeñará un papel importante para llevarnos a donde tenemos que estar. Para muchos inversionistas privados, empresas proveedoras de servicios y equipos, y entidades financieras estas inversiones resultan muy atractivas. Ya sea directamente o mediante fondos de inversión. Pero esta tendencia se ve dificultada por la situación general de crisis financiera. (pag.12)

Y aun cuando la energía nucleoeléctrica tiene a favor que no emite gases de efecto invernadero flexible y continuo, que también puede complementar los suministros cuando no estén disponibles otras fuentes renovables (como por ejemplo la energía eólica o solar), uno de los mayores desafíos reside en la parte económica. Es decir, a pesar de todos los beneficios que la caracteriza a la energía nucleoeléctrica, la financiación de una nueva central exige un elevado desembolso de capital inicial y una inversión a largo plazo (OIEA, 2020).

2.3 Evaluación De Proyectos De Inversión

Un proyecto de inversión surge en base a la elaboración de un producto o a la prestación de un servicio con el fin de satisfacer una necesidad. Para la ejecución de

¹⁹ La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) es un organismo creado en 1948, dependiente de la Organización de las Naciones Unidas, responsable de promover el desarrollo económico y social de la región. El documento citado puede encontrarse en: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/6415/S036347_es.pdf

cualquier proyecto es necesario efectuar erogaciones de efectivo. En este sentido, existen varias técnicas financieras a la hora de evaluar un proyecto. Pero antes, es preciso identificar a qué tipo de inversión corresponde, para así poder aplicar el modelo financiero correspondiente (Drimer, 2021).

Previamente a evaluar un proyecto de inversión, es necesario identificar a qué tipo de inversión corresponde, ya que de ello depende la aplicación de modelos financieros.

Existen numerosos tipos de clasificación de tipos de inversión dependiendo de la característica que se quiera abordar. Como podemos observar en lo expuesto por el Dr Drimer (2021), según la función que desarrolla la empresa encontramos inversiones de reemplazo, de modernización, de ampliación y de estrategia.

Las inversiones de reemplazo hacen referencia a la adquisición de nuevo equipo o maquinaria cuando otro ha llegado a su estado obsoleto. Las inversiones de modernización se ejecutan cuando la empresa decide adquirir una nueva maquinaria o tecnología. Las inversiones de ampliación son aquellas que se realizan cuando se decide aumentar la capacidad productiva. Y por último dentro de esta clasificación, encontramos a las que se deben a un motivo estratégico, donde tienen por objeto la reducción de los riesgos derivados del avance tecnológico y del comportamiento de la competencia.

Así mismo, al evaluar proyectos de inversión se deben considerar que hay factores cuantitativos y cualitativos que pueden influir notablemente. “La evaluación de proyectos pretende abordar el problema de la asignación de recursos en forma explícita, recomendando a través de distintas técnicas el que una determinada iniciativa se lleve adelante por sobre otras alternativas de proyectos” (Sapag Chain, 1991, pag. 10).

Cuando hablamos de los factores cuantitativos, nos referimos a que al momento de evaluar proyectos de inversión se consideran varios criterios que permiten analizar si la erogación económica a realizarse es factible o no. Por medio de la elaboración de flujos de fondos se pretende determinar de forma cuantitativa el saldo final de ingresos.

Complementándolo con la obtención de índices de rentabilidad que tradicionalmente son utilizados. Entre ellos se encuentran el Valor Actual Neto (VAN) que:

Mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento 0. (Sapag Chain, 2011, pag. 300)

Otro índice muy importante es la Tasa Interna de Retorno (TIR), relación costo/beneficio, entre otros. Respecto a los factores cualitativos que pueden influir en la toma de decisiones distinguimos al desarrollo económico general, a la autonomía de decisiones, al resguardo del equilibrio del medio ambiente, entre otros.

Por otro lado, al referirnos específicamente a proyectos nucleares, la decisión de inversión y financiamiento se encuentra estrechamente ligada al tipo de proyecto en cuestión. En este sentido no es lo mismo referirnos a un proyecto nuevo o a un proyecto de mejora o extensión de vida.

2.4 Tipos De Proyectos De Inversión Nucleares

Sin dejar de lado que cada uno de estos proyectos está plenamente vinculado con la coyuntura sociopolítica del momento en el que transcurre el evento, podrían ser agrupados cronológicamente. Sin embargo, y no perdiendo de vista lo recién mencionado, nos es conveniente dividirlos en tres grandes grupos dependiendo de las características del proyecto de inversión y por consiguiente del tipo de financiamiento. Así es cómo podemos distinguir: proyectos de centrales nucleares finalizadas y en operación, proyectos de centrales nucleares ya existentes y como última clasificación proyectos futuros de centrales nucleares.

Dentro de la clasificación de proyectos de centrales nucleare finalizadas y en operación se encuentran los proyectos Atucha I, Atucha II (plan original-primer etapa) y Embalse. Estas centrales nucleares tienen la particularidad de que fueron proyectos que se

empezaron desde cero. En los tres casos los contratos se realizaron con empresas extranjeras que por distintos motivos estaban interesadas en financiar proyectos nucleares con Argentina. Todas las etapas de estos proyectos tuvieron plena vinculación con el entorno político del momento. Es decir, la influencia política se hace presente tanto en la decisión de invertir en proyectos nucleares, en la elección del país exportador del proyecto nuclear elegido, en la continuidad de obra una vez comenzada la inversión, etc. Esto se ve muy claro en el caso de Atucha II, la cual luego de un avance de obra del 80% fue paralizada en el año 1994 durante la presidencia de Carlos Menem y se reactivó recién en el año 2006.

Se cuenta con diversos aportes en el tema de diferentes autores, entre ellos cabe destacar a Javier R. Fernández a través del trabajo titulado: *“Importación de tecnologías capital-intensivas en contextos periféricos: el caso de Atucha I (1964-1974)”*. Donde el autor hace un recorrido basado en la compra de la primera central nuclear de potencia del país y de Latinoamérica. Describe el proceso de toma de decisiones en la selección del tipo de tecnología, de licitación, compra y construcción. Para esto considera: las tensiones entre la política energética nacional de los años sesenta y la política institucional de la CNEA, como así también el papel de la ideología institucional en la selección del tipo de tecnología, la influencia de los debates internos de CNEA en el proceso de toma de decisiones, y las interferencias ocasionadas por las iniciativas de los países exportadores de tecnología nuclear. Otra investigación de relevada importancia es el titulado *“30 Aniversario de la puesta en marcha de la central nuclear Embalse”*. El autor, Ricardo de Dicco, al ser especialista en economía de la energía y en infraestructura y planificación energética, en su trabajo describe todas las etapas del proyecto central nuclear Embalse dándole un tinte más allá de lo técnico.

Cuando nos referimos al financiamiento de centrales ya existentes estamos hablando de la extensión de vida de la central (como en el caso de Embalse y Atucha I), o como en el proyecto Atucha II, donde luego haber llegado casi al 80% de la construcción, la obra se detuvo y se retomó 20 años después. Lo cual implicó, además de un nuevo financiamiento

para lograr su finalización, otros grandes desafíos a los que hubo que enfrentarse como bien lo exponen autoridades vinculadas a los proyectos:

Encontré un proyecto abandonado en unas condiciones muy particulares. El diseñador original del reactor, Kraftwerk Unión (KWU), había desaparecido, las obras civiles habían avanzado, pero en las electromecánicas no se había hecho prácticamente nada y había 40 mil toneladas de materiales almacenados. Un grupo pequeño de personal de NASA, con un sacrificio inmenso que espero que le sea siempre reconocido, se ocupó de conservar en perfecto estado esas 40 mil toneladas de materiales que estaban en 85 depósitos distribuidos por el predio. Hicieron el mantenimiento sistemático y conservaron también en buen estado los 126 mil documentos de ingeniería que se habían realizado para el proyecto en la etapa anterior. (Ing. José Luis Antúnez²⁰, 2013, Revista APIE)

El caso de la central nuclear Atucha II refleja los complejos vínculos entre estado, sector industrial y desarrollos de la Argentina. En este aspecto hay que destacar los aportes realizados por la investigadora Dr. Milagros Rodríguez en su libro titulado “*Estado, Industria y Desarrollo. Atucha II y la senda del Programa Nuclear Argentino (1979-2014)*”. A partir de la perspectiva de la Historia Económica, esta investigación examina el período transcurrido desde el inicio del proyecto en 1979 hasta su finalización en el año 2014. Tomando distancia de las interpretaciones basadas netamente en la lógica costo-beneficio, la autora propone un análisis explicativo acerca de la demora y los sobrecostos basado en distintos motivos que incluyen las características del mercado internacional de tecnología, la naturaleza del entramado institucional, el diseño de políticas públicas relativas al Programa Nuclear y la participación de la industria local. Es decir, las características de este tipo de proyectos son muy distintas a las de los proyectos comenzados desde cero, como así también el tipo de inversión y por ende el tipo de financiamiento. Otro aporte interesante en el tema es el desarrollado en uno de los boletines

²⁰ José Luis Antúnez, actual presidente de Nucleoeléctrica Argentina, es Ingeniero Electromecánico egresado de la Universidad de Buenos Aires con más de 50 años de experiencia en el gerenciamiento profesional de empresas y proyectos en la Argentina y en el exterior. Fue presidente de Nucleoeléctrica Argentina y director del proyecto de finalización de la central nuclear Atucha II, hasta su puesta en servicio en 2015.

de la OIEA titulado *“Programas de energía nucleoelectrica en los países en desarrollo: Promoción y financiamiento”* según Bennett (jefe de la sección de estudios económicos de Energía Nucleoelectrica) en el boletín 4/1987 OIEA. En este caso, la autora detalla los problemas relativos al financiamiento a nivel mundial durante los años 1987.

El último grupo de la clasificación comprende los futuros proyectos de construcción de nuevas centrales. Posiblemente cuarta central y quinta central (Hualong). La gran mayoría de la información disponible es suministrada por periódicos, entrevistas o publicaciones en la página de la Nación Argentina. Como ya se ha mencionado, todos estos proyectos de alta envergadura se ven plenamente vinculados con la coyuntura política del país. Esta característica se hace muy visible en los futuros proyectos, ya que la firma de los contratos depende exclusivamente de las decisiones del gobierno en invertir en proyectos nucleares o no.

Esta situación se puede encontrar desarrollada en muchísimos reportes de diarios donde autoridades anuncian decisiones tomadas al respecto como ocurrió en el 2016 luego de que el contrato estaba encaminado y con el cambio de gobierno se reformuló “las obras debían comenzar en 2016, pero luego del cambio de gobierno el entonces ministro de Energía, Aranguren, confirmó que durante ese año no habría novedades porque se estaban revisando los contratos” (Julián Gadano²¹, 2019, entrevista realizada por diario Página 12).

Cabe destacar que, aunque los contratos de compra de energía eléctrica se han usado desde hace muchos años, en la actualidad cada vez tiene más peso ya que tiene a favor que reducen la incertidumbre y proporcionan ingresos a largo plazo. En estos acuerdos los ejecutores del proyecto y los compradores de la central nuclear fijan un precio correspondiente a una cantidad de electricidad durante determinado tiempo. Lo usual es que cubra el costo total del proyecto más una ganancia extra. Por otro lado, estos contratos en su mayoría se complementan con apoyos del gobierno, y acá entrarían los planes innovadores de financiación de la energía (OIEA, 2020).

²¹ Julián Gadano, sociólogo de la Universidad de Buenos Aires. Desde el 29 de diciembre de 2015 es el Subsecretario de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Autor de numerosos artículos sobre cooperación nuclear, no proliferación y temas relacionados al desarrollo tecnológico.

2.5 Coyuntura Política En Las Decisiones De Inversión En Proyectos Nucleares

Como se mencionó anteriormente cada uno de los proyectos nucleares está plenamente vinculado con la coyuntura sociopolítica del momento en el que transcurre el evento, ya sea a la hora de decidir por apostar a la energía nuclear, en invertir en proyectos, en decidir qué tipo de tecnología utilizar, con qué país negociar, entre otros.

Este escenario se puede encontrar desarrollado en muchísimos reportes de diarios y revistas, como por ejemplo en la entrevista realizada al Dr. Diego Hurtado ²²por el diario OCIPEX (2018). Donde el Dr. Hurtado expone que, durante el gobierno de C. Fernández²³, luego de la reactivación del Plan Nuclear²⁴, se había iniciado una negociación con China por dos centrales nucleares, pero luego en el gobierno de Macri se tomaron medidas alineadas con la política exterior de EEUU. Según lo expuesto, el problema no era económico. El gobierno de Macri, además de no tener un plan nuclear energético, no quería involucrarse en ningún contrato con China.

En el discurso pronunciado el 23 de agosto de 2006 con motivo del anuncio del Plan de Reactivación de la Actividad Nuclear Argentina, se expuso:

Desde el comienzo, y con decidida proyección al futuro, el Estado Nacional fijó y enunció con claridad su papel rector en el programa nuclear argentino y el carácter estrictamente pacífico del mismo (...) A partir de mayo de 2003, cuando asumimos el Gobierno Nacional con la conducción del Presidente Néstor Kirchner, se restableció la actividad del sector nuclear argentino hacia el camino de la recuperación de sus objetivos estratégicos, retomando decidida y rápidamente los

²² El Dr. Diego Hurtado es un físico y especialista en historia de la ciencia y la tecnología argentina. Es Secretario de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación desde el 19 de diciembre de 2019.

²³ La primera presidencia de C Fernández transcurrió entre 2007-2011, mientras que la segunda presidencia abarco el período comprendido entre 2011-2015.

²⁴ El plan original se había creado en el año 1950 y se reactivó en el año 2006. https://www.cnea.gob.ar/es/wp-content/uploads/files/Boletin17art01_0.pdf

lineamientos del Decreto 10.936²⁵, y estableciendo las medidas necesarias y concretas para la reactivación explícita del sector. (De Vido, 2006)

En este contexto, el presidente Néstor Kirchner en el discurso ante el Congreso Nacional en marzo de 2007, dejaba muy en claro la política nuclear de su gobierno:

En agosto de 2006 hemos lanzado el Plan de Reactivación Nuclear por 3.500 millones de pesos, en el cual se incluye el relanzamiento de las obras de terminación de Atucha II, con puesta en servicio estimada en 2009; la finalización del proyecto y construcción del reactor nacional Carem²⁶, con un plazo de terminación en 5 años; el impulso a la minería de uranio y la recuperación de la planta de enriquecimiento de uranio; la reactivación de la planta de agua pesada en la provincia de Neuquén, en la planta de ENSI²⁷, una empresa con participación mayoritaria del Estado nacional.

Paralelamente, dentro de este plan nuclear, se encuentra en pleno estudio y evaluación la construcción de la cuarta central nuclear. Las acciones que desarrollamos en el campo de la energía suponen un Estado presente y activo articulando y planificando. Un claro ejemplo de ello es la creación de ENARSA, como una empresa testigo que supone la recuperación de la participación del Estado en el mercado energético argentino internacional. (Néstor Kirchner, 2007)

La reactivación nuclear también incluía reactivación de la industria nacional y de recursos humanos. Podemos destacar el aumento de demanda de ingenieros calificados en Argentina como resultado de la reactivación nuclear. Esto se puede notar en el mismo plantel del personal de la CNEA, según un informe de la institución:

²⁵ <https://www.cnea.gob.ar/es/wp-content/uploads/2016/09/DECRETO-10936-50.pdf>

²⁶ CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares) es una central nuclear de baja potencia con un diseño de última generación. Para más información: <https://www.argentina.gob.ar/cnea/carem>

²⁷ Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería (ENSI) es una empresa del Estado Argentino creada en 1989 a través de la ley 1827, y conformada por la CNEA. La misma opera la Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP)

Uno de los principales problemas sufridos por la institución en las últimas décadas fue el debilitamiento de su plantel de recursos humanos debido a reestructuraciones y retiros voluntarios y al congelamiento de vacantes producidos durante más de 12 años, con la consiguiente pérdida de capacidades claves, de dificultosa recuperación. Junto con la reactivación nuclear dispuesta por el gobierno nacional en agosto de 2006 se abrió la posibilidad de incorporar nuevos profesionales, lo que permitió establecer y comenzar a ejecutar partir de 2007 y afianzar durante 2008, 2009 y 2010 una política de ingreso de personal planificada, ateniendo a proteger las áreas críticas de conocimiento de la tecnología nuclear. Así, la edad promedio de la CNEA que en 2007 era de 56 años pasó en 2010 a ser de 48 años y 9 meses. (Informe de la CNEA, 2011, pag.118)

Como expresa Michael Shellenberger²⁸ en una publicación de la OIEA, existe un consenso entre economistas y expertos en energía respecto a lo que, entre otras cosas, se necesita para que la energía nuclear sea competitiva.

Lograr el consenso nacional en torno a un plan energético a largo plazo. No se puede evaluar el éxito de un programa nuclear en solo unos años; para eso han de pasar decenios. Eso significa que todo el espectro político nacional debe apoyar decididamente el programa nuclear, de manera que un posible cambio de gobierno no interrumpa la construcción de centrales nucleares y, por extensión, el objetivo nacional de que la energía nuclear suministre el 20%, el 40% o incluso el 80% de la electricidad. Para llegar a ese consenso es preciso demostrar que la energía nuclear es necesaria por motivos económicos, medioambientales y de seguridad. Asimismo, también debe haber consenso acerca de la seguridad relativa de la tecnología nuclear, ya que esta es la principal preocupación de todas las partes. (OIEA, 2017, pag.20)

²⁸ Michael Shellenberger es un periodista estadounidense que se han centrado en la intersección del cambio climático, la energía nuclear y la política.

2.6 Conclusiones

Para poder responder a lo largo del presente trabajo los objetivos planteados, se recurrió a documentos donde se plasman estudios realizados en el campo nuclear, financiero, económico social ambiental y la relación entre estos.

En este sentido, se abordaron distintas temáticas de manera de poder analizar la situación energética, destacando las características para el financiamiento de inversiones en empresas y proyectos vinculados con la eficiencia energética y tecnologías de producción de energías limpias. Se observó que una forma de que las inversiones en construcciones de nuevas centrales nucleares se vuelvan más atractivas sería a través de políticas innovadoras de financiamiento y de mercado. Se destacan también las características a favor que tiene la energía nucleoelectrica. Entre ellas podemos observar que no emite gases de efecto invernadero, es flexible y continuo, puede complementar los suministros cuando no estén disponibles otras fuentes renovables.

Se llegó a la conclusión que para analizar las características de financiamientos de los proyectos de inversión nuclear nos es conveniente dividirlos en tres grandes grupos. Así distinguimos los proyectos de centrales nucleares finalizadas y en operación, proyectos de centrales nucleares ya existentes y como última clasificación proyectos futuros de centrales nucleares. También se abordó el tema de evaluación de proyectos de inversión, considerando los factores cuantitativos y cualitativos que pueden influir en la toma de decisiones. Como así también la coyuntura política en la toma de decisiones de inversión en proyectos nucleares.

3 ROL DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN LA MATRIZ ENERGÉTICA

3.1 Introducción

El desarrollo económico y social de un país se encuentra hoy plenamente ligado a la energía con la que cuenta para llevar a cabo sus actividades productivas, de transporte y de construcción de infraestructuras, entre otras necesidades de la vida actual.

Uno de los mayores desafíos del siglo XXI, es la descarbonización de la matriz energética. Es decir, la búsqueda de fuentes de energías alternativas, renovables y no contaminantes, para reemplazar a la producida por combustibles fósiles (generadores de CO₂) como el petróleo, gas y el carbón. En este sentido, no sólo hay que considerar la disponibilidad energética presente, sino que, para pensar en un desarrollo sostenible, es necesario contar con un horizonte de abastecimiento confiable y que tenga en cuenta los incrementos en la demanda de energía que plantea una economía en crecimiento.

En este contexto, la energía nuclear, considerada “energía limpia”, se presenta como una verdadera alternativa para un desarrollo energético sustentable en el país.

A lo largo de este capítulo se abordará en una primera instancia la composición de la matriz energética a nivel global y su esperada transición energética. Para luego detallar en especial la matriz energética argentina, haciendo foco en su diversificación y proyección futura.

Finalmente se expondrá el contexto actual mundial de la energía nuclear, abordando entre otras cosas, potencia instalada en operación, países involucrados y cantidad de reactores en construcción.

