Transición Energética: Escenarios a 2050 para la Argentina

Posibles implicancias socioeconómicas y socioambientales y primeros pasos para la transición

Elaborado por:
Centro de Tecnologías Ambientales y Energía
Facultad de Ingeniería
UNICEN

FARN FUNDACIÓN AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DOCUMENTO FARN
DICIEMBRE 2023

CONTENIDO

1. Introducción 03
2. Objetivos del trabajo 04
3. Metodología 05
4. Escenarios energéticos elaborados 05
5. Consideraciones para la elaboración de los escenarios energéticos 06
6. Resultados de los escenarios energéticos elaborados 07
7. Indicadores de sostenibilidad 15
8. Comparativa con escenarios oficiales 29
9. Elementos para una estrategia comunicacional para la transición energética 32
10. Primeros pasos para la transición 35
11. A modo de conclusión 39
12. Referencias 41

ANEXOS

AI. Proyecciones de la demanda 43
AII. Costos de los escenarios energéticos 50
AIII. Activos varados 60
AIV. Producción de hidrógeno verde 62
AV. Elaboración de indicadores de sustentabilidad 63
AVI. Estrategia comunicacional para la transición 80

Las opiniones expresadas en este informe son de exclusiva responsabilidad de quienes escriben y no necesariamente coinciden con la de FARN. FARN adopta la perspectiva de género en todos los aspectos de su trabajo. En ese sentido, en todas sus publicaciones se respetan la utilización del lenguaje inclusivo y las diversas formas de expresión que cada persona ha elegido para su colaboración.

Publicado en noviembre de 2023, Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN).

Para citar este trabajo: Centro de Tecnologías Ambientales de la Facultad de Ingeniería de UNICEN. (2023). Transición energética: escenarios a 2050 para la Argentina. Posibles implicancias socioeconómicas y socioambientales, y primeros pasos para la transición. FARN.

FARN FUNDACIÓN AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DOCUMENTO FARN
DICIEMBRE 2023

1. Introducción

Tanto en la Argentina como a nivel global, más del 85% de la energía que se produce y consume proviene de los combustibles fósiles[1]. Es la energía que utilizamos para cocinar, calefaccionar nuestras viviendas en invierno, iluminarnos por la noche, movilizarnos dentro y entre ciudades, transportar mercaderías, y producir todo lo que consumimos, desde lo que comemos hasta lo que vestimos. Son estos combustibles fósiles los que han permitido el desarrollo económico y material de la humanidad tal lo como lo conocemos, con todas sus bondades, pero también con sus inequidades y divorciado de la naturaleza.

En efecto, este uso masivo de los combustibles fósiles desde hace ya muchas décadas ha generado consecuencias devastadoras para el planeta y la sociedad. Los resultados presentados en el último Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés)[2], basado en mediciones y observaciones realizadas desde hace décadas, muestran que las causas del cambio climático responden de manera irrefutable a la acción del hombre y sus actividades productivas que liberan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera. Estas emisiones provienen, en más de un 70%, de la explotación y uso de combustibles fósiles[3].

En el caso de la Argentina, además de la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector de la energía que contribuyen al cambio climático global y evitar los impactos socioambientales negativos en los territorios donde se extraen combustibles fósiles, existen otras motivaciones para transformar el sistema energético. Estas motivaciones se pueden resumir en la necesidad de diversificar un sistema altamente concentrado, no sólo en términos de los recursos energéticos primarios utilizados sino también en términos de los capitales y las tecnologías necesarias para la explotación de esos recursos, los cuales la Argentina dispone sólo en forma parcial[4].

Estos recursos fósiles, fundamentalmente petróleo y gas, en el transcurso de las últimas décadas se convirtieron en “commodities” cuyos precios y disponibilidad se establecen, en parte, partir del mercado internacional de hidrocarburos, pero también a partir de acuerdos entre países o de decisiones unilaterales en los cuales la Argentina no participa[5]. Esto hace que la Argentina quede a merced de fluctuaciones de precios internacionales del petróleo y del gas, muchas veces imprevistas, que impactan en forma directa en su balanza comercial y su economía interna[6].

La sostenibilidad de un sistema energético requiere de un análisis sistémico de las consecuencias socioeconómicas, socioambientales y políticas-institucionales de cada política, medida o proyecto específico que involucre tanto la explotación de los recursos energéticos como las tecnologías para su transformación y aprovechamiento a lo largo de sus ciclos de vida.

1. CAMMESA, 2016. **http://portalweb.cammesa.com/memnet1/Pages/descargas.aspx**

2. IPCC. 2023. AR6 Synthesis Report (SYR). **https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/**

3. IRENA. 2023. World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway, Volume 1, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. **https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_v1_2023.pdf?rev=261b3ae18f70429ea8cf595d5a4bee18**

4. Blanco, G. y D. Keesler, 2022. Transición energética en la Argentina: Construyendo alternativas. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. **https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2022/09/DOC_UNICEN_FINAL_compressed-1.pdf**

5. Boris Hofmann, Deniz Igan and Daniel Rees. 2023. The changing nexus between commodity ices and the dollar: causes and implications. Bank for International Settlements. ISSN: 2708-0420. **https://www.bis.org/publ/bisbull74.pdf**

6. Bjørnland, Hilde C. 2022. Challenges for monetary policy in a rapidly changing world. European Central Bank. **https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2022/Bjornland_paper.pdf**

El análisis sistémico permite una evaluación ordenada y exhaustiva de una acción, cualquiera sea, y brinda a los tomadores de decisiones una visión integral de las consecuencias presentes y futuras de una política, medida o proyecto. De este modo, el análisis se constituye en una herramienta de gestión estratégica para el diseño de políticas públicas que permitan prevenir los efectos negativos y potenciar los positivos sobre diversos componentes de los sistemas biofísicos, productivos, y humanos[7].

Un análisis de este tipo permitiría, por ejemplo, mejorar tanto la seguridad como la soberanía energética a través de la diversificación de los recursos utilizados y la descentralización de la producción, potenciando desarrollos tecnológicos y productivos a través del sistema científico-tecnológico nacional, y abriendo puertas a nuevos emprendimientos y cadenas de valor que contribuyan al desarrollo territorial, mejorando el acceso a la energía y reduciendo la pobreza energética.

La elaboración de escenarios energéticos a partir de la modelización del propio sistema permite proyectar distintas acciones para la transformación del sector y hacer una evaluación sistémica y ex-ante de cada una de ellas. Utilizando indicadores de sostenibilidad que abarquen diferentes aspectos y dimensiones del desarrollo (multidimensionales) y valorados con diferentes criterios cuanti y cualitativos (multicriteriales), se puede lograr un análisis integral que permita también la comparación entre distintos escenarios[8].

2. Objetivos del trabajo

Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de escenarios energéticos de bajas emisiones a 2050 a partir de la modelización del sistema energético, y su evaluación a partir de indicadores de sostenibilidad que permiten un análisis sistémico de las potenciales consecuencias sobre aspectos socioeconómicos, socioambientales y político-institucionales que puedan derivarse de la implementación de esos escenarios.

Los escenarios alternativos elaborados en este trabajo se comparan con los escenarios a 2050 presentados durante 2023 por las autoridades del área del gobierno nacional a cargo del sector de la energía[9].

Se espera que este trabajo contribuya al debate y a la toma de decisiones sobre la transición energética en la Argentina, brindando datos e información procesada de manera robusta, y el correspondiente análisis de los resultados obtenidos.

7. IRENA. 2019. Transformando el sistema energético. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Transforming_2019_ES.pdf?la=en&hash=D3D85E0CFEE8C95E859E113A698AFC6FFBA0CE0C

8. IRENA. 2023. World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway, Volume 1, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_v1_2023.pdf?rev=261b3ae18f70429ea8cf595d5a4bee18

9. Boletín Oficial de la República Argentina. 2023. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/289827/20230707

3. Metodología

La metodología usada para la elaboración de los dos escenarios energéticos alternativos presentados en este documento se basa en la modelización del sistema energético utilizando la herramienta informática LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning)[10], y una serie de planillas de cálculo complementarias desarrolladas por la Secretaría de Energía de la Nación, mejoradas y actualizadas por el equipo del CTAE. Estas planillas permiten, por un lado, la incorporación de otras variables técnicas al modelo, como proyecciones de curvas de aprendizaje de costos, factores de capacidad y eficiencias, curvas de penetración de nuevas tecnologías (Blanco, G. y D. Keesler, 2022), entre otros. Por otro lado, las planillas permiten la vinculación de los datos de "salida" del modelo con los indicadores de sostenibilidad para su valoración en cada escenario.

En cuanto a los datos e información utilizada para la elaboración de los escenarios alternativos que se presentan se han considerado fuentes oficiales para proyecciones de crecimiento poblacional, PBI[11], cantidad de hogares, ingresos y personas por hogar[12], parque automotor, entre otros; y datos de la situación actual del sistema energético argentino.

Para las estimaciones de costos se usaron como referencia costos nacionales e internacionales, así como sus tendencias recientes y proyecciones realizadas por organismos internacionales, como IRENA[13] o IEA[14]. Respecto a los indicadores de sostenibilidad, se construyeron a partir de una revisión de literatura científica, datos internacionales y nacionales de organismos públicos y del sector privado, y entrevistas a expertos, según el indicador.

4. Escenarios energéticos elaborados

Los dos escenarios elaborados y analizados en este documento representan una *Transformación Parcial* y una *Transformación Total* del sistema energético argentino.

El escenario denominado *Transformación Parcial* modela la transformación de la matriz de oferta energética primaria a energías renovables, pero sin transformar los sectores de la demanda de energía, a saber: residencial, comercial y público, transporte, industria y agropecuario.

Continuar con los mismos patrones de consumo y tecnologías utilizadas en la demanda según las tendencias registradas en los últimos años, limita el grado de transformación de la oferta que se puede alcanzar.

De esta forma la transformación de la oferta incluye la conversión total de la matriz de generación eléctrica a recursos y tecnologías libres de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la suba del corte de biocombustibles a los límites que permiten las tecnologías actuales de los vehículos, así como la incorporación del uso de hidrógeno verde como un porcentaje de corte del gas natural utilizado en los sectores de demanda final.

10. **https://www.sei.org/tools/leap-long-range-energy-alternatives-planning-system/**
11. INDEC. 2013. **https://www.indec.gob.ar/**
12. INDEC. 2022. Informes técnicos / Vol. 7, n° 129. ISSN 2545-6636. **https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/ingresos_1trim23FE81E6BC4E.pdf**
13. International Renewable Energy Agency
14. International Energy Agency

Los recursos energéticos primarios y sus tecnologías de transformación asociadas considerados en ambos escenarios incluyen:

- energía eólica en centrales para la generación eléctrica y la producción de hidrógeno por electrólisis,
- energía solar FV en centrales para la generación eléctrica y la producción de hidrógeno por electrólisis,
- energía solar FV distribuida para la generación eléctrica,
- energía solar para agua caliente sanitaria usando calefones solares,
- pequeños aprovechamientos hidráulicos para la generación eléctrica,
- bioenergía eléctrica a partir de residuos orgánicos convertidos en biogás o biomasa sólida,
- biocombustibles líquidos a partir de cultivos energéticos,
- derivados del petróleo y gas fósil para la generación eléctrica en centrales termoeléctricas y generación térmica para consumo final,
- centrales nucleares (las tres centrales existentes, Embalse, Atucha I y II, y una cuarta central que entraría en servicio en 2035),
- centrales hidroeléctricas con embalses mayores a 50 MW de potencia nominal.

El escenario de Transformación Total utiliza para la oferta de energía los mismos recursos primarios y tecnologías que el escenario de Transformación Parcial, aunque en distintas cantidades de cada uno. En cambio, para la demanda el escenario de Transformación Total presenta una transformación completa a partir de tecnologías y equipamiento que permitan el uso de energías libres de emisiones de GEI, pudiendo de esta forma alcanzar también una transformación completa de la oferta energética hacia fuentes renovables y/o libres de GEI.

La transformación de la demanda incluye la electrificación total de los consumos residencial, comercial y público y el transporte de pasajeros público y privado; la transformación de los consumos del agro a eléctricos y biocombustibles, la transformación del transporte de carga y la aviación al uso de biocombustibles, y el uso masivo de hidrógeno verde en la industria como reemplazo del gas fósil. Del lado de la oferta, se transforma la matriz de generación eléctrica a fuentes libres de emisiones de GEI, se potencia la producción de biocombustibles, en particular biodiesel, y se incorpora la producción de hidrógeno verde a partir de la electrólisis del agua mediante el uso del excedente de energía eléctrica que surja de la implementación masiva de energías renovables como la solar y eólica.

5. Consideraciones para la elaboración de los escenarios energéticos

Para la elaboración de los escenarios se han hecho algunas consideraciones técnicas basadas en referencias reconocidas del sector energético sobre las diferentes tecnologías modeladas para la producción y el consumo de energía, como curvas de aprendizaje en relación a costos, factores de capacidad y eficiencias, y el equipamiento vinculado a la demanda de energía, tales como artefactos residenciales, equipos industriales y vehículos para el transporte de pasajeros y de carga.

Otras consideraciones están basadas en compromisos internacionales asumidos por el país en relación al cambio climático, como la carbono neutralidad del sector a 2050 establecida tanto en la Segunda Contri-

bución Nacionalmente Determinada[15] como en la Estrategia de Desarrollo Resiliente con Bajas Emisiones de Largo Plazo a 2050[16], ambas presentadas oficialmente a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMUNCC) en el marco del Acuerdo de París, ratificado por la Argentina a través de la Ley No. 27270[17] de 2016. En este sentido, los escenarios elaborados buscan una reducción significativa de las emisiones de GEI, y en particular el escenario de Transformación Total logra alcanzar emisiones nulas a 2050 mediante la incorporación masiva de recursos energéticos renovables y libres de carbono, la eliminación gradual de la producción y consumo de gas y petróleo, la electrificación total de la demanda residencial y pública, la producción de hidrógeno "verde" para algunos consumos específicos de difícil electrificación, y la conversión del parque automotor de motores térmicos a combustión a eléctricos.

También se han tenido en cuenta el efecto del cambio climático tendrá en las fuentes hidrológicas del país, principalmente en la región del Comahue, donde se esperan que los caudales medios de los principales ríos, Rio Neuquén y Rio Limay, disminuyan. Dicho cambio en el caudal tendrá un impacto considerable en la potencia firme y en la generación de energía de las centrales hidroeléctricas que dependen de los ríos mencionados (Blanco, G. y D. Keesler, 2022).

Finalmente se han hecho algunas consideraciones basadas en preferencias sobre la diversificación de la matriz energética, la descentralización del sistema y el acceso equitativo a la energía. En este sentido y en relación a la diversificación del sistema, los escenarios incluyen el uso de múltiples recursos energéticos primarios y sus tecnologías de transformación, con una penetración en la matriz primaria de acuerdo a su potencial de desarrollo en el país (Blanco, G. y D. Keesler, 2022). En materia de descentralización, los escenarios hacen uso de la generación de energía eléctrica distribuida hasta alcanzar su potencial estimado en cada región y para cada sector de uso final: residencial, público y pequeñas y medianas empresas (Blanco, G. y D. Keesler, 2022). Y en relación a la demanda, el escenario de *Transformación Total* plantea una alta electrificación de los consumos residenciales y públicos y un consumo de energía mínima necesaria para los deciles de ingresos de la población que hoy no alcanzan a ese mínimo.

6. Resultados de los escenarios energéticos elaborados

A continuación, se muestran los resultados más relevantes de los escenarios energéticos alternativos elaborados. Los resultados se expresan en términos de producción y consumo de energía, tanto primaria como eléctrica y combustibles de consumo final. A su vez, se muestran algunos indicadores de eficiencia en el uso y el costo de la energía, como intensidad energética, intensidad de carbono y costos por unidad de energía, entre otros.

La Figuras 6-1 y 6-2 muestran la evolución de la matriz primaria de energía para cada escenario elaborado por fuente de energía y su destino en los sectores de la demanda final. La necesidad de energía primaria en 2050 es un 12% menor en el escenario de *Transformación Total* respecto del escenario de *Transformación Parcial*.

15. MAyDS. 2020. Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional de la República Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/segunda_contribucion_nacional_final_ok.pdf

16. MAYDS. 2023. Estrategia de desarrollo resiliente con bajas emisiones a largo plazo a 2050. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estrategia_de_desarrollo_resiliente_con_bajas_emisiones_a_largo_plazo_2050.pdf

17. Boletín Oficial de la República Argentina. 2016. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/151052/20160919

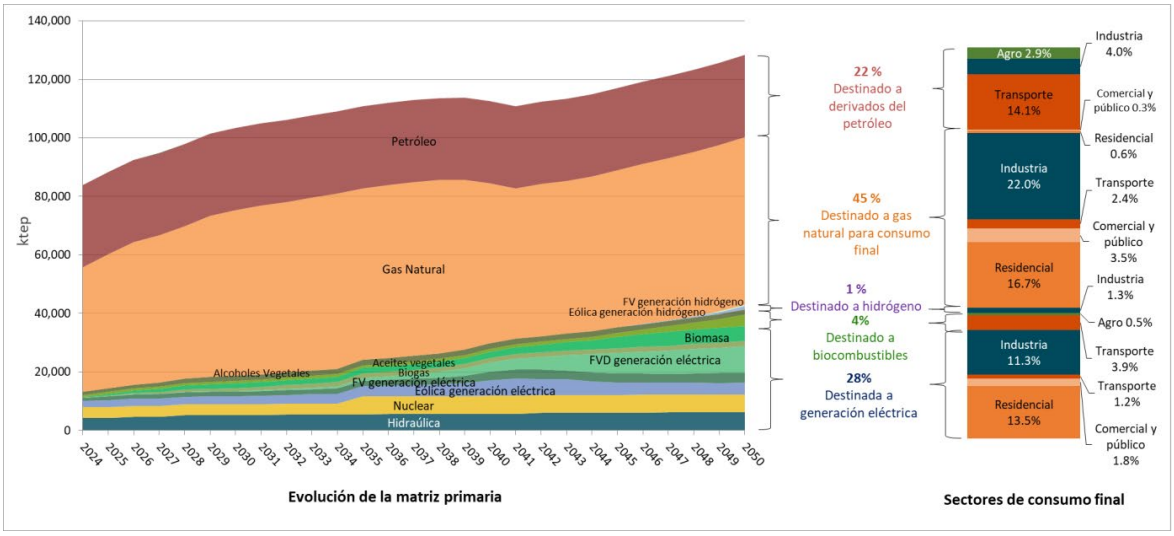


Figura 6-1. Evolución de la matriz de energía primaria (2024-2050) y destino por sector de demanda (2050) para el escenario de "Transformación Parcial"

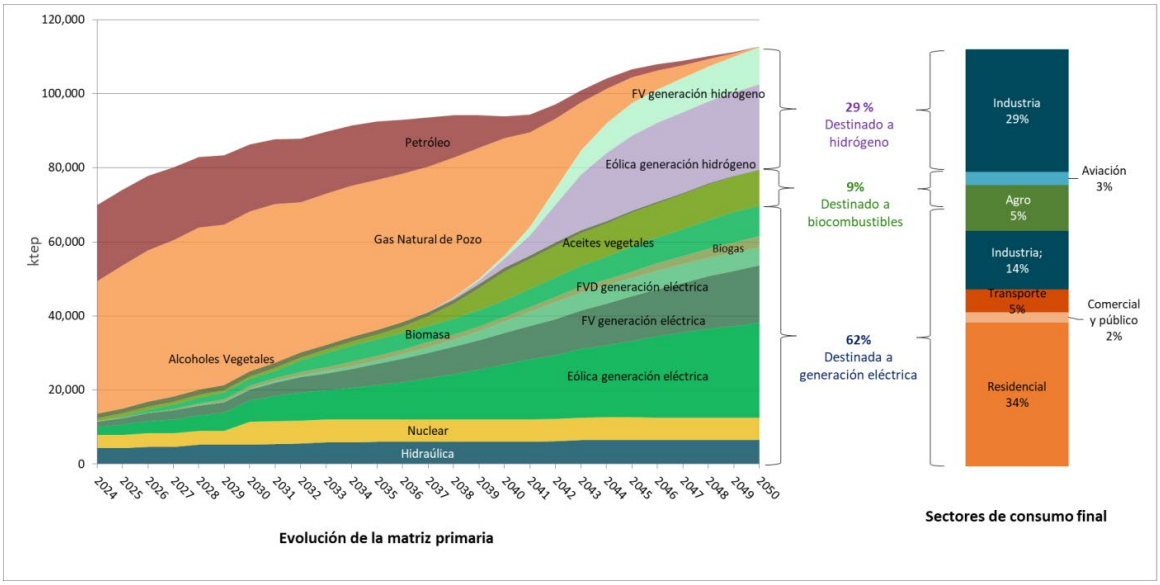


Figura 6-2. Evolución de la matriz de energía primaria (2024-2050) y destino por sector de demanda (2050) para el escenario de "Transformación Total"

De la Figura 6-1, escenario de *Transformación Parcial*, se puede observar que de no modificarse las formas en que se consume energía y las tecnologías asociadas a esa demanda, se necesitará sostener la producción para abastecer el consumo de gas y petróleo en los sectores residencial, comercial e industrial, así como en el transporte de cargas y pasajeros. Mientras que de la Figura 6-2, escenario de *Transformación Total*, se puede ver que una demanda más eficiente a partir de una electrificación total de los consumos residenciales, comerciales, y del transporte, y el uso de hidrógeno para proveer energía térmica en la industria, podría reducir la necesidad de energía primaria e ir eliminando gradualmente el consumo de gas y petróleo.

