

Universidad Nacional de Rosario
Centro de Estudios Interdisciplinarios
Especialización en Gestión de la Innovación y la Vinculación
Tecnológica

“Empresas del Sector Termoeléctrico en Argentina: Pautas de
análisis para una propuesta de Innovación”

Alumno: Lic. Sebastián Adolfo Forestieri

Director: Mg. Ing. Eduardo Martin Eito

Año 2024

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi familia, Vanesa y Mateo por su amor y apoyo incondicional en todo momento del proceso, aguantando y sacrificando muchos momentos familiares.

A Adolfo que siempre estuvo incondicionalmente acompañándome en todos los procesos de mi vida.

A Isabel que guió con amor y cariño en todas mis etapas, además de fomentar desde chico mi afición al sector científico y tecnológico.

A Yanina que me acompañó y soportó siempre.

A mis queridas mascotas, Bohr, Doble Velocidad, Lino, Can y Napoleón por brindarme momentos de alegría y compañía.

A Raquel que me marcó en mi infancia con su amor y apoyo incondicional.

A mis abuelos y tíos con los que compartí momentos de plena alegría.

Un sincero agradecimiento a mi director de tesis, Eduardo Eito, por su invaluable guía, paciencia y conocimiento, que han sido esenciales para la culminación de este trabajo.

Sin el apoyo de todos ustedes, este logro no habría sido posible.

Resumen

Este estudio se enfoca en el sector termoeléctrico en Argentina y propone pautas de análisis para impulsar la innovación en las empresas de este ámbito. Dado su papel fundamental en la generación de energía del país, el sector termoeléctrico enfrenta importantes desafíos relacionados con la eficiencia, la sustentabilidad y la competitividad.

En este trabajo se realiza una secuencia de acciones tendientes a alcanzar el objetivo planteado. En primer lugar, se analiza el contexto actual del sector, destacando los aspectos clave que influyen en su desarrollo. Se examinan los factores económicos, políticos y ambientales que afectan a las empresas termoeléctricas y se identifican las principales barreras que obstaculizan la innovación.

A continuación, se presentan las pautas de análisis para la propuesta de innovación en las empresas del sector. De este análisis surgen las conclusiones que se orientan a evaluar y mejorar la eficiencia energética de las plantas termoeléctricas, así como buscar alternativas más sostenibles y limpias, como el uso de fuentes de energía renovable o tecnologías de captura y almacenamiento de carbono.

Finalmente, con el objetivo de aumentar la sinergia entre los distintos actores involucrados, se enfatiza la necesidad de fomentar la colaboración entre las empresas del sector termoeléctrico, los centros de investigación y desarrollo, y el gobierno, a fin de crear un ecosistema de innovación que promueva la transferencia de conocimientos y la implementación de soluciones tecnológicas más avanzadas.

Índice	Página
Agradecimientos	2
Resumen	3
Introducción	6
Problema	6
Objetivo del trabajo	12
Objetivo General	12
Objetivos Específicos	12
Marco Metodológico	12
Justificación y alcance de la investigación	14
Estructura del Trabajo	15
Capítulo 1. Sistema Nacional de Innovación	
¿Qué es la Innovación?	17
Tipos de Innovación	22
Sistema Nacional de Innovación	25
La innovación industrial en el sector termoeléctrico argentino	27
Desarrollo de Innovación en Argentina	28
Innovación de Proceso	28
Innovación de Producto	31
Innovación organizacional	33
Innovación de Mercadotecnia	34
El gran relegado de la innovación: El ambiente	34
Capítulo 2. Matriz Energética Argentina	
Historia y Evolución de la Matriz Energética en Argentina	37
Actores del mercado eléctrico argentino	41
Generadores	41
Otros Actores del mercado eléctrico mayorista	42
El futuro de la matriz energética Argentina	45
Obras de infraestructura Complementarias	46

Capítulo 3. Innovación aplicada en la empresa termoeléctrica.

Análisis y Pautas

Análisis de las barreras tecnológicas para el desarrollo del plan de innovación	48
Barreras Económicas	48
Barreras Regulatorias y políticas	49
Barreras de potencial tecnológico	50
Barreras de personal especializado	50
Pautas de Innovación en el Sector Termoeléctrico Argentino	51
Innovación de Producto	52
Innovación de Proceso	53
Innovación organizacional y de mercadotecnia	56
Innovación ambiental	61

Capítulo 4. Conclusiones

Conclusiones	66
Bibliografía	69
Referencias	69
Referencias Electrónicas	71

Introducción

La transición energética y la necesidad de adecuación del sector termoeléctrico actualmente son una realidad que necesita un trabajo inminente.

La transición energética es un proceso de cambio en la forma de producción, distribución y consumo de energía con el objetivo de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para mitigar el cambio climático (CNEA, 2021)

Problema.

La energía termoeléctrica convencional enfrenta problemas de eficiencia baja, alta emisión de gases contaminantes, dependencia de combustibles fósiles y costos crecientes de operación y mantenimiento. Para resolver estas dificultades, es fundamental establecer pautas para adoptar tecnologías más eficientes, promover la transición hacia fuentes de energía más limpias, mejorar la gestión de los recursos y optimizar la infraestructura existente.

Avanzar en un proceso de transición energética requiere también atender los aspectos relacionados a los conflictos socio-territoriales, el respeto a las diversidades culturales y las relaciones sociales alrededor de la energía. (Bertinat, Chemes 2018).

A partir de estas definiciones es necesario trabajar con un marco de referencia y para ello debemos considerar que actualmente en la temática socioambiental predomina el acuerdo de París, contenido dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde se establecen medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Es un tratado internacional legalmente vinculante. Entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. En la actualidad, 194 partes (193 países más la Unión Europea) han firmado el Acuerdo de París. Este busca mantener el aumento de la temperatura global promedio por debajo de los 2 °C a partir de los niveles de referencia pre-industriales, y perseguir esfuerzos para limitar el aumento a 1.5

°C, reconociendo que esto reduciría significativamente los riesgos y efectos del cambio climático.

El acuerdo establece que esto debería ser logrado mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero tan pronto como sea posible. También propone aumentar la habilidad de las partes para establecer medidas de mitigación, adaptación y resiliencia al cambio climático, y generar flujos financieros para lograr la reducción de emisiones y el desarrollo resistente a los efectos del cambio climático.

Esto genera que en los próximos años los procesos de innovación y desarrollo estén orientados hacia tecnologías bajas en emisiones de gases de efecto invernadero, distinguiendo así la relación existente entre el fenómeno del cambio climático y la transición energética.

En base a estas definiciones podemos pensar que en el corto o mediano plazo las empresas termoeléctricas tendrán que realizar fuertes procesos de innovación para adecuarse al sector de la generación de energía. Incluso realizando procesos de innovación radical es posible que no tengan la capacidad de adecuar plenamente su proceso a los nuevos requerimientos del tipo económico o socioambiental.

A los fines de trabajar de forma ordenada muchos países e instituciones utilizan la Hoja de Ruta de Eficiencia Energética, la cual tiene por objetivo identificar los actores relevantes, tiempos y la naturaleza de los recursos requeridos para desarrollar las acciones de eficiencia energética establecidas en la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (CONUEE 2017)

En el Año 2019 la consultora Deloitte (firma global líder en consultoría, auditoría, asesoría financiera, impuestos y gestión de riesgos) junto con la empresa energética multinacional ENEL(empresa multinacional italiana líder en el sector energético, especializada en generación, distribución y comercialización de electricidad y gas.) realizaron la hoja de ruta de la transición energética Argentina teniendo en consideración las condiciones

iniciales de la Argentina, los planes de mitigación desarrollados por las autoridades, las tecnologías disponibles o que se espera estén disponibles durante el periodo de estudio y las medidas regulatorias necesarias para que se realicen los escenarios.

Estas establecieron cuatro vectores de descarbonización que resultan necesarios para alcanzar metas más ambiciosas al año 2050, las mismas son:

- Cambiar a fuentes primarias de energía libres de emisiones:
Apuntar a una matriz eléctrica verde. Para que la sustitución de fuentes primarias tenga un efecto duradero, es necesario que a su vez la electricidad se produzca a través de fuentes renovables.
- Fomentar la eficiencia energética y electrificación de los usos finales.
Reducir emisiones desacoplando el crecimiento económico del consumo de energía.
- Desarrollo de infraestructura y digitalización.
La actualización de la infraestructura y la digitalización son la piedra angular para sostener la transición hacia un modelo de energía sostenible con bajas emisiones de carbono.
- Incentivo a modelos de producción sustentables.
En la industria, especialmente en la ganadería y agricultura se requiere adoptar modos de producción sustentables, que permitan reducir el nivel de emisiones.

Todos los puntos afectan directa o indirectamente a las empresas termoeléctricas por lo cual es indispensable elaborar un plan de innovación que optimice y adapte económica, ambiental y socialmente los procesos y productos del sector a los fines de alargar la vida útil las distintas unidades de generación termoeléctrica.

En el año 2023 la Subsecretaría de Planeamiento Energético de la Nación Argentina realizó el documento denominado “Lineamientos y escenarios para la transición energética a 2050”, en él se destaca que el sistema energético argentino del futuro será diferente al actual. Entre otras cosas, se caracterizará

por niveles mayores de participación de fuentes de energía bajas en carbono y renovables, un uso más eficiente y racional de la energía, redes más flexibles y descentralizadas, menores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y una tendencia general hacia una mayor electrificación y la descentralización de la generación y el uso de la energía.

La transformación del sistema energético del país hacia la segunda mitad del siglo requiere un proceso de planificación que sea comprensivo, coherente, dinámico y continuo, y que esté basado en datos e información robusta. Además, la planificación para la descarbonización a largo plazo y la transformación del sistema energético de Argentina debe considerar explícitamente las oportunidades de descarbonización en todo el sistema energético, y una comprensión clara de sus respectivos costes, beneficios y limitaciones, y su posible evolución en el tiempo. En general, el proceso de planificación de la descarbonización del sistema energético debe contar con un cierto grado de flexibilidad para adaptarse a las circunstancias cambiantes (climáticos, geopolíticos, económicos, tecnológicos, medioambientales, etc.) e incorporar nueva información relevante en la toma de decisiones.

Analizando la información previamente mencionada y realizando una comparación con otro caso paradigmático de innovación, podemos citar el caso del sector audiovisual de la empresa Blockbuster a principios del 2000. Esta era una franquicia estadounidense de videoclubes, especializada en alquiler de cine y videojuegos a través de tiendas físicas que dominó el sector a nivel mundial, pero al no invertir en procesos de innovación no logró adaptarse a los nuevos competidores como por ejemplo Netflix el cual invirtió en servicio de streaming entre otros. Ubicándose actualmente como una de las empresas líderes en distribución de contenidos audiovisuales, lugar que Blockbuster perdió hace años y que generó **que** la desaparición de la marca.

Dentro del sector de generación, la principal innovación que se puede implementar en turbinas es su transición al uso de **hidrogenó** como vector de energía. Destacándose el **hidrogenó** por su menor generación de gases contaminantes (**NOX, SOX, CO2**) y **su disponibilidad casi ilimitada a diferencia**

de los combustibles fósiles.

A nivel mundial las dos principales empresas de energía se encuentran innovando en esto. Por un lado, la serie HA de General Electric, realizando mejoras en la eficiencia del proceso superiores al 50% en ciclo combinado, adaptando sus procesos para producir con el 50% de **hidrogenó** lo que se traduce en un menor consumo de combustible y una significativa reducción de las emisiones de CO2.

A su vez Siemens Energy, ha adaptado su turbina a gas SGT-400 para funcionar con hasta un 65% de hidrógeno mezclado con gas natural. Esta innovación no solo permite una mayor flexibilidad en el uso de combustibles, sino que también facilita la integración de hidrógeno verde producido a partir de fuentes renovables, contribuyendo así a la descarbonización del sector energético. Los beneficios de esta transición incluyen la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la diversificación del mix energético, lo cual es crucial para cumplir con los objetivos climáticos globales y asegurar una generación de energía más sostenible y resiliente.

Hoy las empresas del sector termoeléctrico se ubican como las principales generadoras de energía eléctrica donde en base porcentual se distribuyen de la siguiente manera:

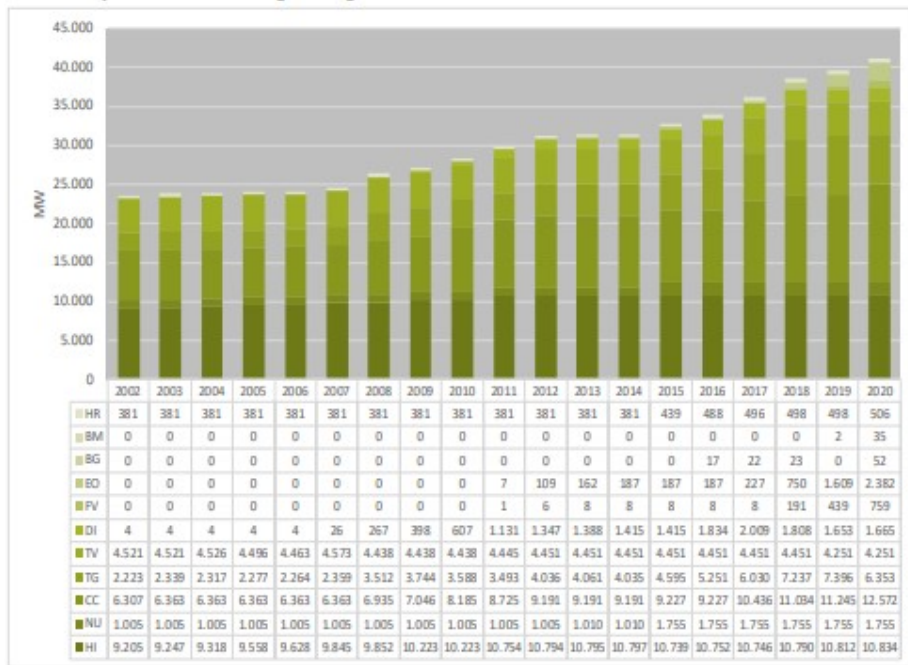


REN21 (2020). Renewables 2020 Global Status Report.

En nuestro país, según datos de CAMMESA (Compañía Administradora del

Mercado Mayorista Eléctrico S.A.), en 2020 el 9,5 % de la energía eléctrica provino de fuentes renovables. La Argentina considera renovables pequeños aprovechamientos hidráulicos de hasta 50 MW de potencia. Sin embargo, el criterio global incluye dentro de las renovables las obras hidráulicas de cualquier envergadura. Teniendo en cuenta esto, la generación renovable a nivel global en 2020 fue del 27,3 %.

Gráfico que muestra evolución de la potencia instalada con paso anual [MW]



CAMMESA, informe anual (2020)

A partir de este marco de referencia es que se abordará la necesidad de establecer pautas para optimizar las innovaciones en el sector termoeléctrico construido con la finalidad de crear nuevos productos, procesos o escenarios donde ofrecer una solución diferente a los problemas previsibles para este sector.

Objetivo del trabajo

Objetivo General:

- Investigar medidas futuras que puedan corregir posibles deficiencias o consolidar fortalezas en las empresas del sector termoeléctrico convencional.