3.2 Matriz Energética A Nivel Mundial

La matriz energética de un país se construye con las energías primarias, relacionando las diferentes fuentes energéticas disponibles y su repercusión en el total de la oferta. En este sentido, podemos definir el término “matriz energética” como la combinación de las diversas fuentes de energía primaria utilizadas para satisfacer las necesidades energéticas en una región geográfica determinada. Su diversidad a la hora de generar y utilizar energía aumenta la seguridad de un país en el caso de falla o agotamiento de una de las fuentes (Miciula, 2019).

Es decir, la matriz energética está compuesta por los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), las energías renovables (hidráulica, eólica, solar, geotérmica y biomasa) y la energía nuclear.

La elaboración de la matriz energética de un país es el estudio en que se cuantifica la oferta, demanda y transformación de cada una de las fuentes de energía que proveen al país, así como al inventario de recursos disponibles, considerando para estas variables su evolución histórica y proyección futura (Giuliani A., Riavitz L., Zambon H. 2016). Las matrices se calculan anualmente y sirven para posibles comparaciones a lo largo de los años, como así también, con referencia a un momento determinado, con otros países de la región o a nivel mundial (Cárdenas, 2011).

El análisis de la matriz energética permite comprender la dinámica de los flujos energéticos relacionados con las principales actividades económicas y sociales de un país, un elemento fundamental para el desarrollo de políticas públicas que contribuyan a una transformación social y ambiental (Zárate & Ramírez, 2016).

En este sentido, el contexto energético actual muestra un aumento en el consumo de energía inducido entre otros, por el crecimiento socioeconómico de los territorios, así como también por el aumento de la población mundial. La matriz energética mundial depende de un 81.3% de combustibles fósiles. Las fuentes de energía renovables (solar, eólica, marítima, etc.) representa por el momento el 2% de la matriz y la nuclear el 4.9%

(International Energy Agency²⁹, 2020). A continuación, se expone la matriz energética mundial registrada en el año 2020.



Figura 1: Matriz energética mundial 2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), 2020.

En los últimos años para revertir la situación de escasa diversificación de la matriz energética se impulsaron políticas de transición. En la mayoría de los casos, la dificultad se relacionaba exclusivamente con la falta de oferta que podía resolverse con una mayor inversión en el sector de generación. Es así que, durante la primera década del siglo XXI, diferentes países impulsaron políticas de promoción del desarrollo y aprovechamiento de Energías Renovables. Pero este tipo de políticas son cuestionadas respecto a que sólo se

²⁹ La Agencia Internacional de la Energía (IEA) es una organización internacional que busca coordinar las políticas energéticas de sus Estados miembros, con la finalidad de asegurar energía confiable, adquirible y limpia a sus respectivos habitantes. Para más información: <https://www.iea.org/>

propone lograr la diversificación de la matriz de generación eléctrica, descuidando otros aspectos de carácter oligopólico del sector energético, o en relación a las dificultades del acceso a la energía generando un aumento de la pobreza energética (Contreras, S., Waiter, A., Cohanoff, C., Garrido S., 2019).

En diciembre de 2015, en la 21ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se propuso como objetivo mantener el calentamiento global por debajo de 2°C, y apeló a realizar esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1,5°C³⁰. En este sentido, el sector eléctrico soporta la mayor carga en el camino para mantener el calentamiento global a no más de 1,5 °C.

Sumado a esto, en mayo de 2021, el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) publicó el llamado “Informe de cero neto para 2050”³¹. Con más razón, el sector eléctrico debe dejar de ser el mayor sector emisor y comenzar a ser el primer sector en alcanzar el cero neto en todo el mundo.

En el siguiente gráfico se muestra la transición eléctrica esperada para el 2040 en base a lo que se viene gestando desde el 2010.

³⁰ 21ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/acuerdo-paris-la-convencion-marco-cambio-climatico>

³¹ La información detallada se puede encontrar en: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

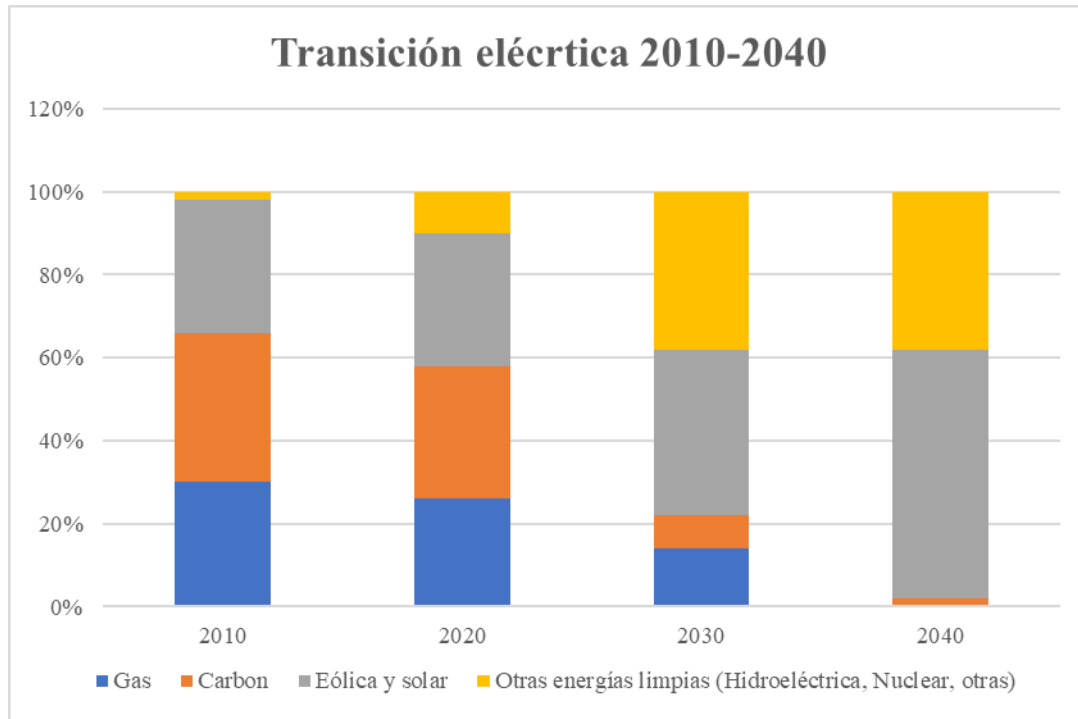
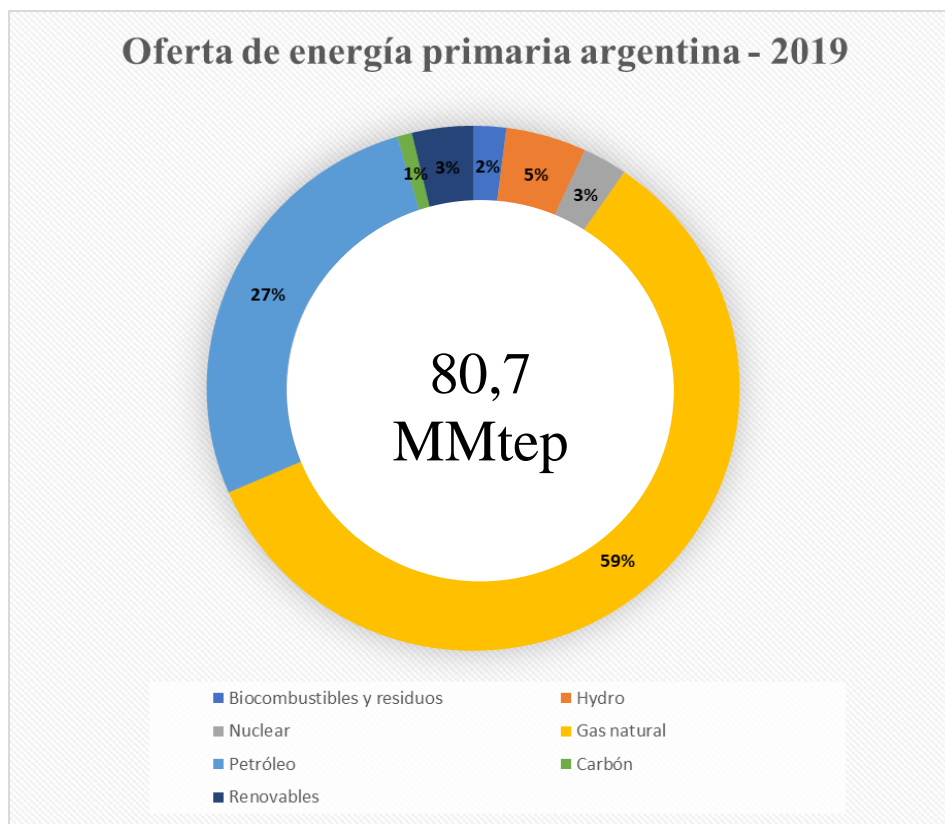


Figura 2: Transición eléctrica 2010-2040.
Fuente: Elaboración propia con datos del inforem de Cero neto publicado por OIEA 2020.

El gráfico anterior remarca la escala de la transición eléctrica. Considera en el período estudiado un 50% de aumento en la demanda total.

3.2 Matriz Energética En Argentina, Diversificación Y Proyección Futura

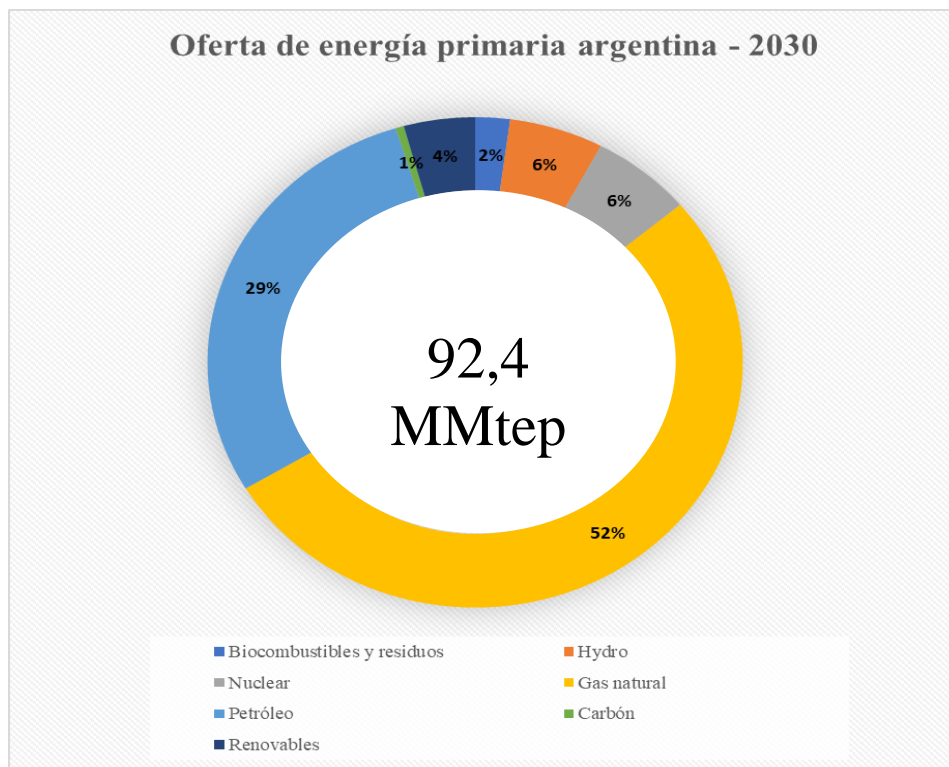
La Matriz Energética de Argentina para el 2019, último año del que se dispone información, está representada en la Figura 3.



*Figura 3: Oferta de energía primaria argentina en el 2019.
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la Secretaría de Energía, 2019.*

Puede notarse que la mayoría de la energía que consumió el país en el año 2019, fue de origen no renovable, y que las principales fuentes fueron petróleo y gas natural. Lamentablemente, son precisamente fuentes que en Argentina han comenzado a decrecer y los descubrimientos que se anunciaron últimamente corresponden a yacimientos en los que hay que efectuar inversiones importantes para hacerlos operativos, y cuya magnitud, y sobre todo lo que se supone podría ser extraído de ellos, si bien sumará, no hará posible modificar significativamente la situación energética argentina a largo plazo.

A continuación, en la Figura 4, se muestra la oferta de energía primaria argentina esperada para el año 2030.



*Figura 4: Transición eléctrica 2010-2040.
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la Secretaria de Energía, 2019.*

Como podemos observar, se plantea hacia el año 2030 un incremento considerable de la participación de energías renovables (hidroeléctrica, eólica, solar fotovoltaica, biocombustibles, biomasa y otros renovables) en la oferta interna total, casi duplicando su porción relativa observada en el año 2019. Dicho incremento surgiría principalmente como consecuencia del cumplimiento de la Ley 27.191 de energías renovables³².

El abastecimiento de energía eléctrica a partir de la generación por fuentes renovables se encuentra en aumento, como ya se mencionó. Si nos referimos al 2021 cubrió un máximo histórico de 14,2% (1469.8GWH) de la demanda nacional, en promedio, según datos de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.

³² Para más información acerca de la Ley 27.191 de energías renovables:
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>

(CAMMESA)³³. Estos resultados se hallan en línea con el objetivo de cubrir el 20% de la demanda eléctrica en 2025, establecido por la Ley 27.191, que fue sancionada en forma casi unánime por el Congreso Nacional en 2015 (Ministerio de Economía, 2021).

Cabe destacar que, si bien las energías renovables no se basan en recursos limitados, tiene un notable menor impacto ambiental en comparación con los fósiles y son una buena alternativa ante el cambio climático. Pero poseen puntos críticos. En este sentido podemos recalcar que son fuentes intermitentes. Es decir, no están disponibles en forma permanente para su conversión en electricidad. Y, por otro lado, necesitan minerales. O sea, las turbinas, los paneles solares, las baterías contienen litio, níquel, cobalto y grafito. A mayor demanda de renovables, mayor será la demanda de estos minerales.

Por otro lado, respecto al fósil más emisor, el carbón, la Argentina no tiene mayor dependencia. Pero tiene un porcentaje que debería reducir a cero, ya que el mundo está marcando el inicio del fin del carbón como se mencionó anteriormente.

A continuación, se detallan las emisiones de CO₂ por fuente de energía en kilowatt hora.

Tecnología de generación	CO ₂ (g)	
	Mínimo	Máximo
Carbón	751	1095
Ciclo combinado de gas	453	513
Solares	2	122
Eólica	12	23
Fotovoltaica	8	83
Hidroeléctrica	6	147
Nuclear	5	6

*Tabla 1: Emisiones de CO₂ por fuente de energía en kilowatt hora.
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del Reporte integrado de Nulcoeletricia Argentina, 2021.*

³³ La Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA) es una compañía argentina encargada de operar el mercado eléctrico mayorista de Argentina. Fue creada en 1992 por decreto del Poder Ejecutivo. Para más información: <https://cammesaweb.cammesa.com/>

En este contexto, la energía nuclear, energía considerada limpia, se sigue presentando como una gran alternativa para diversificar la matriz energética junto con las energías renovables.

En este sentido, Argentina cuenta con tres centrales nucleares en operación y proyecta la construcción de una cuarta con posibilidad de una quinta central las cuales aportaran a la transición energética³⁴.

Desde el punto de vista de costos, la energía nuclear se presenta además como una alternativa altamente competitiva y rentable si los reactores son bien explotados (OIEA, 2008). Esto se debe a que, si bien las centrales nucleares son relativamente costosas respecto de su construcción, son muy baratas al momento de entrar en funcionamiento y rentables una vez amortizados los costos de producción. Además, se les puede extender su vida útil de forma relativamente accesible; como se afirma en el documento de la OIEA (2008).

A continuación, se expone el costo de generación por tipo de energía en el año 2018 según informes de CAMMESA.

Tipo de generación	Remuneración promedio u\$/MWh
Térmica ciclo combinado	69,57
Térmica turbo generación	94,96
Térmica turbo vapor	114,29
Térmica generación distribuida	183,65
Nuclear estatal	62,08
Hidráulica estatal	12,35
Hidráulica privada	24,45
Renovables previa Ley 27.191	128,95

Tabla 2: Costo de generación por tipo de energía.

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del Ministerio de Energía y Minería de la Nación, la Cámara del Mercado Mayorista Eléctrico S.A (CAMMESA), 2018.

³⁴ Para más información: <https://www.na-sa.com.ar/>

La definición de los costos expuestos se encuentra totalmente influenciados por diversos factores tales como los precios locales e internacionales de los combustibles, la disponibilidad de fuentes primarias de energía y combustibles, la disponibilidad del parque generador, el nivel de demanda, entre otros.

Hay que destacar la situación particular del costo de combustible, el cual tiene un peso importante en los costos de generación total. Y al estar dolarizado cualquier variación en el tipo de cambio impacta notablemente en los costos expresados en moneda local.

En particular, en el año 2021 se observa en que el aumento de los costos de generación se debe fundamentalmente al incremento en el combustible con una suba de 79%.

Respecto a la generación térmica, en el año 2021, se dio una mayor dependencia de lo habitual debido a la situación que signó el año de emergencia hídrica. Es así como este rubro representó el 47% de los costos totales.

A causa de lo anterior, la generación hidroeléctrica fue un 17,1% inferior que la del año 2020. En un contexto de demanda creciente, se perdieron casi de 5.000 GWh de generación hidroeléctrica de un año a otro. Particularmente, la energía generada por Yacretá durante el año 2021 fue un 41,8% menor que la del año 2018.

De esta forma, como indica la subsecretaría de Energía, en el año 2021 el crecimiento de la demanda y el déficit de generación hidráulica pudieron ser cubiertos por un mix de energía térmica (+7.737 GWh) y en menor medida, por energía renovable (+4.698 GWh). O sea, hoy económicamente es más barato producir gas que renovables. Y en un país con constantes crisis económicas como Argentina es poco atractivo para la inversión en renovables.

Debido a que las centrales térmicas requieren combustibles para su funcionamiento, durante el año 2021 aumentaron los volúmenes requeridos. Se registró un aumento del consumo de combustibles respecto al año 2020 de 0,8% en el caso del Gas Natural; 137% en Gasoil; 82% en Carbón Mineral y 29% en Fuel Oil.

Con la implementación del Plan Gas³⁵, el precio local promedio anual pasó de 2,3 USD/MM BTU a 3,4 USD/MM BTU. Sumado a esto el descenso de las Importaciones de gas natural de Bolivia. Luego del gas local, las importaciones de Bolivia son las de menor precio para la compra de gas. Sin embargo, el precio promedio 2021 aumentó 1 USD/MM BTU respecto al año 2020.

Sumado al aumento del precio (que de todas maneras se encuentra por debajo del precio del GNL), Bolivia redujo a la mitad sus entregas a Argentina (un 53,1% respecto al año 2020).

De esta manera, el país se vio obligado a buscar suministros alternativos, como ser GNL y combustibles líquidos.

En este contexto podemos decir que la mayor demanda, el menor aporte hídrico, la disminución del gas proveniente de Bolivia y la insuficiencia del Plan Gas para cubrir por completo la demanda de gas implicaron como consecuencia la utilización de combustibles alternativos para garantizar el abastecimiento de la demanda (Gasoil, Carbón Mineral, Fuel Oil).

Por otro lado, el contexto internacional indica que el precio de los combustibles en el mercado global seguirá aumentando.

Todo lo expuesto nos llevaría a seguir incentivando la diversificación de la matriz energética actual argentina.

3.3 Contexto Actual Nacional E Internacional De La Energía Nuclear

Para fines del año 2021, la cantidad mundial de reactores nucleares de potencia en operación es de 437, distribuidos en 32 países, totalizando una potencia neta instalada de 385.500 MWe (OIEA, 2021). Cabe destacar, que la capacidad nucleoelectrica ha aumentado gradualmente en la última década, la mejora de reactores existentes y la

³⁵ El Plan Gas.Ar, es un programa de estímulo a la producción de gas natural creado mediante el Decreto N° 892/2020 cuyo objetivo fue asegurar el abastecimiento del mercado interno. Para más información: <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/plan-gasar>

incorporación de nuevas unidades a la red ha permitido añadir unos 20.700 MWe de capacidad adicionales.

Además, podemos mencionar que, del total de 437 reactores, 301 se encuentran en seis países, representando el 74% del total. En lo que respecta a América del Sur, para el año 2020 cuenta con 7 reactores, que explican el 1,28% del total mundial³⁶.