La Figura 6-3. muestra las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a cada escenario.

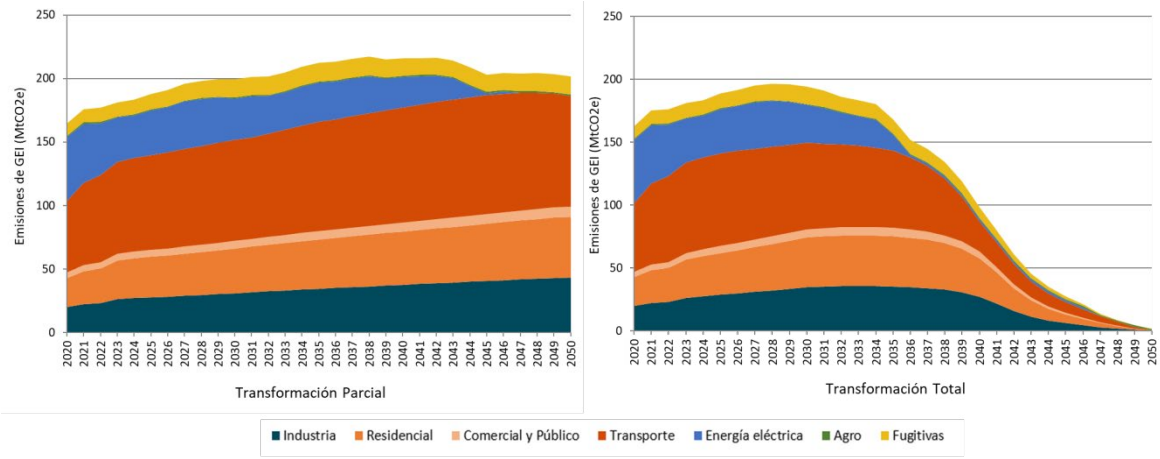


Figura 6-3. Emisiones totales del sector de la energía para ambos escenarios según sector de consumo (a la izquierda escenario de Transformación Parcial, a la derecha escenario de Transformación Total)

La Figura 6-3 muestra que en el caso del escenario de *Transformación Parcial* el consumo sostenido de gas y petróleo hacen que las emisiones sigan creciendo hacia el final del período. En cambio, en el escenario de *Transformación Total* se logra reducir las emisiones de GEI a cero en 2050 debido a la electrificación de gran parte de la demanda, el uso de hidrógeno para energía térmica en la industria y la alta penetración de energías renovables para su producción.

Las Figuras 6-4, 6-5, 6-6, 6-7 y 6-8 permiten un análisis de los escenarios elaborados en materia de intensidad de emisiones de GEI y eficiencia en el uso de la energía a través de una serie de indicadores calculados a tal efecto. Estos indicadores facilitan, a su vez, la comparación con otros escenarios energéticos.

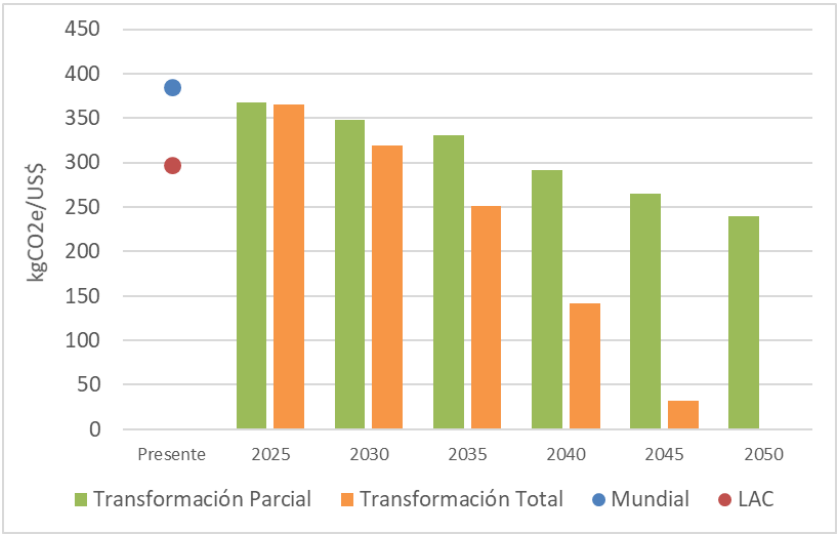


Figura 6-4. Intensidad de emisiones fósiles por unidad de PBI para ambos escenario

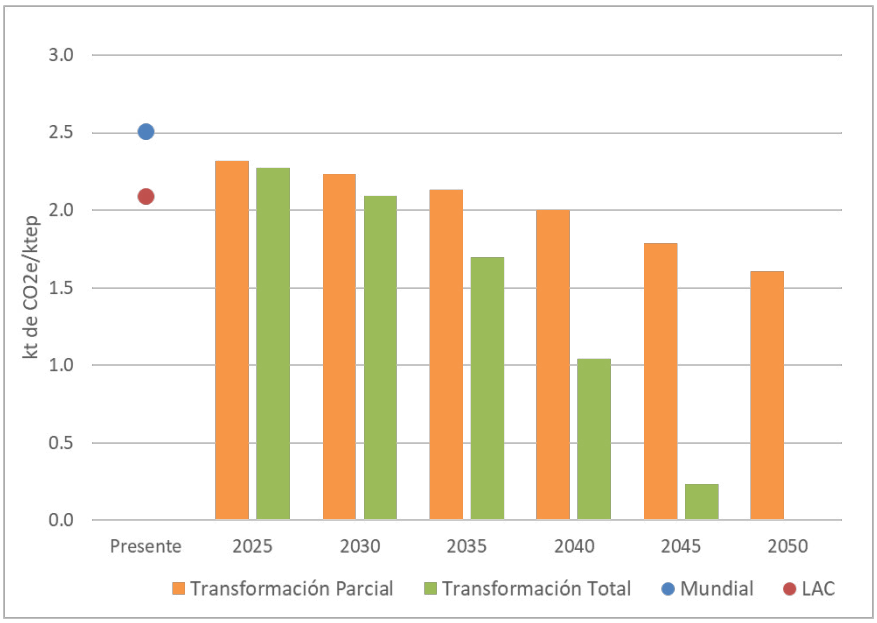


Figura 6-5. Intensidad de emisiones de la matriz primaria de energía para ambos escenarios

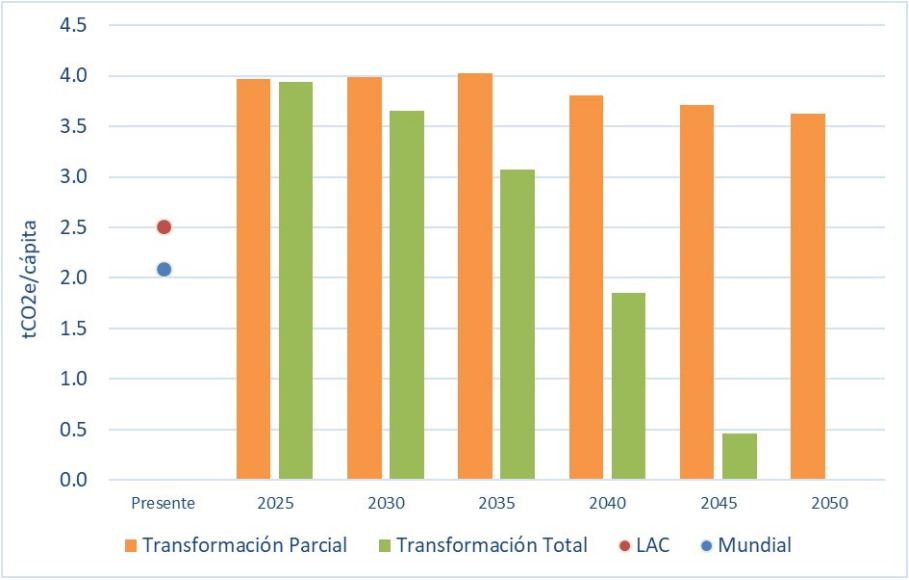


Figura 6-6. Emisiones per cápita en cada escenario

En las Figuras 6-4, 6-5 y 6-6 puede observarse que, en el escenario de *Transformación Parcial*, no se logran mejorar de manera sustancial estos tres indicadores vinculados a las emisiones de GEI, lo que demuestra que es imprescindible la transformación de la demanda de energía en favor de una mayor electrificación, de una mayor eficiencia y uso racional de la energía, y de la eliminación gradual de los combustibles fósiles.

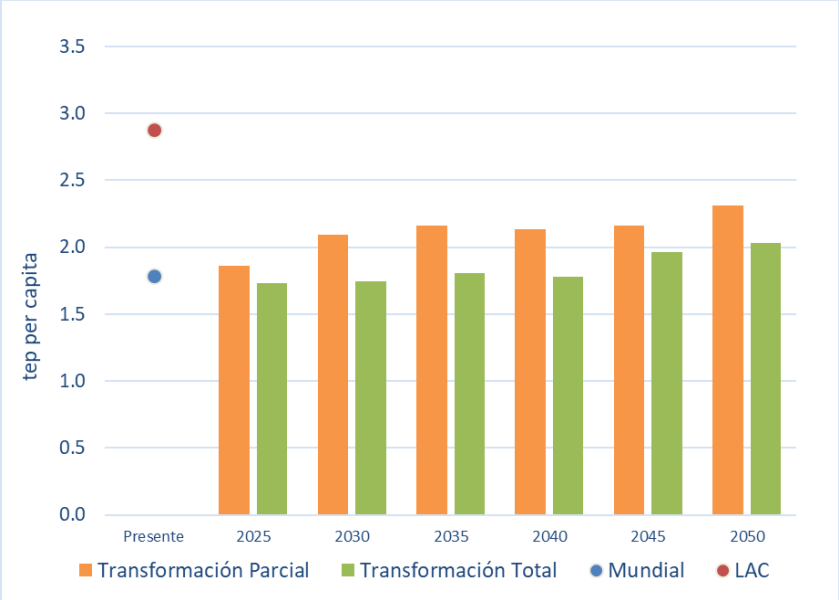


Figura 6-7. Consumo de energía primaria per cápita anual para ambos escenarios

La Figura 6-7 muestra un crecimiento sostenido del consumo de energía primaria per cápita debido al crecimiento esperado del PBI y del PBI per cápita, y al crecimiento en el consumo de los hogares de más bajos ingresos hasta alcanzar un consumo comparable al resto de los hogares. El escenario de *Transformación Total* muestra un menor crecimiento del consumo de energía primaria per cápita respecto del escenario de *Transformación Parcial*, gracias a una mayor eficiencia de transformación desde los recursos energéticos primarios hasta la energía para consumo final, dada por el alto grado de electrificación de la demanda.

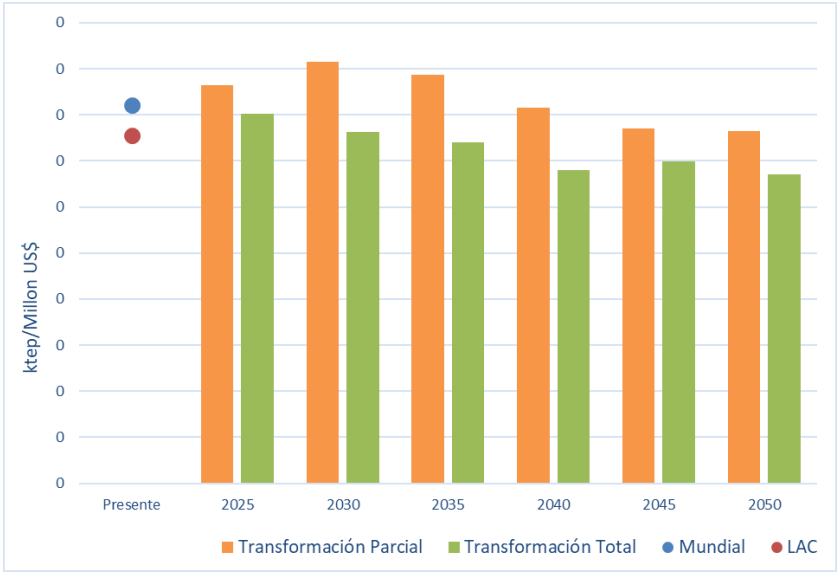


Figura 6-8. Energía primaria por unidad de PBI (Intensidad energética) para ambos escenarios

La Figura 6-8 muestra que el consumo de energía primaria por unidad de PBI (intensidad energética) se reduce gradualmente en los dos escenarios elaborados a lo largo del período. Esto se debe, por un lado, al incremento proyectado del PBI y, por otro, al incremento proyectado de la cantidad total de energía primaria, sustentada en un incremento en la cantidad de energía per cápita (Figura 6-7) junto con el crecimiento proyectado de la población (ver Anexo AI, Figura AI-1).

La Figura 6-9 muestra el rango del costo anual de la energía producida en los escenarios elaborados.

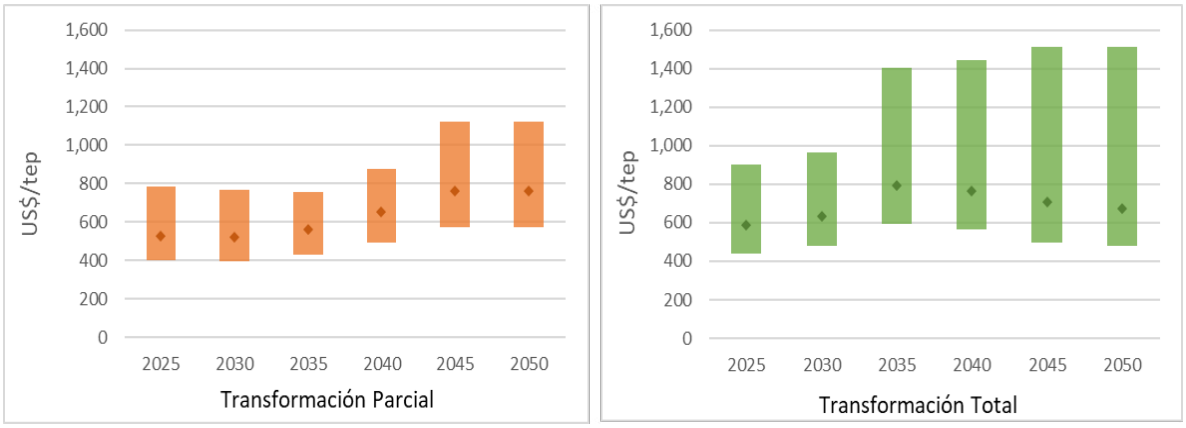


Figura 6-9. Rango del costo anual de la energía para cada escenario (panel izquierdo Transformación Parcial, panel derecho Transformación Total), el punto indica el valor medio, la barra indica mínimo y máximo del rango

De la Figura 6-9 puede observarse que, a pesar de la incertidumbre que demuestran los rangos en uno y otro caso, el escenario de *Transformación Total* presenta menores costos de la energía a partir de 2035 y con una tendencia decreciente hacia 2050.

En relación a la generación de energía eléctrica, las Figuras 6-10 y 6-11 muestran las potencias necesarias a instalar en ambos escenarios, tanto para satisfacer la demanda de energía eléctrica como para mantener el margen de reserva dentro de los límites adecuados para garantizar la robustez del sistema.

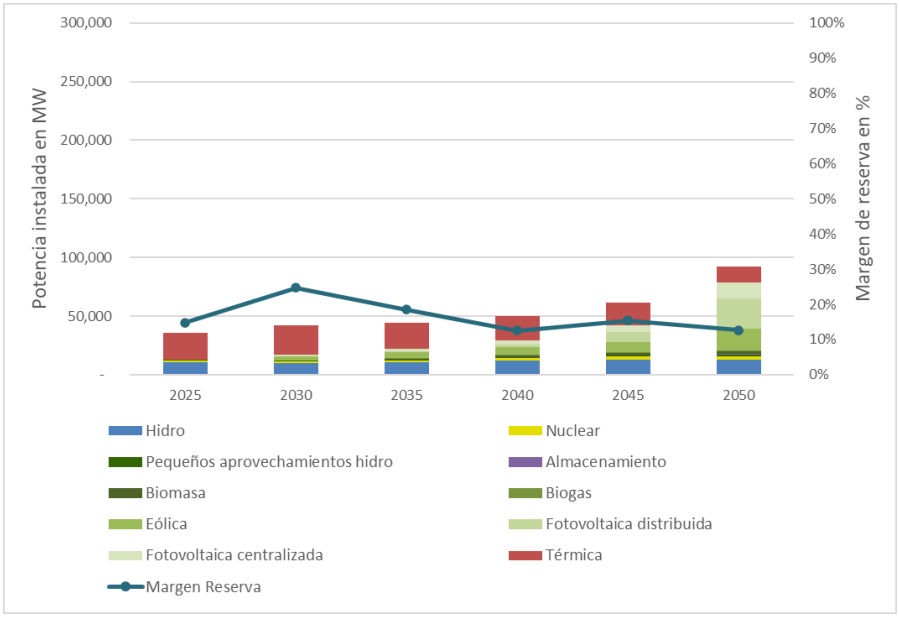


Figura 6-10. Potencia instalada en el escenario de Transformación Parcial y margen de reserva

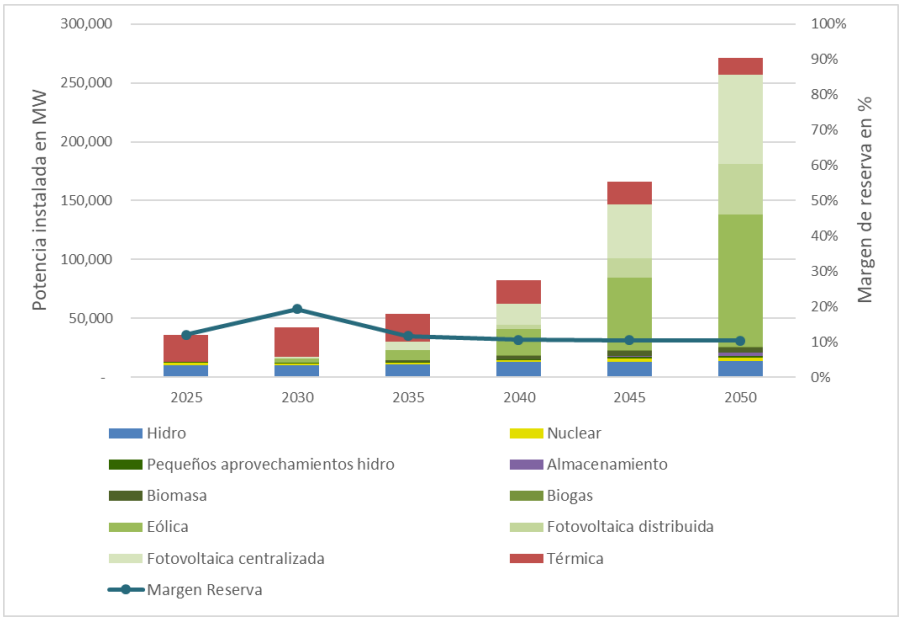


Figura 6-11. Potencia instalada en el escenario de Transformación Total y margen de reserva

La Figura 6-11 muestra que en el escenario de *Transformación Total* la necesidad de potencia firme es considerablemente mayor al escenario de *Transformación Parcial* debido, por un lado, a la alta electrificación de varios sectores de la demanda y, por otro, a la alta penetración en la matriz eléctrica de energías renovables con baja capacidad para ofrecer potencia firme, lo cual implica la instalación de mayor potencia para compensar esta falta y alcanzar el margen de reserva adecuado para la sostenibilidad del sistema eléctrico.