Objetivos específicos:

- Analizar la vinculación de las empresas del sector termoeléctrico convencional con el sistema de ciencia y tecnología regional.
- Estudiar el contexto de innovación tecnológica Argentina en las empresas del sector termoeléctrico convencional.
- Detectar herramientas que optimicen la gestión de las empresas del sector termoeléctrico convencional.

Marco metodológico.

Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura académica y técnica relacionada con la innovación en el sector termoeléctrico, así como las tendencias y mejores prácticas a nivel nacional e internacional en materia de transición energética. Esta revisión servirá como base teórica para comprender los factores clave que influyen en el proceso de innovación y para identificar posibles enfoques y estrategias a seguir.

Se **incorporará** los análisis de la documentación disponible de instituciones claves del sector energético argentino como la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) la cual tiene un papel crucial en la gestión y regulación del mercado eléctrico argentino, proporcionando datos e información valiosa sobre el funcionamiento y la evolución del sector.

Se aprovecharán tanto las experiencias exitosas como los intentos fallidos en innovación y vinculación de empresas en todo el mundo, se llevará a cabo un análisis comparativo de casos de estudio relevantes. Se identificarán empresas

líderes en el sector termoeléctrico que hayan implementado con éxito iniciativas de innovación, tanto en Argentina como a nivel internacional. Estas experiencias servirán como referencia para comprender las mejores prácticas, los desafíos enfrentados y las lecciones aprendidas en el proceso de adopción de tecnologías innovadoras.

Se explorará el potencial de la inteligencia artificial (IA) como herramienta para impulsar la innovación en el sector termoeléctrico argentino. Se analizarán casos de uso de IA en empresas del mundo relacionadas con la optimización de procesos, la gestión de datos y la toma de decisiones. La IA puede jugar un papel crucial en la identificación de oportunidades de mejora, la predicción de tendencias futuras y la optimización de la eficiencia operativa en el sector termoeléctrico.

Después de revisar exhaustivamente la bibliografía disponible, se observarán algunos casos en Argentina, con experiencias de vinculación tecnológica entre las empresas del sector energético y el sistema de innovación nacional, que sean fundamentales para impulsar la adopción de tecnologías innovadoras y promover la colaboración entre los diferentes actores del ecosistema de innovación.

Es esencial abordar las diversas barreras que enfrentan las empresas del sector termoeléctrico argentino al momento de innovar. Estas incluyen aspectos sociales, económicos, tecnológicos y financieros que pueden obstaculizar el proceso de adopción de tecnologías innovadoras. Desde una perspectiva social, la resistencia al cambio y la falta de involucramiento de las partes interesadas pueden dificultar la aceptación de nuevas tecnologías, especialmente si no se comunican adecuadamente los beneficios y se gestionan los posibles impactos negativos. En el ámbito económico, las altas inversiones necesarias para la investigación, desarrollo e implementación de innovaciones pueden representar un desafío, especialmente para empresas con recursos financieros limitados. Asimismo, las barreras tecnológicas, como la falta de infraestructura adecuada o la disponibilidad de tecnologías maduras, pueden dificultar la adopción de innovaciones. Por último, las financieras, como

la falta de acceso a financiamiento y la percepción de riesgo por parte de los inversores, pueden limitar la capacidad de las empresas para llevar a cabo proyectos innovadores a gran escala. **Abordar estas barreras requerirá un enfoque**

Con base en los resultados obtenidos del análisis de tendencias se procederá a la elaboración de un conjunto de pautas de innovación específicas para el sector termoeléctrico argentino. Estarán diseñadas para orientar y apoyar a las empresas del sector en la identificación, desarrollo e implementación de proyectos innovadores que contribuyan a mejorar la eficiencia energética, reducir las emisiones contaminantes y promover la sostenibilidad en el sector.

En mi experiencia, establecer pautas en el sector de generación eléctrica convencional es crucial para modernizar infraestructuras, mejorar la eficiencia operativa y garantizar una transición energética sostenible. **Frente a los crecientes consumos globales de energía tanto por el crecimiento vegetativo como por las condiciones generadas por el calentamiento global.** Sin estas directrices, se corre el riesgo de ineficiencias y mayor vulnerabilidad ante la volatilidad del mercado energético.

Justificación y alcance de la investigación.

Establecer pautas de innovación en el sector termoeléctrico argentino es fundamental en el contexto actual de transición energética global. La creciente conciencia sobre el cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero están impulsando a los países a buscar fuentes de energía más limpias y sostenibles. En este sentido, la transición hacia un modelo energético más diversificado y basado en fuentes renovables se ha convertido en un paradigma imperativo para abordar los desafíos ambientales y promover la seguridad energética a largo plazo.

En Argentina, la promoción de la innovación en el sector termoeléctrico no solo es una respuesta a los imperativos ambientales, sino también una necesidad socioeconómica. La modernización de la infraestructura energética y

la adopción de tecnologías más eficientes pueden contribuir significativamente a mejorar la competitividad del país en el mercado global, atrayendo inversiones y generando empleo en sectores relacionados con la investigación, el desarrollo y la implementación de nuevas soluciones energéticas

Además, establecer pautas de innovación en el sector termoeléctrico argentino responde a las necesidades sociales de garantizar un acceso equitativo y sostenible a la energía para todos los ciudadanos. La diversificación de la matriz energética y la incorporación de fuentes renovables pueden ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y a democratizar el acceso a la energía, especialmente en áreas rurales o de bajos recursos, donde la electrificación aún es limitada.

Asimismo, la innovación en el sector termoeléctrico argentino puede contribuir a mitigar los impactos socioeconómicos negativos asociados con la dependencia de combustibles fósiles, como la volatilidad de los precios del petróleo y el gas. La incorporación de tecnologías más eficientes y sostenibles puede reducir la vulnerabilidad del país a las desviaciones energéticas y promover una mayor estabilidad económica a largo plazo.

Finalmente, es necesario el análisis de las empresas del sector termoeléctrico convencional (no incluye a las termoeléctricas nucleares) dentro de la República Argentina para detectar las capacidades de eliminar, sustituir o modernizar la estructura a los fines de reducir el impacto ambiental, eficientizar los modelos económicos de los mismos y prolongar los ciclos de vida de las generadoras termoeléctricas convencionales.

Estructura del trabajo

Para contar con un esquema de trabajo ordenado y secuenciado que permita un mejor entendimiento de la problemática y sus análisis, se dividió el trabajo en cuatro capítulos.

El primer capítulo presenta el marco teórico operativo referido al sistema nacional de innovación, sus elementos y la interacción con su entorno en particular en el mercado eléctrico mayorista dando a la presente investigación instrumentos para el análisis del mismo.

El segundo capítulo intenta caracterizar la matriz de energía eléctrica argentina, historia, composición, funcionamiento y algunas perspectivas del mismo. Enfocándose principalmente en las empresas de generación termoeléctrica de combustible fósil.

En el tercer capítulo, se empleará la información previamente examinada para analizar diversos documentos científicos y reportes de asociaciones especializadas. Este enfoque contribuirá a la consecución de varios objetivos establecidos para la elaboración de escenarios más eficaces en la gestión de los recursos económicos, ambientales y sociales.

En el Cuarto capítulo se presentará las conclusiones y la perspectiva en cuanto a innovación y energía termoeléctrica en la Argentina.

Capítulo 1

Sistema Nacional de Innovación

¿Qué es la Innovación?

Existen varias definiciones acerca de que es considerado una innovación, algunas de las más importantes y utilizadas actualmente son:

- La innovación como la introducción en el mercado de un nuevo producto o proceso, capaz de aportar algún elemento diferenciador, la apertura de un nuevo mercado o el descubrimiento de una nueva fuente de materias primas o productos intermedios (Schumpeter, 1934).
- La innovación sistemática consiste en la búsqueda organizada y con un objetivo, de cambios, y en el análisis sistemático de las oportunidades que ellos, (los cambios) pueden ofrecer para la innovación social o económica. (Drucker,1985).
- La creación y desarrollo de nuevos productos, servicios, procesos, métodos y sistemas, derivados del trabajo colaborativo entre usuarios finales y proveedores (Von Hippel,2005).

Localmente uno de los abordajes teóricos más difundidos en esta línea es el de los sistemas nacionales de innovación (Lundvall, 1992; Freeman, 1995; Nelson, 1993). Desde este enfoque, la clave del desarrollo se encuentra en la creación de competencias entre los actores del sistema; un sistema con límites geográficos asociados al ámbito nacional, pero no de manera excluyente. La creación de competencias, por su parte, se relaciona con la capacidad de crear, difundir y aplicar conocimiento. La innovación es, de hecho, la aplicación y apropiación de conocimiento (Lundvall, 1992).

A partir de estas definiciones el Manual de Oslo en su tercera versión del 2006 reconoce que la producción, explotación y difusión de conocimiento son

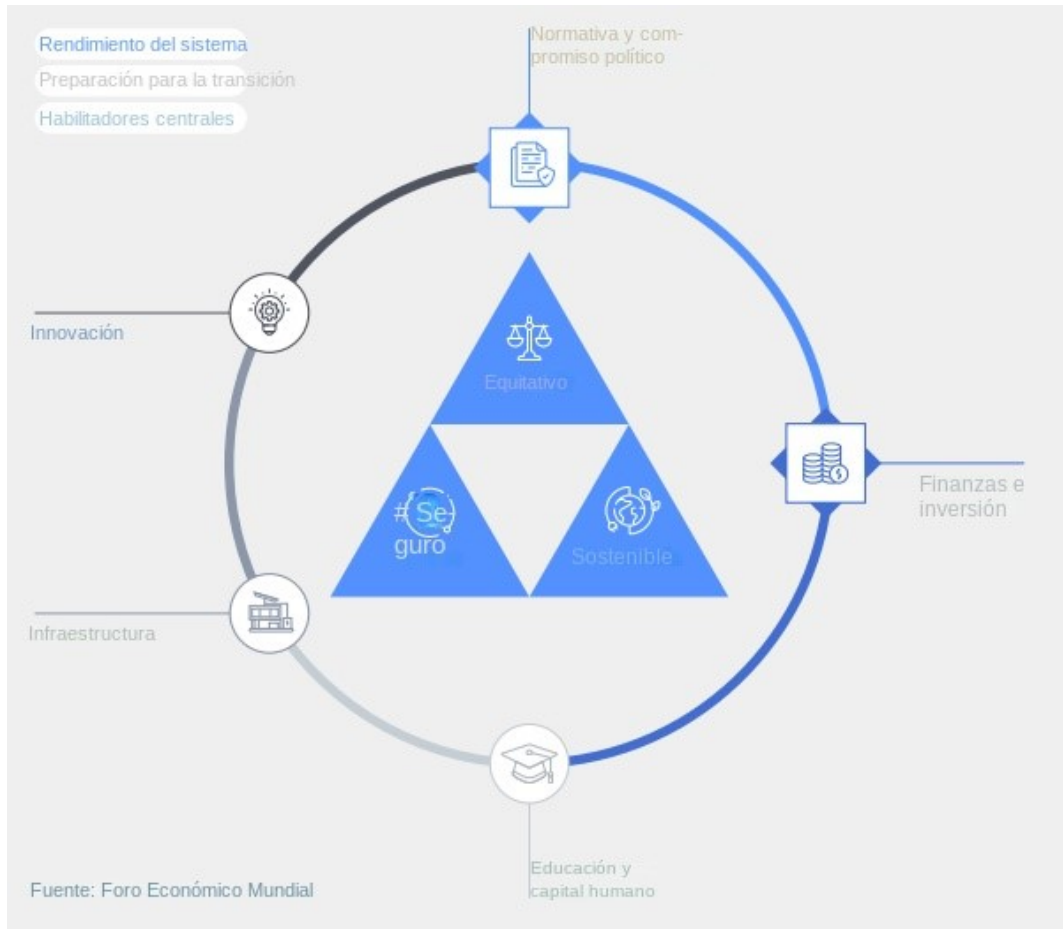
indispensables para el crecimiento económico, el desarrollo y el bienestar de las naciones. Por lo tanto, es esencial la mejora de la medida de la innovación mientras pasa el tiempo. Para eso es necesario establecer indicadores a los fines de generar una base para poder comparar y analizar la evolución de los procesos de innovación y de transición en la generación eléctrica.

Actualmente el conjunto de indicadores más utilizado en generación eléctrica (En general, lo que incluye la energía termoeléctrica convencional) es el Índice de Transición Energética (ETI, por sus siglas en inglés) del Foro Económico Mundial que es una herramienta que evalúa y compara el desempeño de los sistemas energéticos de diferentes países en base a 3 términos:

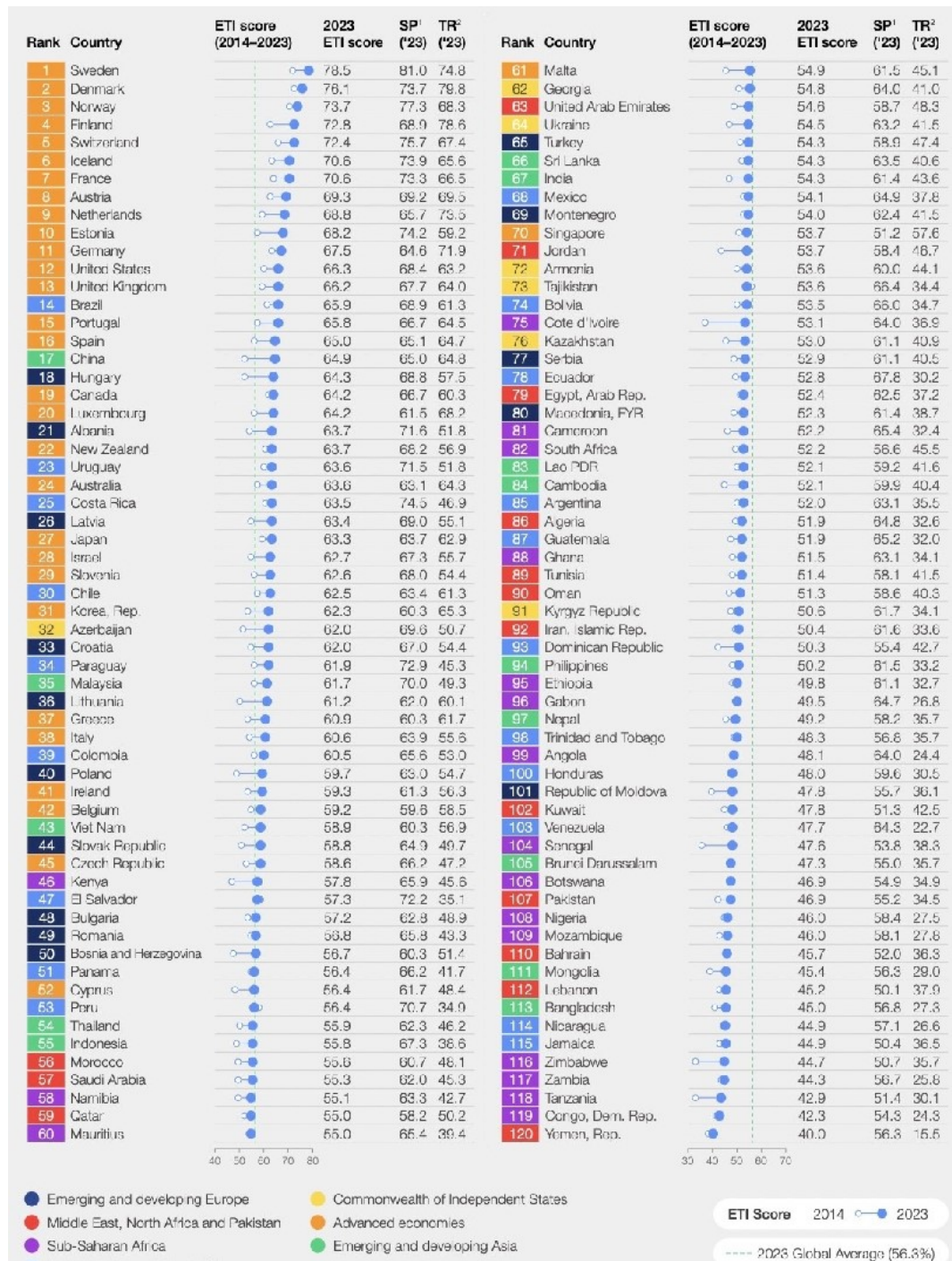
- **Sostenibilidad:** Mide el impacto ambiental del sistema energético del país. Incluye factores como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la adopción de energías renovables y otras medidas para mitigar el cambio climático.
- **Seguridad:** Se establece en base a la diversidad de fuentes energéticas, en los socios comerciales en materia energética y en la resiliencia de los procesos energéticos.
- **Accesibilidad:** Evalúa la capacidad del país para proporcionar acceso confiable y asequible a la energía para todos sus ciudadanos.