Actualmente se encuentran en construcción 56 reactores en 19 países, lo que representará en conjunto una potencia neta de 58.100 MWe adicional. Esto demuestra el gran movimiento respecto a la industria nuclear, teniendo como contraparte que en el 2020 han salido de servicio en forma definitiva 182 reactores nucleares, totalizando una reducción de potencia de 77.870 MWe³⁷. Esta retracción a nivel global, se explica en parte por el impacto negativo del accidente de Fukushima y el efecto de la presión de opinión opositora, en países que disponen de recursos alternativos, como Alemania. Por otro lado, en China en cambio se están construyendo diez reactores. Asimismo, se iniciaron proyectos de construcción de dos nuevos reactores en la India, cada uno con una capacidad de 917 MW(e). En Turquía se comenzó con la construcción de una tercera unidad (1114 MWe) en el complejo de Akkuyu, ubicado en la costa del Mediterráneo. Y, por otro lado, Rusia inició la construcción de un reactor rápido refrigerado por plomo de 300 MWe (Brest-OD-300)³⁸.

3.4 Conclusiones

A lo largo del capítulo se estudió la composición de la matriz energética a nivel mundial y luego se profundizó en el análisis de la matriz energética argentina.

Notamos que tras la búsqueda de la descarbonización de la matriz energética mundial la energía nuclear, considerada energía limpia, se presenta como una gran

³⁶ América Latina cuenta con 7 reactores, ubicados en Brasil (2), México (2) y Argentina (3), y una capacidad total eléctrica neta de 5.069 MWe.

³⁷ <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByRegion.aspx>

³⁸ <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/ShutdownReactorsByCountry.aspx>

³⁸ Según lo publicado por OIEA:

<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/estad%C3%ADsticas-pris-energia-nuclear-2021>

alternativa junto con las energías renovables para lograr la transición a una matriz reducida en energía producida por combustible fósil (como el petróleo, el gas y el carbón).

Podemos destacar que mundialmente se espera para el año 2040 sólo aproximadamente un 2% de energía proveniente de gas y carbón, de manera de cumplir con el “Informe de cero neto para 2050”.

En este sentido, percibimos que la Argentina acompaña este desafío mundial, tanto con la Ley 27.191 de energías renovables como así también con su voto a favor de la energía nuclear, invirtiendo en la misma.

Por último, se realizó un breve análisis del contexto actual nacional e internacional de la energía nuclear, donde podemos destacar que para fines del año 2021 la potencia neta instalada fue de 385.500 MWe, por medio de 437 reactores nucleares de potencia en operación, distribuidos en 32 países. Y si bien, luego del impacto negativo del accidente de Fukushima algunos países, como por ejemplo Alemania, se encuentran en vías de reducción total de la energía nuclear, otros países como China, siguen apostando cada vez más a este tipo de energía. Pudiendo recalcar la actual construcción de 56 reactores distribuidos en 19 países.

4 LAS CENTRALES NUCLEARES ARGENTINAS

4.2 Introducción

En este capítulo se describirá a la empresa Nucleoeléctrica Argentina, reparando en los aspectos más destacables, entre ellos el marco regulatorio donde la empresa desarrolla sus funciones y la composición de su paquete accionario.

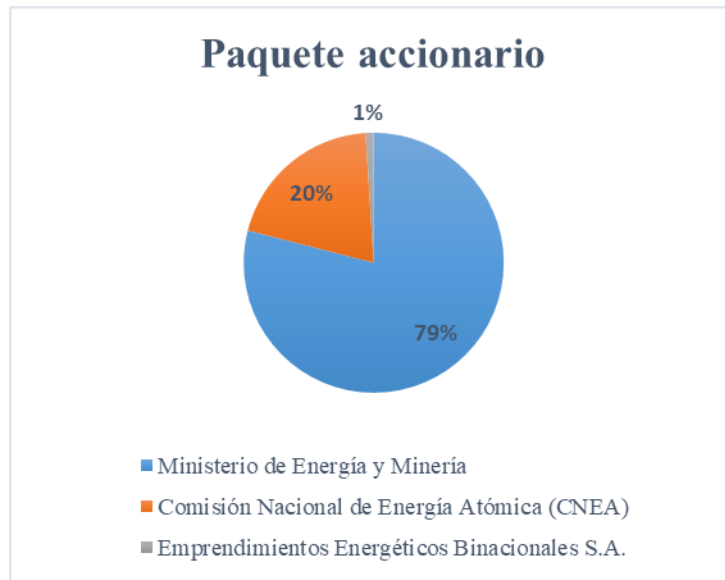
Luego se realiza una breve descripción de las centrales nucleares argentinas actuales, mencionando entre otras cosas la ubicación, años de construcción y de comienzo de operación, la potencia neta que genera cada unidad y el combustible y tecnología utilizado.

Por último, se detallan los desafíos futuros nucleares argentinos.

4.3 Empresa Generadora Y Comercializadora De Energía Eléctrica

La empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA) fue creada en el año 1994 con el objetivo de desarrollar la actividad de generación y comercialización de energía eléctrica mediante las centrales nucleares.

La constitución accionaria de la empresa se compone mayoritariamente por el Ministerio de Energía y Minería (79%), siguiendo por la Comisión Nacional de Energía Atómica (20%) y el Ente Binacional de Energía en último lugar (1%). A continuación, se expone lo mencionado en la Figura 5.



*Figura 5: Participación accionaria de Nucleoeléctrica Argentina S.A.
Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Nucleoeléctrica Argentina S.A.³⁹.*

Cabe destacar que NA-SA está comprometida con la operación segura de las centrales nucleares, trabajando de manera continua para la mejora de sus procesos y actividades. En este sentido es vital mencionar que la empresa es miembro de organizaciones internacionales las cuales fomentan el intercambio de experiencia operativa y realizan “revisiones de pares” para compararse con otras centrales nucleares y conocer las mejores prácticas de la industria. En este sentido, NA-SA es miembro de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), World Association of Nuclear Operators (WANO)⁴⁰, Candu Owners Group (COG)⁴¹ y Electric Power Research Institute (EPRI)⁴² entre otros.

³⁹ [https://www.na-sa.com.ar/es/Institucional#:~:text=Somos%20una%20sociedad%20an%C3%B3nima%20y,\(ENARSA\)%20\(1%25\).](https://www.na-sa.com.ar/es/Institucional#:~:text=Somos%20una%20sociedad%20an%C3%B3nima%20y,(ENARSA)%20(1%25).)

⁴⁰ La Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO), es una organización fundada en 1986 con el propósito de promover la cooperación y excelencia profesional de las industrias nucleares. Para más información: <https://www.wano.info/>

⁴¹ Candu Owners Group (COG) es una corporación privada que se dedica a proporcionar programas de cooperación, asistencia mutua e intercambio de información para el soporte, desarrollo, operación, mantenimiento y economía exitosos de la tecnología CANDU. Para más información: <http://www.candu.org/SitePages/Home.aspx>

⁴² Electric Power Research Institute (EPRI) es un instituto que realiza investigaciones sobre temas de interés de la industria de la energía eléctrica en Estados Unidos. Para más información: <https://www.epri.com/>

Por otro lado, en el ámbito de la gestión ambiental y administrativa, la empresa tiene también el compromiso de mejorar continuamente su gestión y es por esto que a partir del año 2003 hasta la fecha se ha venido recertificado la norma ISO 14001:2004, siendo el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)⁴³ el Organismo Certificador. También se ha certificado con el IRAM la norma ISO 9001:2008 “Gestión por la Dirección”, la cual también se viene recertificando a la fecha.

4.4 Descripción De Las Centrales Nucleares Argentinas Actuales

Las centrales nucleares con la que cuenta el país están ubicadas en Lima, Partido de Zarate, Provincia de Buenos Aires (Atucha I y II) y en la localidad de Embalse, Rio Tercero, Provincia de Córdoba.

A continuación, se realiza una breve descripción de las mencionadas centrales nucleares

Central Nuclear Atucha I

La central nuclear Atucha I está situada a 115 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en la localidad de Lima, partido de Zárate, provincia de Buenos Aires.

Su construcción se inició en el año 1968 y en el año 1974 comenzó su producción.

⁴³ Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es el instituto encargado de la normalización y certificación, en Argentina. Sus orígenes se remontan a 1935. Fue el primer organismo de normalización en América Latina. Para más información: <https://www.iram.org.ar/>



*Figura 6: Central nuclear Atucha UI
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

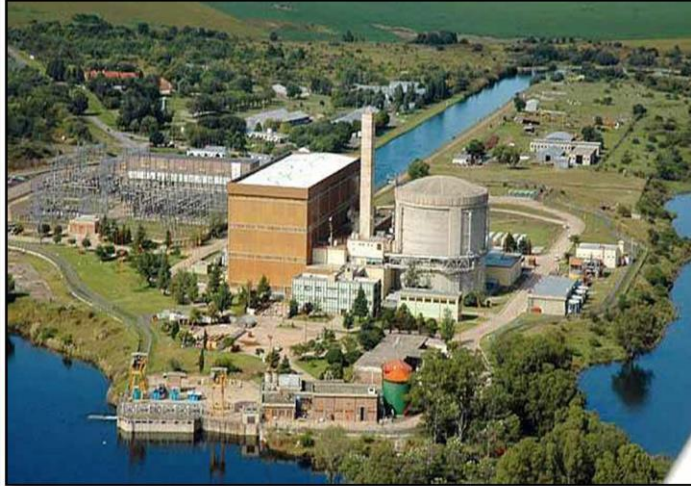
Posee una potencia eléctrica bruta de 362 MW. Es refrigerada y moderada con agua pesada (D2O). Como combustible utiliza una mezcla de uranio natural y uranio levemente enriquecido. Es del tipo de reactores PHWR (Pressurized Heavy Water Reactor) con tecnología alemana (Siemens AG)⁴⁴.

Central Nuclear Embalse

La central nuclear Embalse se encuentra situada en la costa sur del Embalse del Río Tercero, provincia de Córdoba.

La construcción comenzó en el año 1974 y en año 1983 se conectó al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

⁴⁴ Siemens AG está conformado por un conjunto de empresas alemanas con sedes en Berlín y Múnich. Posee 190 sucursales y está considerada como la mayor empresa de fabricación industrial de Europa.



*Figura 7: Central nuclear Embalse
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

La central es de tipo CANDU (Canadian Uranium Deuterium). La potencia eléctrica bruta es de 648 MW. Como combustible utiliza uranio natural y agua pesada como refrigerante y moderador.

Central Nuclear Atucha II

La central nuclear Atucha II. Está situada, al lado de Atucha I, en la localidad de Lima, Partido de Zárate. Se comenzó su construcción en el 1982. Entre los años 1994 y 2006 la obra estuvo mayormente paralizada, hasta el relanzamiento del Plan Nuclear Argentino, impulsado por el Estado Nacional en el año 2006

Posee una potencia eléctrica bruta de 745 MW, utiliza para su combustible al uranio natural y agua pesada (D20) como refrigerante y moderador. Es de los reactores del tipo PHWR y de tecnología alemana (Siemens AG).



Figura 8: Central nuclear Atucha II
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

4.5 Desafíos Futuros Nucleares Argentinos

Se prevee que la cuarta central nuclear será Hualong. Tendría un reactor PWR de uranio enriquecido y agua liviana de 1200 MW, con una vida útil de 60 años. La misma se localizaría en el Complejo Nuclear Atucha situado en la localidad de Lima, provincia de Buenos Aires.

Por otro lado, también está en construcción el proyecto CAREM. Es el primer reactor nuclear de potencia íntegramente diseñado y construido en la Argentina. Se presenta como uno de los reactores líderes mundiales en el segmento de reactores modulares de baja y media potencia (SMR, por sus siglas en inglés). Este tipo de reactores tienen una gran proyección para el abastecimiento eléctrico de zonas alejadas de los grandes centros urbanos con alto consumo de energía.

Se está construyendo en Lima, provincia de Buenos Aires. La obra civil comenzó en febrero de 2014,

Esta primera versión de los reactores tipo CAREM generaran 32 megavatios eléctricos. En paralelo al desarrollo del prototipo, la CNEA avanza en el diseño conceptual

del que será el módulo comercial del CAREM, el cual tendrá una potencia mayor (de entre 100 y 120 MWe), y sería la base de una central multi-reactor que permitirá alcanzar costos muy competitivos para el mercado internacional.



Figura 9: Proyecto Carem
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

4.6 Conclusiones

Como pudimos observar a lo largo del capítulo, la empresa Nucleoeléctrica Argentina es la encargada de desarrollar la actividad de generación y comercialización de energía eléctrica mediante las centrales nucleares. Las mismas son tres unidades y se esperan próximamente sumar dos unidades más.

La constitución accionaria de la empresa se compone mayoritariamente por el Ministerio de Energía y Minería.

Hemos percibido que la empresa es miembro de organizaciones internacionales tales como la OIEA, WANO, EPRI, con el fin de fomentar el intercambio de experiencias

operativas de manera de comprometerse con la operación segura de las centrales nucleares, y trabajando de manera continua para la mejora de sus procesos y actividades.

También podemos destacar que cuenta con certificaciones IRAM e ISO 14001:2004.

5 FINANCIAMIENTO DE LOS PROYECTOS NACIONALES NUCLEARES

5.2 Introducción

Al abordar el financiamiento de proyectos nacionales, los fondos que acompañan a la Argentina a través de la ejecución de proyectos de inversión permiten la concreción de las políticas públicas que promueven y materializan objetivos planteados por el Gobierno Nacional. En particular, en el caso de estudio de este documento, estamos hablando de diversificar la matriz energética.

En este sentido, al referirnos a proyectos nucleares, el financiamiento de los mismos es uno de los puntos más complicados respecto del desarrollo de un programa de generación nucleoelectrónica, dada su característica de requerimientos intensivos en capital y su largo plazo de construcción. A estas características se les suma la incertidumbre regulatoria que puede provocar más demoras en la construcción.

En una primera instancia comenzaremos estudiando las características más relevantes de los financiamientos nacionales, para luego abocarnos a los proyectos nacionales nucleares, identificando las diferencias y similitudes dentro de los distintos proyectos, analizando cómo afectan los factores más relevantes el financiamiento de los mismos, para finalmente poder interpretar conclusiones encontradas.

Cabe mencionar que acompañando este capítulo se elaboró un resumen del enfoque histórico de la energía nuclear en Argentina. El mismo se expone en el ANEXO I.

5.3 Características De Los Financiamientos De Los Proyectos Nacionales

La decisión de financiamiento de proyectos nacionales no es trivial, ya que hay factores cuantitativos y cualitativos que pueden influir notablemente.

Al abordar proyectos de inversión de gran envergadura del sector público o de las grandes empresas lo usual es recurrir a financiamiento internacional, ya sea mediante entidades públicas o privadas. Actualmente, Argentina cuenta con una cartera activa de programas y proyectos que se ejecutan desde los ministerios con organismos internacionales tales como el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Fonplata, Banco de Desarrollo de América Latina, Global Environment Facility, entre otros. Estas entidades son bancos formados por países de América Latina y otros países extrazona como asociados. Dan créditos a los gobiernos o a las grandes empresas para financiar proyectos de desarrollo. En ciertos casos, se recurre a entidades internacionales fuera del financiamiento regional, en forma directa o a través de sindicatos de bancos los cuales se juntan para afrontar el riesgo. En ocasiones se hace uso de fideicomisos.

En particular, al hablar de proyectos nucleares, dada sus características de requerimientos de gran cantidad de capital, su largo plazo de construcción y normativas regulatorias que se deben cumplir, el financiamiento de los mismos es uno de los puntos más complicados respecto al desarrollo de un plan de generación nucleoelectrica. En este sentido, a pesar de la difícil situación económica internacional, desde hace muchos años existe una situación favorable para el financiamiento de inversiones en empresas y proyectos vinculados con la eficiencia energética y tecnologías de producción de energías limpias (CEPAL, 2003). Cabe destacar que la energía nuclear es considerada energía limpia.

A continuación, se expone uno de los secretos para que la energía nuclear sea competitiva, según el presidente de Environmental Progress⁴⁵, Michael Shellenberger (OIEA, 2017):

Algunos de los costos más elevados derivados de las demoras en la construcción no son más que el pago de los intereses. Para evitar costos elevados es necesario evitar los retrasos y obtener una financiación con bajo interés, ya sea por medio del

⁴⁵ Environmental Progress es una organización independiente de investigación y políticas sita en Berkeley, California (Estados Unidos de América).

gobierno, los contribuyentes (en forma de un cargo en las facturas de consumo eléctrico) o de un banco internacional de desarrollo. La fase del proyecto que más riesgo presenta es la planificación; una vez iniciados los trabajos de construcción ese riesgo se reduce. Por lo tanto, los países compradores deberían tener distintos tipos de financiación para las diferentes fases. (pag.21)

5.4 Tipos De Proyectos Nacionales Nucleares

En este documento, sin dejar de lado que cada uno de estos proyectos estudiados está plenamente vinculado con la coyuntura sociopolítica del momento en el que transcurre el evento, podrían ser agrupados cronológicamente. Sin embargo, y no perdiendo de vista lo recién mencionado, nos es conveniente dividirlos en tres grandes grupos dependiendo de las características del proyecto de inversión y por consiguiente del tipo de financiamiento. Así es cómo podemos distinguir: Proyectos de Centrales Nucleares finalizadas y en operación, Proyectos de Centrales Nucleares ya existentes y Proyectos futuros de Centrales Nucleares.

Respecto a las centrales nucleares finalizadas y en operación se encuentran los proyectos Atucha I, Atucha II (plan original-primera etapa) y Embalse. Estas centrales nucleares tienen la particularidad de que fueron proyectos que se empezaron desde cero. En los tres casos los contratos se realizaron con empresas extranjeras que por distintos motivos estaban interesadas en financiar proyectos nucleares con Argentina⁴⁶. Todas las etapas de estos proyectos tuvieron plena vinculación con el entorno político del momento. Es decir, la influencia política se hace presente tanto en la decisión de invertir en proyectos nucleares, en la elección del país exportador del proyecto nuclear elegido, en la continuidad de obra una vez comenzada la inversión, entre otras cosas.

Cuando nos referimos al financiamiento de centrales ya existentes estamos hablando de la extensión de vida de la central (como en el caso de Embalse y Atucha I), o como en el

⁴⁶ Siemens financió las obras Atucha I y Atucha II y varias empresas nacionales actuaron como subcontratistas, enmarcadas en la Ley 18.875. La empresa estatal canadiense AECL (Atomic Energy of Canadá Limited) y la italiana Italmimpianti financiaron la central Embalse. Para más información: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cuinap_84.pdf

proyecto Atucha II, donde luego de haber llegado casi al 80% de la construcción, la obra se detuvo y se retomó 20 años después.

El último grupo de la clasificación comprende los futuros proyectos de construcción de nuevas centrales. Posiblemente cuarta central (Hualong).

5.5 Características Relevantes De Cada Proyecto Nacional Nuclear

A continuación, nos focalizaremos en el tipo de contrato, magnitud de la inversión y financiamiento de cada proyecto antes mencionado.

5.5.1 Proyectos de Centrales Nucleares finalizadas y en operación

Con respecto a Atucha I, la empresa Siemens estuvo a cargo del diseño, construcción y puesta en marcha de la central mencionada. Como se especificó en el inciso 4 anterior, Atucha I es un reactor PHWR, de 362 MW de potencia y basado en el diseño de la empresa estadounidense Westinghouse. Opera con agua pesada (a presión) y en sus comienzos con uranio natural, años después de su puesta en marcha se decidió utilizar uranio levemente enriquecido. El contrato asentaba que Atucha I debía estar lista en el año 1972 y que su costo sería de 70 millones de dólares sin incluir el agua pesada ni el combustible.

Acerca del financiamiento, Siemens había ofrecido el 100% del mismo. La central que estaba ofertando Siemens era la primera de su tipo, con lo cual, para Alemania significaba experimentar sobre esta nueva clase de reactores y además sería su primer exportación de una central nuclear. Y para la Argentina significaba la primera central nuclear que se iba a construir en América Latina y donde se utilizaría uranio natural procesado en el país.

La obra tuvo extremados sobrecostos. Demandó una inversión de 165 millones de dólares amortizables en veinte años, con financiación extranjera a un interés del 6% sobre saldos. Finalmente 1974 se llevó a cabo la puesta en marcha de Atucha I.