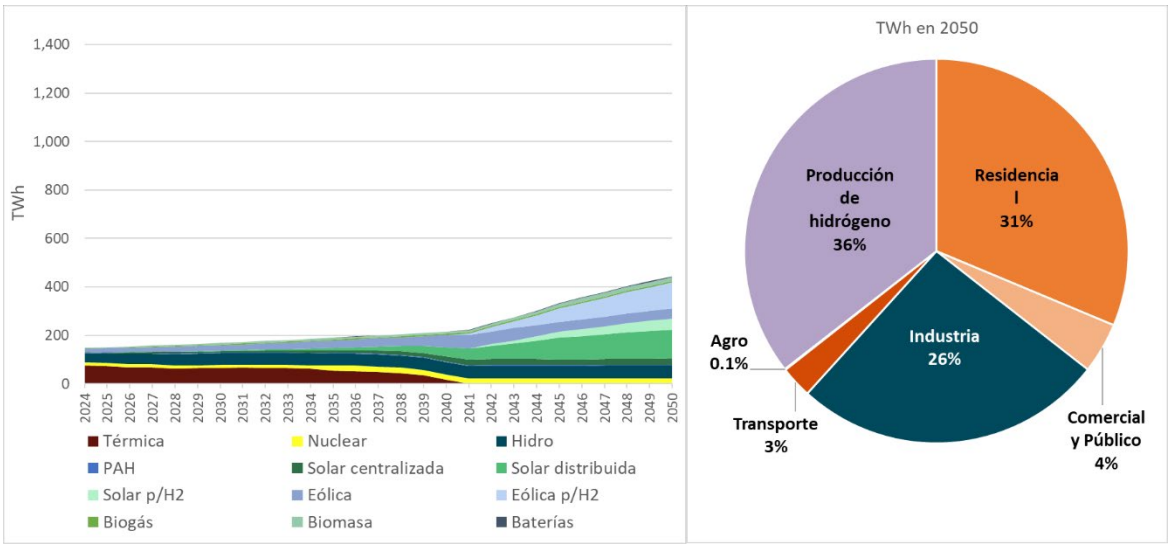


Figura 6-12. Evolución de la matriz de generación eléctrica para el escenario de Transformación Parcial (panel izquierdo) y consumo de energía eléctrica por sector en 2050 (panel derecho)

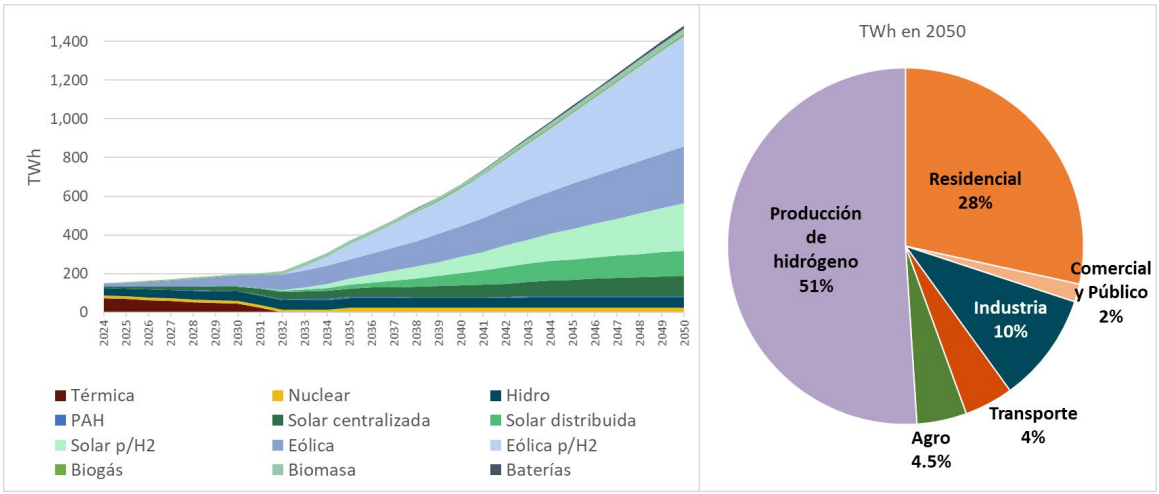


Figura 6-13. Evolución de la matriz de generación eléctrica para el escenario de Transformación Total (panel izquierdo) y consumo de energía eléctrica por sector en 2050 (panel derecho)

Las Figura 6-12 y 6-13 muestran la energía eléctrica generada en ambos escenarios. Se destaca la cantidad de energía eléctrica generada en el escenario de *Transformación Total* debido a la ya mencionada alta electrificación de la demanda y a la potencia renovable a instalar necesaria para sostener el margen de reserva del sistema eléctrico. Esta potencia renovable generaría excedentes de energía eléctrica que podrían utilizarse para la producción de hidrógeno verde, tal como puede observarse, fundamentalmente, en la Figura 6-13.

7. Indicadores de sostenibilidad

El análisis sistémico de políticas, medidas y proyectos específicos se fundamenta en la necesidad de asegurar la integridad socioambiental, socioeconómica y político-institucional que hacen al desarrollo sostenible de una sociedad. Esto requiere abordar simultáneamente las diversas problemáticas y las consecuencias, positivas o negativas, que una determinada acción puede generar en cada una de esas dimensiones, a fin de prever, durante la etapa de planificación, los impactos negativas de corto, mediano y largo plazo de esas acciones. Esto permitirá, además, actuar en consecuencia antes de su implementación, así como potenciar los posibles impactos positivos.

Esta evaluación sistémica puede realizarse a través de indicadores de sostenibilidad que permitan valorar esas consecuencias sobre los distintos aspectos considerados. Para este trabajo se desarrollaron indicadores para la evaluación sistémica e integral de los escenarios energéticos elaborados, considerando las acciones más relevantes que éstos requerirían para su implementación en el tiempo. La valoración de estos indicadores se realiza a partir de los datos de "salida" de cada escenario, usando algoritmos elaborados que conducen a una valoración aproximada, cuantitativa o cualitativa, de las consecuencias de cada escenario sobre los aspectos considerados[18].

Dadas las diferentes fuentes de información utilizadas y el nivel de incertidumbre de los datos y sus proyecciones a 2050, en la mayoría de los casos se utilizan rango de valores máximos y mínimos para los indicadores, dando cuenta así de la incertidumbre mencionada.

A continuación, se muestran los indicadores desarrollados de sostenibilidad del sistema energético y su valoración para cada uno de los escenarios energéticos elaborados.

7.1. Indicadores socioeconómicos

Las Figuras 7-1 y 7-2 muestran los costos totales del sistema energéticos para los dos escenarios elaborados. Estos costos incluyen el costo de la energía eléctrica (i.e. costos de inversión y costos operativos), el costo de los combustibles de consumo final, así como la infraestructura necesaria para el transporte y distribución eléctrica, y para el transporte de hidrógeno y el sistema de carga de vehículos eléctricos. También se incluyen los costos diferenciales del recambio de equipos y artefactos para calefacción y agua caliente residencial, y del reemplazo de los vehículos particulares y buses a combustión a eléctricos.

18. Blanco, G. y D. Keesler, 2023. Energías Renovables para la Transición Energética: Una Mirada Integral. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. **https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2023/07/DOC_UNICEN_links.pdf**

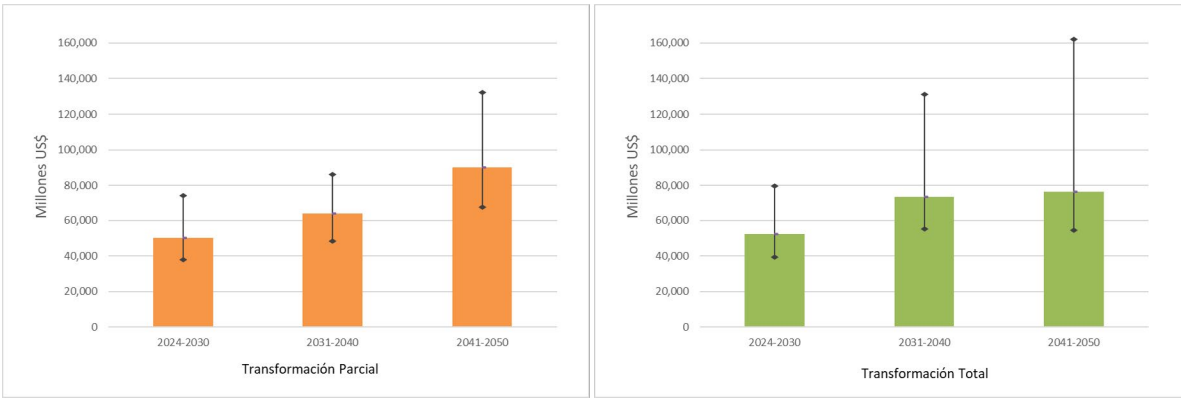


Figura 7-1. Promedio anual por década del costo total del sistema energético. Las líneas muestran el posible rango de variación de los valores considerando la incertidumbre de las estimaciones.

Se observa en la Figura 7-1 que el promedio anual del costo total del sistema energético va creciendo en el escenario de *Transformación Parcial* debido, principalmente, a la proyección de los costos de los combustibles fósiles para el consumo final. Mientras que, en el escenario de *Transformación Total*, el costo a mediano plazo se estabiliza, compensando el costo creciente de generación eléctrica renovable y la infraestructura asociada para su transporte y distribución con el costo decreciente de los combustibles para el consumo final, tal como puede verse en la Figura 7-2.

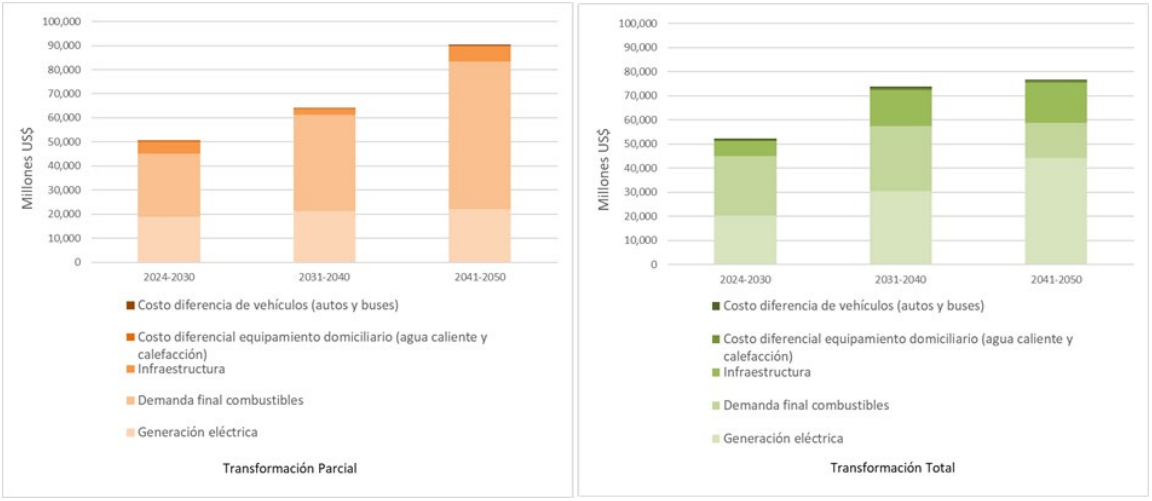


Figura 7-2. Promedio anual por década del costo total del sistema energético desagregado por rubro

A continuación, en la Figura 3.14 se muestran las inversiones anuales necesarias para casa escenario. En el escenario de Transformación Parcial las inversiones anuales no superan los 10.000 millones de dólares anuales hasta el año 2038, luego presentan un incremento manteniéndose en valores cercanos a los 14.000 millones de dólares anuales. Estos valores se encuentran muy por debajo de las inversiones necesarias en el escenario de Transformación Total, dónde alcanzan valores cercanos a los 35.000 millones de dólares anuales.

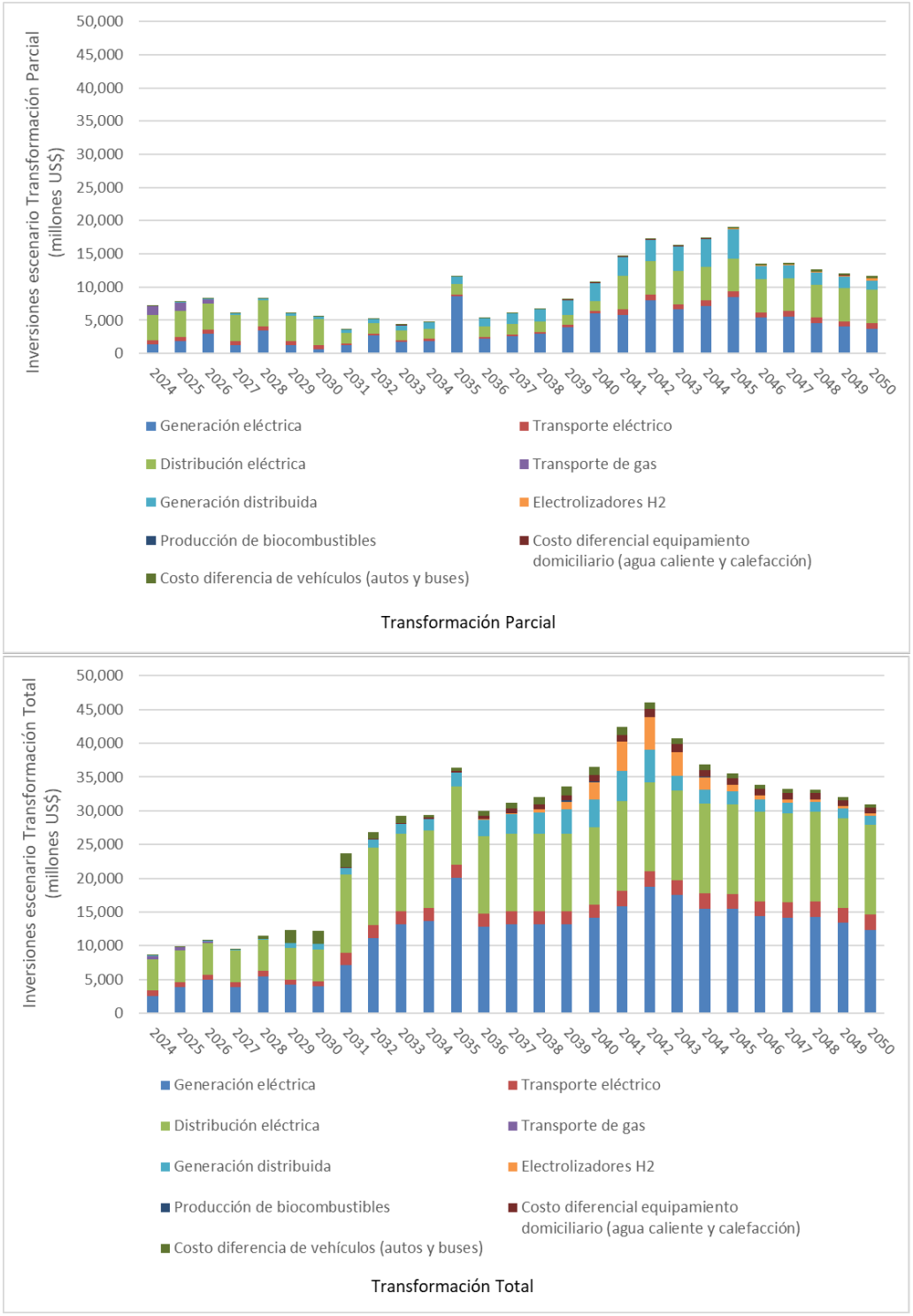


Figura 7-3. Inversiones anuales requeridas para cada escenario (valores medios en US$ millones)

En ambos escenarios se observa que en el año 2035 se observa un pico de inversiones en el rubro de generación eléctrica, el cual está relacionado al ingreso de la cuarta central nuclear.

Las Figuras 7-4 y 7-5 muestran los valores monetarios de los potenciales activos que podrían quedar varados en cada uno de los escenarios elaborados, tanto los activos vinculados a la generación eléctrica como los relacionados a transporte de gas fósil. Los activos varados pueden alcanzar valores anuales de entre el 0,7% y 0,8% del costo total del sistema energético.

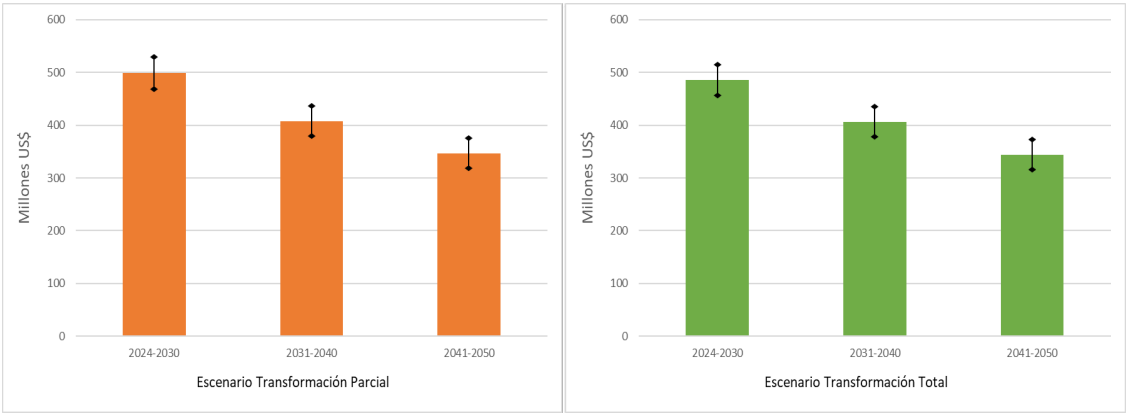


Figura 7-4. Promedio anual por década de los activos varados en la generación eléctrica para ambos escenarios

Se puede observar en la Figura 7-4 que los activos varados relacionados a la generación eléctrica a partir de fuentes fósiles es el mismo para los dos escenarios elaborados, debido a que en ambos casos se descarboniza en forma total la matriz eléctrica.

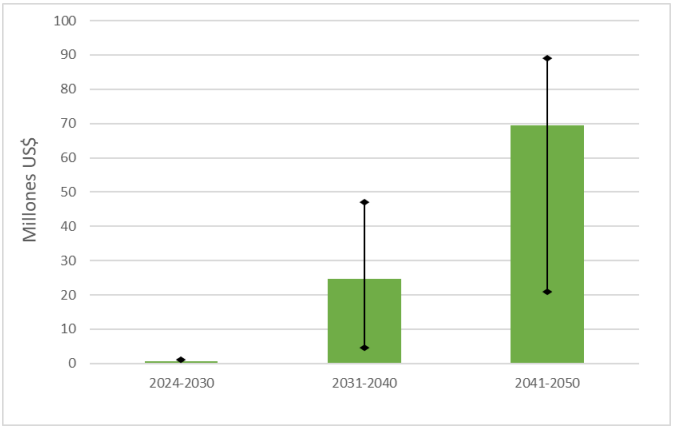


Figura 7-5. Promedio anual por década de los activos varados en el transporte de gas natural para el escenario de Transformación Total

La Figura 7-5 muestra que los activos relacionados al transporte de gas fósil (gasoductos) que podrían quedar varados, aparecen sólo en el escenario de *Transformación Total*. Cuando se consideran las inversiones dispuestas en su construcción y su recupero distribuido a lo largo de la vida útil, los montos son considerablemente menores a los activos varados vinculados a la generación eléctrica fósil.