Su objetivo es proporcionar una visión clara de cómo los países están gestionando la transición hacia sistemas energéticos más sostenibles y eficientes, y qué tan preparados están para el futuro.

El rol de la innovación en el ETI (Energy Transition Index) es crucial para la transición energética, ya que la innovación impulsa la creación y adopción de nuevas tecnologías y prácticas que pueden mejorar la eficiencia energética, reducir las emisiones de carbono y promover el uso de energías renovables. También se destacan otros factores necesarios como la capacitación del capital humano, la generación de un marco regulatorio claro y el fomento de inversiones e infraestructura para el desarrollo sostenible del sistema.



En su informe del 2023 elabora un cuadro comparando 120 países y ubicando a Argentina en el lugar 85.



World Economic Forum, Fostering Effective Energy Transition(2023).

Utilizando estos indicadores, es importante entender lo que es un sistema de innovación empresarial. De las muchas definiciones existentes, podemos decir que es el conjunto de elementos que, articulados, facilitan el proceso de innovación al interior de una empresa estableciendo que la gestión de la innovación no es cuestión de hacer una o dos cosas excepcionalmente buenas, sino tener un desempeño sistémico integral (Pavitt 2009). Es decir, la innovación empresarial debe ser administrada como un sistema.

Según Pavitt, un sistema de innovación empresarial deberá contar el desarrollo de comportamientos organizacionales específicos tales como:

- Proveer una base estratégica de soporte que permita establecer trayectorias tecnológicas.
- Procesos organizacionales y posicionamientos de mercado en términos de objetivos y metas a ser alcanzadas.
- Desarrollar interacciones proactivas entre los actores involucrados en el proceso innovador al interior y exterior de la empresa.
- Crear mecanismos efectivos para la operación del proceso innovador en términos de desarrollar herramientas efectivas para cada una de las etapas componentes del proceso.
- Construir un contexto organizacional que permita establecer la cultura y las competencias requeridas para el desarrollo del proceso de innovación.
- Desarrollar capacidades de aprendizaje para la gestión de la innovación de tal forma que el sistema pueda ser monitoreado, revisado y ajustado conforme las necesidades y los resultados así lo demanden.

También debemos tener en cuenta que la política de la innovación se ha desarrollado a partir de la política de la ciencia, de la tecnología y de la política industrial. El conocimiento en todas sus formas desempeña un papel crucial en el progreso económico y la innovación es un fenómeno complejo y sistémico. (Manual de Oslo, 2006)

A su vez el conocimiento y la tecnología se han hecho cada vez más complejos, realzando los vínculos entre las empresas y otras organizaciones como medio de adquisición de conocimientos especializados.

A modo de ejemplo de relaciones externas las empresas y los proveedores de equipos tecnológicos se han ido estrechando con el tiempo, los proveedores se ocupan tanto de los servicios básico como instalación, calificación y estudio de performance de los equipos como de la especialización de la mano de obra, las distintas capacitaciones que se brindan a los operarios de los equipos ante la necesidad de adquirir todas las herramientas necesarias para ser críticos respecto al uso del equipo (a los fines de optimizar el uso del mismo tanto en el proceso como en el consumo de las distintas materias primas que se utilizan). También estas herramientas amplían el conocimiento del operario en otros procesos propios de la empresa los cuales les brinda por un lado oportunidades personales de crecimiento y desarrollo.

Tipos de Innovación.

La Edición del Manual de Oslo de 2006 establece principalmente cuatro tipos de innovaciones en la empresa:

- Innovaciones de productos: Implican cambios significativos en las características del bien o servicio existente o la creación de nuevos bienes o servicios.
- Innovaciones de proceso: Implican cambios significativos en los procesos de producción o distribución.
- Innovaciones organizativas: Se refieren a la puesta en práctica de nuevos métodos de organización. Pueden ser cambios en la práctica de la empresa, en la organización en el lugar de trabajo o en las relaciones exteriores de la empresa.
- Innovaciones de mercadotecnia: Implican la puesta en práctica de nuevos métodos de comercialización.

A los anteriores tipos de Innovaciones establecidas por la OCDE en el manual de Oslo, es importante, a mi criterio, agregar dos tipos de innovaciones que con el paso del tiempo se están estableciendo como un criterio a la par de la innovación puramente económica. Las mismas son:

- Innovación ambiental.
- Innovación social.

La cuestión socioambiental no es un problema que deba ser resuelto únicamente por parte de políticas gubernamentales. Las organizaciones no son inmunes a esta realidad. Por el contrario, como todo sistema complejo en la búsqueda del equilibrio que garantice la supervivencia a largo plazo, las empresas deben responder eficazmente a una doble regulación dinámica. Por un lado, lograr un cierto nivel de eficiencia y cuota de mercado, lo cual requiere optimizar el uso de sus recursos y capacidades, que son siempre limitadas –ajuste competitivo–. Por otra parte, conquistar un cierto grado de coherencia con la sociedad en la que desarrollan su actividad –ajuste de legitimidad– (Rodríguez; Millan; Montes; 2016).

Es fundamental desvincular las innovaciones socioambientales de los tipos de innovación establecidos por el Manual de Oslo, tales como las innovaciones de proceso, producto, organizacional y, especialmente, las de marketing. Las innovaciones socioambientales deben ser emprendidas de manera independiente y con un compromiso genuino hacia la sostenibilidad y la responsabilidad social, en lugar de ser utilizadas como herramientas de marketing ambiental que, en muchos casos, solo buscan mejorar la imagen corporativa sin realizar cambios significativos. Este enfoque crítico resalta la necesidad de que las empresas adopten prácticas ambientales auténticas y sustanciales, más allá de las campañas de difusión que a menudo minimizan el impacto real de sus actividades en el medio ambiente. Al priorizar las acciones concretas y efectivas en el ámbito socioambiental, se asegura que estas innovaciones no sean meramente un ejercicio de relaciones públicas, sino un verdadero compromiso con la preservación del entorno y el bienestar de las

comunidades.

Una segunda clasificación muy utilizada es según el grado de originalidad (Rojas 2012).

- **Innovación Incremental:** Consisten en pequeñas modificaciones y mejoras que contribuyen, en un marco de continuidad, al aumento de la eficiencia o de la satisfacción del usuario o cliente de los productos y procesos. Consisten también en cambios de productos o procesos “insignificantes”, menores o que no involucran un suficiente grado de novedad, refiriéndose esta novedad a la estética u otras cualidades subjetivas del producto. La innovación incremental se produce cuando se agrega (o quita, o combina, o resta, o suplanta) una parte a un producto o servicio.
- **Innovación Radical o Disruptiva:** Estas se producen con productos y procesos nuevos, completamente diferentes a los que ya existen; son cambios revolucionarios en la tecnología y representan puntos de inflexión para las prácticas existentes.

Otra Clasificación en base a su resultado puede ser:

- Innovación exitosa.
- Innovación en curso.
- Innovación abandonada.

Si bien es difícil recabar datos sobre esta clasificación, el análisis y la medición de estos es muy importante a mediano plazo ya que a partir de establecer este indicador dará mayor certeza a la hora de ver los beneficios económicos, sociales o ambientales.

Sistema Nacional de Innovación.

El Sistema Nacional Argentino de Innovación (SNI) es una estructura que busca promover y fortalecer la innovación en Argentina. Está compuesto por una serie de actores, políticas y programas que trabajan en conjunto para fomentar la generación de conocimiento, la transferencia tecnológica y el desarrollo de la innovación en el país.

Tiene sus raíces en las políticas y acciones implementadas en el campo de la ciencia y la tecnología desde mediados del siglo XX. Durante este período, se crearon instituciones que sentaron las bases para la promoción de la investigación y el desarrollo tecnológico en el país entre ellas la comisión nacional de energía atómica (1950), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1956), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (1957).

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) se creó en 1958, el principal organismo de la promoción de ciencia y técnica en la Argentina. Formalizando lo que actualmente se conoce como investigación y desarrollo. Sentando las bases de la estructura científica actual (Personal, Infraestructura e instituciones).

En 1970, el triángulo de Sabato esquematiza la importancia de las vinculaciones entre la oferta de conocimiento, las empresas y el sector público (Sabato y Botana, 1970). En esa misma época, Amílcar Herrera (1971) resaltaba la importancia de articular los incentivos del entorno con las políticas públicas de promoción de la industrialización. La ciencia, la tecnología, la innovación y la creación de capacidades eran elementos clave para traccionar el desarrollo tecnológico y los primeros trabajos de impacto socioambiental.

En 1971 se elaboró el primer plan nacional de ciencia y tecnología, algo que no se retomaría hasta 1997 debido a un periodo de inestabilidad política y económica.

Durante finales de los noventa se entra en una etapa de modernización en base a lineamientos realizados por organismos mundiales de crédito como el BID (Banco Interamericano de desarrollo). En esta época se crearon la

Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) (1995) y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT) (1997). Programas que optimizaron la formación superior y las herramientas políticas y financieras locales.

Las políticas de innovación fueron adoptadas en un contexto de empresarios que invierten poco en I+D y que, cuando innovan, en general lo hacen para el mercado local y en pocos casos se trata de innovaciones para el mercado mundial capaces de aumentar la competitividad. Los datos de la segunda encuesta nacional de innovación (1998-2001) señalan la baja inversión en actividades de innovación como proporción de las ventas realizadas por las empresas manufactureras argentinas (Gordon, 2013).

La Ley 25.467 de Ciencia, Tecnología e Innovación sancionada en 2001 ordenó el conjunto de reglamentaciones que regían al sector, estableció la realización de planes plurianuales para la orientación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

El proceso de recuperación institucional fue particularmente destacable en el caso del CONICET, destacándose la ampliación y fortalecimiento institucional del principal organismo ejecutor de I+D del país. Todo esto buscando promover la innovación como motor de la competitividad y el desarrollo económico y social en Argentina.

En los últimos años, se ha trabajado en la consolidación y fortalecimiento del SNI argentino. Se han implementado programas y políticas para fomentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimiento, así como para promover la vinculación entre los sectores público y privado. A su vez el modelo de Sabato ha sido reevaluado. Hoy en día, se propone un "Sabato 4.0" que reconoce la relevancia de los startups. Principalmente las reconocidas como "deep tech" para identificar a aquellas startup que además de estar fundadas sobre un descubrimiento científico o una innovación tecnológica se plantean dar respuesta a problemas relacionados con una mejor calidad de vida y protección del ambiente.

Según Mario Albornoz (investigador de CONICET especialista en ciencia y desarrollo) “casi todos los diagnósticos sobre la ciencia y la tecnología en América Latina necesitan aumentar la inversión pública y privada en I+D, fortalecer la base científica aumentando el número de investigadores con equipamiento adecuado, modernizar las universidades, crear un sistema eficiente de reconocimiento de títulos universitarios, fortalecer los sectores productivos más dinámico. Mientras la innovación no sea un valor apreciado en la sociedad es difícil que las startup dejen de ser una excepción. El cambio tecnológico acelerado genera nuevas culturas pero también nuevas resistencias, sobre todo en sociedades que no han podido solucionar los problemas básicos de la salud, la educación, el trabajo y el nivel de ingresos de gran parte de la población. Modificar esta condición sólo será posible si el vértice gobierno también se actualiza y encuentra respuestas innovadoras, lo con políticas públicas más inteligentes, coordinadas y transversales. Las empresas innovadoras no solamente requieren el apoyo de la política científica, sino también de una política industrial, financiera y económica que las acompañe. Podemos tener buenos investigadores y costos bajos, pero eso sólo no hace un país innovador”

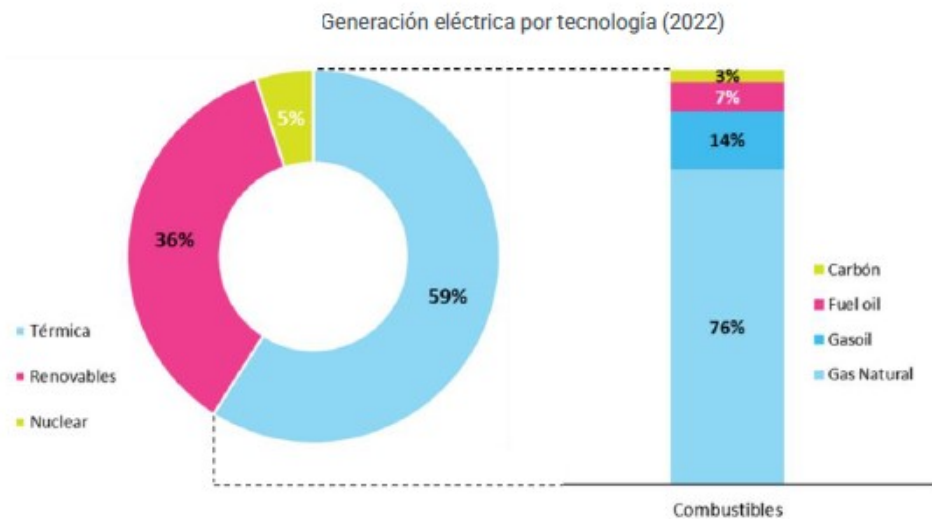
La innovación industrial en el sector Termoeléctrico Argentino.

Argentina ha dependido históricamente en gran medida de la generación de energía termoeléctrica para satisfacer sus necesidades energéticas. El sector termoeléctrico argentino enfrenta desafíos importantes a la hora de adaptarse al paradigma de la transición energética priorizando principalmente la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética. Estos desafíos han impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras en la industria.