En relación a la central nuclear Embalse, es la segunda central puesta en funcionamiento, la misma esta ubicada en Embalse (Córdoba), para su construcción se eligió a la empresa canadiense AECL (La Atomic Energy of Canadá Limited)⁴⁷ de propiedad estatal conjunta con la empresa italiana Italmimpianti. Este sería un reactor del tipo CANDU⁴⁸. En el contrato la empresa AECL se comprometía a transferir a la CNEA la tecnología completa de los reactores CANDU, incluyendo la tecnología de fabricación de sus elementos combustibles y cedía a la CNEA los derechos de esta tecnología dentro del territorio argentino sin pago adicional de licencias o regalías.

Respecto al financiamiento, el contrato de la venta del reactor se firmó por 420 millones de dolares. Pero luego de negociaciones se obtuvo un crédito por 129 millones de dolares a pagar en 25 años, considerando una inflación máxima del 25% a una tasa de interes conveniente financiado por EDC (Export Development Canada). Para la Argentina significaba un contrato con inmejorables condiciones financieras. Las condiciones desfavorables para Canada sólo se explicaban por la intención de construir una reputación como proveedor nuclear a bajos costos. La construcción duró 10 años y en 1984 se puso en marcha.

En cuanto a Atucha II (primera etapa), la construcción de esta tercera central nuclear fue aprobada por decreto presidencial, en el cual se aceptaba la oferta de la empresa KWU (Kraftwerk Unión) por 1300 millones de dolares. Simultaneamente se establecía la creación de una empresa de ingeniería llamada Empresa Nuclear Argentina de Centrales Electricas S.A. (ENACE)⁴⁹. La misma estaba compuesta por CNEA (participación accionaria inicial del 75%) y KWU (participación accionaria inicial del 25%). Dicho

⁴⁷ La Atomic Energy of Canadá Limited (AECL) es una empresa estatal canadiense fundada en el año 1952, que tiene a cargo la responsabilidad de administrar el programa canadiense de energía nuclear, incluyendo investigaciones.

⁴⁸ El reactor CANDU es un tipo de reactor nuclear desarrollado en Canadá. CANDU son las siglas de Canadá Deuterium Uranium, que reflejan el papel clave del deuterio, o agua pesada, que actúa como moderador de neutrones del reactor. Para más información: https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Reactor_CANDU#cite_ref-hl_2-7

⁴⁹ La Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas S. A. (ENACE S.A.) fue una empresa mixta con mayoría estatal, creada en 1980 en Argentina con el fin de llevar a cabo la construcción de centrales nucleares eléctricas. Tuvo a su cargo la obra de construcción de la central nuclear Atucha II. Luego en los años noventa fue disuelta en el marco de las privatizaciones. Para más información: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/225000-229999/227158/norma.htm>

consorcio sería el encargado de la construcción de todas las futuras centrales nucleares del país. Ya que luego de Atucha II se preveía construir tres centrales más por este mismo consorcio ENACE. Es decir, los alemanes aportarían el diseño de Atucha II y parte de la financiación. Según estaba previsto ENACE desaparecería alrededor del año 1997, cuando todas las nuevas centrales nucleares planificadas estuviesen en operación. La construcción se inició en 1981 Si bien la fecha de puesta en marcha de Atucha II estaba prevista para el año 1987 la falta de fondos y los retrasos que se fueron acumulando hicieron que la misma se reprogramara con diversas fechas que tampoco pudieron cumplirse. Entre 1994 y 2006 la construcción de Atucha II estuvo paralizada.

5.5.2 Proyectos de centrales nucleares ya existentes

Respecto a Atucha II (segunda etapa), desde el año 2006 al 2014 en que se inició la operación, se invirtieron aproximadamente 18.300 millones de dólares. La mayor parte del financiamiento del proyecto se realizó a través del Estado Nacional, mediante transferencias directas. Una menor proporción fue por medio de la creación de un fideicomiso donde el bien fideicomitado era la venta de energía futura que realizaría la central. De esta forma se aliviaron un poco las cargas de financiamiento sobre el gobierno.

El último hito fue la extensión de vida de Embalse. Su primer ciclo de vida útil finalizó en 2015. Previendo esta situación, NASA comenzó en 2005 con las actividades que permitieran un nuevo ciclo de operación por 30 años más. Para el proyecto de extensión de vida la mayor parte del financiamiento corrió por cuenta del Estado Nacional y la creación de un fideicomiso (al igual que parte del financiamiento de Atucha II). Una novedad para este proyecto fue el financiamiento externo conseguido a través de la CAF (Corporación Andina de Fomento), que aportó poco más de 200 millones de dólares, alrededor del 10% del total del proyecto.

Respecto a la extensión de vida de Atucha I, tras 47 años de funcionamiento, se iniciaron los estudios preliminares para el proceso de extensión de su vida. Esta obra que demandará una inversión de 450 millones de dólares permitirá extender su operación hasta más allá del 2040. El Gobierno negocia que el financiamiento sea a través del Fondo de

Garantía de Sustentabilidad (FGS) de la Administración Nacional de la Seguridad Social (Anses).

5.5.3 *Proyectos futuros de centrales nucleares*

En cuanto a los proyectos futuros, es decir la cuarta central será posiblemente Hualong. El estado actual de las negociaciones contempla la construcción de una central nuclear de tecnología china, Hualong. Se trata de un reactor PWR de uranio enriquecido y agua liviana de 1200 MW que permitiría aumentar la capacidad instalada de origen nuclear en la matriz energética. La misma tendría una vida útil de 60 años y se ubicaría en el Complejo Nuclear Atucha situado en la localidad de Lima, provincia de Buenos Aires. Por otro lado, su diseño cumple con los requisitos del Organismo Internacional de Energía Atómica e incorpora las lecciones aprendidas en el incidente de Fukushima en materia de seguridad.

El precio del reactor ronda los 7900 millones de dólares. El financiamiento del proyecto estaría a cargo de un consorcio de bancos chinos liderado por el ICBC (Banco Industrial y Comercial de China). El cual otorgaría un crédito de tipo concesional que alcanzaría el 85% del precio del reactor. Este financiamiento incluiría un período de gracia equivalente a la duración del proyecto (8 años). El resto del dinero provendría del Tesoro Nacional.

5.6 Comparación Del Financiamiento Entre Los Distintos Proyectos Nacionales Nucleares

En la siguiente tabla comparativa, en base a lo expuesto en los incisos anteriores, se exhiben los aspectos más relevantes involucrados en el financiamiento de las centrales nucleares en Argentina.

	Atucha I	Embalse	Atucha II	Extensión de vida de Embalse	Posible Cuarta Central
Período Construcción	1968-1974	1974-1984	1981...2006-2014	2005-2017	2008 hasta la fecha
Presupuesto Original	\$ 70.000.000	\$ 420.000.000	\$ 1.800.000.000	-----	\$ 7.900.000.000
Costo Real	\$ 165.000.000	\$ 129.000.000	\$ 18.300.000.000	\$ 2.149.000.000	-----
Vida útil (años)	30	30	30	30	60
Entidad Financiera	Consortio de bancos alemanes y Tesoro Nacional	EDC (Export Development Canadá)	Tesoro Nacional y fideicomiso.	CAF (Corporación Andina de Fomento), fideicomiso y Tesoro Nacional	Consortio de bancos chinos liderados por el ICBC (Banco industrial y comercial de China) y Tesoro Nacional
Condiciones de financiamiento	Financiada en gran proporción por consorcio de bancos alemanes con un crédito a 20 años. Y en una menor proporción financiada por el tesoro Nacional.	Financiada en casi su totalidad por EDC con un crédito a 25 años	Financiada por el tesoro Nacional y una menor proporción a través de la creación de un fideicomiso donde el bien fideicomitado fue la venta de energía futura que realizaría la central.	10% financiado por CAF y el resto una parte por el tesoro Nacional y otra menor proporción a través de la creación de un fideicomiso donde el bien fideicomitado fue la venta de energía futura que realizaría la central.	85% financiado por ICBC a pagar en 25 años con 8 años de gracias. El resto del dinero del el Tesoro Nacional

Tabla 3: Aspectos relevantes en el financiamiento de las centrales nucleares en Argentina.
Fuente: Elaboración propia en basa a datos tomados de las páginas de Nucleoeléctrica Argentina, Cosiplan, Banco de desarrollo de América Latina, entre otros⁵⁰.

⁵⁰ La información fue extraída de las siguientes páginas:
<https://www.na-sa.com.ar/es/nuevosproyectos> http://www.iirsa.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=1309
http://www.cosiplan.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=983
<https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2010/03/usd-240-millones-para-sector-energetico-argentino/>

En particular respecto de la compra de la central Embalse, como se explicó anteriormente, la empresa canadiense estaba muy interesada en vender centrales nucleares y crearse a nivel mundial una fama de vendedor de las mismas a bajo costo. Es por eso que accedió a condiciones financieras muy favorables para Argentina.

También es notable la semejanza en el tipo de financiamiento que tuvo lugar en cada proyecto. Por lo general un gran porcentaje fue financiado por entidades internacionales formadas por un consorcio de bancos. Y en su mayoría, un menor porcentaje del costo provino del Tesoro Nacional.

En Atucha II y en la extensión de vida de Embalse, las financiaciones fueron en parte por el gobierno a través de transferencias directas y una menor proporción por fideicomisos donde el bien fideicomitado era la venta de la energía futura que realizaría la central en cuestión. Esta modalidad se debe a que eran proyectos que no se comenzaban desde cero. Por ende, en ambos casos no había un exportador de centrales interesado en vender su proyecto. Atucha II era la construcción de una central a continuar, donde gran parte ya se había hecho años atrás. Y en el caso de Embalse la inversión tenía como fin la extensión de vida de una planta ya existente y en funcionamiento. Y algo inusual para este proyecto fue el financiamiento externo conseguido a través de la Corporación Andina de Fomento, la CAF, que aportó alrededor de 200 millones de dólares (casi el 10% del total del proyecto)⁵¹.

Podemos observar que el costo de las centrales nucleares, ha ido incrementándose excesivamente con el tiempo. Por otro lado, los períodos de construcción se exceden a lo pactado inicialmente afectando, entre otras cosas, el financiamiento negociado para cada proyecto. Esto se debe a varios factores tales como repercusiones de las reglamentaciones, inflación e intereses durante la construcción, efectos comerciales, medidas de protección del medio ambiente, entre otros.

⁵¹ Se puede encontrar toda la información detallada en la ficha de los proyectos:
http://www.iirsa.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=1309
http://www.iirsa.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=983&x=9&idioma=EN

A continuación, profundizaremos sobre los mencionados factores más relevantes que afectan el período de construcción, el costo y el financiamiento de las centrales nucleares.

Reglamentaciones

Acerca de las repercusiones de las reglamentaciones encontramos que las exigencias de seguridad y de protección del medio ambiente han aumentado a un punto en que difícilmente se podía prever en los primeros años de la explotación comercial de la energía nucleoelectrónica⁵².

A partir de los accidentes nucleares ocurridos a lo largo de la historia la industria nuclear ha elevado el nivel de seguridad en sus instalaciones. En ese sentido, luego del accidente nuclear de Three Mile Island, ocurrido en marzo de 1979 en Estados Unidos, se incorporaron aspectos relacionados con el aprovechamiento de la experiencia operativa. Otras mejoras surgidas de este accidente fueron el desarrollo de las guías de accidentes severos, el entrenamiento de los operadores en simuladores y la implementación del Análisis Probabilístico de Seguridad⁵³.

Respecto al accidente de Chernobyl, ocurrido en abril de 1986 en Ucrania, surgieron mejoras en el diseño de las centrales nucleares, en los procedimientos internos y externos de emergencias y en los controles radiológicos, y se crearon los procedimientos de operación basados en síntomas. Pero, la mayor consecuencia del accidente de Chernobyl para la industria nuclear fue la creación del WANO (World Association of Nuclear Operators).

Por último, el accidente nuclear en Fukushima, ocurrido el 11 de marzo de 2011, generó una inmediata reacción de los principales organismos internacionales del sector

⁵² La Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) es el ente facultado para dictar las normas y guías regulatorias que conforman el marco regulatorio de la actividad nuclear en la República Argentina. Las mismas se encuentran disponibles en:

<https://www.argentina.gob.ar/arn/instalaciones-practicas-y-personal-regulado/marco-regulatorio/normas>

⁵³ Análisis Probabilístico de Seguridad es una metodología sistemática y exhaustiva para evaluar el riesgo asociado a una entidad ingenieril compleja, en nuestro caso una central nuclear

nuclear, quienes buscaron identificar posibles mejoras en la seguridad de las centrales nucleares. Este suceso, en particular impacto notablemente en la construcción de Atucha II (segunda etapa) y en la extensión de vida de Embalse. Es decir, haciendo más extenso el período de obra y aumentando los costos respecto a lo pactado inicialmente en la planificación de los proyectos.

En este sentido, la cantidad de materiales utilizados en la construcción se ha incrementado prácticamente al doble para cumplir los requisitos reglamentarios. Las horas hombre para el trabajo de construcción han aumentado a causa de la ampliación del período de construcción y de la mayor complejidad de la misma. Los gastos indirectos han crecido todavía más que los gastos directos. Se necesita disponer de una cantidad mayor de construcciones provisionales para almacenar, marcar y proteger el equipo y materiales de construcción. Se necesita aproximadamente el doble de ingenieros durante más tiempo por cada proyecto para llevar a cabo los servicios técnicos de ingeniería y de gestión de la construcción. La garantía de calidad y el control de calidad constituyen otros ejemplos de actividades resultantes de los nuevos requisitos de seguridad que han sufrido un notable aumento.

Inflación

Al aumentar los períodos de construcción de las centrales, impactan más notablemente las tasas nominales de interés (entre otras cosas). Esto quiere decir que, sumado a los períodos más largos necesarios para el diseño y la construcción, ha aumentado notablemente el impacto tanto absoluto como relativo de la inflación y de los intereses durante el período de construcción.

Esto lo podemos apreciar en las siguientes figuras⁵⁴ donde se expone la evolución de la tasa de inflación anual y el Producto Bruto Interno (PBI) en Argentina en los periodos de construcción de cada central nuclear mencionada:

⁵⁴ En el Anexo II se exponen las tablas de elaboración propia que contienen los valores con los que se generaron la Figuras 1 a 12. Las fuentes fueron extraídas del INDEC y del Banco Mundial.
<https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-InformacionDeArchivo>
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2021&locations=AR&start=1961&view=chart>

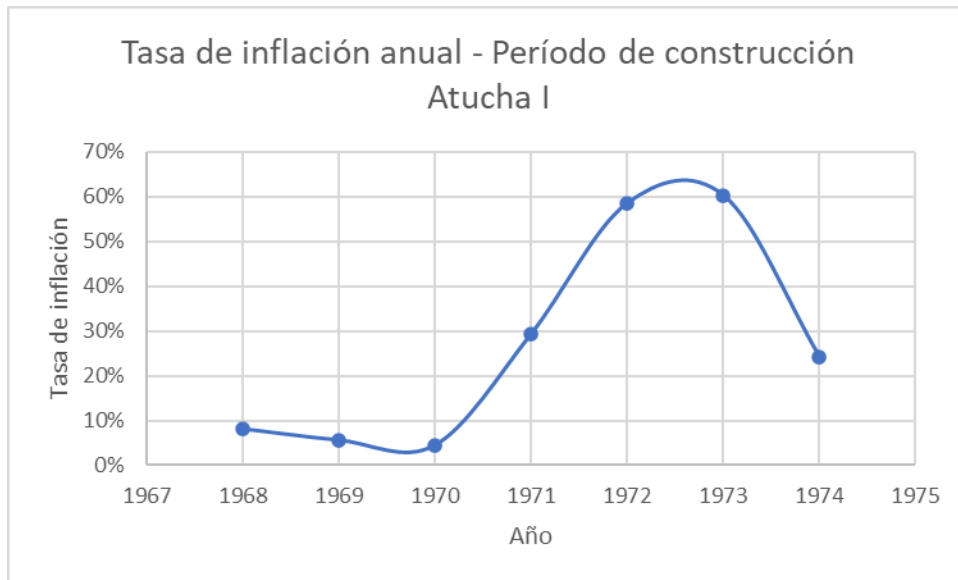


Figura 10: Tasa de inflación anual durante el período de construcción de la central nuclear Atucha I.
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del INDEC.

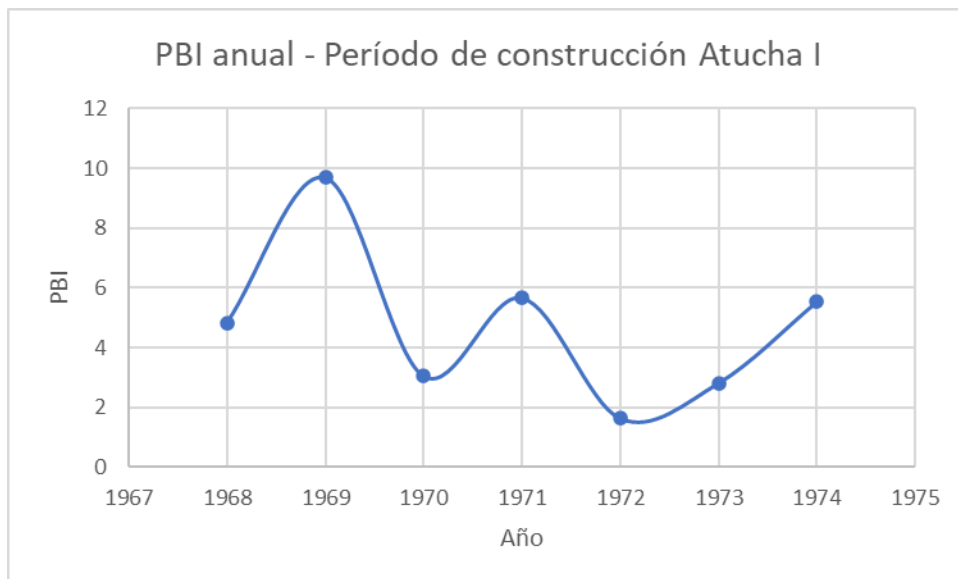


Figura 11: PBI anual durante el período de construcción de la central nuclear Atucha I.
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del Banco Mundial.

Como podemos observar en la Figura 10 durante el período de construcción de la central nuclear Atucha I la tasa de inflación, si bien alcanzó valores mayores al 60% anual, no tuvo un alza excesiva, por ende, tampoco las tasas nominales de interés. El escenario es similar respecto al PBI (Figura 11), es decir, el país se mantuvo económicamente rentable,

con valores de PBI favorables. Eso se ve reflejado en el período de construcción donde sólo se excedió en dos años respecto a su plan original.

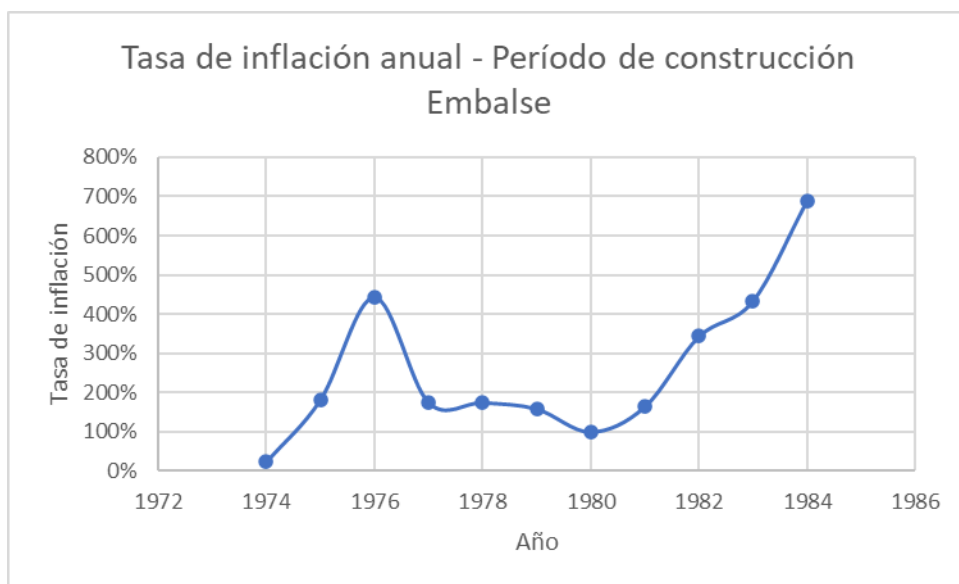


Figura 12: Tasa de inflación anual durante el período de construcción de la central nuclear Embalse.
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del INDEC.