En lo que respecta a la creación de empleos, la Figura 7-6 muestra que el escenario de *Transformación Total* tiene un potencial superior al del escenario de *Transformación Parcial*, aunque la creación de nuevos puestos de trabajo presenta un pico en plena transición y luego una tendencia a estabilizarse hacia el final del período a medida que las energías renovables dominen la matriz energética y su crecimiento acompañe al crecimiento poblacional y del PBI per cápita.

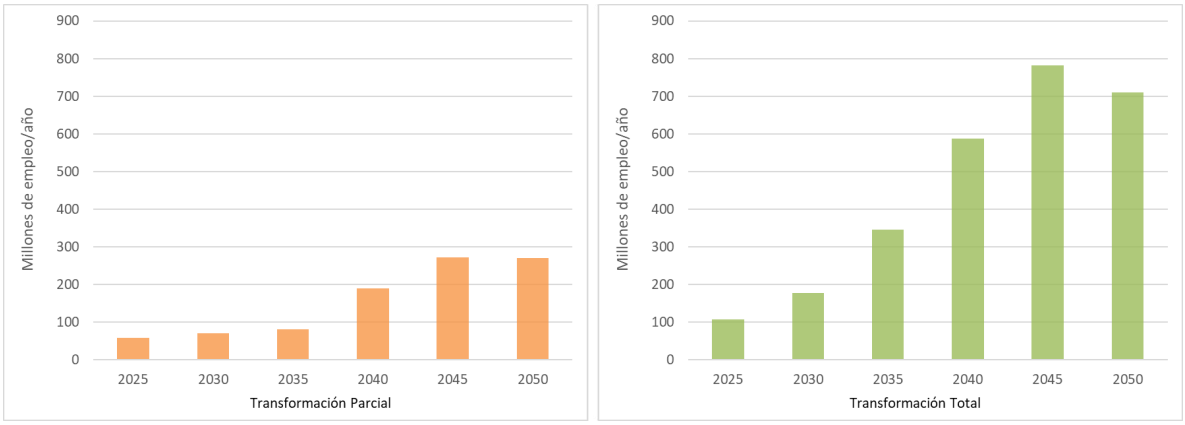


Figura 7-6. Valores medios de la creación de empleos anuales para cada escenario. La construcción de nuevos parques eólicos tiene el mayor impacto en la generación de empleo

La Figura 7-7 muestra la potencial contribución al desarrollo tecnológico nacional que tendría cada uno de los escenarios elaborados, considerando tanto el potencial de investigación y desarrollo como el potencial de fabricación de equipos y componentes a nivel nacional para las distintas tecnologías de producción y consumo de energía utilizadas en los escenarios.

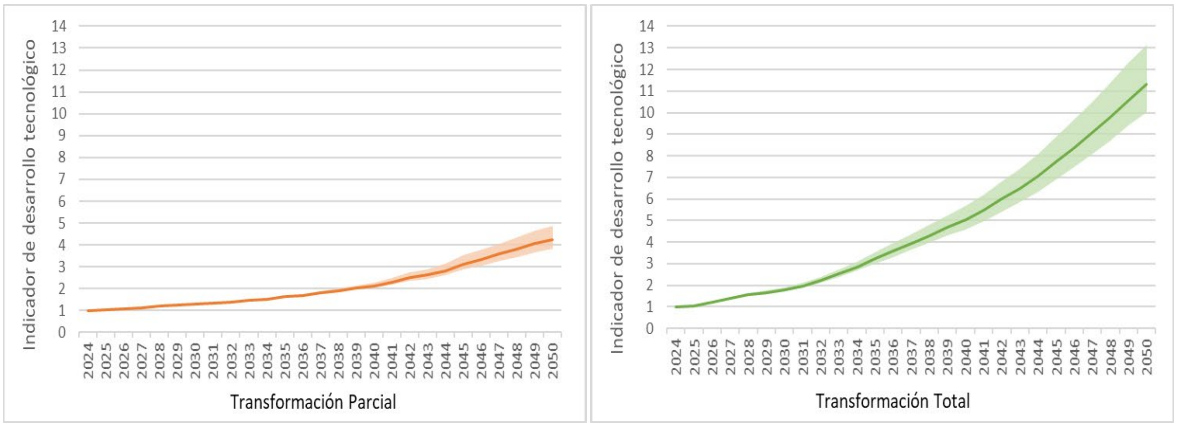


Figura 7-7. Indicador de desarrollo tecnológico para ambos escenarios. El indicador muestra el incremento en el potencial de desarrollo tecnológico nacional de cada escenario respecto del año base (2024). La línea indica el valor medio y la franja el rango posible

La Figura 7-7 muestra una tendencia clara en favor del escenario de *Transformación Total*, triplicando la potencial contribución al desarrollo tecnológico nacional respecto al escenario de *Transformación Parcial*.

7.2. Indicadores socioambientales

Los indicadores que se muestran a continuación permiten evaluar las potenciales consecuencias de los escenarios elaborados sobre distintos aspectos socioambientales.

La Figura 7-8 muestra la posible ocupación del suelo en ambos escenarios. Puede verse un mayor uso del suelo en el escenario de *Transformación Total* debido, fundamentalmente, al suelo destinado a los cultivos para la producción de biodiesel, y en menor medida, al destinado para la producción de energía eólica y solar FV en centrales.

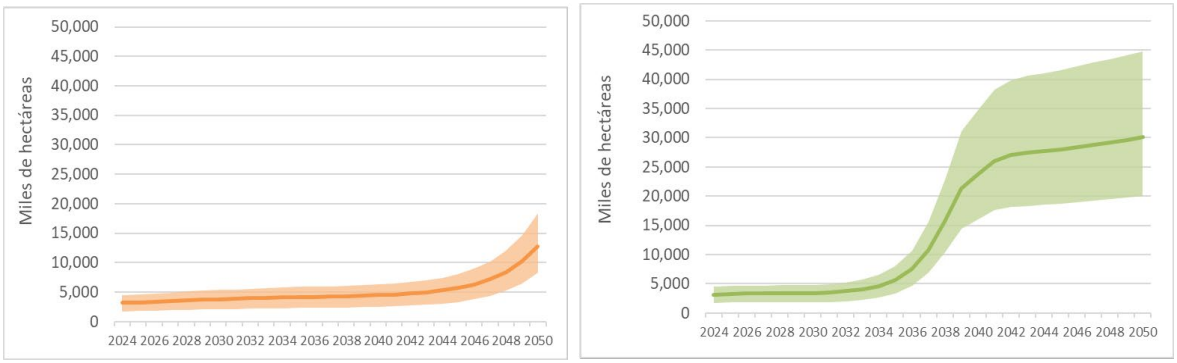


Figura 7-8. Ocupación del suelo relacionada a la generación eléctrica y la producción de combustibles. La línea indica el valor medio y la franja el rango posible considerando la incertidumbre de la estimación. El cultivo destinado a la producción de biodiesel es la actividad que mayor impacto tiene en el uso del suelo

La Figura 7-9 muestra el uso de agua relacionado a la generación eléctrica y a la producción de combustibles. A pesar del alto nivel de incertidumbre, representado por las áreas en la figura, se puede ver que el escenario de *Transformación Total* presenta una tendencia decreciente en el consumo de agua en comparación al de *Transformación Parcial* en el cual domina el consumo de agua en la producción de combustibles fósiles.

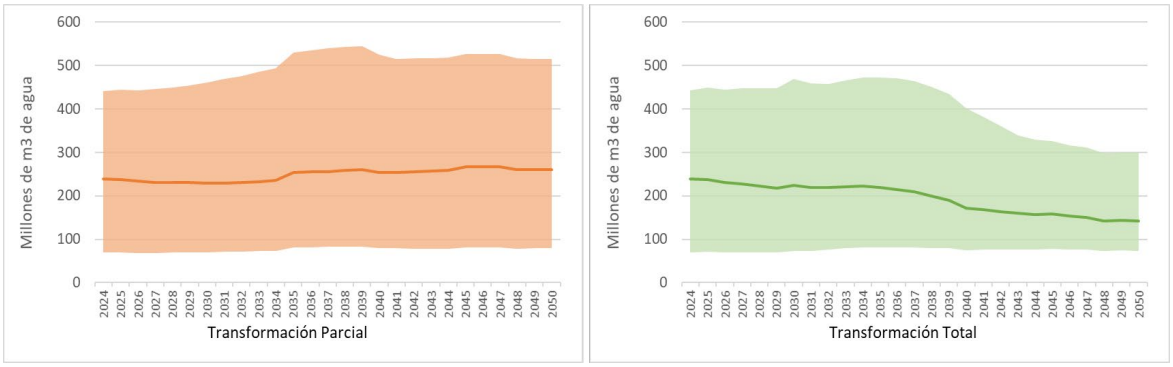


Figura 7-9. Uso de agua relacionado a la generación eléctrica y a la producción de combustible, incluida la producción de hidrógeno. La línea indica el valor medio y la franja el rango posible considerando la incertidumbre de la estimación. La producción de gas y petróleo no convencional es la actividad que mayor impacto tiene en el uso de agua

En la Figura 7-10 se observa el uso de agua vinculado a la producción de litio en ambos escenarios elaborados. El escenario de *Transformación Total*, con una conversión plena del parque automotor de combustión a eléctrico, muestra un potencial mayor uso de agua asociado a una mayor producción de litio para baterías.

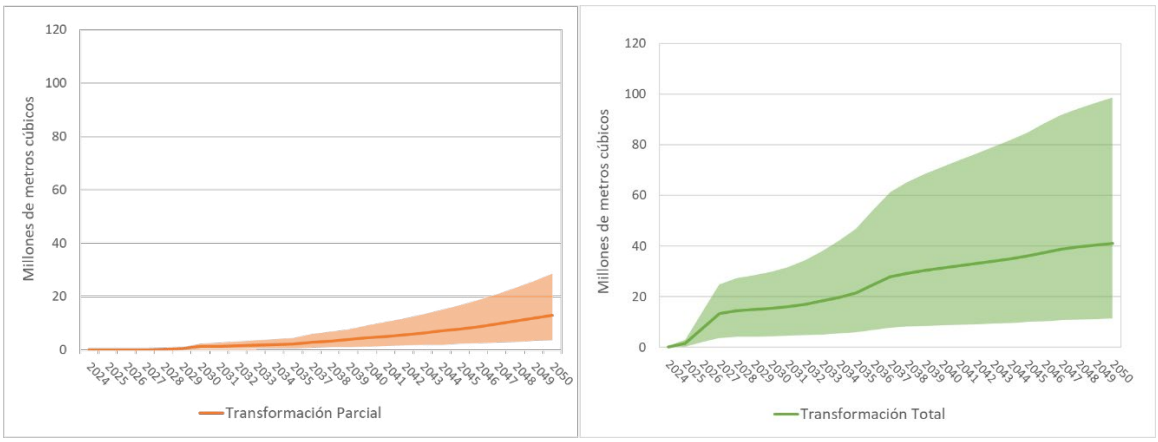


Figura 7-10. Uso de agua relacionado a la producción de litio. La línea indica el valor medio y la franja el rango posible considerando la incertidumbre de la estimación

Las Figuras 7-11 a 7-14 muestran el potencial impacto de los escenarios elaborados sobre la calidad de aire. En la Figura 7-11 se puede ver una tendencia decreciente en la emisión de material particulado en el escenario de *Transformación Total* debido al abandono gradual de los combustibles fósiles.

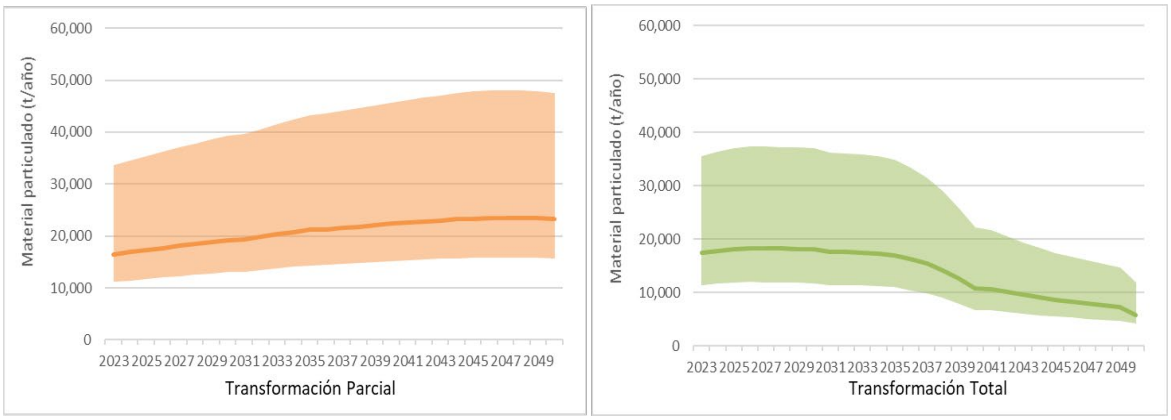


Figura 7-11. Emisiones de material particulado proveniente del uso de combustibles en la demanda final. La línea indica el valor medio y la franja el rango posible considerando la incertidumbre de la estimación. El mayor impacto en la reducción de las emisiones de material particulado es la disminución en el uso de diésel fósil

En la Figura 7-12 se puede ver una importante reducción en las emisiones de óxidos de azufre (SOx) en el escenario de *Transformación Total* también debido a la eliminación gradual de los combustibles fósiles.

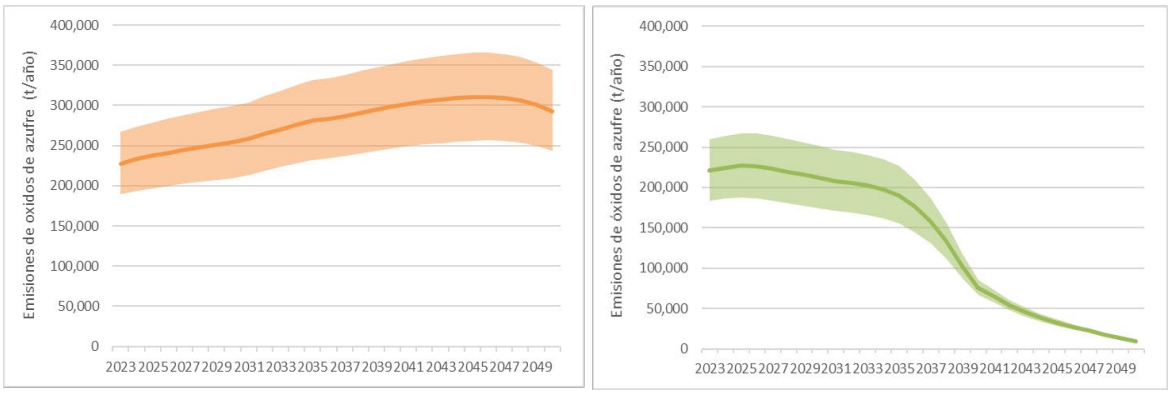


Figura 7-12. Emisiones de SOx proveniente del uso de combustibles en la demanda final. La línea indica el valor medio y la franja el rango posible considerando la incertidumbre de la estimación. Las actividades que mayor impacto tiene en la reducción de las emisiones de SOx es la disminución de la producción de hidrocarburos y la disminución en el uso de diésel y fuel-oil de origen fósil

También las emisiones de óxidos nitrosos (NOx) y de monóxido de carbono disminuyen en el escenario de *Transformación Total* también debido a la eliminación gradual de los combustibles fósiles como se muestra en las Figuras 7-13 y 7-14 respectivamente.

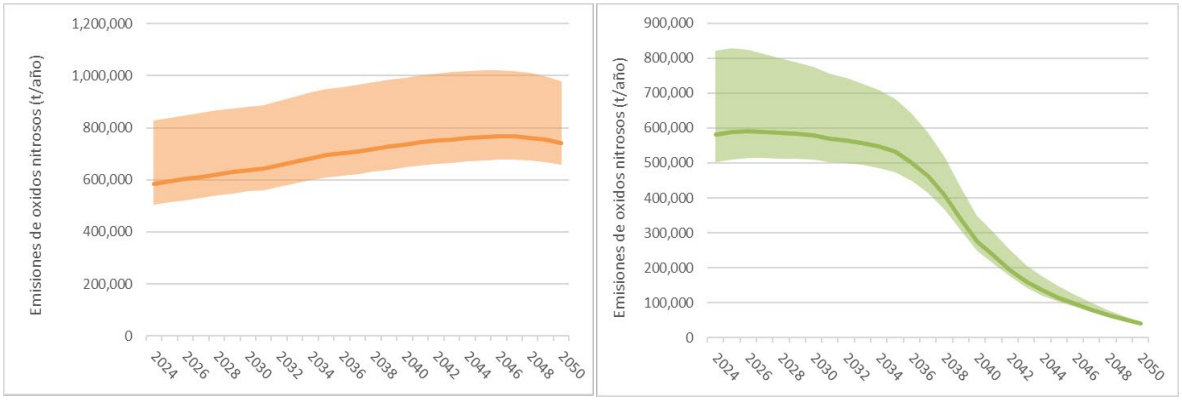


Figura 7-13. Emisiones de NOx proveniente del uso de combustibles en la demanda final. La línea indica el valor medio y la franja el rango posible considerando la incertidumbre de la estimación. Las actividades que mayor impacto tiene en la reducción de las emisiones de NOx es la disminución de la producción de hidrocarburos y la disminución en el uso de gas natural

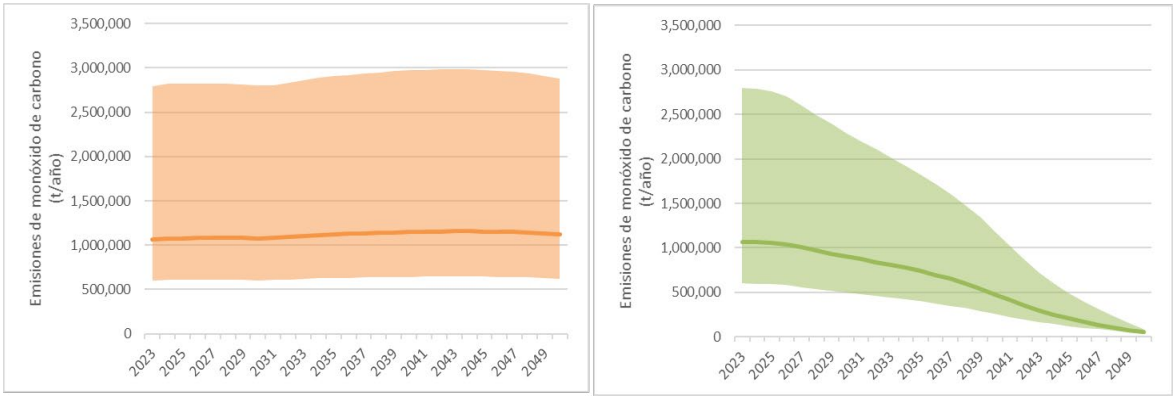


Figura 7-14. Emisiones de CO proveniente del uso de combustibles en la demanda final. La línea indica el valor medio y la franja el rango posible considerando la incertidumbre de la estimación. Las actividades que mayor impacto tiene en la reducción de las emisiones de CO es la disminución en el uso de gas natural

En la Figura 7-15 se muestra el potencial generación de residuos sólidos provenientes de la producción de combustibles (petróleo, gas fósil y biocombustibles). Puede observarse la disminución gradual de residuos sólidos en el escenario de *Transformación Total* debido a la eliminación de los combustibles fósiles, aunque esta reducción se ve parcialmente compensada por la generación de residuos sólidos en la producción de biocombustibles.