En base a las clasificaciones de innovación previamente señaladas y desarrolladas en el Manual de Oslo podemos identificar algunos puntos que fueron llevados a cabo en el sector argentino.

En los últimos años, ha habido un enfoque en la mejora de la eficiencia de las plantas termoeléctricas argentinas. Esto incluye la modernización de equipos, la adopción de tecnologías más limpias y la implementación de prácticas de gestión energética avanzadas.

La matriz eléctrica argentina es principalmente térmica, seguida por la generación renovable y nuclear. La componente térmica actualmente representa el 59%, la cual tiene como principal combustible al gas natural. La generación renovable incluye hidroeléctricas mayores de 50 MW y las renovables alcanzadas por la ley 27.191.



Subsecretaría de Planeamiento energético, mayo 2023 con datos de CAMMESA 2022.

Desarrollo de Innovación en Argentina:

- **Innovaciones de Proceso.**

La innovación de proceso en las plantas termoeléctricas se centra en mejorar la eficiencia de los recursos utilizados para generar de manera más eficiente energía eléctrica y paralelamente reducir la generación de emisiones ambientales.

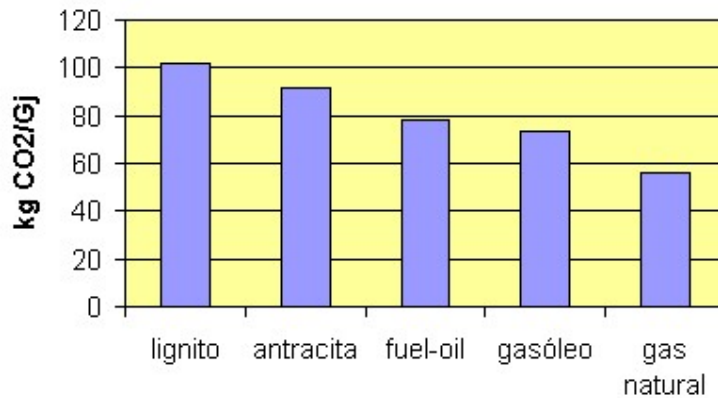
Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España, el gas natural es el combustible fósil con menor impacto medioambiental de todos los utilizados en la actualidad, tanto en la etapa de extracción, elaboración y transporte, como en la fase de utilización.

Respecto a la fase de extracción, la única incidencia medioambiental está ligada a los pozos en los que el gas natural se encuentra ligado a yacimientos de petróleo que carecen de sistemas de reinyección. En esos casos el gas se considera como un subproducto y se quema en antorchas. Por otro lado, la transformación es mínima, limitándose a una fase de purificación y en algunos casos, eliminación de componentes pesados, sin emisión de efluentes ni producción de escorias.

Las consecuencias atmosféricas del uso del gas natural son menores que las de otros combustibles por las siguientes razones:

- La menor cantidad de residuos producidos en la combustión permite su uso como fuente de energía directa en los procesos productivos o en el sector terciario, evitando los procesos de transformación como los que tienen lugar en las plantas de refino del crudo.
- La misma pureza del combustible lo hace apropiado para su empleo con las tecnologías más eficientes: Generación de electricidad mediante ciclos combinados, la producción simultánea de calor y electricidad mediante sistemas de cogeneración, climatización mediante dispositivos de compresión y absorción.
- Se puede emplear como combustible para vehículos, tanto privados como públicos, mejorando la calidad medioambiental del aire de las grandes ciudades.
- Menores emisiones de gases contaminantes (SO₂, CO₂, NO_x y CH₄) por unidad de energía producida.

EMISIÓN DE CO2 EN LA COMBUSTIÓN



LIGNITO	ANTRACITA	FUEL-OIL	GASÓLEO	GAS-NATURAL
100	90	79	70	58

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico de España.

Durante el siglo XXI, Argentina ha experimentado un aumento en la construcción de plantas de ciclo combinado en un esfuerzo por mejorar la eficiencia de la generación de electricidad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas plantas suelen utilizar gas natural como combustible principal debido a su eficiencia y menor impacto ambiental.

A partir de la incorporación progresiva de instrumentos de medición y control, producido en las últimas décadas, se modificó el rol del operario en cuanto a su actuación física en la planta. Actualmente un operario lleva adelante la supervisión y vigilancia del proceso desde centros de control que pueden estar situados tanto dentro del propio proceso como en salas aisladas. Estas innovaciones posibilitaron a su vez, la fabricación de productos complejos, electrónicos y automáticos que establecen mejoras en condiciones las condiciones de calidad tanto del proceso como de la calidad laboral del operador, resultados difíciles de alcanzar mediante un control exclusivamente manual.

- **Innovaciones de Producto.**

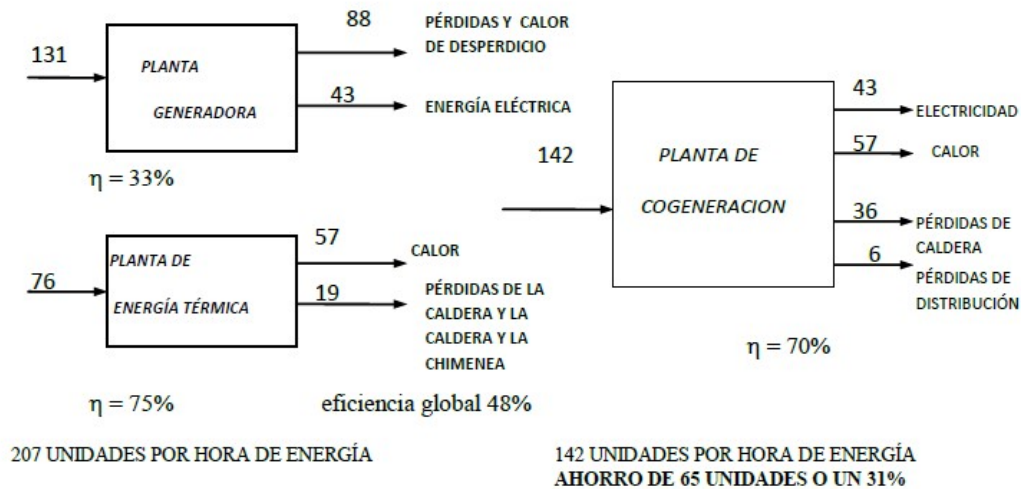
Históricamente una central termoeléctrica convencional es una instalación empleada en la generación de energía eléctrica a partir de energía térmica proporcionada por un combustible fósil como el carbón, el diesel o el gas.

Son consideradas las centrales más económicas, por lo que su utilización está muy extendida en el mundo económicamente avanzado y en el mundo en vías de desarrollo, a pesar de que estén siendo criticadas debido a su elevado impacto medioambiental.

La innovación de producto más común realizada en la actualidad es la cogeneración. La cogeneración se define como la producción secuencial de energía eléctrica o mecánica y de energía térmica aprovechable en los procesos industriales a partir de una misma fuente de energía primaria, y es hoy, una alternativa como método de conservación de la energía para la industria.

La mayoría de los procesos industriales y aplicaciones comerciales, requieren de vapor y calor. Así ellos pueden combinar la producción de electricidad y calor para los procesos, optimizando energía que de otra forma se desaprovecharía como ocurre con las centrales termoeléctricas convencionales, a esta forma de eficientizar el calor de desecho se lo conoce como cogeneración (Rivera Hernández 2013).

Cogeneración contra Sistema Convencional



Esquema de Cogeneración contra sistema convencional. Adaptado de “Metodología para el análisis de previabilidad en los sistemas de cogeneración”, Rivera Fernández 2013.

Esto permite que el combustible que se agregue a un proceso para generar energía eléctrica por cogeneración sea mucho menor que en las plantas convencionales.

Las plantas de cogeneración a menudo se encuentran en sectores industriales, como la petroquímica, la alimenticia y la manufactura, donde se aprovecha el calor residual para aplicaciones de calefacción o procesos industriales.

Por ejemplo, en el año 2021 se inauguró en la ciudad de San Lorenzo provincia de Santa Fe, el complejo térmico San Lorenzo, la planta de cogeneración de energía eléctrica y vapor más grande y eficiente en Argentina, que cuenta con una turbina de gas y una turbina de vapor que operan en ciclo combinado.

El mismo fue concebido con dos fines: la generación de energía eléctrica para el Sistema Interconectado Nacional y la entrega de vapor, a través de un vapoducto de 1,5 kilómetro de longitud a Terminal 6, uno de los complejos agroindustriales exportadores más importante de América Latina. Esto disminuye el uso de combustibles fósiles, reduciendo las emisiones generadas por el complejo agroindustrial.

La misma está compuesta por:

- Turbina de Gas (TG) marca Siemens modelo SGT5-4000 F, de 270 MW netos.
- Turbina de Vapor (TV) marca Siemens Modelo SST600, de 95 MW netos.
- Exportación de vapor hacia la firma T6 Industrial S.A. para su proceso productivo, de hasta 370 t/h de vapor, en dos niveles de presión.

Es importante destacar que la transformación de ciclos simples a ciclos combinados y la promoción de la cogeneración son procesos a largo plazo que requieren una planificación cuidadosa y coordinación entre el gobierno, la industria y otras partes interesadas.

- **Innovaciones organizacionales.**

En 1991, el Gobierno Nacional encaró un amplio proceso de privatización de las principales industrias estatales, incluyendo los sectores de generación, transporte y distribución de electricidad.

En enero de 1992, el Congreso de la Nación aprobó el Marco Regulatorio Eléctrico bajo la Ley N° 24.065 que estableció los lineamientos para la reestructuración y privatización del sector eléctrico. El objetivo de la ley fue el de modernizar el sector eléctrico promoviendo la eficiencia, competencia, mejora en la calidad de servicio y promoción de la inversión privada.

El desempeño del sector mostró una significativa disminución del precio eléctrico mayorista, un dinámico proceso de inversión (principalmente en el sector de generación), una mayor cobertura a usuarios finales y, en general, una mejor calidad de suministro. Estos hechos, entre otros, se destacaron como claros éxitos de la reforma, de tal modo que la experiencia argentina se ha presentado como un modelo de estudio exitoso (Petrecolla y Romero, 2003).

No hubo grandes innovaciones en la estructura organizacional del sector energético argentino a desde ese momento, a partir de las constantes crisis económicas y sociales, se modificaron los criterios de ajuste de precios a nivel mayorista intentando la normalización de la prestación con tarifas que por un lado pudieran ser afrontadas por la población y por otro que las mismas fueran suficientes para permitir a las empresas funcionar y cumplir con sus obligaciones (Petrecolla y Romero, 2003).

- **Innovación de Mercadotecnia.**

El marketing ecológico ha traspasado el concepto puro y duro de energías renovables, migrando hacia la importancia de mejorar la eficiencia energética. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA), en 2035 el 30% del consumo energético provendrá de energías renovables. (Ortega, 2023).

La transición energética es una realidad en la que las empresas de generación eléctrica invierten e innovan para adaptar su imagen al nuevo paradigma en el cual la sociedad ve los esfuerzo que la misma realiza para ser una empresa que sea amigable con el ambiente.

Las grandes empresas tienden a invertir en otros productos de generación renovable (eólico, solar), muchas veces no solo como fuente de ingreso sino para generar una imagen amigable con el ambiente.

El gran relegado de la innovación: El ambiente

A la hora de hablar de innovación los referentes generalmente son economistas o profesionales afines al tema (Drucker, Schumpeter), donde el término está directamente asociado a la generación de valor y al modelo de negocios.

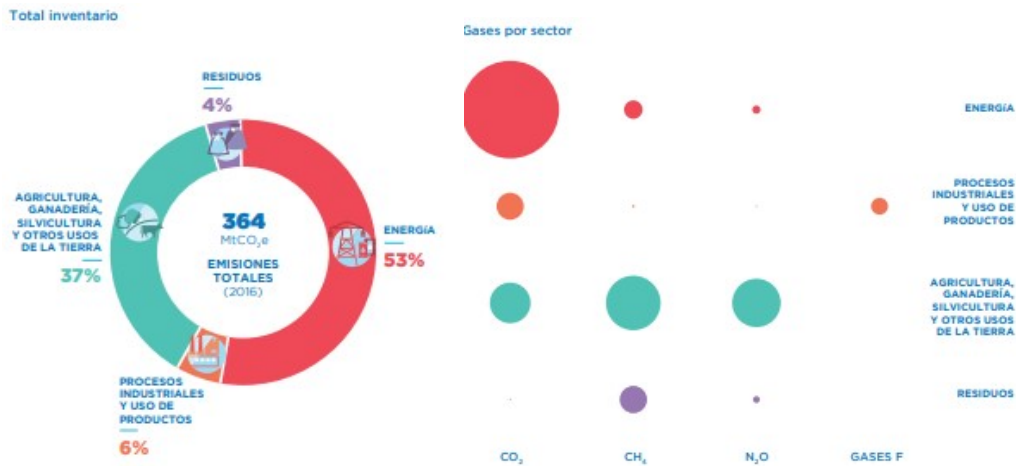
El modelo de innovación tradicional no contempla a la población más vulnerable dentro de sus objetivos, y puede no tocar problemáticas ambientales. A pesar de esto, se cree que se está produciendo un cambio de

paradigma en el enfoque de la innovación, pasando de estar únicamente ligada en la generación de productividad, a ser utilizada también como herramienta para resolver problemas sociales y ambientales (Ministerio de Economía de Chile, 2014).

Como solución al deterioro medioambiental, las empresas a nivel mundial están en la búsqueda de implementar nuevas tecnologías y cambios en sus procesos para disminuir el impacto negativo a la naturaleza, las mismas que se las conocen como empresas sostenibles o sustentables, empresas socialmente responsables o como eco-innovación (Campuzano, et al, 2011).

La innovación socioambiental es fundamental para abordar los desafíos contemporáneos relacionados con el cambio climático y la sostenibilidad, integrando soluciones tecnológicas con prácticas sociales y económicas responsables. A pesar de que numerosos temas ya son discutidos ampliamente en la sociedad, la implementación diaria de innovaciones socioambientales es esencial para lograr un impacto tangible y duradero. Esta integración no solo promueve un uso más eficiente de los recursos y la reducción de emisiones, sino que también fomenta un cambio cultural hacia una mayor conciencia y responsabilidad ambiental, impulsando a individuos y comunidades a adoptar hábitos más sostenibles y a contribuir activamente a la preservación del planeta para las futuras generaciones

El sector termoeléctrico no puede dejar atrás este tipo de innovación, acorde al inventario de gases de efecto invernadero realizado por la dirección nacional de cambio climático, este es el principal generador de gases de efecto invernadero.



Inventario Nacional de gases de efecto invernadero de Argentina (2019).

Es necesario para esto un proceso de gestión integral del ambiente y sus respectivas innovaciones. La gestión empresarial del ambiente es un tema complejo que no se puede considerar de forma fragmentada y, aunque las decisiones se basen en informaciones o en datos aislados, cada una de ellas afecta y se ve afectada por las diferentes áreas de la empresa. Por eso, la correcta adopción de decisiones en relación con la puesta en práctica de una actuación empresarial ecológica sólo puede darse si se tiene en cuenta el contexto general en el que se desenvuelve la empresa y se desarrolla una capacidad de pensamiento global.