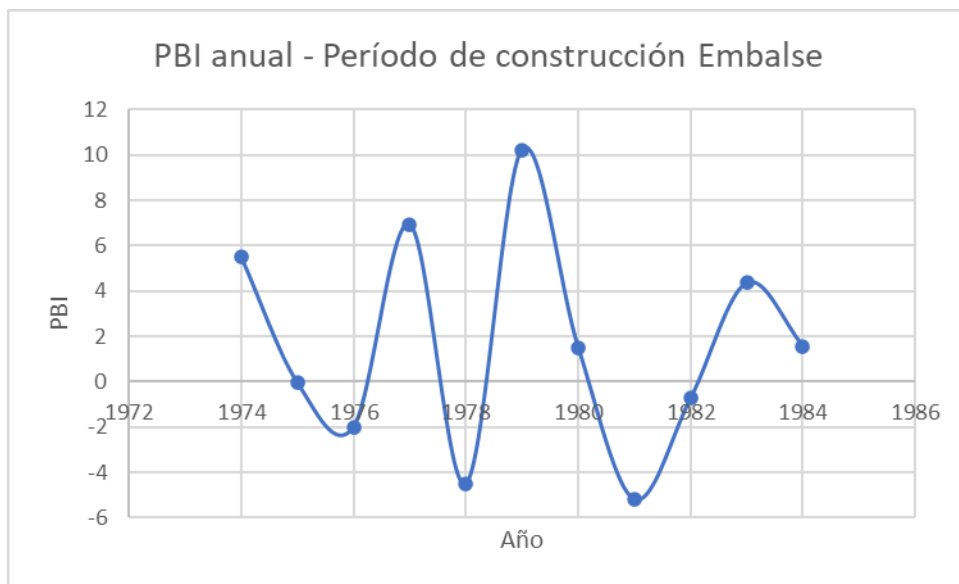


Figura 13: PBI anual durante el período de construcción de la central nuclear Embalse.
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del Banco Mundial.

En el caso de la central nuclear Embalse, como muestran las Figuras 12 y 13, se observa una tasa de inflación excesiva durante todo el período de construcción y un PBI

muy fluctuante, con valores negativos que reflejan un decaimiento de la económica del país. Sin embargo, debido a las condiciones de financiamiento del proyecto sumamente favorables para Argentina, esto no impidió la finalización de la construcción de la central, si bien lo demoró unos años.

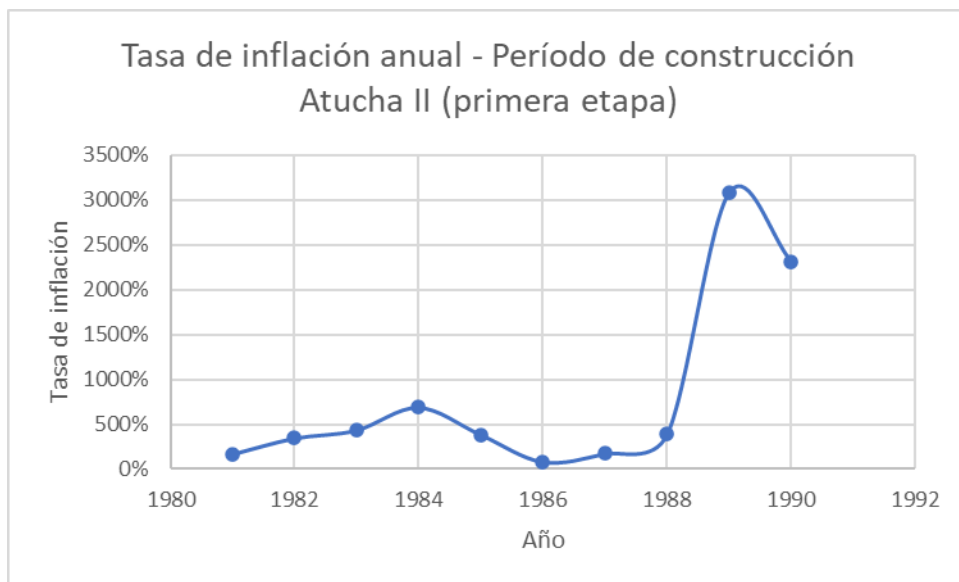


Figura 14: Tasa de inflación anual durante el período de construcción de la central nuclear Atucha II (primera etapa).
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del INDEC.

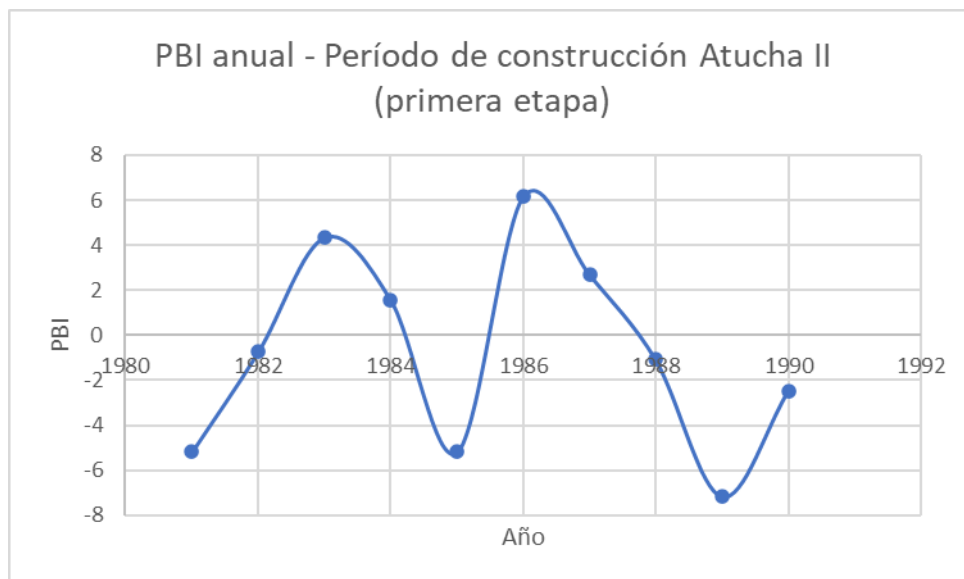


Figura 15: PBI anual durante el período de construcción de la central nuclear Atucha II (primera etapa).
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del Banco Mundial.

El período de construcción de la central nuclear Atucha II (primera etapa) se caracterizó por una fuerte recesión económica que impactó a todos los sectores industriales del país. En este sentido, las Figuras 14 y 15 muestran claramente los motivos de la paralización de la construcción de la central nuclear Atucha II. El alza fuera de control de la tasa de inflación impactó en el financiamiento del proyecto. El decaimiento de la economía que se refleja en los valores del PBI negativos generó volatilidad de precios de los recursos, interrupciones en el suministro de materia primas, entre otras cosas negativas que impactaron en la rentabilidad de muchas empresas, incluso provocando la quiebras definitiva o cese de actividad. Como en el caso de Atucha II, que luego de reiteradas demoras y postergaciones respecto a la planificación inicial se tuvo que abandonar el proyecto.



Figura 16: Tasa de inflación anual durante el período de extensión de vida de la central nuclear Embalse.

Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del INDEC.

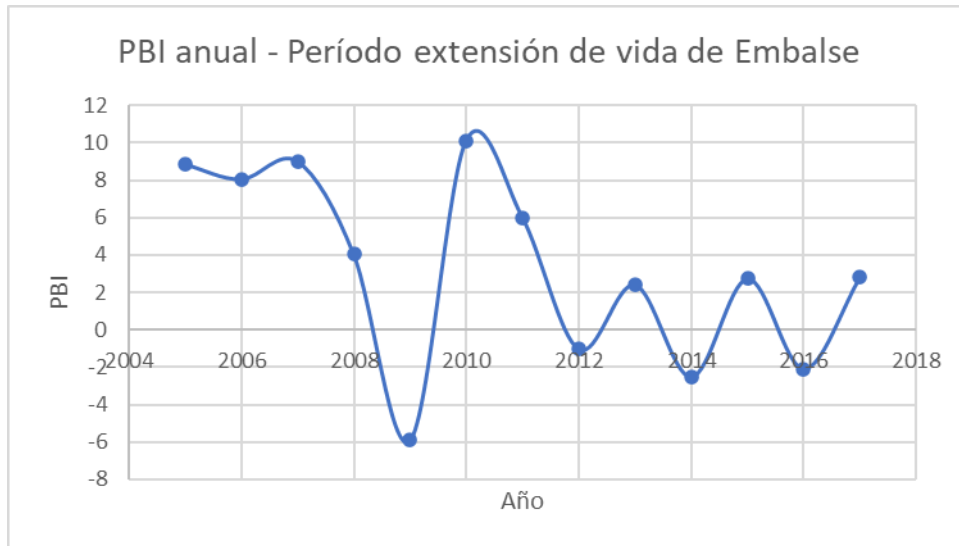


Figura 17: PBI anual durante el período de extensión de vida de la central nuclear Embalse.

Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del Banco Mundial.

Podemos notar que durante el período de extensión de vida de Embalse la tasa de inflación no tuvo alzas significativas, como tampoco se registraron valores de PBI negativos. Excepto en el año 2009, que se observa una baja significativa en el PBI producto de la crisis mundial originada por las hipotecas de alto riesgo en los Estados Unidos que surgió en 2007 y se intensificó hacia finales de 2008⁵⁵. Lo que comenzó como una crisis del sector financiero estadounidense rápidamente se extendió a otras economías desarrolladas y al resto del mundo⁵⁶. De todos modos, aunque con demora, el proyecto se concluyó respetándose el financiamiento inicial pactado.

⁵⁵ También llamada “Hipotecas Subprime” donde se concedieron hipotecas a personas con escasa solvencia a altos tipos de interés. Hay mucho material para profundizar en el tema, como por ejemplo:

https://elpais.com/economia/2017/08/05/actualidad/1501927439_342599.html

⁵⁶ OMC (Organización Mundial del Comercio), se puede acceder a la información desarrollada en:

https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/anrep_s/wtr10-1_s.pdf

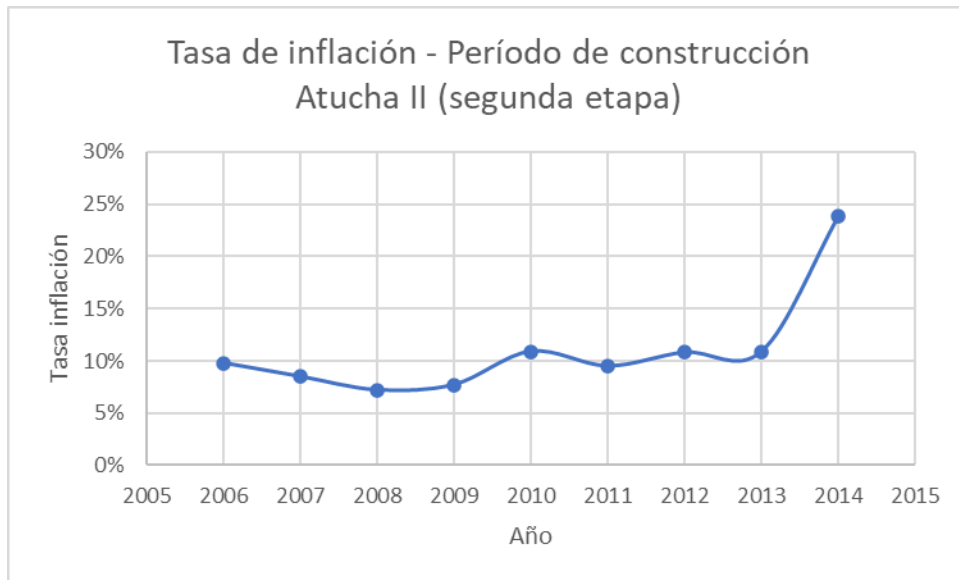


Figura 18: Tasa de inflación anual durante el período de construcción de la central nuclear Atucha II (segunda etapa).
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del INDEC.

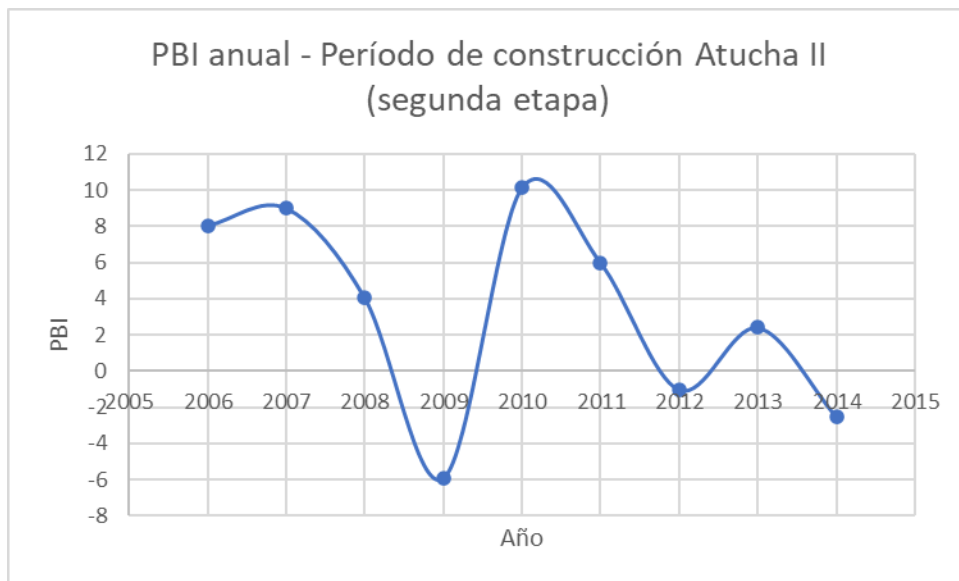


Figura 19: PBI anual durante el período de construcción de la central nuclear Atucha II (segunda etapa).
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del Banco Mundial.

Respecto a la situación de la segunda etapa de construcción de la central nuclear Atucha II, es similar a la de la extensión de vida de Embalse, ya que se realizó prácticamente en simultáneo.

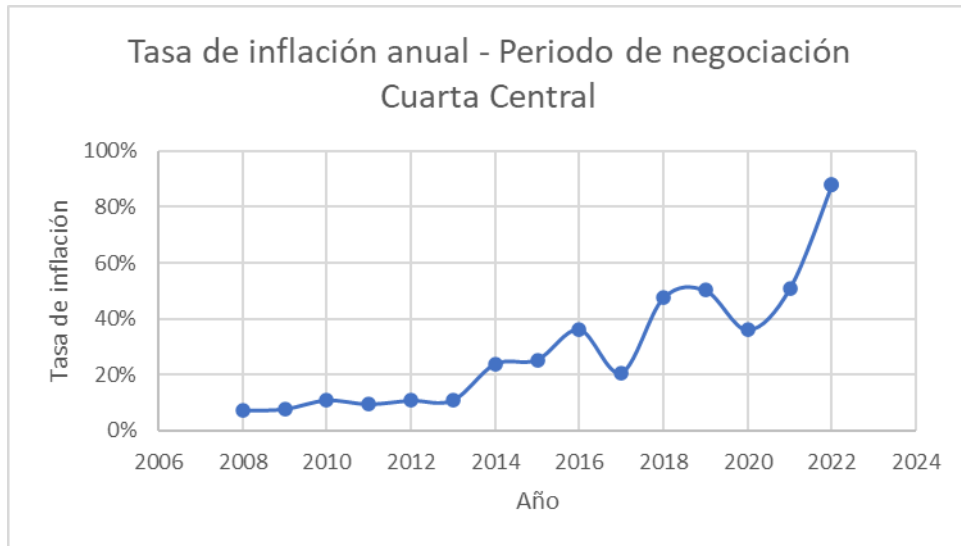


Figura 20: Tasa de inflación anual durante el período de negociación de Cuarta central nuclear (Hualong).
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del INDEC.



Figura 21: PBI anual durante el período de negociación de la cuarta central nuclear (Hualong).
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del Banco Mundial.

Las condiciones de financiamiento de la cuarta central han sido definidas hace años, como se mencionó anteriormente, con un consorcio de bancos chinos y parte del Tesoro Nacional. Sin embargo, aunque el período de negociación no se produjo en el momento de mayor crisis económica que ha afrontado la Argentina (como reflejan las Figuras 20 y 21), el período de negociación se ha visto afectado por varios motivos nacionales e

internacionales. Tales como cambios de gobierno, pandemia, guerra entre Rusia y Ucrania, entre otros.

Riesgos comerciales

Respecto al impacto comercial podemos destacar que ya antes de 1970 los fabricantes de reactores aceptaban potenciales riesgos comerciales para entrar en un nuevo mercado. En este sentido, encontramos una gran cantidad de contratos establecidos a bajo precio que produjeron grandes pérdidas financieras para los vendedores (como el caso de la construcción de Embalse). Pero luego de haberse cuadruplicado el precio del petróleo en 1973, los vendedores de reactores se encontraron en una posición mucho más favorable (Georg Woite, 1997).

Medida de protección del medio ambiente

En el caso de las medidas de protección del medio ambiente, por un lado, como ya se mencionó, en el mundo se tiende a disminuir el uso de combustible fósil como así también en general de residuos contaminantes para el medio ambiente. En ese contexto la energía nuclear es considerada una energía limpia.

No obstante, se deben cumplir ciertas reglamentaciones, que cada vez son más exigentes y conllevan más tiempo, sobre todo luego de los accidentes nucleares producidos a lo largo de la historia (Chernóbil, Fukushima, entre otros).

La aplicación de estas tecnologías exige una cuidadosa reglamentación para reducir los riesgos y prevenir la posibilidad de exposición radiológica de los trabajadores, los pacientes, el público y el medio ambiente. Y ahí es donde entran en juego las normas de seguridad. Si bien la principal responsabilidad en cuanto a la seguridad corresponde a la persona o la organización encargada de las actividades relacionadas con la tecnología nuclear, la regulación de la seguridad compete a las autoridades nacionales. (OIEA, 2021)

En este sentido, se repite lo mencionado respecto a las reglamentaciones. Es decir, las medidas de protección para el medio ambiente al ser cada vez más rigurosas implican, entre otras cosas, más personal calificado para llevar a cabo la tarea, capacitaciones a todo el personal de la planta, estudios predictivos, materiales de construcción extra que implican más capital y tiempo.

5.7 Conclusiones

Hemos analizado como suelen ser los financiamientos de proyectos públicos de gran escala. Observamos que Argentina cuenta con una cartera activa de programas y proyectos que se ejecutan desde los ministerios con diversos organismos internacionales tales como el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Fonplata, Banco de Desarrollo de América Latina, Global Environment Facility, entre otros.

En el área de proyectos nucleares, Argentina recurre a ellos cuando debe afrontar excesivos gastos para mejoras de plantas ya existentes. Pero en ciertas situaciones, como en el financiamiento de la construcción de nuevas centrales nucleares, Argentina acude a entidades internacionales fuera del financiamiento regional, en forma directa o a través de sindicatos de bancos, los cuales se juntan para afrontar el riesgo en el caso de grandes proyectos. Estas entidades financieras son ofertadas por el país exportador del proyecto en el paquete de negociación.

Pudimos notar que usualmente alrededor del 85% del costo del emprendimiento es financiado por medio de consorcios de bancos internacionales y el pequeño porcentaje restante por el Tesoro Nacional.

Se estudió cómo diversos factores relevantes (tales como consecuencias de las reglamentaciones, inflación e intereses durante la construcción, efectos comerciales, medidas de protección del medio ambiente, entre otros) repercuten en los proyectos nucleares. En este sentido, demorando los períodos de construcción y los costos. Aun así, en ciertos casos, dependiendo de las condiciones de financiamiento, se ve o no afectada la continuidad de los

proyectos. Como en el caso de las centrales nucleares Atucha I y Embalse. Que tuvieron inmejorables circunstancias de financiamientos.

Notamos que en todo el proceso de negociación la política juega un papel muy importante. En el caso de proyectos nucleares, ya sea en el momento en que el gobierno de turno opta por invertir en energía nuclear, como así también en la elección del país con el cual negociar y en el tipo de reactor a elegir (dependiendo del autoabastecimiento de los insumos).