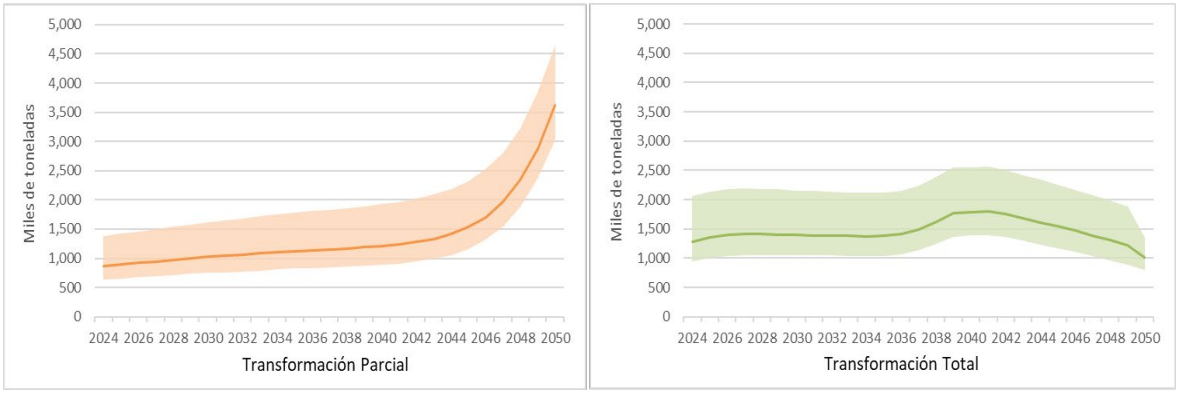


Figura 7-15. Residuos sólidos provenientes de la producción de combustibles (petróleo, gas natural y biocombustibles). La línea indica el valor medio y la franja el rango posible considerando la incertidumbre de la estimación. La actividad que mayor impacto tiene en generación de residuos sólidos es la producción de petróleo

Las Figuras 7-16 y 7-17 muestran el potencial impacto de las centrales nucleares en la generación de residuos nucleares y en el uso del suelo en caso de que se reinicie la minería de uranio en el país para la fabricación del combustible utilizado en las centrales. En ambos casos se considera la incorporación de una cuarta central nuclear de 1200 MW de potencia a partir del año 2035.

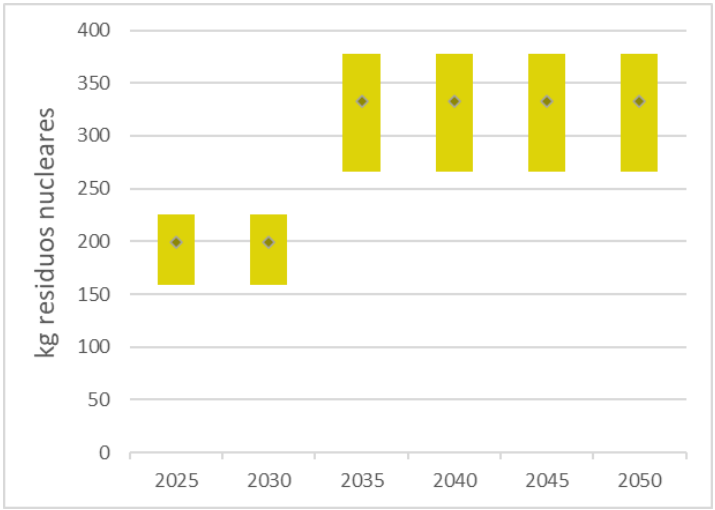


Figura 7-16. Generación de residuos de las centrales nucleares para ambos escenarios. Los dos escenarios planteados consideran las tres centrales existentes (Atucha I, Atucha II y Embalse) y la nueva central nuclear de 1200 MW. Los puntos marcan el valor medio y las barras el rango mínimo y máximo posible considerando la incertidumbre de la estimación

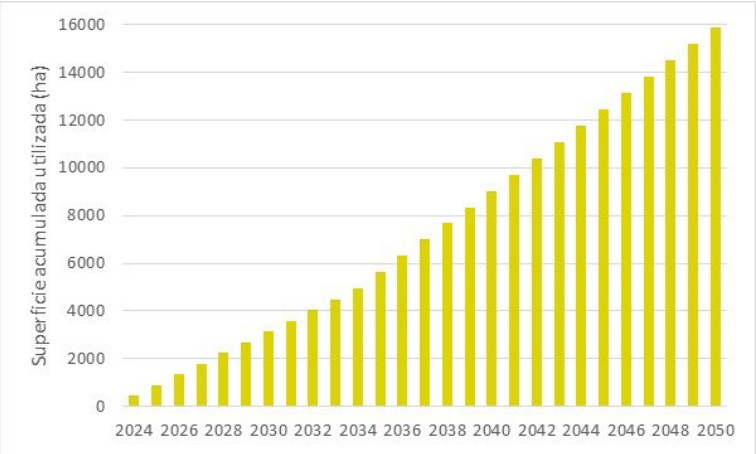


Figura 7-17. Superficie de suelo acumulada en hectáreas requerida para la explotación de uranio necesaria para el funcionamiento de las cuatro centrales nucleares incluidas en los escenarios

7.3. Indicadores político-institucionales

A continuación, se muestran una serie de indicadores que permiten una primera evaluación de las potenciales consecuencias político-institucionales de los escenarios energéticos elaborados.

La Figura 7-18 muestra el grado de diversificación de la matriz energética primaria, considerando los recursos naturales utilizados y las diversas tecnologías para su explotación y aprovechamiento, y su nivel de participación en la matriz.

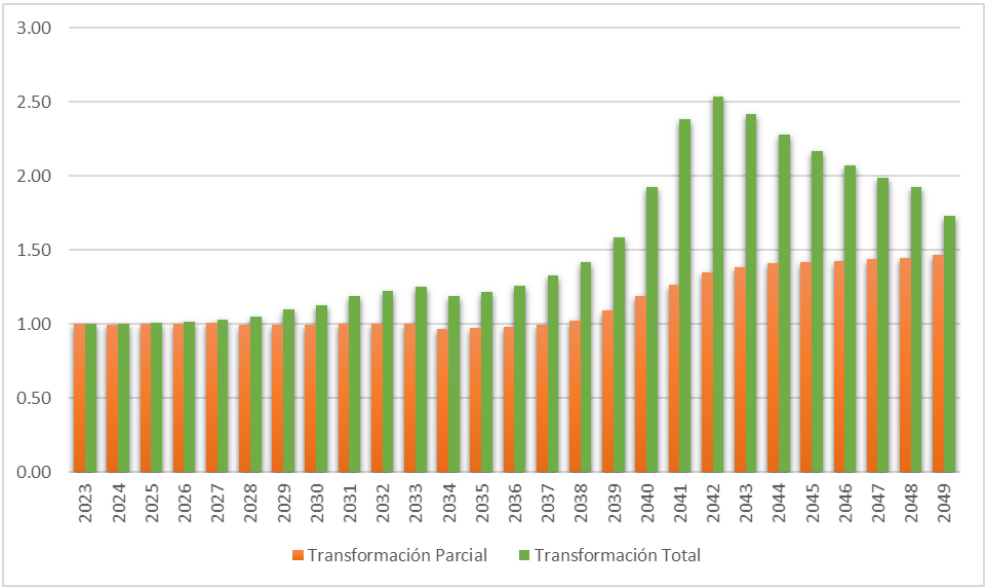


Figura 7-18. Diversificación energética de la matriz primaria

De la Figura 7-18 puede verse que el escenario de *Transformación Total* presenta una mayor diversificación durante el período considerado. Sin embargo, a partir de la década de 2040 aparece una tendencia declinante a medida que los recursos energéticos renovables de mayor penetración (i.e. eólica y solar FV) comienzan a dominar la matriz energética, reduciendo así el grado de diversificación.

La Figura 7-19 muestra la potencial contribución de los escenarios elaborados al desarrollo territorial, teniendo en cuenta la posibilidad de generar nuevos emprendimientos vinculados a la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de producción y consumo de energía. En este sentido, puede verse que el escenario de *Transformación Total* presenta un potencial dos veces superior al escenario de *Transformación Parcial*. La diversificación de los recursos energéticos utilizados, la diversidad de tecnologías para su transformación y aprovechamiento, y las escalas más reducidas asociadas a la generación distribuida explican, en gran parte, esta situación.

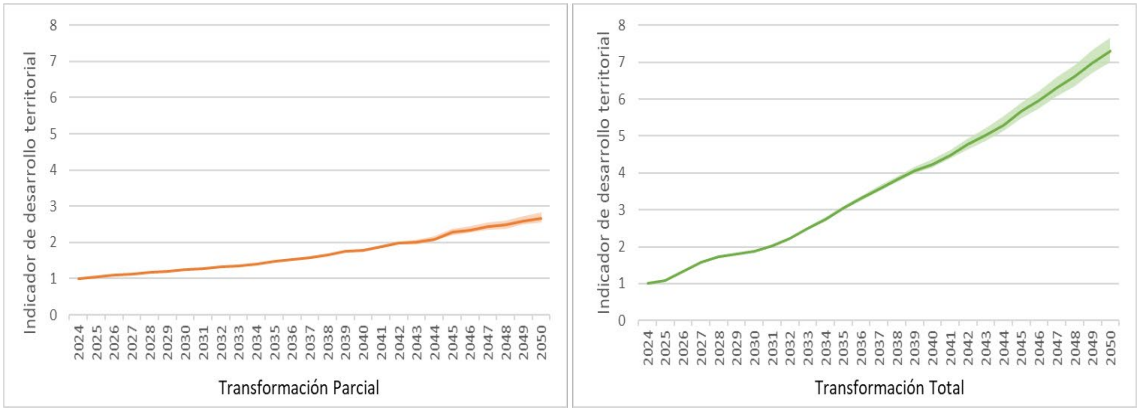


Figura 7-19. Indicador de desarrollo territorial para ambos escenarios. El indicador muestra el incremento en la posibilidad de desarrollo territorial de cada escenario respecto del año base (2024)

La Figura 7-20 muestra el potencial de conflictividad socioambiental que podrían tener los escenarios elaborados. Este potencial, basado en estadísticas internacionales[19] sobre conflictos socioambientales relacionados a la producción de energía, podría reducirse a la mitad en el escenario de *Transformación Total* respecto al escenario de *Transformación Parcial* que sostiene la producción de combustibles fósiles. Esto no implica que los conflictos no puedan generarse en la producción de energía mediante otros recursos y tecnologías, por lo que el escenario de Transformación Total también presenta potencialidad de conflictos socioambientales, principalmente relacionados a la extracción de litio, a la producción de biodiesel y a la instalación de grandes centrales eólicas y solares.

19. UAB. 2023. Atlas Global de Justicia Ambiental. Universidad Autónoma de Catalunya. **https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/presentan-el-atlas-global-de-justicia-ambiental-1345680342040.html?articleId=1345668606152**

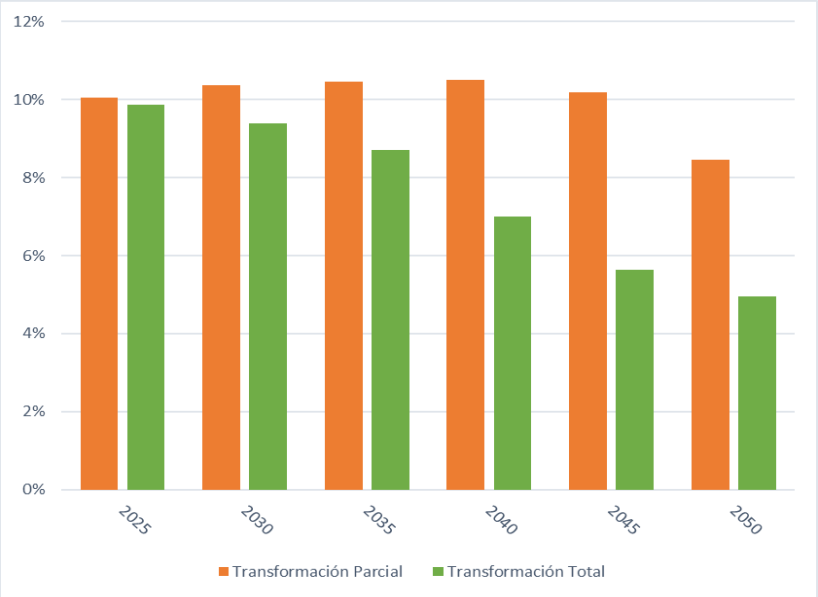


Figura 7-20. Potencial de conflictividad socioambiental

La Figura 7-21 muestra la potencial contribución de cada escenario a la soberanía energética. Este indicador está construido a partir del potencial aporte de cada escenario a la diversificación de la matriz, al desarrollo territorial, al desarrollo tecnológico nacional, a la creación de empleos, al costo total del sistema energético, a la conflictividad socioambiental, y a los diversos impactos socioambientales evaluados anteriormente, todos elementos que hacen a la soberanía energética.

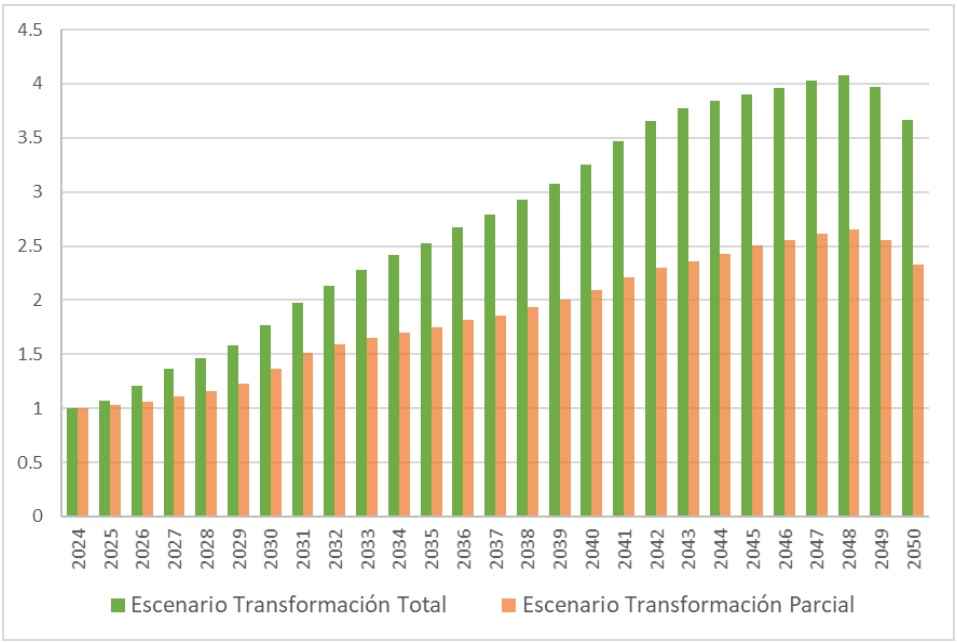


Figura 7-21. Contribución a la soberanía energética

De la Figura 7-21 se puede observar que el escenario de *Transformación Total* podría mejorar la contribución a la soberanía energética respecto del escenario de *Transformación Parcial*, tomando como referencia la situación actual evaluada con el mismo indicador.

La Figura 7-22 muestra de manera integrada los valores que adquieren los indicadores de sostenibilidad para los años 2030, 2040 y 2050 para ambos escenarios. Para la construcción de la Figura 7-22 se normalizaron los valores de los indicadores en relación al valor del primer año en el escenario de Transformación Parcial. Luego se ubicaron en una escala de -100 a 100, en donde el cero corresponde al valor inicial para el escenario de Transformación Parcial y los extremos al valor máximo (o mínimo) que adquiere cada indicador en cualquiera de los dos escenarios.

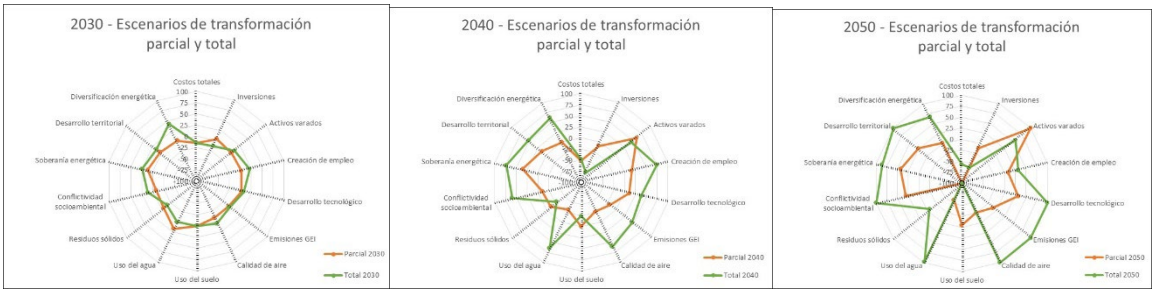


Figura 7-22. Indicadores de sostenibilidad para los años 2030, 2040 y 2050 para ambos escenarios

La Figura 7-22 muestra la evolución de los indicadores de sostenibilidad en el tiempo. Se observa que el escenario de *Transformación Total* mejora en la mayoría de los indicadores, a excepción de activos varados y uso del suelo. En el caso de activos varados, este escenario de *Transformación Total* implica un abandono relativamente temprano de centrales termoeléctricas y otras infraestructuras relacionadas al uso de combustibles fósiles. Y en el caso de uso del suelo, este mismo escenario presenta un mayor uso debido, principalmente, a la implementación de múltiples centrales eólicas y solares fotovoltaicas y al área destinada al cultivo de soja para la producción de biodiesel.

8. Comparativa con escenarios oficiales

A través de las Resoluciones 517/2023 y 518/2023, la Secretaría de Energía del Ministerio de Economía de la Nación aprobó el "Plan Nacional de Transición Energética al 2030"[20] y los "Lineamientos y Escenarios para la Transición Energética a 2050"[21], respectivamente. En estos documentos la Secretaría de Energía delinea el rumbo y establece las metas que alcanzaría el sector energético a 2030 y a 2050, tanto en términos de producción de recursos energéticos primarios y de energía eléctrica, como también de la demanda energética proyectada de los diferentes sectores de uso final, y las emisiones de gases de efecto invernadero que se alcanzarían en los diferentes escenarios planteados.

Estos escenarios energéticos oficiales dejan en claro las políticas del gobierno nacional actual (junio 2023) en materia de hidrocarburos a partir de la expansión de la producción de petróleo y gas y de la infraestructura asociada a la extracción, transporte, transformación, acondicionamiento y distribución.

En este apartado se hace una comparación, a partir de una serie de indicadores claves, entre los escenarios oficiales plasmados en la Resolución 518/2023 "Lineamientos y Escenarios para la Transición Energética a 2050" y los escenarios energéticos alternativos elaborados para este trabajo.

La Figura 8-1 compara la penetración de energías renovables en la generación de energía eléctrica, el porcentaje de sustitución de gas fósil, y la penetración de vehículos eléctricos en el parque automotor.