Capítulo 2

Matriz energética Argentina

Historia y Evolución de la Matriz Energética en Argentina.

En esta sección se realiza un resumen del estudio “Evolución de la matriz eléctrica Argentina” desarrollado por Jensen, Zamora y Rimancus pertenecientes a la gerencia de planificación coordinación y control de la Comisión de Energía Atómica.

Desde sus orígenes a fines del siglo XIX, en 1886 la ciudad de La Plata tuvo la primera usina funcional de Sudamérica la cual estaba desarrollada para alimentar 200 focos de luz.

En 1907 CABA entrega la monopolización de la producción, venta y distribución de energía a la Compañía Transatlántica Alemana de Electricidad, la cual estableció y unificó las tensiones (220v) y frecuencia (50 Hz) que se siguen usando en la actualidad.

Para 1910 se estimaba que en la Argentina había alrededor de 6.800 motores eléctricos (Jensen Zamaron Rimancus 2019) los cuales alimentaban principalmente las empresas y los sistemas de transporte eléctrico como el tranvía. Las usinas de esa época utilizaban como combustible el carbón.

En la década del 20 se destaca el comienzo de la masificación en el uso de los electrodomésticos los cuales se irán acentuando con el paso del tiempo aumentando el consumo per capita.

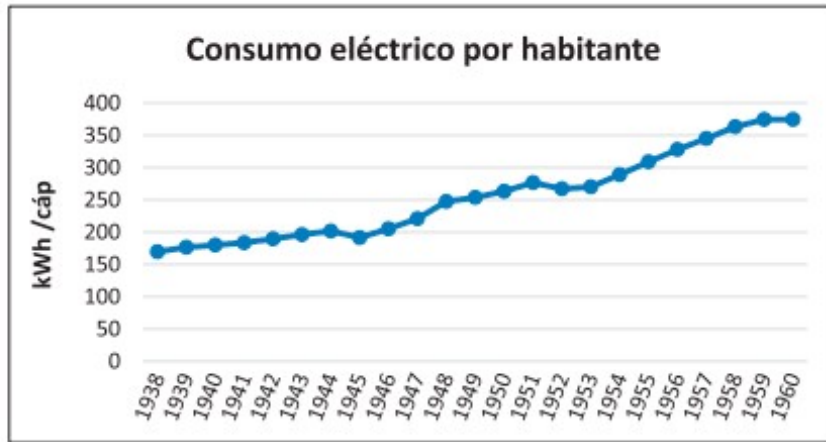


Figura : Evolución del consumo eléctrico por habitante a nivel país (1938-1960)

Evolución matriz eléctrica Argentina, Revista CNEA Año XVIII Número 69-70

En la década de 1940, existió un sistema de servicios eléctricos locales autónomos, dominado por un conjunto reducido de empresas multinacionales.

En 1950 con la creación de la dirección de agua y energía el estado comienza a tener un rol en la generación de políticas y en la articulación de los distintos actores del Mercado Eléctrico. También fue un periodo de gran innovación ya que se investigó y desarrolló la mayor cantidad de empresas hidroeléctricas en el país.

En 1960 podemos destacar el primer balance energético nacional el cual servía para planificar y establecer estrategias energéticas. También en esta década se comenzó a sustituir al carbón por el gas como fuente principal combustible.

La década de 1970 en materia energética es una década importante, a principio de la década se destacan dos hechos importantes. En primer lugar, la crisis del petróleo que generó un aumento del precio, unido a la gran dependencia que tenía el mundo industrializado del petróleo, en segundo lugar, la Cumbre de la Tierra en Estocolmo que fue el primer congreso reconocido de cuestiones ambientales marcando un punto de inflexión en las políticas internacionales del tema.

En Argentina esto generó varios hitos energéticos en la historia del país entre los que podemos destacar la creación de la primera central nuclear “Atucha I”, y la creación de las primeras grandes represas Hidráulicas Binacionales. Estos procesos fueron profundizados en la siguiente década sin grandes cambios.

En la década de 1990, convivieron empresas estatales, cooperativas y privadas multinacionales, dentro de un sistema que se fue integrando nacionalmente en forma progresiva. Hasta este momento las empresas del estado nacional abarcaban todos los sectores del proceso.

Desde el año 1991 a partir de varias regulaciones de la Secretaría de Energía y de la generación de la Ley 24.065 (Marco Regulatorio de la Energía Eléctrica) se estableció un sistema mayoritariamente privado, con algunas empresas estatales de importancia, dividido principalmente en tres sectores (generación, transporte y distribución). A pesar del cambio aún quedan empresas provinciales que subsistieron a esta regulación como EPEC en Córdoba o EPE en Santa Fe.

Como parte de dicha ley se crean además 3 organismos fundamentales en el Sistema argentino de Interconexión TRANSENER SA, EMRE y CAMMESA SA los cuales serán detallados en la próxima sección del trabajo.

En 1994, destaca la incorporación de Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante la sanción de la Ley N° 24.295 con el objetivo de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático y en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático.

En este año se incorporó a la matriz energética una nueva tecnología, la primera puramente de generación renovable, como son las turbinas eólicas. El primer parque eólico comercial del país “Antonio Morán” (inicialmente con 500

Kw), en Comodoro Rivadavia marcó un hito en la generación renovable.

Entre 1997 y 2001 se incorporan gran cantidad de ciclos combinados impulsado por los bajos precios del gas.

La década del 2010 trajo innovaciones en la generación de energía, empezaron a utilizarse los biocombustibles tanto de manera pura para la generación de energía como en mezclas con combustibles fósiles según la ley N° 26.093.

En el año 2012 en la provincia de San Juan se inauguró el primer parque solar fotovoltaico del país, Cañada Honda, cuya potencia alcanza los 7 MW, los parques irán creciendo en la proporción de generación de energía Argentina a partir de la Ley N° 27.191 de “Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica”.

Desde 2019 existen los Lineamientos para un Plan de Transición Energética al 2030 elaborados por la secretaría de Energía como una pieza central del planeamiento energético, con el objeto de brindar insumos para la toma de decisiones a todos los actores involucrados a los fines de efficientizar costos, disminuir el impacto ambiental y optimizar los aspectos sociales relacionados.

Se destaca en este informe la diversificación de la matriz de generación eléctrica, reduciendo la participación térmica (entre 32% y 43% en 2030, frente a 64% en 2018), la cual pasaría de ser un tercio libre de emisiones a ser aproximadamente dos tercios provenientes de fuentes limpias.

Esto evidencia la urgente necesidad del sector termoeléctrico de proseguir con la investigación, el desarrollo y la innovación para ajustarse a estos lineamientos.

Actores del mercado eléctrico argentino.

Luego de conocer la historia y evolución de la matriz de generación eléctrica en Argentina, es importante conocer los actores del mercado eléctrico mayorista mostrando los roles y funciones que tiene cada uno en el mismo. Enfocándose especialmente en los generadores como parte esencial del trabajo.

Generadores.

Se considera generadores a las centrales de una o más centrales eléctricas o concesionarios de servicios de explotación de acuerdo a la ley 15.336 que coloquen su producción en forma total o parcial en el sistema de transporte y /o distribución sujeta a jurisdicción nacional.

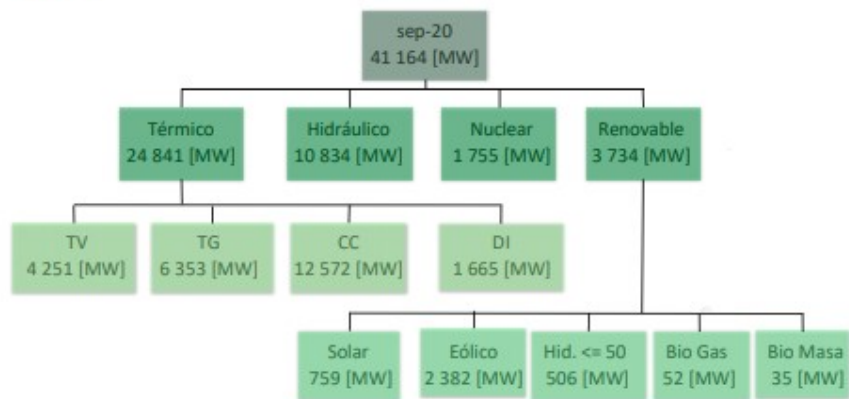
Los generadores producen energía eléctrica a partir de distintas fuentes de energía y se pueden clasificar respecto al origen de las mismas es en:

- **Energías renovables:** Se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Ejemplos de esta son la energía eólica, geotérmica, hidráulica, solar, mareomotriz y la proveniente de la biomasa.
- **Energía Convencional o No Renovable:** Se encuentran en cantidades limitadas y una vez consumidas en su totalidad, no pueden ser reemplazadas con facilidad, ya que no existe sistema de producción o de extracción económicamente viable. Los dos tipos principales de esta son las que utilizan combustibles fósiles y las que utilizan combustibles nucleares.

Las empresas generadoras de energía termoeléctrica convencional son las que integran el sector para el cual se realiza este trabajo, por lo que dentro de los actores pertenecientes al mercado eléctrico mayorista (MEM) van a ser los mejor detallados.

Es importante comprender los distintos tipos de generación de energía que hay Argentina, donde el 61 % corresponde a fuente de origen térmico proveniente de combustibles fósiles, el 26% a grandes hidroeléctricas, el 4% a nucleoelectricas y alcanzando el 9% de participación las energías renovables como potencia instalada de generación de 41.164 MW (CAMMESA, septiembre 2020),

Potencia Instalada Distribución por Tecnología [MW]



(CAMMESA, Informe anual septiembre 2020)

- **Otros Actores del Mercado eléctrico mayorista.**

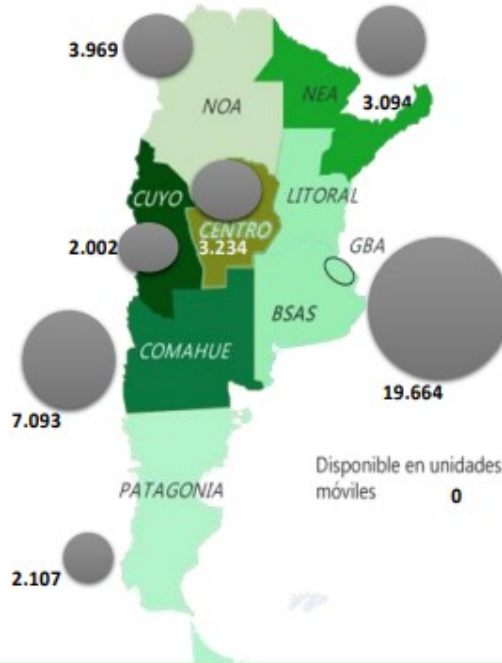
- **Distribuidores:** Se considera distribuidor a quien, dentro de su zona de concesión, es responsable de abastecer a usuarios finales que no tengan la facultad de contratar su suministro en forma independiente.
- **Grandes Usuarios:** Se considera gran usuario a quien contrata, en forma independiente y para consumo propio, su abastecimiento de energía eléctrica con el generador y/o el distribuidor. La reglamentación establecerá los módulos de potencia y de energía y demás parámetros técnicos que lo caracterizan.

- **Transportistas:** Se considera transportista a quien, siendo titular de una concesión de transporte de energía eléctrica otorgada bajo el régimen de la ley 24.065, es responsable de la transmisión y transformación o ésta vinculada, desde el punto de entrega de dicha energía por el generador, hasta el punto de recepción por el distribuidor o gran usuario, según sea el caso.
- **TRANSENER S.A** (Compañía de Transporte de Energía Eléctrica en Alta Tensión Transener S.A), una empresa destinada a la operación y mantenimiento del Sistema de Transporte en alta tensión formado por las instalaciones de transmisión de energía eléctrica de las empresas Hidroeléctrica Norpatagónica Sociedad Anónima (HIDRONOR S.A.), Agua y Energía Eléctrica Sociedad del Estado (AyEE S.A.) y Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires Sociedad Anónima (SEGBA S.A.).
- **ENRE** (Ente Nacional Regulador de la Electricidad) es un organismo desconcentrado en el ámbito del Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina. Regula las concesiones de transporte y distribución de energía eléctrica en el país.
- **CAMMESA S.A** (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima) es una compañía argentina encargada de operar el mercado eléctrico mayorista de Argentina. Su función es operar el Sistema Argentino de Interconexión, planificar las necesidades de capacidad de energía, coordinar de las operaciones de despacho y regular las transacciones económicas del mercado eléctrico mayorista.

HABILITADA
COMERCIALMENTE: **41 164 [MW]**

TOTAL: 41 164 [MW]

Potencia Instalada Distribución por Región [MW]



AUTOGENERACIÓN DECLARADA MEM: **791 [MW]**

(CMMESA, informe anual 2021)

**POTENCIA
INSTALADA 2023:
43 774 MW**

AÑO	2022	2023	% Variación	% Participación
Térmica [MW]	25 275	25 437	0.6%	58%
Nuclear [MW]	1 755	1 755	0.0%	4%
Renovable HIDRO > 50 [MW]	10 834	10 834	0.0%	25%
Renovable Según Ley 26 190 [MW]	5 062	5 747	13.5%	13%
POTENCIA INSTALADA [MW]	42 927	43 774	2.0%	100%

(CMMESA, informe anual 2023)

El futuro de la matriz energética Argentina.

A partir de junio 2016, en línea con la Ley de Energías Renovables N° 27191 del 2015, las hidráulicas menores a 50 MW se clasifican como renovables. Hoy la energía renovable representa el 9% de la potencia total instalada.

La transición energética se está dando hace ya un tiempo tanto a nivel mundial como nacional por motivos principalmente económico, a veces ambientales y eventualmente por motivos sociales.

Desde el punto de vista social hay que recordar que cerca de 30 millones de sudamericanos no tienen accesibilidad a la red energética (Fornillo 2016).

Tomando como referencia la potencia instalada total Argentina (CAMMESA 2021) en su informe comparativo durante 10 años podemos observar lo siguiente:

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
POTENCIA INSTALADA TOTAL	27.236	28.427	29.941	31.320	31.440	32.264	33.564	33.971	36.150	38.538	39.719	41.951
Comahue	17%	17%	16%	16%	16%	16%	14%	14%	13%	12%	12%	11%
Salto Grande	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%
Yacretá	8%	8%	8%	9%	9%	9%	8%	8%	8%	7%	7%	7%
Resto	8%	8%	8%	7%	7%	7%	7%	7%	6%	6%	6%	6%
Hidráulica	37%	36%	36%	34%	34%	33%	32%	32%	30%	28%	27%	26%
Cielos Combinados	26%	28%	28%	28%	29%	28%	27%	27%	28%	28%	28%	31%
Turbina a gas	14%	13%	12%	13%	13%	13%	15%	15%	17%	18%	18%	15%
Turbovapor	16%	16%	15%	14%	14%	14%	13%	13%	12%	12%	11%	10%
Motor Diesel	1%	2%	4%	4%	4%	4%	5%	5%	6%	5%	4%	4%
Térmica	57%	53%	53%	61%	61%	60%	61%	61%	63%	64%	62%	60%
Nuclear	4%	4%	3%	3%	3%	5%	5%	5%	5%	5%	4%	4%
Eólica	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	4%	6%
Biogas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Biomasa	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Solar	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%
Hidráulica Renovable	2%	2%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Renovable	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	4%	7%	10%

(CAMMESA, Informe Anual 2021)

En base a este cuadro se pueden sacar muchas conclusiones, algunas de las más importantes en cuanto a la transición energética observadas son:

- El aumento en la representación de las energías renovables de un 2% a un 10%.