6 EVALUACIÓN DE INVERSIÓN EN PROYECTOS NACIONALES

NUCLEARES

6.1 Introducción

A modo de ejemplo se compararán dos proyectos energéticos semejantes en base a su potencia generada y su disponibilidad, entre otros aspectos. Es decir, se realizará un análisis económico y financiero de la inversión en la extensión de vida de la central nuclear Embalse (realizada en el periodo 2007-2018), y por otro lado de un hipotético ciclo combinado (CC) de última generación de similar módulo con datos obtenidos del mercado actual de energía eléctrica.

Es posible establecer esta comparación ya que son dos proveedores de energía de similares características en cuanto a la inversión y capacidad, entre otras cosas, pero a través de distintas tecnologías y fuentes. Por tal motivo se las considera competidoras dentro de la oferta de energía.

En este sentido, se describirá brevemente un CC de última generación. Luego se plantearán las hipótesis tenidas en cuenta para los cálculos respecto a la extensión de vida de CNE, detallando la distribución de la inversión y la financiación del proyecto. Asimismo, también se expondrán las hipótesis tenidas en cuenta para los cálculos del proyecto alternativo a la extensión de vida de CNE.

Por último, se calcularán los costos de ambos proyectos, como así también los indicadores financieros TIR y VAN para finalizar con las conclusiones.

6.2 Central Nuclear Y Ciclo Combinado De Última Generación

Una planta nuclear es una instalación industrial cuya finalidad es la generación de energía eléctrica a partir de energía nuclear. Se caracteriza por el empleo de combustible

nuclear fisionable que mediante reacciones nucleares proporciona calor que a su vez es empleado, a través de un ciclo termodinámico convencional, para producir el movimiento de turbinas que transforman el trabajo mecánico en energía eléctrica. Estas centrales constan de uno o más reactores. No generan contaminación atmosférica de gases derivados de la combustión que producen el efecto invernadero, ya que no precisan del empleo de combustibles fósiles para su operación⁵⁷.

Las centrales térmicas de ciclo combinado (CC) transforman la energía térmica del gas natural en electricidad mediante el trabajo conjunto de una turbina de gas y otra de vapor. El proceso implica la puesta en marcha de dos ciclos consecutivos: el ciclo de Brayton, que corresponde a la turbina de gas convencional, y el ciclo de Rankine, que opera con la turbina de vapor. Es decir, se quema gas natural en una cámara de combustión y se hace pasar por una turbina de gas conectada a un alternador. Los gases calientes ya turbinados se aprovechan para calentar agua y convertirla en vapor en un recuperador de calor. Este vapor se hace pasar por una segunda turbina conectada a otro alternador, de forma que ambos generan energía eléctrica⁵⁸.

6.3 Extensión De Vida De La Central Nuclear Embalse

La CNE, como se expuso en el Capítulo 4, comenzó su actividad comercial en 1984. Su vida útil estimada de 25 años de operación al 100% de potencia se cumplió en el año 2015.

Cabe destacar que, durante todos los años de su vida ha tenido una alta performance de operación admirable y su costo variable de producción fue uno de los más bajos del sistema eléctrico nacional.

La extensión de vida se estimó para 30 años más a plena potencia.

⁵⁷ Se puede profundizar sobre el tema en: <https://www.csn.es/que-es-una-central-nuclear>

⁵⁸ Se puede profundizar sobre el tema en: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-electricas-convencionales/central-termica-convencional-ciclo-combinado>

La inversión prevista para el proyecto de extensión de vida alcanzaba los 837 MMU\$ e incluía un aumento en la potencia eléctrica de 35 MWe. A continuación, se muestra la distribución de la inversión que se tuvo en cuenta para el análisis.

Año	Inv [%]	Inv [MM U\$S]	Inv Acumulada [MM U\$S]
2008	12,40%	103,79	104
2009	23,37%	195,58	299
2010	17,53%	146,69	446
2011	37,35%	312,62	759
2012	9,35%	78,23	837
		837	

Tabla 5: Distribución de inversión en el proyecto de extensión de vida de CNE.
Fuente: Elaboración propia en basa a datos tomados de Nucleoeléctrica Argentina S.A.

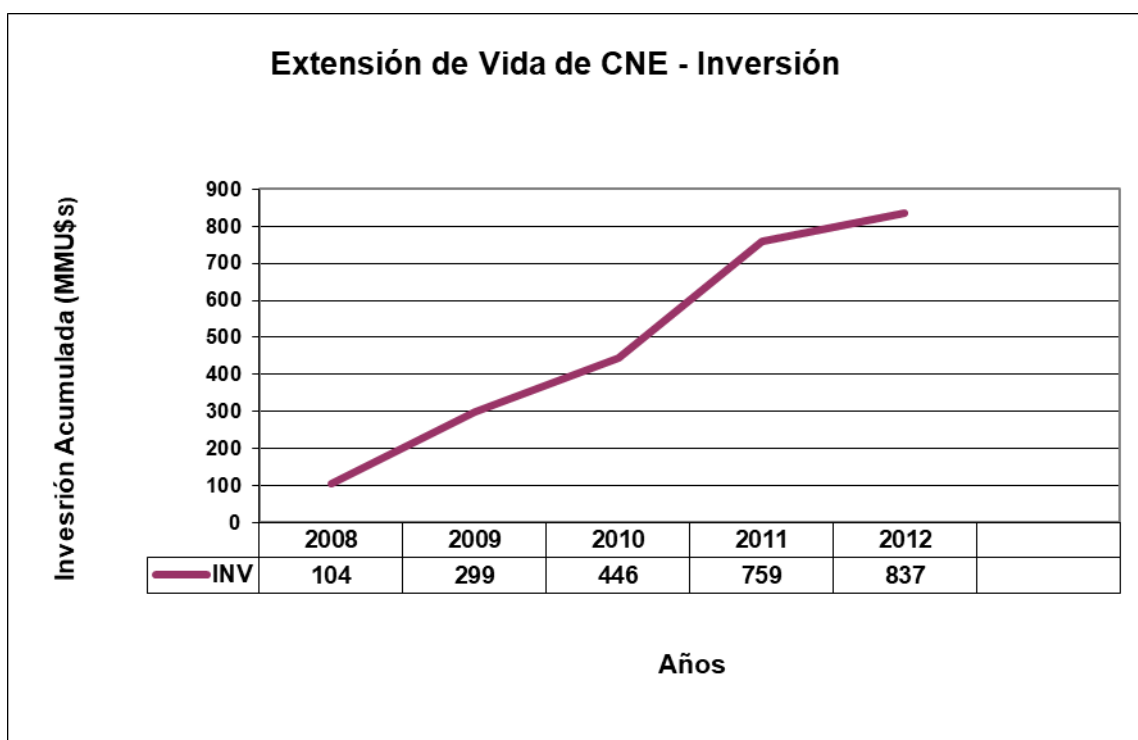


Figura 22: Distribución de inversión en el proyecto de extensión de vida de CNE.
Fuente: Elaboración propia en basa a datos tomados de Nucleoeléctrica Argentina S.A.

Se considera que los gastos en servicios, repuestos y consumibles son equivalentes a los realizados en el año 2007. El factor de carga⁵⁹ anual se asume de 95% en los años que no se desarrollan paradas programadas y 85% en los años que sí se realizan. Las paradas programadas tienen una frecuencia de 18 meses con una duración de 6 semanas.

Por otro lado, se considera que los gastos de CAMESA representan un 3,23% de la facturación hasta 2011 y del 2,24% desde 2013.

De imprevistos se asumen 3,5 MM\$ para los años que la central tiene paradas programadas y 5 MM\$ en los años con funcionamiento normal.

De acuerdo a lo indicado en la Ley N° 24.804/97 (Art. N° 26)⁶⁰ NASA debe pagar una tasa en concepto de Regulación y Fiscalización de la Actividad Nuclear a la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) en función de potencia nominal instalada.

A su vez según la Ley N° 24.065/91 (Art. N° 67)⁶¹ NASA debe abonar al Ente Nacional de Regulación Eléctrica (ENRE) una tasa anual en concepto de fiscalización y control.

Respecto a las inversiones, a partir de la extensión de vida se realiza una curva anual de inversiones que varía entre 9 a 12 MM \$.

Por otro lado, el Fondo Gestión de El Decreto N° 1390/98⁶², reglamentario de la Ley Nacional de Actividad Nuclear N°24.804 (Art. N° 28), prevé la constitución de un Fondo Fiduciario para la Gestión de Residuos de Media y Alta Actividad de las Centrales Nucleares. (Tasa 1,8%)

Paralelamente al Fondo Gestión de Residuos, se destinan aproximadamente \$ 300.000 por año para el tratamiento de los residuos de Baja Actividad.

⁵⁹ El factor de carga es un indicador que mide la relación entre la energía realmente producida por una central en un periodo determinado y la que se hubiera producido en el mismo, funcionando a su potencia nominal.

⁶⁰ Para más información: <https://www.argentina.gob.ar/arn/institucional/ley-nacional-de-la-actividad-nuclear>

⁶¹ Para más información: <https://www.enre.gov.ar/web/bibliotd.nsf/58d19f48e1cdebd503256759004e862f/9b504b1142e604600325678b00500c4d?OpenDocument>

⁶² Para más información: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-1390-1998-54706>

El Decreto N° 1390/98 Art. N° 27 prevé la constitución de Fondos Fiduciarios destinados a financiar el retiro de servicio de las Centrales Nucleares.

En el Art. N° 30 se fijan los montos anuales a aportar a dichos fondos. En el caso de CNE el mismo sería de U\$S 1.057.725.

Para la amortización del préstamo de la extensión de vida útil de CNE se consideró la hipótesis de obtener un aporte del Tesoro Nacional de U\$S 704.000.000, más intereses intercalares, estimándose su devolución en 25 pagos anuales con un interés del 6% anual, a partir del año 2013.

Para los impuestos directos se consideró el impuesto sobre los débitos y créditos en cuentas corrientes bancarias (Ley 25.413)⁶³ e impuesto sobre los Ingresos Brutos. No se considera el impuesto a las Ganancias.

Para los cálculos se supuso una tasa de cambio de 3,1 \$/U\$S y una tasa de descuento de 6%.

Se calculo la tarifa de corte del proyecto que asciende a 31,95 U\$S/MWh.

En la Tabla 6, que se expone a continuación, se detalla la financiación del proyecto a la tasa mencionada del 6% con un costo faltante de 704 MM U\$S y un tipo de cambio de 3.1 (\$/U\$S):

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Financiado Anual (MMU\$S)	50	180	200	150	70	54	704
Intereses Intercalares (MM U\$S)	0	3	13,98	26,82	37,43	43,87	125,1
Deuda acumulada (MM U\$S)	50	233	446,98	623,8	731,23	829,1	829,1
Financiado Anual (MM \$)	155	558	620	465	217	167,4	2182,4
Intereses Intercalares (MM \$)	0	9,3	43,34	83,14	116,03	136,01	387,81
Deuda acumulada (MM \$)	155	722,3	1385,64	1933,78	2266,8	2570,21	2570,21

Tabla 6: Financiación del proyecto de extensión de vida de CNE.
Fuente: Elaboración propia en basa a datos tomados de Nucleoeléctrica Argentina S.A.

⁶³ Para más información: <https://www.economia.gob.ar/digesto/leyes/ley25413.htm>

Como podemos observar en la Tabla 6, las inversiones a financiar del proyecto 2182,40 MM \$, se calcularon intereses intercalares a la tasa del 6% anual, totalizando 387.81 MM \$, suma que debe adicionarse al financiamiento aportado por el Tesoro Nacional.

Se provee amortizar el nuevo capital determinado 2570,21 MM \$ en un plazo de veinticinco años a partir de la explotación comercial de CNE. El importe anual a amortizar asciende a 201.06MM\$ entre capital e intereses (sistema francés).

6.4 Instalación De Un Ciclo Combinado De Última Generación

En el proyecto alternativo a la extensión de vida de la CNE, es decir en la instalación de un CC de última generación, se deben considerar inversiones por desmantelamiento. Cabe destacar que si se toma la decisión de no prolongar la vida de la central nuclear Embalse el Estado Nacional deberá invertir en estas tareas. Si bien la ley no obliga a NASA a crear un fondo por el desmantelamiento, en este estudio se ha tenido en cuenta un monto anual para generar dicho fondo. Dado que no hay una estimación de la inversión que debe realizarse en desmantelamiento, se ha recurrido a referencias internacionales con el fin de contar con un monto estimado. Para centrales CANDU los costos están estimados entre U\$S 270-430 /KWe, lo que implica para Embalse inversiones del orden de 175 a 278 MMU\$S.

6.5 Hipótesis Y Datos

El proyecto de un CC de última generación, se plantea que genera durante 30 años y que incluye el equivalente al desmantelamiento de la CNE

Las inversiones del desmantelamiento se han prorrateado en 10 años, en tanto que si se extiende la vida útil de la CNE el mismo se posterga por 30 años de operación, aportando una cuota a un fondo fiduciario.

Para un análisis conservativo se asume que el CC se instala en Bs. As., sin restricción de gas. En el caso de tener que reemplazar la central nuclear en la región de

Embalse se debe realizar inversiones en gasoductos a un costo aproximado de 900.000 U\$\$/Km. Los costos de instalación del CC incluyen solamente la planta puesta en Bs. As., con el precio de gas cercano a los 4 U\$\$/MMBTU. El costo de instalación se estima en 600U\$\$/KW. Los datos de operación y mantenimiento del CC se obtuvieron de la Secretaría de Energía⁶⁴ según los datos de las últimas obras construidas en la zona de Campana (Provincia de Bs As) y Timbúes en Santa Fe.

Por otro lado, para la CNE se tuvo en cuenta una proyección del combustible con un precio del concentrado de uranio igual a 70 U\$\$/lb.

Los costos de operación y mantenimiento son promedio del estudio detallado en el punto anterior. En la siguiente tabla se exponen los valores principales tomados para la evaluación.

Datos básicos	[Unidades]	CNE		CC+DESMAN	
		[datos/\$]	[U\$\$]	[datos/\$]	[U\$\$]
Potencia	[MW]	683		680	
Consumo propio	[%]	7,03%		4,50%	
Potencia neta	[MW]	635		649	
Factor de carga	[%]	0,85		0,85	
Generación neta estimada	[MWh/año]	4.728.210		4.835.432	
Cotización	[\$/U\$\$]	3,10		3,10	
Tarifa	[U\$\$/MWh]		40,00		40,00
	[\$/MWh]	124,00		124,00	
Ingresos	[MM \$/año]	586		600	
Costo de capital					
Costo por kW instalado	[U\$\$/kW]		1.225		600
Costo de capital	[MM U\$\$]		837		408
Años de amortización	[Años]	25		25	
Años a plena potencia	[Años]	21		21	
Tasa de descuento	[%]		6%		6%
Costo anual de amortización (cap+interés)	[MM\$/año]	201		99	
	[MMU\$\$/año]		65		32
Costo específico	[\$/MWh]	42,52		20,46	
	[U\$\$/MWh]		13,72		6,60
Costo de combustible					
PCS	[kcal/m ³]			9.300	
PCI	[kcal/m ³]			8.300	
Rendimiento	[Kcal/kWh]			1.600	

Tabla 7: Costos de capital y de combustibles de los proyectos extensión de vida de CNE vs. CC de última generación.

Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados de distintas páginas⁶⁵.

⁶⁴ Información disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia>

⁶⁵ Datos formulados en base a análisis de distintos sitios, entre ellos:

6.6 Resultados Obtenidos

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de los costos obtenidos para ambos proyectos.

	[Unidades]	CNE		CC+DESMAN	
		[datos/\$]	[U\$S]	[datos/\$]	[U\$S]
Costo gas:					
Cap. Fed. ID	[\$/dam ³] [U\$S/MMBTU]			450	3,93
Costo específico	[\$/MWh]			86,75	
Factor de ajuste tarifario del gas				1,00	
Cap. Fed. ID ajustado	[\$/dam ³] [U\$S/MMBTU]			450,00	3,93
Costo total:	[MM\$/año] [MMU\$S/año]			419	135
Costo específico	[\$/MWh] [U\$S/MWh]			86,75	27,98
Costo combustible nuclear:					
Precio Unitario	[\$/EC]	19.479	CU =71U\$S/lb		
Tasa Recambio	[EC/DPP]	15,5			
Cantidad de Combustible	[EC]	4.808,88			
Total Costo Combustible	[MM\$/año] [MMU\$S/año]	91,37	29,47		
Costo específico	[\$/MWh] [U\$S/MWh]	19,32	6,23		
Costo de OyM totales					
Costo variable OyM	[MM\$/año]	63		60,00	
Costo específico variable OyM	[U\$S/MWh]		4,32		4,00
Otros costos no variables OyM	[MM\$/año]	137		25,00	
Costo específico no variables OyM	[U\$S/MWh]		9,34		1,67
Costo total específico OyM	[MM\$/año]	291,50		85,00	
Costo específico total OyM	[U\$S/MWh]		13,65		5,67
Costo total (capital + combust + OyM)	[MM\$/año] [MMU\$S/año]	583,93	188,36	603,40	194,65
Resumen en \$					
		CNE		CC+DESMAN	
Costo de capital	[\$/MWh]	42,52		20,46	
Costo de combustible	[\$/MWh]	19,32		86,75	
Costo de OyM	[\$/MWh]	42,33		17,58	
Total	[\$/MWh]	104,17		124,79	
Resumen en U\$S					
		CNE		CC+DESMAN	
Costo de capital	[U\$S/MWh]		13,72		6,60
Costo de combustible	[U\$S/MWh]		6,23		27,98
Costo de OyM	[U\$S/MWh]		13,65		5,67
Total	[U\$S/MWh]		33,60		40,25

Tabla 8: Costos de capital, de combustibles y de operación y mantenimiento de los proyectos extensión de vida de CNE vs. CC de última generación.

Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados de distintas páginas.⁶⁶

<https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2020/03/ICTG-Marzo-2020.pdf>
<https://econojournal.com.ar/2019/01/la-central-nuclear-embalse-volvio-a-generar-energia/>
http://www.iirsa.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=1309

⁶⁶ Datos formulados en base a análisis de distintos sitios, entre ellos:

Finalmente se calcularon los indicadores financieros TIR y VAN, los mismos se exponen a continuación:

Año	CNE		CC+DESMANT	
	Período	MM U\$\$	Período	MM U\$\$
1		-103,80		-214,31
2		-195,60		-214,31
3		-146,70	1,00	20,38
4		-312,65	2,00	20,38
5		-78,24	3,00	20,38
6	1	95,10	4,00	20,38
7	2	95,10	5,00	20,38
8	3	95,10	6,00	20,38
9	4	95,10	7,00	20,38
10	5	95,10	8,00	20,38
11	6	95,10	9,00	20,38
12	7	95,10	10,00	20,38
13	8	95,10	11,00	20,38
14	9	95,10	12,00	20,38
15	10	95,10	13,00	20,38
16	11	95,10	14,00	30,69
17	12	95,10	15,00	30,69
18	13	95,10	16,00	30,69
19	14	95,10	17,00	30,69
20	15	95,10	18,00	30,69
21	16	95,10	19,00	30,69
22	17	95,10	20,00	30,69
23	18	95,10	21,00	30,69
24	19	95,10	22,00	30,69
25	20	95,10	23,00	30,69
26	21	95,10	24,00	30,69
27	22	95,10	25,00	30,69
28	23	95,10		
29	24	95,10		
30	25	95,10		
Indicadores económicos	CNE		CC+DESMANT	
TIR	0,08		0,03	
VAN (6%)	207,17		-125,01	

Tabla 9: Indicadores económicos TIR y Var de los proyectos extensión de vida de CNE vs. CC de última generación.

Fuente: Elaboración propia en basa a datos tomados de las tablas anteriores.

<https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2020/03/ICTG-Marzo-2020.pdf>
<https://econojournal.com.ar/2019/01/la-central-nuclear-embalse-volvio-a-generar-energia/>
http://www.iirsa.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=1309

Como resultado del análisis económico-financiero del proyecto extensión de vida de la CNE, puede concluirse que el proyecto es conveniente en comparación con un CC de última generación. Aun teniendo en cuenta que las hipótesis son conservativas, el proyecto de extensión de vida de CNE resulta conveniente frente a un CC de igual módulo gracias a sus bajos costos de operación y mantenimiento. Además de esto, se consiguen posponer las inversiones en desmantelamiento.

6.7 Conclusiones

A lo largo de este último capítulo se compararon dos proyectos energéticos de semejantes características en cuanto a potencia generada, autonomía, disponibilidad, entre otras cosas.