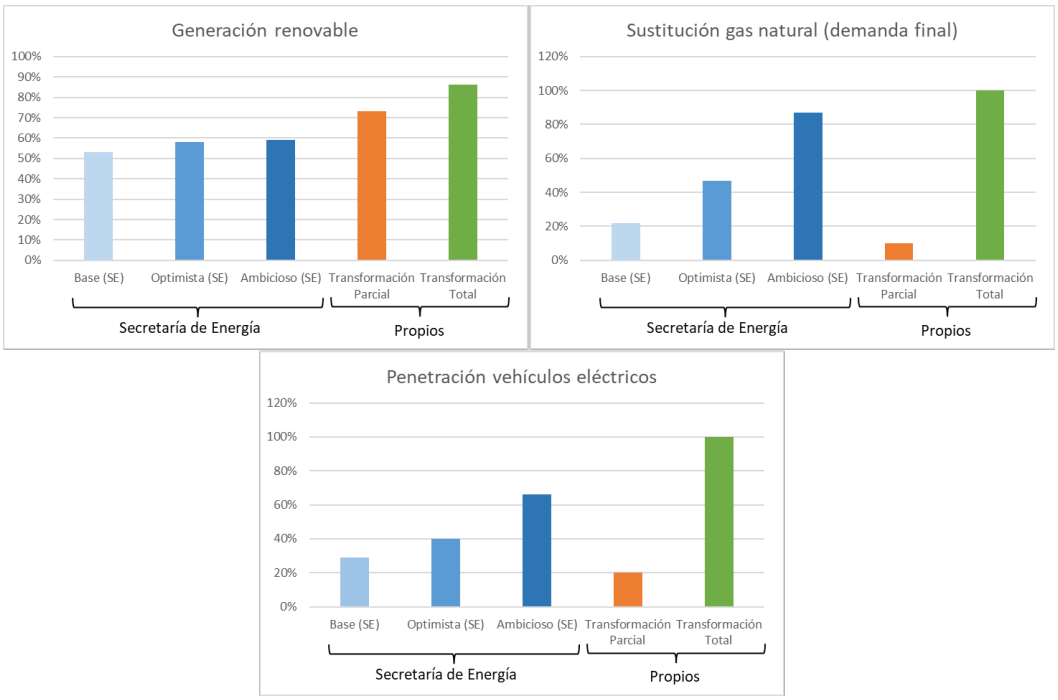


Figura 8-1. Comparativa del alcance de diferentes medidas modeladas en cada escenario

Se puede ver en la Figura 8-1 que el escenario oficial denominado "ambicioso" se acerca en los tres aspectos al escenario de *Transformación Total*.

20. Boletín Oficial de la República Argentina. 2023. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/289826/20230707

21. Boletín Oficial de la República Argentina. 2023. https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-518-2023-386322

La Figura 8-2 compara las emisiones de GEI de cada uno de los escenarios. Si bien el escenario oficial "ambicioso" reduce considerablemente las emisiones, no alcanza a las emisiones nulas a 2050 que alcanza el escenario de *Transformación Total* elaborado para este trabajo.

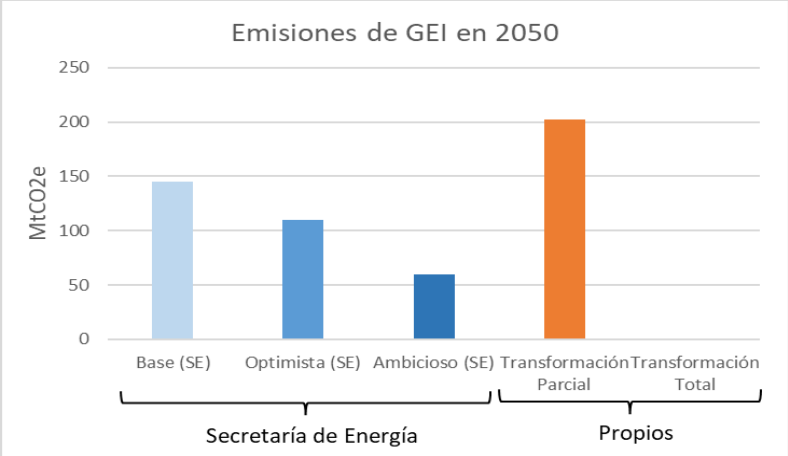


Figura 8-2. Comparativa de las emisiones totales de GEI del sector de la energía alcanzadas en 2050 para cada escenario

La Figura 8-3 compara la creación de empleos en todos los escenarios. Puede observarse que el escenario de *Transformación Total* más que duplica la creación de empleo con respecto al escenario oficial "ambicioso".

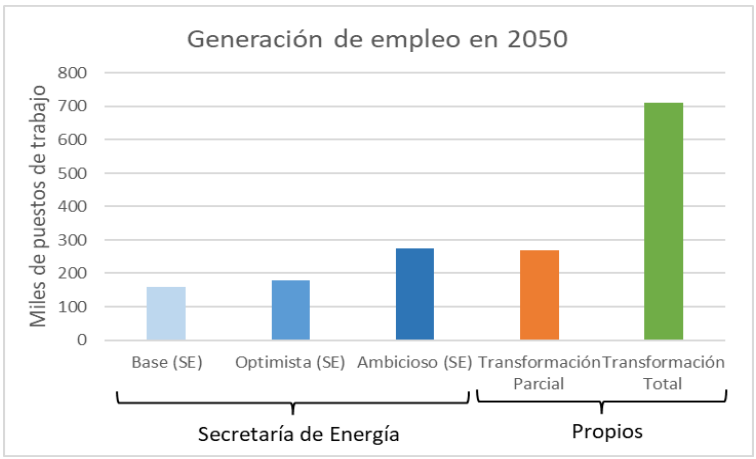


Figura 8-3. Comparativa de la creación de puestos de trabajo generados en 2050 para cada escenario

Por último, la Tabla 8.1 compara las inversiones totales y por rubro de cada escenario. El escenario de *Transformación Parcial* presenta un monto comparable a los escenarios presentados por la Secretaría de Energía, mientras que en el escenario de *Transformación Total* las inversiones requeridas son dos veces superiores a las del escenario ambicioso del Res. 518/2023. Esta diferencia en las inversiones para el escenario de *Transformación Total* se explica por la magnitud de los cambios requeridos para realizar una conversión completa del sistema energético, desde la utilización de los recursos primarios hasta la demanda final de energía.

Tabla 8.1. Comparativa de las inversiones totales por rubro

	Escenarios propios		Escenarios Res 518/2023		
Inversiones (millones US$)	Transformación Parcial	Transformación Total	Base	Optimista	Ambicioso
Generación eléctrica	63.596	264.256	106.736	119.912	151.638
Transporte eléctrico	15.427	46.787	7.594	8.829	10.688
Distribución eléctrica	92.563	280.725	50.193	53.082	56.890
Transporte de gas	3.264	1.247	10.000	10.000	10.000
Generación distribuida	42.275	48.133	2.273	2.273	2.273
Otros	5.910	62.211	88.043	107.409	127.514
Total	223.035	703.359	264.839	301.505	359.003

La comparativa realizada entre los escenarios oficiales presentados en la Resolución 518/2023 "Lineamientos y Escenarios para la Transición Energética a 2050" y los escenarios energéticos alternativos elaborados para este trabajo está limitada por la información brindada en la Resolución 518/2023, la cual no incluye datos sobre otros posibles impactos socioeconómicos, socioambientales y político-institucionales que sí se evalúan para los escenarios elaborados para este trabajo.

9. Elementos para una estrategia comunicacional para la transición energética

La necesidad de incorporar la dimensión comunicacional en la transición energética radica en que el cambio de hábitos y comportamientos individuales y sociales es determinante en el proceso de transición. Esto opera tanto en el nivel de toma de decisiones y regulación para la producción de energía como en los patrones de consumo de bienes y servicios, incluida la energía.

Para que se produzcan cambios de hábitos y comportamientos sostenidos en el tiempo deben transformarse ciertas formas de entender el desarrollo y el significado de prosperidad individual y de sociedad en su conjunto. Estas transformaciones son parte de un proceso social sobre el que se puede intervenir, pero no dirigir ni controlar. Dicho todo lo anterior, es preciso asumir que la revisión y transformación de prácticas de producción y patrones de consumo es un proceso de largo plazo.

Será preciso distinguir mensajes en función del nivel socio económico y el estilo de vida de los diferentes públicos. Mientras que cerca del 20% de los hogares debería disminuir consumos superfluos, otro 40% necesita incrementar su capacidad de consumo para cubrir sus necesidades básicas en materia energética. Apelar a motivaciones éticas para limitar el consumo de bienes y servicios, e indirectamente el consumo energético, no puede ser el primer paso en la comunicación de la transición energética dirigida a un público general.

Por el momento, lo colectivo en relación con la crisis energética tiene breves apariciones en el discurso social. Un ámbito más focalizado de expresión de lo colectivo es el de las comunidades afectadas por sitios de explotación de hidrocarburos. Más allá del nivel de participación o no de los usuarios que intervienen en la conversación, sus discursos están asentados en una lógica colectiva: el territorio y su riqueza natural como bien común. En este contexto, cabe preguntarse cómo motivar para el cambio a personas que no han sido alcanzadas aún por los efectos de una matriz energética basada en combustibles fósiles, y que tampoco llegan a percibir, por distintos motivos, la relación causal entre esa matriz y la crisis climática.

Tanto la producción como el consumo de energía están gobernados por lógicas económicas. Desde el concepto mismo de ahorro energético hasta la proyección del ingreso de divisas por la explotación de Vaca Muerta, pasando por las tarifas y la cantidad de días sin suministro, la energía está cuantificada en términos de dinero. En un escenario social donde la escasez, tanto económica como energética, se ha instalado como una constante, ¿cómo hablar de la necesidad de un cambio de sistema cuando la población aún espera que el actual funcione correctamente? La imperiosa necesidad de encarar una transición energética llega mucho antes de que la mayoría de la población esté siquiera enterada, mucho menos convencida del asunto.

La inminente necesidad de la transición no puede esperar a que las personas, y la sociedad en su conjunto, adapten sus estilos de vida a una nueva matriz energética. En consecuencia, todo plan comunicacional de la transición estará dirigido a un público no conocedor, no convencido y en muchos casos hasta reactivo al cambio.

La primera conclusión que surge del análisis es la complejidad de la cuestión energética, no sólo por las relaciones de poder que se entretejen en el negocio de la energía, sino también por la trama simbólica asociada a su uso, expresada en un cúmulo de instancias comunicacionales. Es por ello que abordar un camino de transición energética requiere una visión multidisciplinar, que considere e intervenga en todos los planos.

Comunicar la transición energética requiere encontrar o construir los puntos de contacto entre la necesidad de la transición y la realidad actual de crisis energética para productores, usuarios y el resto de los actores.

La idea de la energía como servicio básico podría ser un punto de partida común para empezar a comunicar la transición energética asociada a la crisis energética. Vincular atributos como seguridad y autonomía a un servicio básico como "la luz" puede resultar muy conveniente.

A modo de estrategia comunicacional proponemos cinco líneas de acción para instalar gradualmente el tema de la transición energética y las motivaciones para el cambio.

Estas líneas se pueden entender también como etapas en el que se va proponiendo más involucramiento a los destinatarios.

1. Desnaturalizar a la energía como un servicio "dado", sin considerar su origen, los recursos naturales involucrados, la cadena de suministro y los impactos socioambientales asociados.

La condición de la energía como bien intermedio y, por lo tanto, como un servicio "dado", hace que sólo la experiencia de una interrupción en el suministro haga visible su existencia.

En este contexto, desnaturalizar implica observar y caracterizar el servicio de suministro eléctrico, y energético en general, sin dar nada por sentado. Supone desarmar supuestos, y en ese proceso, reasignar valores a puntos de vista y hábitos de producción y consumo de energía.

2. Conocer el circuito de la energía: del origen al efecto

Un paso más allá que desnaturalizar, y probablemente su consecuencia, es conocer el trayecto de la energía eléctrica hasta el interruptor. Sólo comprendiendo sus orígenes se podrán entender, o al menos atender, los argumentos de la transición, así como deconstruir el discurso épico construido sobre la explotación de hidrocarburos en Argentina.

3. Conectar a la comunidad mediante bienes comunes del territorio

Esta fase pretende responder a la pregunta ¿qué tiene que ver el modo de producción de energía conmigo? Sea para usuarios individuales o colectivos, la relevancia e implicación con una problemática se construye según la proximidad a ella, un punto clave de la transición cultural necesaria para la transición energética.

4. Producir autonomía: fin de la centralización y el control del flujo energético

Fomentar la autonomía implica descentralizar el manejo de la producción energética. Las empresas proveedoras de energías renovables ya hablan de autonomía y democratización, pero la conexión de ese discurso con la realidad de los usuarios es casi nula y no genera repercusión alguna. Sin embargo, el concepto de autonomía y, primordialmente, su experiencia de la autonomía en un contexto de crisis de suministro eléctrico, es casi una situación ideal.

5. Entrenar la mirada de largo plazo: riesgos en el territorio, en el tiempo. Reflexiones sobre nuestra huella

Esta línea comunicacional está planteada en último lugar porque es una línea de fondo. En un contexto social en que prima la mirada de corto plazo debido al alto grado de incertidumbre en que se vive, entrenar la mirada de largo plazo no es tarea fácil, pero sí necesaria.

El Estado, desde cada uno de sus poderes y desde todos los niveles, debe ser el principal promotor e instrumentador de la transición energética. Sin embargo, cabe preguntarse hasta qué punto un actor puede predicar un cambio de paradigma si muchas de sus acciones en materia energética se orientan en sentido contrario. La falta de integridad y coherencia de un emisor le resta legitimidad y puede determinar el fracaso de su prédica.

Mientras se disputa la política energética a nivel nacional, la comunicación de la transición puede ir construyendo un terreno fértil de abajo hacia arriba, trabajando en la transición cultural de largo plazo. Se considera que los estados locales y las organizaciones de la sociedad civil –que en ocasiones intervienen en la construcción e implementación de políticas a escala local– son actores que pueden asumir un rol de emisor comprometido con el camino de la transición.

10. Primeros pasos para la transición

En general, cuando se proyectan y analizan las posibles transformaciones de un sistema energético se miran los resultados y las consecuencias en el corto, mediano y largo plazo, pero pocas veces se analiza su inicio, los primeros pasos de la transición.

El sistema energético de cualquier país es una suma de elementos y de actores enlazados e interactuando de manera compleja, por lo que una modificación en alguno de esos elementos desencadenará cambios sobre los otros, impactando sobre uno o, más probablemente, varios de los actores.

Estos actores incluyen a: empresas privadas y públicas vinculadas a la oferta de energía en sus distintas etapas; trabajadores vinculados directa o indirectamente al sistema energético; hogares, comercios, industrias, personas físicas y jurídicas que consumen energía en cualquiera de sus formas; y al Estado como administrador y regulador del sistema. Esto significa que cada miembro de la sociedad, de una manera u otra, es actor del sistema energético.

Esto implica que dar los primeros pasos hacia la transición requiere un diálogo entre actores para acordar una visión a futuro del sistema energético, algunos objetivos generales básicos, un sendero tentativo de transformación y sus primeras acciones, de modo tal de que no haya "perdedores" en ninguna etapa de la transición[22]. El diálogo debería considerar y evaluar ex-ante y de forma sistémica las consecuencias socioeconómicas, socioambientales y político-institucionales del sistema energético actual y futuro, y a partir de allí pensar escenarios a futuro que eviten o mitiguen los aspectos negativos y potencien las consecuencias positivas[23].

A partir de esa visión común se debería abordar una serie de aspectos que facilitarían los primeros pasos de la transición[24]. Sin pretender dar un orden de prioridades en cuanto a su relevancia, los aspectos centrales a debatir deberían incluir:

El *redireccionamiento gradual de subsidios* a la energía hacia el desarrollo y explotación de otros recursos energéticos y sus tecnologías de transformación, así como hacia nuevas tecnologías para la demanda. Esto podría apalancar nuevos emprendimientos productivos y cadenas de valor locales y regionales con la consiguiente creación de empleos de calidad[25]. El financiamiento y la cooperación internacional también deberían alinearse con este fin.

En este sentido, la *generación distribuida*, tanto de energía eléctrica como de energía térmica (calor), cobra especial relevancia, ya que su escala y carácter modular facilitan el financiamiento a partir de ese redireccionamiento de subsidios e incluso del sistema financiero local. A su vez, la generación distribuida de energía contribuiría al *desarrollo tecnológico* local y al *desarrollo territorial* a través de la creación de los ya mencionados emprendimientos productivos y cadenas de valor.

Muchos actores del sector, tanto en la Argentina como a nivel global, sostienen que el *gas fósil* debería ser el combustible a utilizar mayoritariamente *durante la transición*, por su relativa abundancia y las menores emisiones de gases de efecto invernadero en relación al petróleo y al carbón. Sin embargo, en la Argentina

22. MECON. 2019. **https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-presentaron-los-resultados-del-proceso-hacia-una-vision-compartida-de-la-transicion**

23. Secretaría de Energía, Argentina. 2019. **https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg01090.pdf**

24. Blanco, G. y D. Keesler, 2020. Elementos para una Estrategia a Largo Plazo Baja en Carbono. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. **https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/07/UNICEN-Elementos-para-alcanzar-la-carbono-neutralidad-a-2050_2.pdf**

25. Blanco, G. y D. Keesler, 2021. La Transición Energética en la Argentina y los Subsidios a los Fósiles. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. **https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2021/11/RESUMEN_SUBSIDIOS_links.pdf**

esta discusión estaría saldada, ya que cualquiera sea el escenario energético analizado, hará falta tanto gas fósil como petróleo por más de dos décadas hasta lograr sustituir su oferta para fuentes renovables y/o bajas en carbono y reconvertir los consumos residenciales, comerciales, industriales y del transporte, que hoy utilizan esos combustibles fósiles.

Pero una cosa es continuar produciendo y utilizando gas y petróleo mientras se "transiciona" hacia otra matriz energética, reduciendo gradualmente su extracción, y otra diferente es expandir la frontera de producción y la infraestructura para su transformación, transporte y uso final, que es lo que se intenta hacer a partir de las políticas actuales del sector. En este último caso, ya no estaríamos hablando de transición energética, ya que la magnitud de las inversiones necesarias para llevar adelante esta expansión requiere de varias décadas, y en algunos casos más de medio siglo, para recuperación del capital invertido. Esta situación podría tener como consecuencia la generación de los llamados "*activos varados*", a partir de la salida de servicio de infraestructura antes de que alcance su vida útil, o de que se llegue a recuperar el capital invertido; situación que podría darse en caso de que avance la transición en la Argentina y en el mundo, hacia una matriz energética basada en recursos renovables.

A favor de esta expansión de la frontera productiva de gas y petróleo, se mencionan también potenciales beneficios que tendría para la *balanza comercial* de la Argentina, ya que los excedentes de la producción que no se consumieran localmente se podrían exportar. Esta proyección es discutible ya que, por un lado, lo que queda en el país son regalías que representan un porcentaje menor de las ventas de gas y petróleo al exterior mientras que la parte sustantiva de esas ventas queda para las empresas productoras. Por otro lado, tampoco está claro cuál sería el mercado para esas exportaciones en un contexto de transición energética global hacia energías renovables a la luz de la crisis climática y las cuestiones geopolíticas vinculadas a la energía.

La producción de energía eléctrica y térmica a partir de recursos energéticos renovables para la *sustitución de energía termoeléctrica de origen fósil y de gas fósil* de uso final sí reduciría la necesidad de importar gas fósil de Bolivia o GNL desde otros países, impactando positivamente en la balanza comercial de forma directa e inmediata.

Un apartado especial requiere la *movilidad* urbana e interurbana de personas y el *transporte* de mercaderías. Los sectores de la energía y el transporte están intrínsecamente vinculados, por lo que accionar sobre la movilidad y el transporte debería ser parte de los primeros pasos de la transición energética. La planificación urbana y el desarrollo de infraestructuras, la normativa, la educación y la concientización son elementos clave para facilitar la transición hacia la movilidad no motorizada, al cambio modal y al uso de vehículos particulares o públicos[26].

Estos aspectos de la transición energética llevan a la discusión sobre la necesidad de asegurar una *transición laboral justa* para los trabajadores del sector de los hidrocarburos, directos e indirectos[27]. Nuevamente aquí hay que resaltar que la explotación de gas y petróleo continuará, necesariamente, por los próximos 20 años o más, cualquiera sea el escenario considerado. Esto permitiría una transición gradual de los trabajadores y empresas del sector hacia otras actividades vinculadas o no a la energía. No obstante, se deberá atender la situación y brindar capacitación y compensaciones económicas en los casos en que se requiera.