- El sostenimiento de las energías térmicas(porcentualmente) en relacion a la matriz, transformando los ciclos abiertos a ciclos combinados.
- El aumento de la potencia instalada a nivel nacional aumentando casi un 50% en los últimos 10 años.

En 2016 con la firma del acuerdo de París se establecen medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (además de medidas de mitigación, adaptación y resiliencia al cambio climático). Tomando como referencia el acuerdo podemos tomar 3 países como ejemplos de transiciones energéticas:

- Suecia: Con una meta de 100% renovables en 2040, con una política que reduzca las emisiones de carbono y sostenga su matriz energética basada en los reactores nucleares.
- Alemania: Con la decisión de cerrar las centrales nucleares, agregando a su matriz energética la construcción de nuevas centrales termoeléctricas más eficientes, hizo que sus niveles de carbono se sostengan o bajen a menor ritmo que la media de Europa. (Romero, 2021 Win argentina).
- Francia: Con una fuerte impronta de energía nuclear en su matriz energética (76% de su energía es nuclear) es un referente a nivel internacional en cuanto a este tipo de energía. (Fuente instituto Elcano 2017).

Obras de infraestructura complementarias.

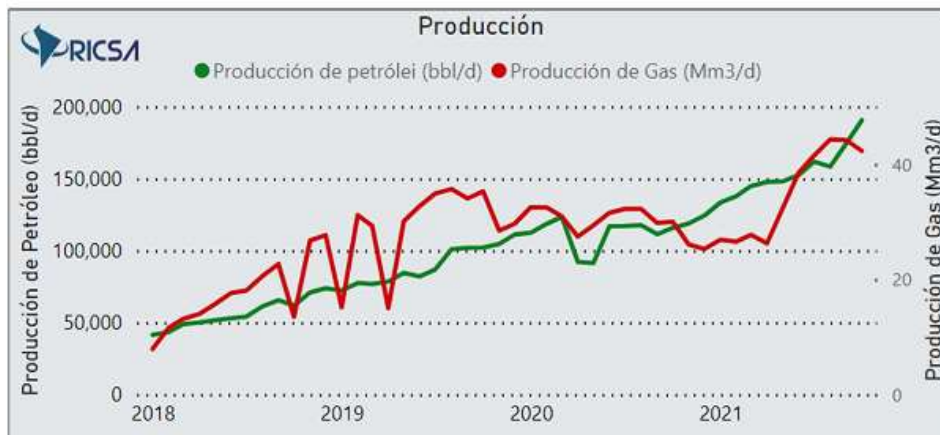
En la última década son dos las obras de infraestructura que se destacan y favorecen la generación eléctrica convencional en Argentina.

En primer lugar, el gasoducto Néstor Kirchner es una infraestructura de transporte de gas natural diseñada para conectar la región productora de gas de Vaca Muerta, en la provincia de Neuquén, con los principales centros de

consumo del país. Al aumentar el suministro de gas natural doméstico, el gasoducto contribuye a la reducción de los costos en el transporte del principal recurso energético de las centrales eléctricas.

El segundo conjunto de obras es en la zona de extracción de hidrocarburos en el Yacimiento Vaca Muerta. La cual es una vasta formación geológica ubicada en Argentina, conocida por sus enormes reservas de hidrocarburos no convencionales, siendo la 2ª en el mundo como recurso de Gas no convencional y la 4ª de Petróleo no convencional. En el siguiente informe realizado por la regional investment consulting (RICSA), se observa el aumento de la producción de gas proveniente de Vaca Muerta disponible para su uso en generación eléctrica entre otras aplicaciones.

Producción de petróleo y gas en Vaca Muerta, datos a octubre 2021



Fuente: Regional Investment Consulting (RICSA)

Ambas obras en conjunto favorecen al desarrollo estratégico de las centrales termoeléctricas convencionales en Argentina.

Capítulo 3

Innovación aplicada en la empresa termoeléctrica. Análisis y Pautas

Análisis de las barreras tecnológicas para el desarrollo del plan de innovación.

El análisis de las barreras económicas para proyectos de innovación en el sector eléctrico argentino es fundamental para comprender los desafíos que enfrentan las empresas y los emprendedores en busca de mejoras y avances en este campo. A continuación, se detallan algunas de las barreras más relevantes:

Barreras Económicas:

La inversión inicial elevada es uno de los principales obstáculos para la innovación en el sector eléctrico argentino es la necesidad de una inversión inicial significativa. La implementación de tecnologías avanzadas, como sistemas de generación más limpios o redes inteligentes, requiere una inversión considerable en infraestructuras y equipos especializados. Esta carga financiera inicial puede ser prohibitiva para muchas empresas, especialmente aquellas de menor tamaño.

Los proyectos de innovación en el sector eléctrico tienen rendimientos a largo plazo. Esta perspectiva a largo plazo puede disuadir a las empresas que enfrentan presiones financieras inmediatas o que tienen una mentalidad más orientada a resultados a corto plazo.

Para cuantificar las inversiones necesarias en el plan nacional de transición energética de Argentina para 2030 se estipuló que la inversión necesaria en el país asciende a 86.600 millones de dólares. También se propone construir 5.000 kilómetros de nuevas líneas de transmisión, reducir en un 8% la

demanda total de energía y generar un gigavatio (GW) de energía distribuida.

Sólo en potencia eléctrica la inversión calculada sería:



Todas estas potenciales inversiones, si bien necesarias son la principal barrera económica para la innovación en generación eléctrica en Argentina. A su vez también se destaca que la termoeléctrica convencional es de las energías donde menos se invertirá (y la de menor inversión en relación a los GW generados) por lo que tendrá que ser más estratégica a la hora de elegir inversiones en el sector.

Barreras Regulatorias y políticas:

La falta de consenso político sobre cuestiones clave del sector eléctrico, como las fuentes de energía preferidas o los objetivos de sostenibilidad, puede generar incertidumbre y frenar la inversión. Los cambios bruscos en las políticas debido a la falta de acuerdo pueden desalentar a los inversionistas. En los últimos años las políticas nacionales sobre energía han tenido fluctuaciones a nivel de gobierno en Argentina generando una gran incertidumbre en cuanto

a las planificaciones que se puedan desarrollar a mediano y largo plazo, desalentando los nuevos proyectos energéticos donde los proyectos de innovación muchas veces se ubican a favor de proyectos a corto plazo y más seguro que generen rédito económico.

Barrera de potencial tecnológico:

Aunque se barajan algunas estimaciones del potencial existente, no hay ningún estudio actualizado del potencial que las tecnologías de cogeneración pueden ofrecer en Argentina. Para poder desarrollar un mercado, es necesario conocer cuál es el potencial, para que así, los diferentes actores conozcan las ventajas económicas, ambientales de la cogeneración en Argentina que ofrece la implantación de las tecnologías. (OLADE 2009).

Barrera por personal especializado:

La ausencia de personal especializado a nivel local ha creado la figura de los gerentes de vinculación e innovación tecnológica. Estos juegan un papel crucial en el desarrollo de pautas de innovación para empresas del sector termoeléctrico convencional en Argentina. En un contexto donde la tecnología avanza a pasos agigantados, estos gerentes actúan como catalizadores para integrar nuevas tecnologías y procesos en las operaciones de las empresas. Además de su capacidad para identificar oportunidades de mejora, establecer alianzas estratégicas con instituciones de investigación, desarrollo y gestionar eficientemente los recursos disponibles.

A nivel interno al promover la colaboración entre diferentes áreas y fomentar la creatividad, ayudan a generar ideas disruptivas que pueden transformar la forma en que se innova en los procesos internos de la empresa. Su capacidad para anticipar tendencias tecnológicas y evaluar su viabilidad en el contexto local es fundamental para asegurar que las empresas del sector termoeléctrico estén preparadas para enfrentar los desafíos futuros y aprovechar las oportunidades que surjan en el camino hacia la sostenibilidad y la eficiencia

energética.

Es importante destacar que el Programa de Formación de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos (GTEC) en Argentina fue creado con el objetivo de fortalecer las capacidades de los profesionales que ocupan roles clave en la gestión de la innovación y la transferencia de tecnología en empresas e instituciones del país. Surgió como respuesta a la necesidad de contar con un cuerpo de especialistas capacitados y actualizados en las últimas tendencias y herramientas relacionadas con la vinculación tecnológica y la gestión de la innovación.

Este programa se diseñó para brindar a los participantes conocimientos sólidos en áreas como la identificación de oportunidades tecnológicas, la gestión de la propiedad intelectual, la formulación de estrategias de innovación y la creación de redes de colaboración con actores clave del ecosistema de innovación. Además, busca promover el intercambio de experiencias y buenas prácticas entre los participantes, así como facilitar el acceso a recursos y herramientas que les permitan desarrollar sus capacidades de manera continua.

Pautas de Innovación en el Sector Termoeléctrico Argentino

Luego de haber analizado tanto la historia del mercado energético argentino de generación, como la del sistema de innovación argentino a partir de la hipótesis, es necesario generar pautas de análisis para una propuesta de innovación que marcará el rumbo para el diseño eficiente de políticas e intervenciones en los procesos industriales del sector termoeléctrico a futuro.

Las pautas que se establezcan tratarán de clasificarse en base a las clasificaciones de innovación mencionadas (Producto, proceso, mercadotecnia y organizativas), también se verán las clasificaciones desde el punto de vista social y ambiental.

- **Innovaciones de Producto:**

Teniendo en cuenta que la innovación de producto se refiere al desarrollo y la introducción exitosa de nuevos productos o mejoras significativas en productos existentes en el mercado, la principal innovación de generación eléctrica que puede realizar, respecto al producto, es el desarrollo de plantas de trigeneración eléctrica. Al proceso anteriormente descrito de cogeneración se le agrega un servicio más que es la incorporación de servicios de refrigeración. Por este motivo se considera que la trigeneración es una innovación de producto .

La trigeneración es un proceso de generación de energía que combina la producción simultánea de electricidad, calefacción y refrigeración. Este enfoque tiene como objetivo aprovechar de manera más eficiente la energía contenida en una fuente primaria, como el gas natural, para satisfacer múltiples necesidades energéticas. Puede incorporar sistemas de refrigeración mediante absorción o compresión, los cuales utilizan el calor residual para proporcionar refrigeración. Estos sistemas de refrigeración pueden ser utilizados para acondicionar el aire o proporcionar refrigeración industrial. La misma utiliza de manera eficiente la energía primaria, reduciendo las pérdidas y aumentando la eficiencia global del sistema en comparación con sistemas convencionales que generan estas formas de energía de manera independiente.

Al aprovechar el calor residual para calefacción y refrigeración, la trigeneración puede reducir los costos operativos en comparación con sistemas tradicionales que requieren fuentes de energía separadas para cada aplicación. La utilización eficiente del combustible primario (como gas natural) para la generación de electricidad, calefacción y refrigeración puede resultar en ahorros significativos en costos de combustibles.

La eficiencia global de un sistema de trigeneración es significativamente mayor en comparación con sistemas convencionales. Al evitar la necesidad de sistemas separados para cada función (electricidad, calefacción, refrigeración),

se minimizan las pérdidas inherentes a la transmisión y distribución de energía, lo que contribuye a la reducción de emisiones. La menor cantidad de energía primaria requerida para satisfacer las necesidades energéticas resulta en una huella de carbono más baja.

- **Innovación de proceso**

En el primer capítulo se abordó el tema de las innovaciones en los procesos, centrándose en el enfoque adoptado para mejorar la eficiencia de las plantas termoeléctricas argentinas, así como a nivel mundial. Este esfuerzo se ha dirigido en parte hacia la reducción de costos, al mismo tiempo que se establecen metas ambientales en consonancia con diversos programas nacionales e internacionales.

La mitigación del cambio climático requiere de cambios transformadores en los sistemas energéticos, con implicancias de gran alcance en todos los sectores económicos. Los sistemas energéticos del futuro a mediano y largo plazo serán totalmente diferentes de los sistemas energéticos tradicionales convencionales, mediante un uso racional y eficiente de la energía, con mayor participación de energías limpias y con bajas emisiones de carbono, descentralizados y que incluyan cambios sustanciales en la forma en que la sociedad obtiene y consume energía.

Las tecnologías energéticas convencionales ya consolidadas cuentan con un mayor grado de madurez, con lo cual el espacio de reducción de costos es menor o marginal. (Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos Energéticos, Ministerio de Economía Argentina 2023).

Esto implica que las investigaciones, desarrollos e innovaciones de procesos en materia de energía estudiadas requieren que sean de impacto inmediato y de bajo coste.

Los ciclos combinados se optimizan con tecnologías más avanzadas, como turbinas de gas de alta eficiencia y sistemas de recuperación de calor e investigar y desarrollar nuevos materiales para componentes críticos que permitan operaciones a temperaturas y presiones más altas, mejorando así la eficiencia global del ciclo.

Por último, es importante la utilización de herramientas de diseño digital e informático. Para optimizar el rendimiento de la planta y detectar problemas de manera temprana, para es necesario programas que cuenten con Inteligencia Artificial (en adelante IA).

Son varias las definiciones de IA y es un término que actualmente está en discusión. Algunas destacadas son “un conjunto de técnicas, algoritmos y herramientas que nos permiten resolver problemas para los que, a priori, es necesario cierto grado de inteligencia, en el sentido de que son problemas que suponen un desafío incluso para el cerebro humano” (Serrano 2012) o la que brinda la asociación de maquinaria de computación "La inteligencia artificial se ocupa de la creación de programas informáticos que pueden realizar tareas que requieren inteligencia humana cuando se les proporciona información adecuada, es decir, la capacidad de aprender de la experiencia." (ACM 1998).

Existe un caso concreto de utilización de IA en una planta de generación eléctrica, se trata del software de Luminant donde Wayne Brown un experto en generación eléctrica lo utiliza en la empresa Vistra (el mayor productor de electricidad del mercado competitivo en Estados Unidos, que opera centrales en 12 estados que generan más de 39 gigawatts de electricidad – suficientes para abastecer a cerca de 20 millones de hogares. La compañía ha encarado un programa para impulsar la excelencia operacional en su portafolio de generación. Lanzada en 2016, la Iniciativa de Desempeño Operacional ha promovido mejoras significativas en la eficiencia de sus activos.