Es decir, se realizó un análisis económico y financiero de la inversión de la extensión de vida de la CNE y por otro lado de un hipotético CC de última generación de similar módulo con datos obtenidos del mercado actual de energía eléctrica.

Luego de comparar el funcionamiento de cada proyecto, de plantear las hipótesis, se calcularon los costos e indicadores económicos TIR y VAR. Obteniendo valores más favorables para el proyecto de extensión de vida de CNE.

En este sentido, como resultado del análisis económico-financiero, puede concluirse que el proyecto de extensión de vida de CNE es conveniente en comparación con un CC de última generación, esto gracias a sus bajos costos de operación y mantenimiento. Además de esto, se consiguen posponer las inversiones en desmantelamiento.

7 CONCLUSIONES

El desarrollo socioeconómico junto a los deseos de disminuir el uso de recursos no renovables y además contaminantes para el medio ambiente nos obliga mundialmente a replantarnos la conformación de la matriz energética.

A lo largo del presente trabajo se ha analizado desde el punto de vista financiero el rol de la energía nuclear y de sus proyectos vinculados con la coyuntura política y económica que conlleva a la toma de decisiones.

Se comenzó estudiando la composición de la matriz energética a nivel mundial profundizando en detalle en la matriz energética argentina.

Notamos que, en el contexto de la situación energética actual en Argentina y la estimada para el futuro, la energía nuclear al ser considerada energía limpia, flexible y continua se presenta como una gran alternativa junto con las energías renovables para lograr la transición a una matriz reducida en energía producida por combustible fósil. En este contexto, mundialmente se espera para el año 2040 que menos del 2% de la energía provenga de gas y carbón, de manera de cumplir con el “Informe de cero neto para 2050”.

En este sentido, percibimos que la Argentina acompaña este desafío, tanto con la Ley 27.191 de energías renovables como así también con su voto a favor de la energía nuclear, invirtiendo gran suma de dinero en la misma y negociando el financiamiento de proyectos nucleares futuros.

Conjuntamente se realizó un breve análisis del contexto actual nacional e internacional de la energía nuclear, donde podemos destacar que para fines del año 2021 la potencia neta instalada fue de 385.500 MWe, por medio de 437 reactores nucleares de potencia en operación, distribuidos en 32 países. Y si bien, luego del impacto negativo del accidente de Fukushima algunos países, como por ejemplo Alemania, se encuentran en vías de reducción total de la energía nuclear, otros países como China, siguen apostando cada

vez más a este tipo de energía. Podemos destacar que actualmente se encuentran distribuidos en 19 países la construcción de 56 reactores nucleares.

Por otro lado, se describió a la empresa Nucleoeléctrica Argentina, encargada de desarrollar la actividad de generación y comercialización de energía eléctrica mediante las centrales nucleares (posee tres unidades en operación y se esperan próximamente sumar una unidad más). Podemos resaltar que la empresa, además de contar con certificaciones IRAM e ISO, es miembro de organizaciones internacionales tales como la OIEA, WANO, EPRI, con el fin de fomentar el intercambio de experiencias operativas y así comprometerse con la operación segura de las centrales nucleares, y trabajando de manera continua para la mejora de sus procesos y actividades.

Luego, hemos analizado como suelen ser los financiamientos de proyectos públicos de gran escala. En este sentido, hemos visto que Argentina cuenta con una cartera activa de programas y proyectos que se ejecutan desde los ministerios con diversos organismos internacionales tales como el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Fonplata, Banco de Desarrollo de América Latina, Global Environment Facility, entre otros.

Y en particular al referirnos a proyectos nucleares, notamos que Argentina recurre a los mencionados programas cuando debe afrontar excesivos gastos para mejoras de plantas ya existentes, como en el caso de la extensión de vida de la central nuclear Embalse. Pero en el financiamiento de la construcción de nuevas centrales nucleares, Argentina acude a entidades internacionales fuera del financiamiento regional, que en forma directa o a través de sindicatos de bancos, se juntan para afrontar el riesgo en el caso de grandes proyectos. Usualmente, estas entidades financieras son ofertadas, dentro del paquete de negociación, por el país exportador del proyecto.

Identificamos que alrededor del 85% del costo del emprendimiento es financiado por medio de consorcios de bancos internacionales y el pequeño porcentaje restante por el Tesoro Nacional.

Simultáneamente se estudió cómo diversos factores relevantes (tales como repercusiones de las reglamentaciones, inflación e intereses durante la construcción, efectos comerciales, medidas de protección del medio ambiente, entre otros) repercuten en los proyectos nucleares. Es decir, los mencionados factores afectan demorando los períodos de construcción, los financiamientos y los costos. Aun así, en ciertos casos, dependiendo de las condiciones de financiamiento, se ve o no afectada la continuidad de los proyectos. Como en el caso de las centrales nucleares Atucha I y Embalse, que tuvieron inmejorables circunstancias de financiamientos. En cambio, en la central nuclear Atucha II estos factores provocaron la paralización total de su construcción por más de dos décadas.

Notamos que en todo el proceso de negociación la política juega un papel muy importante. En el caso de proyectos nucleares, ya sea en el momento en que el gobierno de turno opta por invertir en energía nuclear, como así también en la elección del país con el cual negociar y en el tipo de reactor a elegir (dependiendo del autoabastecimiento de los insumos).

Por último, se realizó una comparación entre dos proyectos energéticos de semejantes características en cuanto a potencia generada, autonomía y disponibilidad, entre otras cosas. Es decir, se realizó un análisis económico y financiero de la inversión en la extensión de vida de la central nuclear Embalse y se comparó con la construcción de un hipotético ciclo combinado de última generación de similar módulo con datos obtenidos del mercado actual de energía eléctrica.

Seguidamente de comparar el funcionamiento de cada proyecto, de plantear las hipótesis, se calcularon los costos e indicadores económicos TIR y VAR. Obteniendo valores más favorables para el proyecto de extensión de vida de la CNE.

En este sentido, como resultado del análisis económico-financiero, logramos observar que el proyecto de extensión de vida de la CNE es conveniente en comparación con un ciclo combinado de última generación gracias a sus bajos costos de operación y mantenimiento.

Luego de este trabajo podemos asegurar que la energía nuclear se presenta como una verdadera alternativa para la descarbonización de la matriz energética. En este sentido consideramos vital invertir en futuros proyectos nucleares. Si bien la coyuntura sociopolítica influye de manera dispar en el financiamiento de cada proyecto, la Argentina ha sabido negociar para escoger el mejor tipo de financiamiento dentro del contexto mundial donde aconteció el evento. Todo conduce a predecir que se seguirá la misma línea para la toma de decisiones de financiamiento más conveniente.

Apostar a la energía nuclear es un desafío muy grande y afronta distintos frentes, pero permite una oportunidad de transformar la matriz energética actual, obteniendo autoabastecimiento y a su vez el uso de los recursos naturales propios de Argentina, logrando producir energía limpia, rentable y sostenible que además de generar empleo reducen el impacto al medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Accotto Alejandro López, Martínez Carlos R., Mangas Martín y Paparas Ricardo (2016). *Finanzas públicas y política fiscal, Conceptos e interpretaciones desde una visión argentina*. Argentina. Ediciones Ungs.
- Alberto Conti (2 de enero de 2021). Cuánta energía importó el país y qué se espera para el 2021. *Más energía*. <https://mase.lmneuquen.com/millones/cuanta-energia-importo-el-pais-y-que-se-espera-el-2021-n760225>
- Almagro Juan C., Perazzo Roberto y Sidelnik Jorge I. (2017). *Crónica de una reparación Imposible. El incidente de 1988 de la C.N. Atucha I. Edición para la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias*.
- Autoridad Regulatoria Nuclear (1995). *Ciclo de combustible Nuclear*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/arn-anexo4b-1995.pdf>
- Banco de desarrollo de América Latina (08 de marzo de 2010). *USD 240 millones para sector energético argentino*. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2010/03/usd-240-millones-para-sector-energetico-argentino/>
- Banco mundial (2022). *Crecimiento del PIB (% anual)- Argentina*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2021&locations=AR&start=1961&view=chart>
- Basualdo E., Manzanelli P. (2017). *La deuda externa de Macri en perspectiva histórica. Sistema Nacional de Repositorios Digitales*. https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/CONICETDig_e48b29cad0a6d785c06d55f434cc04b

- Bennett L. (1987). Programas de energía nucleoelectrica en los países en desarrollo: Promoción y financiamiento. Boletín 4/1987 OIEA. https://www.iaea.org/sites/default/files/29404783740_es.pdf
- Boronat Ombuena, G. & Simó Belenguer, S. (2006). *BSC: un modelo para optimizar la gestión del sector público*. Experiencia práctica. Estrategia financiera, 233, 60-67.
- Calabrese, C. (1997). Sobre política nuclear (un poco de historia, significados y propuestas). <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/10261/1/sobre-politica-nuclearpoco.pdf>
- Cárdenas, G. J. (2011). Matriz Energética Argentina Situación actual y posibilidades de diversificación. Bolsa de Comercio de Rosario, 32–36. <https://www.bcr.com.ar/%20es/sobre-bcr/revista-institucional/noticias-revista-institucional/matriz-energetica-argentina>
- Carr, E.H. (2004) *La Crisis de los Veinte Años*. Madrid-Los libros de la Catarata.
- Casa Rosada Presidencia (30 de noviembre de 2015). Inauguración de la Planta de Enriquecimiento de Uranio en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu: Palabras de la presidenta de la nación. <https://www.casarosada.gob.ar/informacion/archivo/29229-inauguracion-de-la-planta-de-enriquecimiento-de-uranio-en-el-complejo-tecnologico-pilcaniyeu-palabras-de-la-presidenta-de-la-nacion>
- Chong, L. (2013). *After Fukushima: China's Nuclear Safety*. Survival, 55(3), 115-128.
- Comisión Nacional de Energía Atómica (2011). *Memoria y Balance 2011*. <https://www.cnea.gov.ar/es/wp-content/uploads/files/memo2011.pdf>
- Comisión Nacional de Energía Atómica (2018) *Boletín energético* 39. <https://www.cnea.gov.ar>
- Comisión Nacional de Energía Atómica (2018), *Revista U238*. Convocan a proveedores para la construcción de Atucha III. Julio 2015. <https://www.cnea.gov.ar>

- Comisión Nacional de Energía Nuclear (2020). *Informe de costos de tecnologías de generación*. <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2020/03/ICTG-Marzo-2020.pdf>
- Consejo de Seguridad Nuclear (26 de febrero 2015). *La energía nuclear*. <https://www.csn.es/que-es-una-central-nuclear>
- Contreras, S., Waiter, A., Cohanoff, C., & Santiago Garrido. (2019). Transiciones energéticas sustentables e inclusivas en el contexto latinoamericano. Mesas Temáticas ESOCITE-LALICS 2020.
- Correa Francisco (2006). Universidad de Medellín. *Antecedentes y evolución de la economía ecológica*. Medellín.
- David Mottura (10 de julio de 2021). La Argentina ante el alto costo de importar el gas. *Más energía*. <https://mase.lmneuquen.com/gas/la-argentina-el-alto-costo-importar-el-gas-n822350>
- Decreto N°302/79. Centrales Nucleares-Apruébese la construcción. 29 de febrero de 1979. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-302-1979-223803>
- Decreto N°981/2005. Nucleoeléctrica Argentina. Ratificase la modificación del estatuto. Designación del director. 18 de agosto de 2005. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-981-2005-108961>
- Decreto N°1085/2006. Central Nuclear Atucha II. Ejecución de obras. Vigencia del régimen instaurado. 23 de agosto de 2006. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-1085-2006-119165>
- Decreto N°1390/98. Apruébese la reglamentación de la Ley N°24.804. 27 de noviembre de 1998. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/50000-54999/54706/norma.htm>

Decreto N°1540/1994. Energía Atómica. Reorganización del Ente Nacional. 30 de agosto de 1994. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-1540-1994-13030>

De Vido J. (Discurso del 23 de agosto 2006). *El plan Nuclear argentino: Presente, y futuro en construcción*. <https://www.youtube.com/watch?v=zhNBxCv3B7o>

Dicco Ricardo (enero 2014). *30 Aniversario de la puesta en marcha de la central nuclear Embalse*. Infraestructura para el desarrollo. Áreas de Energía y Tecnología Nuclear. OETEC. <https://www.oetec.org/informes/embalse.pdf>

Dirección Nacional de Información Energética (2019). *El Balance Energético Nacional (BEN), Desde 1960 actualizado al año 2018*. http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/balances_provinciales/2019_11_10_sintesis_balances_energeticos_2018_pub.pdf

Dirección Nacional de Información Energética (2019). Escenarios Energéticos 2030. http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/planeamiento/2019-11-14_SsPE-SGE_Documento_Escenarios_Energeticos_2030_ed2019_pub.pdf

Endesa Fundación (2022). *Central térmica de ciclo combinado*. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-electricas-convencionales/central-termica-convencional-ciclo-combinado>

Fernández Javier R. (diciembre, 2010). Importación de tecnologías capital-intensivas en contextos periféricos: el caso de Atucha I (1964-1974). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. <https://oei.int/oficinas/argentina/publicaciones/revista-iberoamericana-de-ciencia-tecnologia-y-sociedad-vol-6-n-17-2>

Fisher y Dornbusch (2020). *Macroeconomía* (décima edición). Mc Graw Hill

- Gandini Nicolas (4 de enero de 2019). La central nuclear Embalse inició su proceso de puesta en marcha. *EconoJournal*. <https://econojournal.com.ar/2019/01/la-central-nuclear-embalse-volvio-a-generar-energia/>
- Giuliani A., Riavitz L., Zambon H. (2016). La matriz energética argentina y la limitación externa. *Serie economía N°5*. ISSN 1665-6152. Secretaría de Investigación, Facultad de Economía y Administración, Universidad Nacional del Comahue. <https://revele.uncoma.edu.ar/index.php/cuadernos/article/view/1089>
- Gomelsky Roberto (2003). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Energía y desarrollo Sostenible: posibilidades de Financiamiento de las tecnologías limpias y eficiencia Energética en el Mercosur*. Chile. <https://repositorio.cepal.org/>
- Gospodarczyk Marta M. (19 de agosto de 2022). Sistema de Información sobre reactores de potencia: pasado, presente y futuro. Informe del departamento de Energía Nuclear del Organismo Internacional de Energía Atómica. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/estad%C3%ADsticas-pris-energia-nuclear-2021>
- Hurtado Diego. (2014). *El sueño de la Argentina atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)*. Buenos Aires. Edhasa.
- International Energy Agency. (2020). *Key World Energy Statistics. In Statistics report- August 2020*. http://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook_20725302
- Instituto Balseiro (01 de agosto de 2017). *Tomé a Balseiro como modelo de organización de pensamiento y un modelo de vida también- Parte I*. <https://www.ib.edu.ar/instituto-balseiro/biografia-de-jose-antonio-balseiro/itemlist/tag/historia%20del%20instituto%20balseiro.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022). *Estadísticas históricas*. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-InformacionDeArchivo>

- International Energy Agency. (2021). *Net Zero by 2050*.
https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf
- Kirchner N. (Discurso del 1 de marzo de 2007) <http://nestorkirchner.org/discursos/sesiones-ordinarias-congreso-2007/>
- Krakowiak Fernando (20 de marzo de 2017). Entrevista a José Luis Antúnez, presidente de Nucleoeléctrica Argentina. *Revista APIE*. <http://apie.com.ar/?p=174>
- Krakowiak Fernando (2 de diciembre de 2019). Los reactores nucleares que nunca se quisieron construir. *Página 12*. <https://www.pagina12.com.ar/234125-los-reactores-nucleares-que-nunca-se-quisieron-construir>
- Laufer, R. (2013). *Argentina-China: New Courses for an Old Dependency*. *Latin American Policy*, 4(1), 123-143.
- Ley N°23.696 de 1989. Ley de reforma el Estado. 17 de agosto de 1989.
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-23696-98/normas-modifican>
- Ley N°23.697 de 1989. Ley de emergencia Nacional. 1 de septiembre de 1989.
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/15/norma.htm>
- Ley N°24.065 de 1991. Régimen de la Energía Eléctrica. 19 de diciembre de 1991.
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/464/texact.htm#:~:text=%2D%20Decl%C3%A1rase%20sujeta%20a%20privatizaci%C3%B3n%20total,regir%C3%A1n%20por%20la%20ley%2023.696>
- Ley N°24.804 de 1997. Ley Nacional de la actividad Nuclear. 2 de abril de 1997.
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-24804-42924>
- Ley N°25.413 de 2001. Ley de competitividad. 24 de marzo de 2001.
<https://www.economia.gob.ar/digesto/leyes/ley25413.htm>

Ley N°26.566 de 2009. Actividad Nuclear. Actividades que permitan concretar la extensión de la vida de la Central Nuclear Embalse. 25 de noviembre de 2009. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/162106>

Ley N°27.191 de 2015. Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica. Modificación. 23 de septiembre de 2015. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>

Nevia María Vera (2013). *La reactivación de la industria nuclear Argentina: dimensiones internas y proyección internacional (2006 – 2011)*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del centro de la provincia de Buenos Aires Facultad de ciencias humanas]. <https://www.academia.edu/>

NEA (Nuclear Energy Agency) (2009). *The Financing of Nuclear Power Plants*. <https://www.oecd-nea.org/>

Mariscotti Mario. (2016). *El secreto atómico de Huemul. Crónica del origen de la Energía Atómica en Argentina*. Editorial Lenguaje Claro, Buenos Aires, Argentina.

Maurtua E. (3 de junio de 2021). El cambio climático, un fenómeno que no se puede ignorar, aunque quisiéramos. Nodal. <https://www.nodal.am/2021/06/el-cambio-climatico-un-fenomeno-que-no-se-puede-ignorar-aunque-quisieramos-por-enrique-maurtua-konstantinidis/>

Miciula I. (9-10 de mayo de 2019). *Energy mix as the basic regularity of the principles of sustainable development*. Conferencia Internacional 2019 “Ciencias económicas para el Desarrollo rural”. Jelgaba, Letonia. <https://doi.org/10.22616/ESRD.2019.144>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022). *Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por sector y tipo - Año 2016/2018*. <https://datos.gob.ar/dataset/ambiente-emisiones-gases-efecto-invernadero-gei>

- Morales Maldonado S. (2018). *Decisión multicriterio: aplicación en la selección de alternativas de generación de energía eléctrica, de la economía ambiental a la economía ecológica*. [Tesis doctoral, Universidad Mayor De San Andrés De Bolivia]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/15291>
- Naciones Unidas (2015). *Acuerdo de París*. <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/acuerdo-paris-la-convencion-marco-cambio-climatico>
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2008). *Annual report 2008*. <https://www.iaea.org/publications/reports/annual-report-2008>
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2008). Managing the Financial Risk Associated with the Financing of New Nuclear Power Plant Project. *Nuclear Energy Series N°NG-T-4.6*. <https://www.OIEA.org>
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2015). Financing of new Nuclear Power Plants. *Nuclear Energy Series N° NG-T-4.2* <https://www.OIEA.org>
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2017). *Informe Anual del OIEA de 2017*. https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/reports/2017/gc62-3_sp.pdf
- Organismo Internacional de Energía Atómica (2020). La energía nucleoelectrica y la transición a una energía limpia. Editorial OIEA. <https://www.iaea.org/sites/default/files/cleanenergy.es.pdf>
- Pozzi Sandro (6 de agosto de 2017). Hipotecas subprime: La crisis con que empezó todo. *Elpaís*. https://elpais.com/economia/2017/08/05/actualidad/1501927439_342599.html

Proyecto de Resolución para la construcción de la Central Nuclear Atucha III. 1 de febrero de 2022.

<https://www4.hcdn.gob.ar/dependencias/dsecretaria/Periodo2023/PDF2023/TP2023/0012-D-2023.pdf>

Rodríguez Milagros (2020). *Estado, industria y desarrollo. Atucha II y la senda del programa Nuclear Argentino (1979-2014)*. Prehistoria Ediciones.

Sacchetta Franco Adrián (2020). *Política Nuclear Argentina entre 2003 y 2015: Recuperación del sector nuclear con desarrollo de industria nacional que reduce el impacto en la restricción externa*. Buenos Aires. [Tesis de maestría, Universidad de Buenos Aires]. http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-1608_SacchettaFA.pdf

Sampieri, R, Fernandez Collado, C. y Pilar Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación*. México. Ed. McGraw – Hill.