26. Blanco, G. y D. Keesler, 2019. Movilidad Sustentable: Desafíos para la Argentina. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. **https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/04/FARN-UNICEN_Movilidad-sustentable.-Desafios-para-la-Argentina.pdf**

27. ILO. 2022. The future of work in the oil and gas industry: Opportunities and challenges for a just transition to a future of work that contributes to sustainable development. International Labour Organization 2022. ISBN 978-92-2-037558-7. **https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_859846.pdf**

Entre los primeros pasos de la transición, se deberá repensar el rol del *sistema académico* en todos sus niveles y en el rol del *sistema científico-tecnológico*. En cuanto primero, es necesario fortalecer la *enseñanza multidisciplinar* que contribuya y facilite la comprensión de problemáticas complejas como el cambio climático asociado, en gran parte, a la producción y consumo de energía, que afectan el presente y el futuro y de las sociedades. En relación más directa con la transición energética, el sistema académico, a su vez, debería empezar a desarrollar programas de *capacitación para la transición laboral*, pensando en las posibles migraciones de trabajadores de sectores productivos que irán perdiendo relevancia a medida que la transformación del sistema energético avance a favor de nuevos sectores que irán creciendo y desarrollándose.

En relación al sistema científico-tecnológico, es necesario fortalecer las *líneas estratégicas* de investigación, desarrollo e innovación que apunten, por un lado, a brindar soluciones a las *problemáticas centrales del desarrollo* del país a partir de proyectos y actividades que integren científicos y expertos de múltiples disciplinas y, por otro, a fortalecer la *vinculación* tanto con el *medio productivo* como con *tomadores de decisiones* de distintos niveles de gobierno: municipal, provincial y nacional. Esta vinculación debería atravesar los poderes ejecutivo, legislativo y judicial.[28]

Los primeros pasos también deberán incluir la *revisión de la legislación y normativa vigente* en materia energética y otra cuyos alcances impacten en el sistema energético. La revisión debería alinearse con la visión de corto, mediano y largo plazo y con los objetivos generales acordados previamente entre los actores involucrados. La revisión de la legislación y normativa vigente debería *fortalecer la participación* de esos actores para la *evaluación sistémica e integral ex-ante de las acciones*, cubriendo aspectos socioeconómicos, socioambientales y político-institucionales, y facilitar así su implementación.

A nivel global, y también en la Argentina, se debate sobre los beneficios de establecer *precios al carbono* a partir de diferentes instrumentos de política económica[29]. En ese debate, el impuesto al carbono aparece como una opción de aplicación relativamente sencilla y de resultados inmediatos[30]. Sin embargo, cuando se analizan más detenidamente las implicancias de la implementación de un impuesto al carbono, surgen una cantidad de *cuestionamientos sobre el impacto final* sobre las personas en relación a los costos adicionales de bienes y servicios cuya producción está sostenida por el uso de combustibles fósiles[31] [32].

Finalmente, los primeros pasos de la transición energética deberán incluir el diseño y el inicio de la implementación de una *estrategia comunicacional* para la *concientización* de la población y del resto de los actores sobre la necesidad de transformar el sistema energético[33] [34]. Esta estrategia deberá servir para *motivar los cambios de algunos hábitos y comportamientos individuales y sociales* que serán imprescindibles para transformar patrones de consumo y aceptar nuevas formas de producir y consumir tanto energía como bienes y servicios en general[35]. El resumen de los posibles primeros pasos se pueden ver en la Figura 10-1.

28. MINCYT. 2017. Identificación de las problemáticas centrales de la Argentina para alcanzar un desarrollo sustentable. Comisión Asesora de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sustentable (CADES). **https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/est_amb_identificacion-problematicas-centrales-para-desarrollo-sustentable-2017.pdf**

29. Kreibiehl, S., T. Yong Jung, S. Battiston, P. E. Carvajal, C. Clapp, D. Dasgupta, N. Dube, R. Jachnik, K. Morita, N. Samargandi, M. Williams, 2022: Investment and finance. In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.017. **https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter15.pdf**

30. CEPAL. 2017. Efectos potenciales de un impuesto al carbono sobre el producto interno bruto en los países de América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). **https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/41867/S1700590_es.pdf**

31. Vogt-Schilb, Adrien. 2019. ¿Podemos reducir las emisiones sin un impuesto al carbono?. Banco Interamericano de Desarrollo. **https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/podemos-reducir-las-emisiones-sin-un-impuesto-al-carbono/**

32. Lebreault, José. 2021. 18 Ventajas y desventajas del impuesto al carbono. Proyecto Vida Plena. **https://proyectovidaplena.com/18-ventajas-y-desventajas-del-impuesto-al-carbono/**

33. SEAI. 2022. Communication strategies to encourage energy conservation. Sustainable Energy Authority of Ireland. **https://www.seai.ie/data-and-insights/behavioural-insights/publications/communication-strategies/Communication-strategies-to-encourage-energy-conservation.pdf**

34. Dupar, M., with McNamara, L. and Pacha, M. 2019. Communicating climate change: A practitioner's guide. Cape Town: Climate and Development Knowledge Network. **https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Communicating%20climate%20change_Insights%20from%20CDKNs%20experience.pdf**

35. UCL. 2023. Handbook for Communicating Climate Change. **https://www.ucl.ac.uk/climate-change/sites/climate_change/files/ucl_climate-change_handbook-for-comms.pdf**

Figura 10-1. Posibles primeros pasos para iniciar la transición energética en la Argentina

11. A modo de conclusión

Los resultados de los escenarios energéticos alternativos elaborados muestran que otra forma de producir y consumir energía es posible en la Argentina.

Estos escenarios permiten, en primer lugar, poner en evidencia las magnitudes en juego para lograr la transformación del sistema energético. Estas magnitudes incluyen, entre otras, los recursos energéticos primarios necesarios para la sustitución parcial o total de los combustibles fósiles, los requerimientos específicos de potencia para la generación de energía eléctrica a base de fuentes renovables, las necesidades de infraestructura para el transporte y distribución de energía eléctrica, y los costos totales del sistema energético.

En segundo lugar, puede observarse del análisis que cualquiera sea el escenario evaluado, estos presentarán claroscuros en relación a las potenciales consecuencias sobre distintos aspectos socioeconómicos, socioambientales y político-institucionales que hacen a la sustentabilidad del sistema. Así puede observarse que el escenario de *Transformación Total* elaborado para este trabajo presenta potenciales consecuencias positivas en una cantidad de aspectos como costos totales, emisiones de GEI, creación de empleo, desarrollo territorial y tecnológico, soberanía energética, entre otros; aunque al mismo tiempo el mismo escenario muestra potenciales impactos negativos vinculados al uso del suelo, e incluso a la diversificación de la matriz hacia el final del período.

Esto resalta la importancia de llevar adelante un análisis sistémico de cada política, medida o proyecto que conduzca a la transformación del sistema energético. Los indicadores elaborados para este trabajo son una muestra parcial y, en algunos casos, aproximada del tipo de evaluación que debería realizarse *a priori* de la implementación de cualquier política, medida o proyecto específico. A partir de este análisis se puede actuar anticipadamente en el diseño e implementación de cada acción, potenciando las consecuencias positivas y mitigando o evitando las posibles consecuencias negativas.

En este trabajo se plantea la necesidad de discutir los primeros pasos de la transición, considerando que exista un entendimiento sobre la necesidad de esa transición, para lo cual se propone un diálogo abierto entre todos los actores intervinientes con el fin de acordar una visión general de mediano y largo plazo. Con este fin, se discuten en este documento una serie de elementos y acciones que deberían considerarse como posibles primeros pasos. Entre estos se encuentran: la revisión del marco normativo para identificar cambios que faciliten la transición, el redireccionamiento gradual de los subsidios al actual sistema energético para apalancar la transición, y la transición gradual de trabajadores hacia otros sectores planificando su capacitación y compensación económica cuando sea necesario.

Por último, y como parte de los primeros pasos para la transición, se resalta la importancia de diseñar e implementar una estrategia para comunicar la necesidad de la transformación del sistema energético. Una transformación de tal magnitud, que involucra directa o indirectamente a cada individuo, familia, empresa, institución y organismo público del país, no puede llevarse adelante sin que haya una aceptación racional y/o emocional de los cambios que esa transformación implicaría, y que incluyen cambios de algunos patrones de consumo, de comportamientos individuales y sociales, y en algunos casos, de estilos de vida.

Referencias

Bass, Frank (1969) "A New Product Growth Model for Consumer Durables". Management Science, Vol 15 (5), 215-227.

Bass, Frank (2004) "Comments on "A New Product Growth Model for Consumer Durables": The Bass Model" Management Science, 50, N 12, pp. 1833-1840

Blanco, G. y D. Keesler, 2019. Movilidad Sustentable: Desafíos para la Argentina. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/04/FARN-UNICEN_Movilidad-sustentable.-Desafios-para-la-Argentina.pdf

Blanco, G. y D. Keesler, 2020. Elementos para una Estrategia a Largo Plazo Baja en Carbono. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/07/UNICEN-Elementos-para-alcanzar-la-carbono-neutralidad-a-2050_2.pdf

Blanco, G. y D. Keesler, 2021. La Transición Energética en la Argentina y los Subsidios a los Fósiles. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2021/11/RESUMEN_SUBSIDIOS_links.pdf

Blanco, G. y D. Keesler (2022). Transición energética en la Argentina: Construyendo alternativas. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Blanco, G. y D. Keesler (2023). Energías Renovables para la Transición Energética: Una Mirada Integral. Centro de Tecnologías Ambientales y Energía, Facultad de Ingeniería, UNICEN. Editado por Fundación Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2023/07/DOC_UNICEN_links.pdf

Boletín Oficial de la República Argentina. 2016. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/151052/20160919

Boris Hofmann, Deniz Igan and Daniel Rees. 2023. The changing nexus between commodity ices and the dollar: causes and implications. Bank for International Settlements. ISSN: 2708-0420. https://www.bis.org/publ/bisbull74.pdf

Bjørnland, Hilde C. 2022. Challenges for monetary policy in a rapidly changing world. European Central Bank. https://www.ecb.europa.eu/pub/conferences/ecbforum/shared/pdf/2022/Bjornland_paper.pdf

CEPAL. 2017. Efectos potenciales de un impuesto al carbono sobre el producto interno bruto en los países de América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/41867/S1700590_es.pdf

Dupar, M., with McNamara, L. and Pacha, M. 2019. Communicating climate change: A practitioner's guide. Cape Town: Climate and Development Knowledge Network. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Communicating%20climate%20change_Insights%20from%20CDKNs%20experience.pdf

Geroski, P. A. (2000). Models of technology diffusion. Research policy, 29(4-5), 603- 625.

Hall, B. H., & Khan, B. (2003). Adoption of new technology. NBER Working Paper No. 9730. http://www.nber.org/papers/w9730. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH. Cambridge, JEL No. 03, L1.

Heaps, C. G. (2022). Low Emission Analysis Platform (LEAP). Retrieved from https://www.sei.org/projects-and-tools/tools/leap-long-range-energy-alternatives-planning-system/

IPCC. 2023. AR6 Synthesis Report (SYR). https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/

IRENA. (2023). World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway, Volume 1, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_v1_2023.pdf?rev=261b3ae18f70429ea8cf595d5a4bee18

Kreibiehl, S., T. Yong Jung, S. Battiston, P. E. Carvajal, C. Clapp, D. Dasgupta, N. Dube, R. Jachnik, K. Morita, N. Samargandi, M. Williams, 2022: Investment and finance. In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.017. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter15.pdf

Leah Temper, Daniela del Bene and Joan Martinez-Alier. 2015. Mapping the frontiers and front lines of global environmental justice: the EJAtlas. Journal of Political Ecology 22: 255-278. https://journals.librarypublishing.arizona.edu/jpe/article/id/1932/

Lebreault, José. 2021. 18 Ventajas y desventajas del impuesto al carbono. Proyecto Vida Plena. https://proyectovidaplena.com/18-ventajas-y-desventajas-del-impuesto-al-carbono/

MAyDS. 2020. Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional de la República Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/segunda_contribucion_nacional_final_ok.pdf

MAyDS (2021) Cuarto Informe Bienal de Actualización de Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)

MAYDS. 2023. Estrategia de desarrollo resiliente con bajas emisiones a largo plazo a 2050. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estrategia_de_desarrollo_resiliente_con_bajas_emisiones_a_largo_plazo_2050.pdf

MECON. 2019. https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-presentaron-los-resultados-del-proceso-hacia-una-vision-compartida-de-la-transicion

MINCYT. 2017. Identificación de las problemáticas centrales de la Argentina para alcanzar un desarrollo sustentable. Comisión Asesora de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sustentable (CADES). https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/est_amb_identificacion-problematicas-centrales-para-desarrollo-sustentable-2017.pdf

Ministerio de Economía (2021B) Producción de Petróleo y Gas, https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/produccion-de-petroleo-y-gas

Ministerio del Ambiente Perú (2023) Sistema Nacional de Información Ambiental. https://sinia.minam.gob.pe/informacion/estadisticas

Romero I., Cristófalo M. (2020) Herramienta para el Fomento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas en la Ciudad de Buenos Aires, para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/herramienta_sfv_caba_-_reporte_final.pdf

Sabatini, F. (1997). Conflictos ambientales y desarrollo sustentable de las regiones urbanas. Revista eure, vol. XXII, N° 68, pp. 77-91.

Secretaría de Energía, Argentina. 2019. https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg01090.pdf

SEAI. 2022. Communication strategies to encourage energy conservation. Sustainable Energy Authority of Ireland. https://www.seai.ie/data-and-insights/behavioural-insights/publications/communication-strategies/Communication-strategies-to-encourage-energy-conservation.pdf

Secretaría de Energía (2023) Resolución N° 36/2023. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables/convocatoria-abierta-nacional-e-internacional-renmdi

UCL. 2023. Handbook for Communicating Climate Change. https://www.ucl.ac.uk/climate-change/sites/climate_change/files/ucl_climate-change_handbook-for-comms.pdf

Vogt-Schilb, Adrien. 2019. ¿Podemos reducir las emisiones sin un impuesto al carbono?. Banco Interamericano de Desarrollo. https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/podemos-reducir-las-emisiones-sin-un-impuesto-al-carbono/

Anexos

AI. Proyecciones de la demanda

Las proyecciones del comportamiento de la demanda a futuro se realizaron en base a la evolución de diferentes variables según el sector de demanda analizado.

Demanda del sector residencial

Para la demanda residencial la variable preponderante fue el crecimiento poblacional esperado (INDEC, 2013), junto al promedio de personas por hogar (INDEC, 2021) (Figura AI-1).

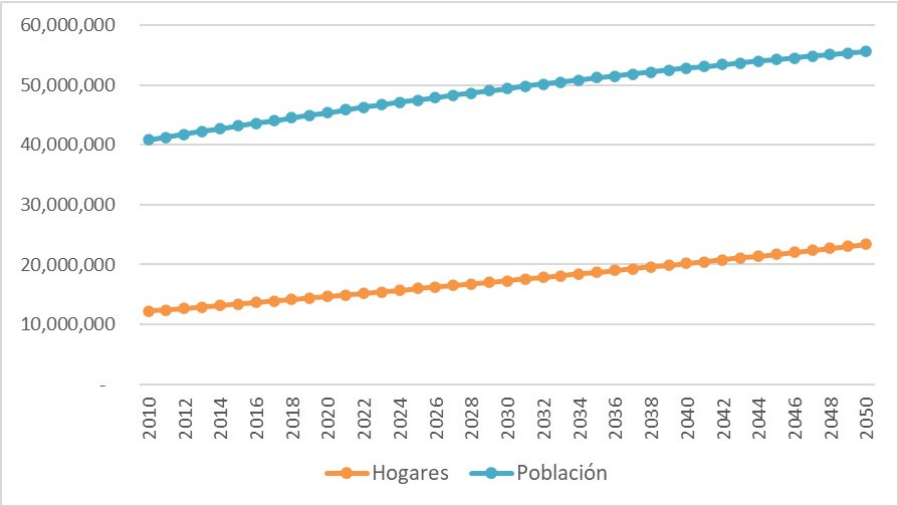


Figura AI-1. Crecimiento de la población y cantidad de hogares

Además, se analizó el crecimiento de la demanda residencial en el estrato de bajos ingresos (los cuatro deciles de hogares de menores ingresos) al fin de asegurar que todos los hogares del país alcancen como mínimo un consumo igual al consumo promedio de la totalidad de hogares. En la Tabla AI-1 se muestra la distribución de hogares según escala de ingresos familiar, la cantidad promedio de miembros por hogar de cada decil, y el porcentaje de población en cada decil. Según sus niveles de ingresos los deciles pueden agruparse en tres estratos: el estrato bajo incluye los cuatro deciles de hogares de menores ingresos, el estrato alto incluye los dos deciles de hogares de mayores ingresos y el estrato medio abarca los cuatro deciles intermedios.

Tabla AI-1. Distribución de los hogares según escala de ingreso total familiar (INDEC)

Estrato	Decil	Encuesta Permanente de Hogares 3° trimestre 2022 (INDEC)			
		Ingreso total familiar medio por decil (AR$)	Porcentaje de hogares en cada decil	Cantidad de miembros promedio por hogar	Porcentaje de personas por decil
Estrato bajo	1	32,209	10%	2.2	7.3%
	2	56,195	10%	2.4	8.3%
	3	75,158	10%	2.6	8.7%
	4	92,979	10%	2.9	9.7%
Estrato medio	5	109,692	10%	3.0	10.3%
	6	132,537	10%	3.3	11.3%
	7	160,035	10%	3.2	10.7%
	8	197,392	10%	3.2	10.8%
Estrato alto	9	259,576	10%	3.2	11.0%
	10	441,385	10%	3.5	11.9%

Se analizó el consumo promedio de energía por decil y por estrato (ADEERA), y se calculó un promedio de consumo por estrato. Cómo se muestra en la Tabla AI-2 el estrato bajo consume en promedio un 44% menos que el estrato de ingresos medios, y el estrato alto consume en promedio un 64% que el estrato medio.

Tabla AI-2. Consumo energético de los hogares por decil y estrato de ingresos (ADEERA)

Estrato	Decil	Consumo mensual medio por decil (ADEERA)					
		Energía eléctrica (kWh)	Energía total (kWhe)	Consumo medio mensual por estrato (kWhe)	Diferencia respecto del estrato medio	Consumo medio mensual total (kWhe)	Diferencia respecto de la media total
Estrato bajo	1	190	420	582	-44%	1040	-58%
	2	210	534				-46%
	3	240	647				-35%
	4	252	725				-27%
Estrato medio	5	265	860	1040	0%		-13%
	6	284	953				-4%
	7	294	1098				11%
	8	318	1250				26%
Estrato alto	9	345	1491	1711	64%		50%
		417	1931				95%

Por otro lado, los hogares no consumen la misma cantidad de energía a lo largo del país, ya que la necesidad de energía de los hogares se ve fuertemente influenciada en gran parte por las condiciones climáticas. Por esta razón se analizó el consumo de energía en el sector residencial por provincia y por región en base a:

- informes de CAMMESA para lo que respecta a la demanda de energía eléctrica,
- informes de ENARGAS, para la demanda de gas natural,
- informes de la Secretaría de Energía, para la demanda de GLP.

Considerando la cantidad de hogares en cada región se determinó el consumo promedio residencial anual (Figura AI-2).