Para sostener y mejorar su posición, Vistra investiga constantemente herramientas, tecnologías y metodologías que le ayuden a alcanzar un nivel de desempeño superior. Recientemente, la compañía se volcó hacia la tecnología

digital y analítica, incluida la inteligencia artificial en manufactura y operaciones o “machine intelligence” (en adelante “MI”). En la central de Martin Lake, Brown y su equipo utilizan el consumo calorífico como principal métrica de eficiencia. Esta tasa mide cuánta electricidad se genera con cada tonelada de combustible consumido por la planta. Sin embargo, optimizar el consumo calorífico es una tarea extremadamente difícil. Históricamente, los operadores han tenido que monitorear y ajustar continuamente cientos de puntos de control, como temperatura y presión de vapor, niveles de oxígeno y velocidad de bombas y ventiladores. Es muy complejo para un operador hacer todo correctamente el ciento por ciento del tiempo, en especial cuando las condiciones ambientales y la disponibilidad de los diferentes activos cambia constantemente.

Ahora, los operadores tienen un nuevo e inteligente aliado en su cruzada por la eficiencia. Brown y un grupo de científicos de datos han desarrollado un optimizador del consumo calorífico, que analiza automáticamente cientos de datos en tiempo real usando inteligencia artificial (IA). Cada 30 minutos, el sistema genera recomendaciones de correcciones y ajustes para maximizar el desempeño de la planta. El optimizador de consumo calorífico con tan solo nueve meses operando logro mejorar la eficiencia consistentemente en el orden del uno por ciento. Esto puede no parecer demasiado, pero equivale a millones de dólares anuales, además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG) y liberar tiempo de los trabajadores para concentrarse en otras tareas. Si lo escalamos a la extensa y diversa cartera de plantas generadoras y lo aplicamos a decenas de otras oportunidades operacionales, el potencial de MI para el negocio es enorme. (Silva; Kimball; Milan Boning 2022).

El trabajo en conjunto entre operarios de empresas de energía y la inteligencia artificial se ha convertido en un aspecto crucial para optimizar la eficiencia y la productividad en el sector. La integración de sistemas de inteligencia artificial en las operaciones diarias permite una mejor gestión de recursos, identificación de problemas y toma de decisiones más informadas. Sin embargo, es fundamental destacar que, a pesar de la ayuda proporcionada por la inteligencia artificial, los operarios nunca deben dejar de ser críticos. Mantener

un enfoque analítico y cuestionar los resultados es esencial para garantizar la precisión y la seguridad en el trabajo. Además, dado que la introducción de la inteligencia artificial puede implicar cambios significativos en las tareas y responsabilidades de los operarios, es común que sean supervisados para garantizar una transición fluida y efectiva. Esta colaboración entre humanos y tecnología no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también promueve un entorno de trabajo más seguro y adaptativo en la industria energética.

- **Innovaciones organizacionales y de mercadotecnia.**

Las obras que tratan de la innovación en materia de organización se orientan hacia el papel de las estructuras organizativas, los procesos de aprendizaje y la adaptación a la evolución de la tecnología y el entorno (Manual de Oslo, 2005).

A partir de la crisis epidemiológica del 2020, donde las empresas implementan políticas de trabajo remoto y flexibilidad laboral, cuando sea posible, aprovechando la tecnología para mejorar la calidad de vida de los empleados y reducir la huella de carbono asociada a los desplazamientos. Se centra la innovación en el capital humano y la motivación para desarrollar y optimizar las tareas operativas incrementando la calidad y cantidad de tiempo disponible para sus actividades personales creando una estrategia que beneficie tanto a la empresa como al empleado.

En el estudio “Evolución del trabajo remoto en argentina desde la pandemia” (Schteingart; Kejseman; Pesce, 2021) son varios los puntos estadísticos que se tratan sobre el alcance y la evolución del trabajo híbrido.

En el rubro de Gas, electricidad y agua durante el año 2020 el trabajo remoto paso del 0% al 4,8%.

Parece poco, pero el rubro industrial se destaca por tener la mayoría de sus tareas en campo, lo que a partir de este año se vio el avance en cómo

innovar y repensar algunas tareas para realizar el trabajo remoto.

También como indica el siguiente cuadro, sobre el total de las tareas informática se identifica un aumento del 23,4% de las tareas de este sector que se hacían de manera presencial para hacerlas de manera remota.

Proporción de ocupación remota sobre las ocupaciones informatizadas, por sector; tercer trimestre de 2019 y 2020		
Sectores de actividad	OR/OI 3° trim. 2019	OR/OI 3° trim. 2020
Enseñanza	3,5%	91,0%
Servicios inmobiliarios y empresariales	17,8%	51,0%
Administración pública y defensa	0,5%	36,8%
Servicios sociales y personales	5,6%	37,2%
Comercio	6,1%	21,7%
Intermediación financiera	5,5%	42,8%
Industria manufacturera	7,7%	35,0%
Transporte y comunicaciones	2,6%	37,7%
Construcción	10,1%	30,8%
Minas y canteras	0,0%	56,1%
Agricultura y ganadería	5,9%	78,8%
Electricidad, gas y agua	0,0%	23,8%
Hoteles y restaurantes	1,2%	2,9%
Servicio doméstico	0,0%	0,0%
Total general	7,0%	49,4%

“Evolución del trabajo remoto en argentina desde la pandemia” (Schteingart; Kejsseman; Pesce, 2021)

Esto marca la tendencia en la evolución del trabajo en la industria eléctrica del trabajo hacia sectores informáticos, los cuales con el desarrollo tecnológico apropiado podrán cada vez mas menudo realizarse de manera remota. El hecho de que las actuales y futuras empresas de generación eléctrica convencional estén alejadas de las grandes urbes debido a factores ambientales y estratégicos. La posibilidad del trabajo informático remoto favorecerá a la resolución ágil de problemas.

El segundo punto de innovación en materia de organización se trata de invertir en programas de capacitación. Por un lado, que los empleados

estén formados y actualizados con las últimas tecnologías y prácticas aumentará la eficiencia en las tareas realizadas y planteará escenarios de mejora continua.

Por último, habiendo visto la composición del sector eléctrico argentino y el sector de innovación argentino es necesaria, en cada empresa, la creación de áreas de desarrollo, innovación y transferencia de tecnología que se vincule con el sector de Innovación argentino generando vínculos Público-Privado que generen una sinergia y optimicen los procesos de investigación y desarrollo en ambos ámbitos. Para ello, tomaremos el modelo del físico argentino Jorge Sábato, defensor de la investigación científica en Argentina donde buscó promover y financiar la investigación. Su contribución exitosa se centró en el desarrollo de la tecnología nuclear.

Sábato puntualizó que la generación de tecnología es muy diferente de la investigación científica y tecnológica. Señaló que la tecnología es una mercancía y que su desarrollo necesariamente incluye, además de ingeniería y garantía de calidad, consideraciones políticas y económicas y el estricto cumplimiento de presupuestos y plazos bien determinados. Ésta es una de las grandes diferencias con la investigación científica, cuyas condiciones de operación son mucho más laxas. Propugnó por eso la creación de empresas de tecnología cuya actividad excediera las actividades de investigación y desarrollo para incluir también las tecnologías de producción. En 1971 Sábato intentó poner en práctica su idea sobre las empresas de tecnología con el proyecto de creación de ENIDE, empresa de tecnologías para la generación y distribución de energía eléctrica y aunque consiguió socios estratégicos para llevar adelante lo propuesto, terminó quedando en un proyecto idea que no pudo concretarse.

Si bien el ENIDE no fue un caso exitoso generó las raíces para el desarrollo de futuros complejos de investigación nacional como Y-TEC.

A partir de esto en el año 2012 se creó Y-TEC (YPF Tecnología S.A.) una empresa argentina de desarrollo tecnológico en el sector de petróleo y gas propiedad de YPF y CONICET.

Con un modelo institucional que vincula a científicos y tecnólogos para combinarlo en el saber operativo y técnico y con el aporte de los recursos humanos del Conicet, YPF Tecnología dispondrá de físicos, químicos, matemáticos, bioquímicos, ingenieros mecánicos, geofísicos para hacer investigaciones principalmente en los rubros de gas y petróleo relacionándose con las investigaciones de optimización en las áreas de generación eléctrica.

A partir de esto la vinculación de las empresas del sector de generación eléctrica con instituciones como el CONICET y otras del sector tecnológico argentino pueden tener varios beneficios como:

- Impulsar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías.
- Combinar el conocimiento teórico y práctico de los científicos con la experiencia de las empresas en el campo, se pueden generar soluciones innovadoras y avanzadas.
- La vinculación con instituciones académicas y científicas brinda a las empresas la oportunidad de trabajar con estudiantes, becarios y profesionales altamente capacitados. Esto puede contribuir a la formación de recursos humanos especializados que luego podrían ser incorporados por las propias empresas.
- Mejorar la competitividad de las empresas al permitirles mantenerse actualizadas con las últimas tendencias tecnológicas y científicas.
- Desarrollar de tecnologías más eficientes y sostenibles que beneficien al ambiente y a la comunidad en general.

Este modelo de desarrollo e investigación se muestra como un caso exitoso en Argentina el cual se podría replicar en las distintas empresas de generación de

energía.

Se debe tener en cuenta que el sector Científico Tecnológico Nacional también requiere de su propio proceso de innovación organizacional de sus estructuras académicas para que sea capaz de afrontar el desafío de contribuir al proceso de desarrollo de tecnología e investigación aplicada. Tanto del sector público como privado.

Para el sector público según el Dr. Vicente Donato “Tecnologías complejas no pueden desarrollarse en ambientes organizativos simples o primitivos. La teoría organizativa puede explicar mucho de los fracasos y de los triunfos tecnológicos. Para países de desarrollo intermedio como Argentina, dominar los aspectos organizativos e institucionales puede resultar un verdadero catalizador para el desarrollo de un país que por muchos años ha sobreinvertido en el capital físico, sin haber podido nunca resolver adecuadamente cuestiones micro-institucionales y micro-organizativas que hacen al verdadero proceso de desarrollo sostenible”

La innovación organizacional es importante tanto en el ambiente público como en el privado, necesitan un plan estratégico y un diseño organizacional que brinde el soporte para desarrollar ese plan. A su vez deben presentar estructuras que faciliten a gestionar las distintas etapas y procesos que requieran la gestión de la innovación.

A nivel privado según Gutman y Lavarello “Para que una firma sea exitosa en un contexto de alta presión competitiva y de fuertes aprendizajes tecnológicos, debe contar con una estrategia coherente que le permita decidir qué nuevas oportunidades aprovechar y cuáles descartar, lo cual requiere una estructura organizacional” que apoye y permita desarrollar una cartera no aleatoria de capacidades que posibiliten llevar adelante en forma efectiva la estrategia.

- **Innovación ambiental**

A partir del documento “Lineamientos y escenarios para la transición energética a 2050” se destaca que la adopción de medidas eficaces para mitigar los efectos del cambio climático y poder adaptarse a ellos, exige que todos los países introduzcan cambios transformadores en sus sistemas energéticos durante las próximas décadas. Estos cambios tendrán importantes implicancias en la forma en que se genera, transforma, suministra, almacena y consume la energía, afectando directamente a un amplio abanico de sectores económicos y a la población.

El sistema energético argentino del futuro será diferente al actual. Entre otras cosas, se caracterizará por niveles mayores de participación de fuentes de energía bajas en carbono y renovables, un uso más eficiente y racional de la energía, redes más flexibles y descentralizadas, menores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y una tendencia general hacia una mayor electrificación y la descentralización de la generación y el uso de la energía. Esto implica que las innovaciones (sean de la rama que fueran) no pueden ser solamente innovaciones que generen beneficios económicos.

Generalmente se destacan dentro de los distintos tipos de innovación los beneficios económicos, muchas veces infravalorando el perjuicio ambiental o social que tendrán. Aunque se miden los riesgos y beneficios que se obtienen con las distintas innovaciones, hay que correr el foco a innovaciones ambientales y sociales que generen una nueva categoría “la innovación sustentable”.

En base a esta categoría, es necesario rediseñar plantas termoeléctricas a plantas híbridas que combinen tecnologías convencionales con sistemas de almacenamiento de energía y generación distribuida, para lograr mayor flexibilidad y adaptabilidad a la demanda variable. Esto incluye la modernización de equipos, la adopción de tecnologías más limpias y la implementación de prácticas de gestión energética avanzadas.

Si bien las tecnologías de Captura de Carbono y sustitución del combustible primario podrían ser consideradas innovaciones de proceso, fundamentalmente estas innovaciones deberían categorizarse como innovación ambiental ya que deberían enfocarse en una mejora global de los parámetros ambientales y no en la optimización del proceso en sí.

La transición hacia fuentes de energía más sostenibles ha llevado a importantes innovaciones en el sector de generación eléctrica, particularmente en el cambio de combustibles convencionales por, entre otros, hidrógeno. El hidrógeno se presenta como una opción prometedora debido a su capacidad para almacenar y liberar energía de manera eficiente, sin emisiones de gases de efecto invernadero durante su combustión. Investigaciones recientes destacan avances significativos en la adaptación de generadoras eléctricas convencionales para utilizar el hidrógeno como combustible primario.

Un estudio de la Universidad Nacional de Buenos Aires (Kazimierski,2021) destaca el potencial del hidrógeno verde en la generación eléctrica del país. Este tipo de hidrógeno se produce a través de la electrólisis utilizando energía renovable, lo que lo convierte en una fuente limpia y sostenible. La investigación señala que la implementación de generadoras eléctricas basadas en hidrógeno verde no solo reduce las emisiones de carbono, sino que también contribuye a la estabilidad de la red eléctrica mediante la gestión eficiente de la energía intermitente. Pese a que sus costos son aún superiores a los de reformado de vapor de los combustibles, las economías de escala y los avances tecnológicos, sumados a los esfuerzos internacionales por reducir las emisiones de carbono, permiten predecir un aumento significativo en su producción en los próximos años.

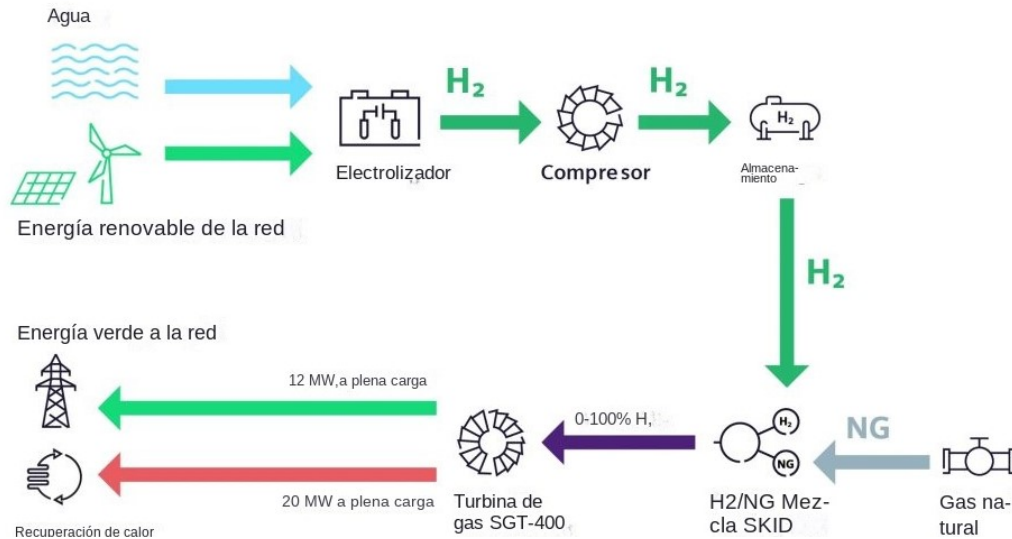
La ley N°26.123 de “Régimen para el desarrollo de la tecnología, producción, uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía”, declara de interés nacional el desarrollo de esta tecnología, se promueve la investigación, producción y aplicación, previendo además la redacción de un

Plan Nacional de Hidrógeno (PNH).