Sánchez Agustina (21 de junio de 2020). La importancia de la Ciencia y la Tecnología- Entrevista a Diego Hurtado. *OCIPEX*. <https://ocipex.com/grupos-de-trabajo/sectores-estrategicos/desarrollos-estrategicos-en-argentina-la-importancia-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-entrevista-a-diego-hurtado>

Sautú, R. (2005). *Manual de metodología; construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales – CLACSO.

Statman, M. (2006). Socially responsible indexes. *The Journal of Portfolio Management*, 32(3), 100–109.

Sapag Chain J, Sapag Chain R, Sapag Chain S (1991). *Preparación y evaluación de proyectos*. Mc Graw Hill

- Secretaría de Gobierno de Energía (2019). *Balance de Gestión en Energía 2016- 2019*. https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/sintesis_balance/2019-12-09_Balance_de_Gestion_en_Energia_2016-2019_final_y_anexo_pub_.pdf
- Secretaría de Gobierno de Energía-Dirección de estadísticas energéticas (2019). *Balance Energético Nacional 2019*. <https://www.energia.gov.ar>
- Secretaría de Gobierno de Energía-Dirección de estadísticas energéticas (2019) *Escenarios Energéticos 2030*. <https://www.energia.gov.ar>
- Shellenberger Michael (2017). Los siete secretos para una energía nuclear barata. *Boletín del Organismo Internacional de Energía Atómica 2017*. <https://www.iaea.org/sites/default/files/5842021es.pdf>
- Unión de Naciones Suramericanas. Cosiplan. (25 de agosto del 2017). *Ficha del proyecto Central Nuclear De Atucha 2*. http://www.cosiplan.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=983
- Unión de Naciones Suramericanas. Cosiplan. (25 de agosto del 2017). *Ficha del proyecto Repotenciación Central Nuclear Embalse*. http://www.iirsa.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=1309
- United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi (2018). *The Emissions Gap Report 2018*. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2018>
- Woite Georg (1997). Las inversiones para la construcción de centrales nucleoelectricas. *Boletín del Organismo Internacional de Energía Atómica. Vol:20, N°1*. https://www.iaea.org/sites/default/files/20104781123_es.pdf
- Wood, D. J. (1991). Corporate Social Performance Revisited. *The Academy of Management Review*, 16(4), 691-718.
- Zabaloy María Florencia (2020). *Políticas Públicas de Eficiencia Energética en el Sector Residencial Argentino: el rol de las condiciones de borde y habilitantes*. [Tesis

doctoral, Universidad Nacional del Sur].

<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5123>

Zappino Jorge Salvador (2022). Empresas públicas y mixtas, tecnología y desarrollo III. Trabajo, tecnología y ciencia argentinos: el caso Nucleoeléctrica Argentina S.A. Parte 1. *Cuadernos del INAP*, ISSN 2683-9644.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cuinap_84.pdf

Zárate, D., & Ramírez, R. (2016). Matriz Energética de Costa Rica - Renovabilidad de las fuentes y reversibilidad de los usos de energía. Friedrich Ebert Stiftung, 4, 28.
<http://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/12979.pdf>

ANEXO I

Breve Cronología Histórica De La Energía Nuclear En Argentina

El desarrollo nuclear argentino comienza luego de los eventos internacionales de las explosiones de Hiroshima y Nagasaki.

Para una mejor comprensión se organizará en ocho períodos

Primer período (1948 – 1958): Bajo el gobierno de Juan Domingo Perón se comienza con las investigaciones en tecnología nuclear⁶⁷.

En este período se crea la institución responsable de la gestión del desarrollo de la energía nuclear en Argentina, es decir, se crea la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

En 1955 se crea el instituto de física que años más tarde sería bautizado con el nombre de “José Antonio Balseiro”⁶⁸, en homenaje a su fundador.

Se construye el primer reactor nuclear experimental de 100 kW de potencia térmica. y con la fabricación de sus elementos combustibles.

Segundo Período (1959 – 1973): A principios de este período la industria nuclear argentina se destaca por el desarrollo de aplicaciones de radioisótopos.

Se realiza el estudio de factibilidad para la instalación de la primera central nucleoelectrónica en la República Argentina, de entre 300 y 500 MWe de potencia. Sería un prototipo de origen alemán, que operaría con agua pesada y uranio natural.

En 1968 se comienza con la construcción de la central nuclear Atucha I⁶⁹.

⁶⁷ Mariscotti, Mario A. J. "El secreto atómico de Huemul". Crónica del origen de la Energía Atómica en Argentina. Editorial Lenguaje Claro, Buenos Aires, Argentina (2016). Página 23.

⁶⁸ José Antonio Balseiro: Se puede encontrar su biografía detallada en: <https://www.ib.edu.ar/instituto-balseiro/biografia-de-jose-antonio-balseiro/itemlist/tag/historia%20del%20instituto%20balseiro.html>

⁶⁹ <https://www.na-sa.com.ar/es/centrales-nucleares/atucha-1>

Tercer Período (1974 – 1976): En 1974, durante la presidencia de Juan Domingo Perón, ingresa en operación la central nuclear Atucha I. El grado de participación nacional fue del orden del 40% del costo total de la obra, lo que significaba la participación de la industria argentina en obras con este tipo de tecnología.

Además, comienza a proyectarse una nueva central nuclear en la Provincia de Córdoba, la central nuclear de Embalse⁷⁰. La misma sería de origen canadiense. Al igual que Atucha I operaría con uranio natural y agua pesada.

En este sentido, los trabajos de exploración aumentaron a 21.000 toneladas las reservas de uranio. También se construye una planta de purificación de concentrado de uranio en la Provincia de Córdoba y una planta experimental de reprocesamiento de elementos combustibles irradiados⁷¹.

Cuarto Período (marzo 1976 – diciembre 1983): Este período se inicia con el golpe de estado del 24 de marzo de 1976, bajo la conducción de Jorge Rafael Videla. Respecto al ámbito nuclear se contaba con reservas uraníferas en cantidad suficiente para afrontar un plan nucleoelectrico, capacidad para el desarrollo de elementos combustibles, experiencia en centrales de potencia, experiencia para evaluar proyectos nucleares, entre otras cualidades. Lo mencionado, se constituyó en los cimientos para desarrollar un programa nuclear integrado. Se estableció como objetivo el completar el ciclo del combustible nuclear, considerado clave para obtener autonomía en la utilización de esta energía.

Finalmente, en esta etapa, se logró la primera criticidad de la central nuclear de Embalse y el desarrollo de la tecnología de enriquecimiento de uranio por difusión gaseosa en Pilcaniyeu⁷².

⁷⁰ <https://www.na-sa.com.ar/es/centrales-nucleares/embalse>

⁷¹ Sobre el ciclo de combustible nuclear se puede encontrar información detallada en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/arn-anexo4b-1995.pdf>

⁷² La planta de enriquecimiento de uranio situada Pilcaniyeu comienza a producir en el año 1978 y se detiene su producción a fines de los 80. Para más información: <https://www.casasosada.gob.ar/informacion/archivo/29229-inauguracion-de-la-planta-de-enriquecimiento-de-uranio-en-el-complejo-tecnologico-pilcaniyeu-palabras-de-la-presidenta-de-la-nacion>

Todo esto en el marco del decreto N° 302/79⁷³, donde se había aprobado el Plan Nuclear Argentino en enero de 1979, el cual consistía en la construcción de cuatro centrales nucleares de 600 MWe de potencia., cuya primera central debía estar terminada para el año 1987 y la última construcción estaba prevista para el año 1997. Por otro lado, contemplaba la construcción de una planta de agua pesada de 250 toneladas que pudiera abastecer a las mismas. La política nacional establecía que los insumos críticos para el diseño y funcionamiento de estas centrales fueran el uranio natural y agua pesada.

Quinto Período (1984 – 2002): Con Raúl Alfonsín se retoma la democracia. El país contaba con una gran deuda externa, lo cual generó un impacto en el Plan Nuclear detallado en el decreto 302/79. Comienza a lentificarse el proceso. Por otra parte, en 1989, con la presidencia de Carlos Menem, empieza a gestarse la privatización de todas aquellas actividades que el sector privado pudiera llevar a cabo. La Ley de Reforma del Estado⁷⁴ y la Ley de Emergencia Económica⁷⁵ repercutieron directamente en el área nuclear. La construcción de la central nuclear Atucha II se frena por completo, y se sanciona el decreto 1.540/94⁷⁶. Se conforma la empresa estatal Nucleoeléctrica Argentina S.A. Se llega al final del período con dos centrales nucleares cercanas al final de sus vidas útiles, con suspensión de ingresos por más de una década, y con un panorama desalentador luego de la crisis del año 2001.

Sexto Período (2003 – 2015): Bajo la presidencia de Néstor Carlos Kirchner, se crea el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Con los decretos 981/05⁷⁷ y 1.085/06⁷⁸ se formalizaron las bases para el nuevo Plan Nuclear Argentino, dando luego lugar al proyecto de ley nuclear que fue sancionado por el Congreso de la

⁷³ El Decreto 302/79 se puede encontrar en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-302-1979-223803>

⁷⁴ La ley de Reforma del Estado (Ley N°23.696) se puede encontrar en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-23696-98/normas-modifican>

⁷⁵ La Ley de Emergencia Económica (Ley N°23.697) se puede encontrar en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/15/norma.htm>

⁷⁶ El Decreto 1540/1994 puede encontrarse en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-1540-1994-13030>

⁷⁷ El Decreto 981/2005 puede encontrarse en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-981-2005-108961>

⁷⁸ El Decreto 1085/2006 puede encontrarse en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-1085-2006-119165>

Nación, a través de la Ley 26.566/09⁷⁹. Incluía la extensión de vida de la central nuclear de Embalse, la construcción de una cuarta central nuclear de potencia, la puesta en marcha de la central nuclear Atucha II, entre otros proyectos.

Casi al final de este período, luego de la puesta en marcha de Atucha II, y la reconexión de CNE (una vez extendida su vida) se busca financiamiento internacional para incorporar más centrales nucleares al país. Luego de varias ofertas se comienza a negociar, con la opción considerada más conveniente, con China acerca de dos centrales nucleares. Las mismas serían una Hualong con agua liviana y uranio enriquecido y la otra con uranio natural y agua pesada⁸⁰.

Séptimo período (2015 - 2019): Durante este período, bajo la presidencia de Mauricio Macri, se produce un despido masivo de profesionales calificados en el área nuclear de la empresa NASA. Se paralizan las negociaciones con China acerca de las dos posibles centrales nucleares que se venían negociando. Se intenta negociar con EEUU por otra central nuclear. El país se endeuda excesivamente con el fondo monetaria internacional⁸¹.

Octavo período (2020 - actualidad): Bajo el gobierno de Alberto Fernandez, con un país muy endeudado, se retoman las negociaciones con China, llegando a firmarse un contrato.⁸² Pero este contrato sólo contemplaba un reactor nuclear de los dos anteriormente negociados. El mismo era el Hualong. Este periodo ha sido muy hostil debido a distintos factores internacionales, es decir la crisis económica mundial causada por la pandemia COVID. y luego la guerra entre Rusia y Croacia.

Al 2021 se sigue negociando en el ámbito nuclear, pero no se han registrados avances concretos.

⁷⁹ La Ley N°26.566 se puede encontrar en :<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/162106>

⁸⁰ Para más información:

<https://www4.hcdn.gob.ar/dependencias/dsecretaria/Periodo2023/PDF2023/TP2023/0012-D-2023.pdf>

⁸¹ Para más información:

https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/CONICETDig_e48b29cadd0a6d785c06d55f434cc04b

⁸² Para más información: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-firmo-el-contrato-para-la-construccion-de-la-central-nuclear-atucha-iii>

ANEXO II

Índices de inflación anual en Argentina entre 1945 y 2021

Año	INDEC	Presidencia
1945	20%	Edelmiro Farrel
1946	18%	Edelmiro Farrel, Juan Domingo Perón
1947	14%	Juan Domingo Perón
1948	13%	Juan Domingo Perón
1949	31%	Juan Domingo Perón
1950	16%	Juan Domingo Perón
1951	37%	Juan Domingo Perón
1952	39%	Juan Domingo Perón
1953	4%	Juan Domingo Perón
1954	4%	Juan Domingo Perón
1955	12%	Juan Domingo Perón. Eduardo Lonardi Pedro Eugenio Aramburu
1956	13%	Pedro Eugenio Aramburu
1957	28%	Pedro Eugenio Aramburu
1958	19%	Pedro Eugenio Aramburu, Arturo Frondizi
1959	114%	Arturo Frondizi
1960	25%	Arturo Frondizi
1961	13%	Arturo Frondizi
1962	23%	Arturo Frondizi, José María Guido
1963	18%	José María Guido, Arturo Umberto Illia
1964	14%	Arturo Umberto Illia
1965	10%	Arturo Umberto Illia
1966	21%	Arturo Umberto Illia, Juan Carlos Onganía
1967	25%	Juan Carlos Onganía
1968	8%	Juan Carlos Onganía
1969	6%	Juan Carlos Onganía
1970	4%	Juan Carlos Onganía, Roberto Levingston
1971	29%	Alejandro Agustín Lanusse
1972	59%	Alejandro Agustín Lanusse
1973	60%	Alejandro Agustín Lanusse, Héctor Cámpora, Raúl Lastiri, Juan Domingo Perón
1974	24%	Juan Domingo Perón, Isabel Martínez de Perón
1975	183%	Isabel Martínez de Perón
1976	444%	Isabel Martínez de Perón. Jorge Rafael Videla
1977	176%	Jorge Rafael Videla

Año	INDEC	Presidencia
1978	176%	Jorge Rafael Videla
1979	160%	Jorge Rafael Videla
1980	101%	Jorge Rafael Videla
1981	165%	Jorge Rafael Videla, Roberto Eduardo Viola, Leopoldo Fortunato Galtieri
1982	344%	Leopoldo Fortunato Galtieri, Reynaldo Bignone
1983	434%	Reynaldo Bignone, Raúl Alfonsín
1984	688%	Raúl Alfonsín
1985	385%	Raúl Alfonsín
1986	82%	Raúl Alfonsín
1987	175%	Raúl Alfonsín
1988	388%	Raúl Alfonsín
1989	3080%	Raúl Alfonsín. Carlos Saúl Menem
1990	2314%	Carlos Saúl Menem
1991	84%	Carlos Saúl Menem
1992	18%	Carlos Saúl Menem
1993	7%	Carlos Saúl Menem
1994	4%	Carlos Saúl Menem
1995	2%	Carlos Saúl Menem
1996	0%	Carlos Saúl Menem
1997	0%	Carlos Saúl Menem
1998	1%	Carlos Saúl Menem
1999	-1%	Carlos Saúl Menem, Fernando de la Rúa
2000	-1%	Fernando de la Rúa
2001	-1%	Fernando de la Rúa, Ramón Puerta, Adolfo Rodríguez Saá, Eduardo Camaño
2002	41%	Eduardo Camaño, Eduardo Duhalde
2003	4%	Eduardo Duhalde, Néstor Kirchner
2004	6%	Néstor Kirchner
2005	12%	Néstor Kirchner
2006	10%	Néstor Kirchner
2007	9%	Néstor Kirchner, Cristina Fernández de Kirchner
2008	7%	Cristina Fernández de Kirchner
2009	8%	Cristina Fernández de Kirchner
2010	11%	Cristina Fernández de Kirchner
2011	10%	Cristina Fernández de Kirchner
2012	11%	Cristina Fernández de Kirchner
2013	11%	Cristina Fernández de Kirchner
2014	24%	Cristina Fernández de Kirchner
2015	25%	Cristina Fernández de Kirchner, Mauricio Macri

Año	INDEC	Presidencia
2016	36%	Mauricio Macri
2017	21%	Mauricio Macri
2018	48%	Mauricio Macri
2019	50%	Mauricio Macri, Alberto Fernández
2020	36%	Alberto Fernández
2021	51%	Alberto Fernández

*Tabla 10: Índice de inflación anual en Argentina entre 1945 y 2021.
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del INDEC⁸³.*

⁸³ Las fuentes fueron extraídas del INDEC.

<https://www.indec.gov.ar/indec/web/Institucional-Indec-InformacionDeArchivo>

Crecimiento del PIB anual en Argentina entre 1945 y 2021

Año	Crecimiento del PIB % anual (codigo:NY.GDP.MKTP.KD.ZG)	Presidencia
1961	5,43	Arturo Frondizi
1962	-0,85	Arturo Frondizi, José María Guido
1963	-5,31	José María Guido, Arturo Umberto Illia
1964	10,13	Arturo Umberto Illia
1965	10,57	Arturo Umberto Illia
1966	-0,66	Arturo Umberto Illia, Juan Carlos Onganía
1967	3,19	Juan Carlos Onganía
1968	4,82	Juan Carlos Onganía
1969	9,68	Juan Carlos Onganía
1970	3,05	Juan Carlos Onganía, Roberto Levingston
1971	5,66	Alejandro Agustín Lanusse
1972	1,63	Alejandro Agustín Lanusse
1973	2,81	Alejandro Agustín Lanusse, Héctor Cámpora, Raúl Lastiri, Juan Domingo Perón
1974	5,53	Juan Domingo Perón, Isabel Martínez de Perón
1975	-0,03	Isabel Martínez de Perón
1976	-2,02	Isabel Martínez de Perón. Jorge Rafael Videla
1977	6,93	Jorge Rafael Videla
1978	-4,51	Jorge Rafael Videla
1979	10,22	Jorge Rafael Videla
1980	1,52	Jorge Rafael Videla
1981	-5,19	Jorge Rafael Videla, Roberto Eduardo Viola, Leopoldo Fortunato Galtieri
1982	-0,74	Leopoldo Fortunato Galtieri, Reynaldo Bignone
1983	4,35	Reynaldo Bignone, Raúl Alfonsín
1984	1,57	Raúl Alfonsín
1985	-5,19	Raúl Alfonsín
1986	6,15	Raúl Alfonsín
1987	2,70	Raúl Alfonsín
1988	-1,09	Raúl Alfonsín
1989	-7,16	Raúl Alfonsín. Carlos Saúl Menem
1990	-2,47	Carlos Saúl Menem
1991	9,13	Carlos Saúl Menem

Año	Crecimiento del PIB % anual (codigo:NY.GDP.MKTP.KD.ZG)	Presidencia
1992	7,94	Carlos Saúl Menem
1993	8,21	Carlos Saúl Menem
1994	5,84	Carlos Saúl Menem
1995	-2,85	Carlos Saúl Menem
1996	5,53	Carlos Saúl Menem
1997	8,11	Carlos Saúl Menem
1998	3,85	Carlos Saúl Menem
1999	-3,39	Carlos Saúl Menem, Fernando de la Rúa
2000	-0,79	Fernando de la Rúa
2001	-4,41	Fernando de la Rúa, Ramón Puerta, Adolfo Rodríguez Saá, Eduardo Camaño
2002	-10,89	Eduardo Camaño, Eduardo Duhalde
2003	8,84	Eduardo Duhalde, Néstor Kirchner
2004	9,03	Néstor Kirchner
2005	8,85	Néstor Kirchner
2006	8,05	Néstor Kirchner
2007	9,01	Néstor Kirchner, Cristina Fernández de Kirchner
2008	4,06	Cristina Fernández de Kirchner
2009	-5,92	Cristina Fernández de Kirchner
2010	10,13	Cristina Fernández de Kirchner
2011	6,00	Cristina Fernández de Kirchner
2012	-1,03	Cristina Fernández de Kirchner
2013	2,41	Cristina Fernández de Kirchner
2014	-2,51	Cristina Fernández de Kirchner
2015	2,73	Cristina Fernández de Kirchner, Mauricio Macri
2016	-2,08	Mauricio Macri
2017	2,82	Mauricio Macri
2018	-2,62	Mauricio Macri
2019	-2,03	Mauricio Macri, Alberto Fernández
2020	-9,90	Alberto Fernández
2021	10,26	Alberto Fernández

*Tabla 11: Índice de inflación anual en Argentina entre 1945 y 2021.
Fuente: Elaboración propia en base a datos tomados del Banco mundial⁸⁴.*

⁸⁴ Las fuentes fueron extraídas del Banco Mundial
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2021&locations=AR&start=1961&view=chart>