En el Año 2021 se realizó el documento “Hacia una estrategia nacional de Hidrógeno 2030” el cual es un insumo clave para el desarrollo del sector, donde los especialistas repasan las potencialidades de la Argentina y la región, las fortalezas del sistema científico-tecnológico nacional, la creciente demanda internacional de hidrógeno y la posibilidad de consolidar una industria capaz de generar divisas y crear miles de empleos de calidad en el mediano plazo.

Otro avance clave es la adaptación de turbinas de gas convencionales para funcionar con hidrógeno puro o mezclas de hidrógeno y gas natural. Se destaca que esta tecnología ha avanzado significativamente, permitiendo una transición gradual y económica hacia una matriz energética más limpia. Las empresas líderes en el sector eléctrico, están desarrollando turbinas de gas específicamente diseñadas para la quema de hidrógeno, lo que acelera la adopción de esta fuente de energía en generadoras eléctricas.

En el Año 2023 un consorcio (HyFlexPower, Siemens Energy, ENGIE, Centrax, Arttic, el Centro Aeroespacial Alemán y cuatro universidades europeas) logró adaptar el sistema de combustión de la turbina Siemens Energy SGT-400 para trabajar con H₂, iniciando con una mezcla del 30% de hidrógeno y gas natural en 2022, hasta alcanzar la completa alimentación con hidrógeno. Este proyecto puede ser el puntapié para implementar a futuro este tipo de tecnologías en Argentina donde aún son proyectos pilotos o de pequeña escala los que se llevan adelante.



Traducción del cuadro de Siemens Energy (2022)

Otro punto es el desarrollo de tecnologías para la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CCS) en centrales térmicas de combustibles fósiles. Esto contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la generación eléctrica.

El menor consumo de combustibles fósiles en el sector energético tiene un impacto positivo en la calidad del aire y la salud de la población. La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero contribuye a disminuir la contaminación del aire, lo que puede reducir el riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Para desarrollar un proceso sostenible de descarbonización del sector energético se requieren diversas líneas de acción, entre las que se destacan el incremento de la producción de energía de fuentes renovables y nucleares, la promoción del uso eficiente de la energía y la electrificación de transporte y procesos.

Las energías renovables ofrecen una alternativa limpia y segura para satisfacer la creciente demanda de energía a nivel mundial, al tiempo que contribuyen al desarrollo económico y social de las regiones donde se implantan. Son una

alternativa sustentable frente a los combustibles fósiles, altamente contaminantes del ambiente.

Por último la Integración de fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en centrales térmicas convencionales permite diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de combustibles fósiles.

Capítulo 4

Conclusiones

De esta investigación podemos afirmar que es necesario reflexionar sobre el modelo de innovación que se desarrolla en las centrales termoeléctricas convencionales del país y de la necesidad de fijar pautas claras que establezcan un marco estratégico para optimizar el proceso de transición energética que se está viviendo en la actualidad.

Los documentos estratégicos establecen que es necesaria la descarbonización de los procesos de producción de energía. Así las compañías se hallan en una encrucijada, con una imperiosa necesidad de ajustarse a un entorno en constante evolución hacia un modelo socioeconómico el cual no los favorece plenamente. Aunque la capacidad instalada es sólida, demanda modernización regulatoria y de procesos, capacitación y concientización del capital humano, fomento de inversiones y desarrollo de infraestructura para hacer frente de manera efectiva al aumento tanto en la demanda energética nacional como la modernización de sus procesos. Asimismo, sumado a las responsabilidades económicas de las empresas, el sector enfrenta un escrutinio creciente en cuanto a su sostenibilidad ambiental y su responsabilidad social empresarial.

Es fundamental tener en claro que los indicadores de innovación y sostenibilidad que se analicen, brinden datos claros a la hora de marcar un rumbo. La necesidad de revisar críticamente toda la bibliografía especializada en materia de energía, las hojas de ruta realizadas por organismos gubernamentales y empresas del sector que den una base robusta al personal especializado la posibilidad de generar pautas simples que guíen los distintos procesos de innovación.

La innovación en tecnologías más limpias y eficientes permite una disminución significativa de las emisiones contaminantes asociadas a la generación termoeléctrica. Pero no solo hay que observar los indicadores de sostenibilidad,

los procesos de innovación deben ser completos y utilizar indicadores de accesibilidad y seguridad. La vinculación de la empresa con el entorno social y las organizaciones públicas debe profundizarse también, para generar inversiones, capacitar al capital humano y generar nuevos proyectos.

Es necesario establecer a la innovación como motor de transformación. La propuesta de innovación presentada no es simplemente una sugerencia, sino la necesidad de la acción.

La implementación de inteligencia artificial (IA) como copiloto para la toma de decisiones emerge como una necesidad imperiosa. La IA ofrece herramientas avanzadas de análisis de datos y aprendizaje automático que pueden transformar la gestión y operación de las centrales termoeléctricas. Al integrar sistemas de IA, las empresas pueden optimizar sus procesos, predecir fallos y reducir costos operativos mediante el análisis en tiempo real de vastas cantidades de datos. Estas capacidades permiten una respuesta más rápida y precisa a las variaciones en la demanda de energía y a las condiciones operativas, mejorando así la eficiencia y la fiabilidad de las plantas.

Es necesario explorar nuevos modelos de negocio, la diversificación de las fuentes de ingresos y la participación en mercados emergentes generará recursos para la innovación e irá preparando a las empresas cuando los recursos energéticos del sector sean insuficientes.

La adaptación a esquemas de negocio más flexibles (como la cogeneración o la trigeneración) orientados al cliente puede ser el impulso necesario para consolidar la posición de estas empresas en el mercado energético.

Se ha destacado en este trabajo la necesidad de una colaboración más estrecha entre el sector privado y el sector público. Es necesario que los organismos del estado se modernicen en sus estructuras para brindar facilidades a los distintos procesos de innovación que se puedan gestionar en conjunto con el sector termoeléctrico, capacitando además a personal de ambos sectores. Un entorno regulatorio claro (como en el caso del hidrógeno

como combustible principal) y estable es esencial para fomentar inversiones a largo plazo y facilitar la implementación de cambios estructurales en la industria. Esta colaboración puede crear un marco propicio para la innovación y el crecimiento sostenible.

La adopción de nuevas tecnologías que impliquen cambios en los procesos de producción y operación. Las empresas a menudo enfrentan resistencia interna y necesitan tiempo para adaptarse a las innovaciones, lo que puede ralentizar el proceso de transición. En este proceso las personas especializadas en el tema como los gerentes tecnológicos, personas formadas y con experiencia en el campo de la innovación, tienen la labor de generar vínculos entre los gerentes y personales jerárquicos de las empresas termoeléctricas y los distintos especialistas del sector de innovación argentino que puedan agregar valor a estos procesos y productos.

No se puede pasar por alto la importancia de la visión a largo plazo y el compromiso con la mejora continua. La propuesta de innovación no es un destino final, sino un punto de partida. Argentina se destaca por tener una variada cantidad de barreras económicas, políticas y técnicas que dificultan esta visión a largo plazo, por lo que las empresas del sector termoeléctrico en Argentina tienen ante sí la oportunidad de liderar la transición (con los riesgos que esto implica) hacia una matriz energética más sostenible, y esta transición no solo beneficia a las empresas individualmente, sino que contribuye al bienestar general de la sociedad y al futuro del país.

En conclusión, este estudio ha determinado las complejidades y desafíos del sector termoeléctrico en Argentina, ofreciendo no solo un análisis crítico sino también pautas para la innovación. La adopción de las propuestas presentadas no solo puede transformar el destino de estas empresas, sino también sentar las bases para un futuro energético más sostenible y próspero en Argentina. La decisión está en manos de las empresas y de todos aquellos participantes del sector que tienen un interés en el desarrollo sostenible y la excelencia en la producción de energía.

Bibliografía

Referencias.

- ACM. (1998). "A.M. Turing Award Lecture: What Is Artificial Intelligence?"
- Becker, E. (2020). Análisis del Mercado Eléctrico Argentino. Impacto de la regulación en su funcionamiento.
- Chiodi, F.J. (2005), a Vinculación Universidad – Empresa en Olavarría: Análisis de los factores claves y recomendaciones para su promoción y desarrollo.
- D`Silva, V.; Millan,.I.; Boning, S.; Lawler,.B.; Levi,.R. (2022).Hacia la producción inteligente: Inteligencia artificial en manufactura y operaciones.
- Centro Argentino de Ingenieria , Donato Vicente” “el desafio Tecnologico en el mundo globalizado” Segunda parte
- Fornillo, B. (2016) Sudamérica Futuro: China global, transición energética y posdesarrollo.
- García Serrano, A. (2012) Inteligencia artificial: fundamentos, práctica y aplicaciones. Madrid: RC Libros.
- Gordon (2013). El sistema de innovación argentino en perspectiva histórica: historia institucional y políticas públicas.
- Kazimierski, M.A. (2021) Hidrogeno verde ¿un nuevo orden extractivo?.
- Kroop, F.; Jensen S., Zamora A. y Rimancus P. (2012) Evolución de la Matriz Energética Argentina. Revista CNEA AÑO 13 N° 69-70
- Ley N° 15.336/60 Energía Eléctrica.
- Ley N° 24.065/91 Régimen de Energía Eléctrica.
- Ley N° 24.295/93 Convención Marco naciones unidas sobre Cambio Climático.
- Ley N° 27191/15 Energías Renovables.
- Ley N° 27.270/15 Aprobación del Acuerdo de Paris 2016.
- Lorenzo, M. (2022). Marketing ecológico y sistemas de gestión ambiental conceptos y estrategias empresariales.

- Luna, P. (2021), Curso de Innovación Abierta, Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación Argentina.
- Lavarello Gutman "Paradigmas y Trayectorias Tecnológicas, Estrategias Corporativas y Posibilidades de entrada para Países en desarrollo: Reflexiones a partir del caso de la biotecnología. Tópicos de la Teoría neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico (Vol II)
- Organización Latinoamericana de Energía (2009). Informe de Estadísticas Energéticas 2009, Organización Latinoamericana de Energía.
- Ortega (2023). Marketing Ecológico para empresas de eficiencia Energética.
- Pavitt, K. (2009) Competitividad y acumulación de capacidades tecnológicas.
- Pedraza, L. (2012). Propuesta para recrear el Mercado Eléctrico en el marco de la Ley 24065.
- Petrecolla, D.; Romero, C. (2003). Desempeño, crisis y reformas en el sector eléctrico argentino. Lecciones para países en desarrollo. Texto de discusión N° 50. Centro de Estudios Económicos. UADE.
- Porello, N.; Ruiz, D. YPF LUZ (2020) Transiciones energéticas y complementariedad.
- REN21 (2020). Renewables Global Status Report.
- Rivera Hernández, E. (2013). Procesos de Identificación de oportunidades para el ahorro de energía en sistemas de cogeneración.
- Rodríguez, A.; Millan, A.; Montes, J. (2016). Innovación social y ambiental. El papel de la innovación verde en el equilibrio.
- Rojas, A. (2012) Innovación incremental e innovación radical o disruptiva y sus ejemplos.
- Schteingart, I.K.; Pesce, F. (2021). Evolución del trabajo remoto en Argentina.
- Secretaria de Energía de la Nación (2019). Escenarios Energéticos 2030.
- Suarez, D. (2013). El Sistema Argentino de innovación: instituciones, empresas y redes.
- Subsecretaria de planeamiento energético (2023). Lineamientos y escenarios para la transición energética a 2050.

Referencias Eletronicas.

- Bolsa de Comercio de Rosario informe RICSA Octubre 2021
<https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/en-2021-vaca>
- Acuerdo de Paris
<https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
- CAMMESA.
<https://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Informe%20Mensual/Informe%20Mensual.pdf>
- CAMMESA 2020.
[Informe CAMMESA Septiembre 2020.
https://cammesaweb.cammesa.com/download/informe-anual-2020/](https://cammesaweb.cammesa.com/download/informe-anual-2020/)
- CAMMESA 2023
<https://microfe.cammesa.com/static-content/CammesaWeb/download-manager-files/Informe%20Anual/2024/Resumen%20Anual%202023%20VF.pdf>
- Dialogo chino.
<https://dialogochino.net/es/clima-y-energia-es/374748-argentina-quiere-lograr-una-gran-expansion-de-las-energias-renovables-para-2030/>
- Gas Natural
<https://www.miteco.gob.es/es/energia/hidrocarburos-nuevos-combustibles/gas/gas.html>
- Gasoducto Nestor Kichner
<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/gasoducto-presidente-nestor-kirchner>
- General electric Turbina
<https://www.governova.com/gas-power/products/gas-turbines/h-class-gas-turbines>
- Hyflexpower “The world first integrated power to x power hydrogen gas turbine demonstrator

<https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/hyflexpower-worlds-first-integrated-power-x-power-hydrogen-gas-turbine-demonstrator>

- ¿Qué es la transición energética?
<https://www.argentina.gob.ar/cnea/destacados/transicion-energetica-y-tecnologia-nuclear/que-es-la-transicion-energetica#:~:text=La%20transición%20energética%20es%20un,para%20mitigar%20el%20cambio%20climático>
- Energías Eficientes "Energía Termoeléctrica, Ciclos Combinados" – (2011).
<https://www.youtube.com/watch?v=yzH0-raXqx8>
- La Cogeneración en Argentina
www.olade.org
- La enciclopedia de ciencias y tecnologías en Argentina- Jorge Alberto Sábato
https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Jorge_Alberto_Sábato
- Sabato 4.0 El Triangulo de Sabato Medio Siglo después.
<https://www.marialbornoz.ar/2023/11/sabato-40-el-triangulo-de-sabato-medio.html?m=1>.
- Ministerio de Energía de la República Argentina
<https://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3583>
- Parque Industrial de la innovación posadas (2022) Caso de estudio: H2 Hidrógeno Misiones: Proyecto piloto de hidrógeno verde en Misiones (2022)
<https://latam.lowcarbonbusinessaction.com/hidrogeno-verde-misiones-caso-de-exito/?lang=es>
- Siemens Energy Turbina SGT-400
https://www.siemens-energy.com/global/en/home/products-services/product/sgt-400.html#
- Universidad de Sevilla.
https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/78847/innovacion_social_ambiental_el_papel_de_la_innovacion_verde.pdf;jsessionid=63B870E58E008

[1AC8AF7CF61CE641540?sequence=1&isAllowed=y](#)

- Universidad Nacional de San Martín.
<http://noticias.unsam.edu.ar/2013/11/18/enide-ingenieria-o-investigacion/>
- Vaca Muerta
<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/vaca-muerta>
- World Economic Forum Fostering Effective Energy Transition 2023
https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2023.pdf