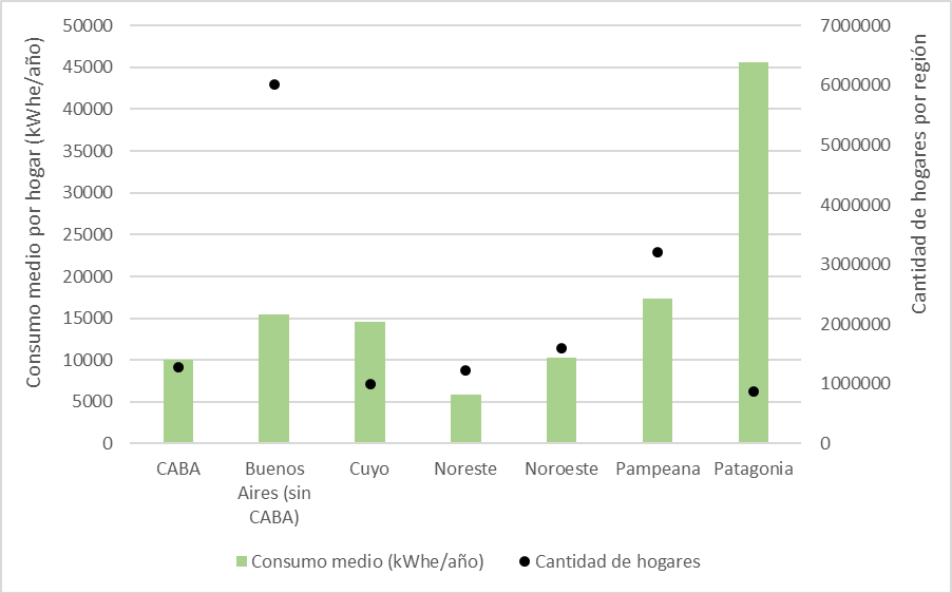


Figura AI-2. Consumo residencial promedio anual por hogar para las diferentes regiones del país y cantidad de hogares por región (2022)

En base a estos datos de los consumos y hogares por región, y a los porcentajes en que los cuatro deciles de menor ingreso deberían incrementar su consumo de energía para alcanzar el consumo promedio de los deciles medios, se calculó el incremento de la demanda de energía total, que representaría un alza del 24,2% respecto de la demanda actual (2022) del sector residencial. Se plantea realizar un aumento gradual del consumo del estrato de bajos ingresos, alcanzando en 2030 el incremento del 24,2% necesario para igualar al consumo promedio de los deciles medios.

De esta forma la demanda residencial para el escenario de Transformación Total es 22,6 % superior a la demanda residencial del escenario de Transformación Parcial.

En la Figura AI-3 se muestran los porcentajes de electrificación de los consumos residenciales en cada escenario y la incorporación de calefones solares.

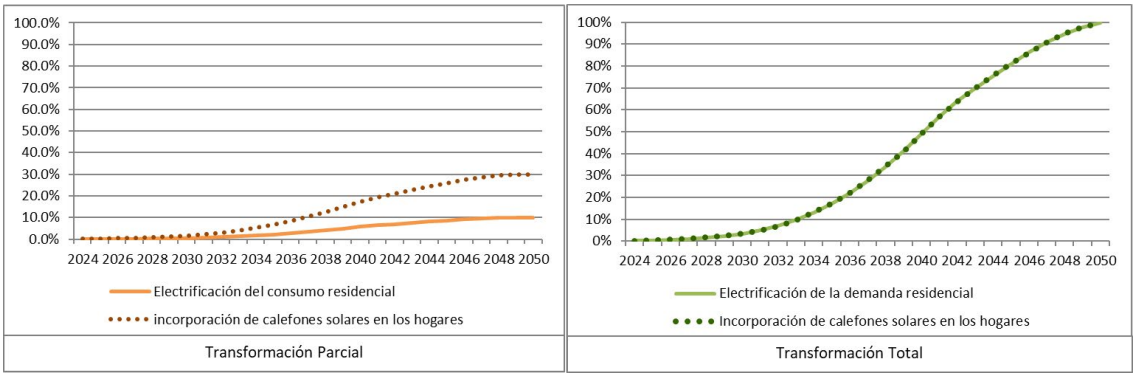


Figura AI-3. Porcentajes de electrificación de la demanda residencial de gas natural, GLP y otros combustibles y de incorporación de calefones solares en los hogares para ambos escenarios

Demanda del sector industrial

Para el sector de demanda industrial se consideró el crecimiento esperado del Producto Interno Bruto (PBI) como variable de partida para estimar el crecimiento de la demanda energética del sector, ver Figura AI-4.

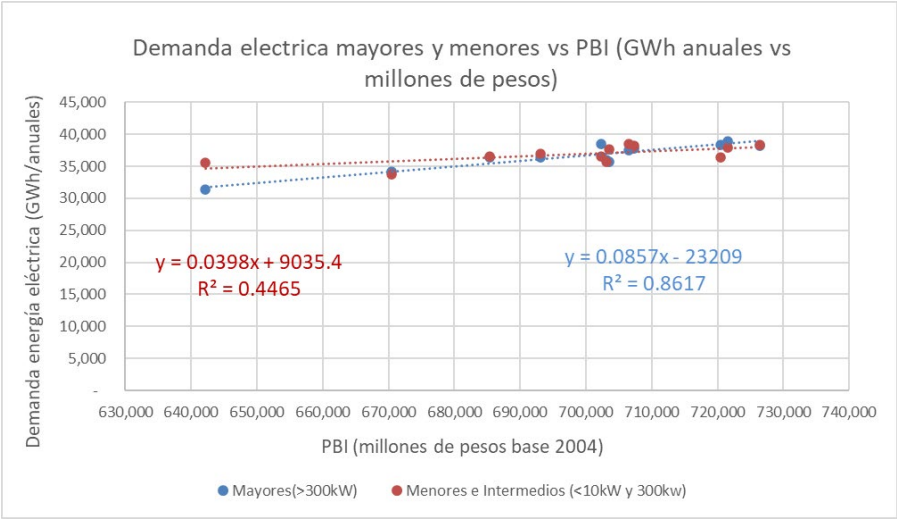


Figura AI-4. Comportamiento de la demanda de energía eléctrica del sector industria diferenciado para grandes consumidores y menores e intermedios vs Producto Interno Bruto (PBI) para el período 2010-2021

También se modelaron medidas de eficiencia energética, como el recambio de motores eléctricos por equipos de mayor eficiencia.

Demanda del sector transporte

Para el sector transporte se utilizó la variable cantidad de autos por habitante para el modelado del crecimiento del parque automotor. Para ello se relacionó las series de crecimiento poblacional (INDEC, 2013) y crecimiento del parque automotor en el período 2010-2020 para la Argentina (AFAC), y se buscó una función que tuviera un buen ajuste para modelar esta relación (Figura AI-5). Con esta función se proyectó el crecimiento anual de vehículos en la flota circulante nacional en función de la proyección de crecimiento poblacional dada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC, 2013).

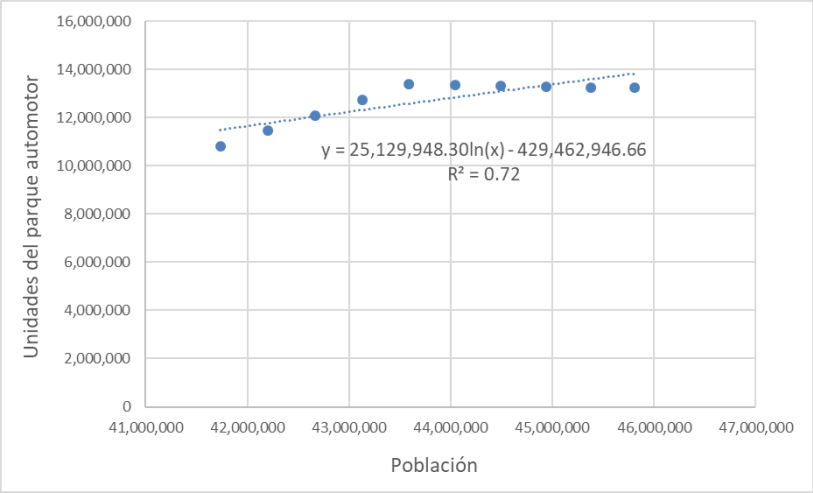


Figura AI-5. Crecimiento del parque automotor en función del crecimiento poblacional

Como resultado de esta modelación de obtiene el crecimiento de la cantidad de vehículos circulantes hasta el año 2050, la proporción de autos por habitante se espera que crezca de 289 vehículos por cada 1000 habitantes (2021) a 336/1000 habitantes en 2050.

En la Figura AI-6 se muestra como se modelo la composición del parque automotor en cada escenario. En el escenario de Transformación Parcial se alcanza un 20% de autos eléctricos a 2050, mientras que en el escenario de Transformación Total se transforma todo el parque automotor a eléctrico a 2050.

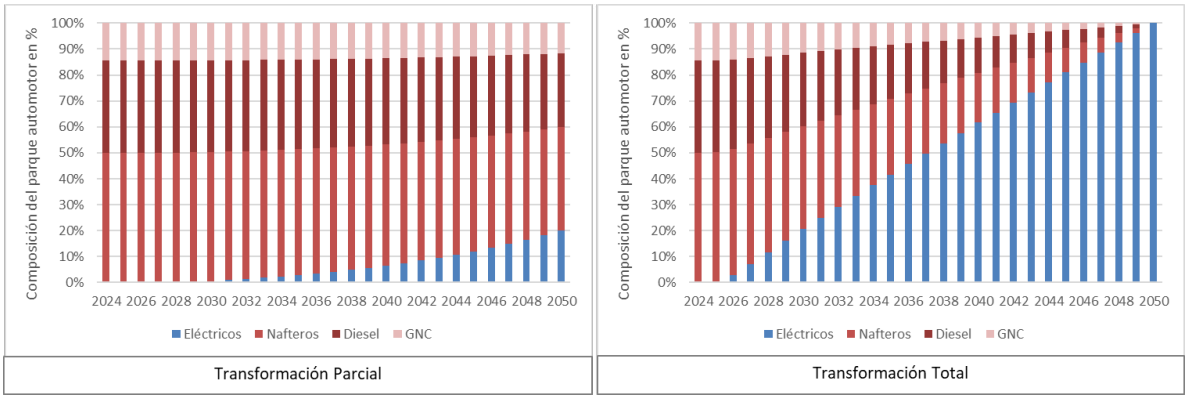


Figura AI-6. Variación de la composición del parque automotor en porcentaje para ambos escenarios

Demanda de los sectores agro, comercial y público

Para el sector del Agro y el sector Comercial y Público se proyectó el crecimiento de la demanda de manera tendencial, incluyendo en el escenario de Transformación Total medidas de eficiencia, la electrificación de los consumos cuando fuera posible y/o la transformación a fuentes de energía renovables como los bio-combustibles (Figura AI-7).

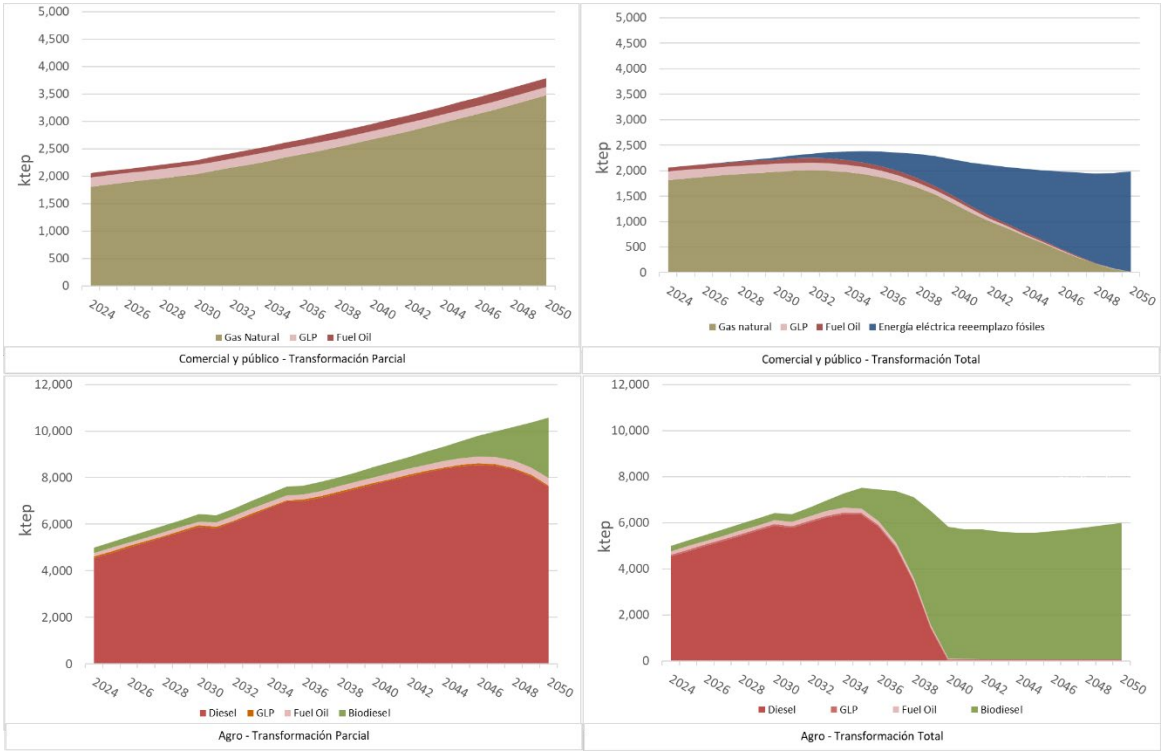


Figura AI-7. Demandas de fósiles para los sectores del Agro y Comercial y Público y su transformación a otras fuentes de energía

Referencias

ADEERA (2019) Tarifas e Ingresos. Resumen Ejecutivo. http://www.adeera.com.ar/newsroom/archivosinformes/Tarifas%20e%20Ingresos_Resumen%20Ejecutivo_vf.pdf

AFAC, Informes Anuales de Flota Circulante en Argentina. Asociación de Fabricantes Argentinos de Componentes. http://www.afac.org.ar/

Bass, Frank (1969) "A New Product Growth Model for Consumer Durables". Management Science, Vol 15 (5), 215-227.

Bass, Frank (2004) "Comments on "A New Product Growth Model for Consumer Durables": The Bass Model" Management Science, 50, N 12, pp. 1833-1840

CAMMESA (2023) Informe Anual 2022. https://cammesaweb.cammesa.com/?wpdmdl=45057

ENARGAS (2022) Informes Provinciales. Evolución del servicio público de distribución de gas por redes.

Geroski, P. A. (2000). Models of technology diffusion. Research policy, 29(4-5), 603-625.

Hall, B. H., & Khan, B. (2003). Adoption of new technology. NBER Working Paper No. 9730. http://www.nber.org/papers/w9730. NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH. Cambridge, JEL No. 03, L1.

INDEC (2013). Estimaciones y proyecciones de población 2010-2040: total del país. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos

Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC, 2013. E-Book. ISBN 978-950-896-431-1. 1. Estadísticas. I. Título. CDD 310.4INDEC (2022). Informes técnicos / Vol. 7, n° 129. ISSN 2545-6636. https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/ingresos_1trim23FE81E6BC4E.pdf

INDEC (2022) Informes técnicos. Vol. 7, n° 87. ISSN 2545-6636. Condiciones de vida. Vol. 7, n° 6. Indicadores de condiciones de vida de los hogares en 31 aglomerados urbanos. Segundo semestre de 2022. ISSN 2545-6660.

AII. Costos de los escenarios energéticos

En este Anexo I se detalla la estimación realizada de los costos totales asociados a cada escenario elaborado.

En la Figura AII.1 se muestran los costos considerados, que incluyen costos nivelados de la energía eléctrica, costos de los combustibles para el consumo final, costos de diferentes infraestructuras necesarias para asegurar el abastecimiento de la energía a los centros de consumo (líneas de alta tensión para el transporte de energía eléctrica, tendidos para la distribución eléctrica, sistema de carga de vehículos eléctricos -VE-, y ductos para el transporte de hidrógeno -H2-), y para el caso de los gasoductos, sólo se consideran aquellos cuya construcción ya está en marcha o programada, ya que en ninguno de los escenarios elaborados se propone una expansión de la infraestructura hidrocarburífera.

También se consideraron los costos más relevantes asociados al cambio de artefactos, equipos y tecnologías relacionados con el consumo de energía (calefactores y termotanques eléctricos domiciliarios, calefones solares para agua caliente sanitaria, y vehículos particulares y buses eléctricos). Estos costos también deberán ser afrontados, de alguna manera, por los usuarios y/o el Estado y, por lo tanto, son parte de los costos de la transformación del sistema energético.

Figura AII-1. Costos considerados en los escenarios elaborados

Para las tecnologías más nuevas, que aún se encuentran en etapa de maduración, se consideraron curvas de aprendizaje que dan una estimación de la proyección de los costos de una tecnología a medida que se incrementa la escala de producción y se vuelve masiva. Las curvas de aprendizaje se aplicaron a algunas de las tecnologías de generación eléctrica renovable como solar fotovoltaica, eólica, biogás, producción de hidrógeno; así como para calefones solares, calefactores eléctricos, y automóviles y buses eléctricos. Como base para elaborar estas curvas se utilizaron tendencias de precios internacionales y publicaciones científicas sobre la temática. Los costos para el primer año del período se detallan en las Tablas AII.1 a AII.8.

Los posibles activos que puedan quedar varados en los distintos escenarios, a medida que la infraestructura y equipamiento actuales vayan quedando en desuso antes de que alcancen su vida útil, se analizan por separado (ver Anexo III).

De los resultados del análisis de costos de los escenarios se desprende que avanzar hacia una Transformación Total de la matriz energética, que incluya no sólo la transformación de la oferta hacia fuentes limpias de carbono, sino también una profunda transformación de la demanda, resulta en costos a largo plazo menores a los que ocurrirían de continuar con las actuales formas de consumo y producción de energía.

Costos de la energía

Los costos fueron estimados utilizando tendencias y curvas de aprendizaje basadas en datos internacionales y costos locales cuando fue posible. Además, debido la incertidumbre propia de la proyección a futuro del comportamiento de los precios que dependen de múltiples variables, para cada costo se trabajó con un rango de valores en base a las fuentes de datos consultadas. Así se determinó un valor medio y un rango comprendido entre un mínimo y un máximo. De esta manera, cada costo tiene un margen de seguridad en su estimación que da cuenta de esa incertidumbre.

Como fuentes de datos para los costos presentes y proyecciones futuras se utilizaron informes de organismos internacionales tales como: International Renewable Energy Agency (IRENA), International Energy Agency (IEA), y BloombergNEF; y en base a datos nacionales como los precios del programa RenovAr, Convocatoria Abierta Nacional e Internacional "RenMDI"[36], y el Programa Federal Quinquenal de Expansión de Obras de Infraestructura Energética de junio 2020.

36. Secretaría de Energía, a través de la Resolución N° 36 del 31 de enero de 2023. **https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables/convocatoria-abierta-nacional-e-internacional-renmdi**

Tabla AII-1. Costos nivelados de la energía eléctrica de las distintas fuentes y tecnologías utilizadas

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Energía eléctrica a partir de energía nuclear	Inferior	USD/kWh	0.03	Projected Costs of Generating Electricity. 2015 Edition - IEA https://webstore.iea.org/download/direct/744?fileName=ElecCost2015.pdf
	Media	USD/kWh	0.05	
	Superior	USD/kWh	0.08	
Energía eléctrica a partir de biogás de biodigestor	Inferior	USD/kWh	0.12	IRENA: Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf Precios adjudicados diferentes rondas programa RenovAr: https://www.minem.gob.ar/www/833/25871/precios-adjudicados-del-programa-renovar
	Media	USD/kWh	0.16	
	Superior	USD/kWh	0.18	
Energía eléctrica a partir de biogás de relleno sanitario	Inferior	USD/kWh	0.09	IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf
	Media	USD/kWh	0.13	
	Superior	USD/kWh	0.42	
Energía eléctrica a partir de biomasa sólida	Inferior	USD/kWh	0.11	IRENA: Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf Precios adjudicados diferentes rondas programa RenovAr: https://www.minem.gob.ar/www/833/25871/precios-adjudicados-del-programa-renovar
	Media	USD/kWh	0.13	
	Superior	USD/kWh	0.15	
Energía eléctrica a partir de eólica on-shore	Inferior	USD/kWh	0.036	IRENA (2022), Renewable Technology Innovation Indicators: Mapping progress in costs, patents and standards, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-424-0 IRENA (2019) Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf Precios adjudicados diferentes rondas programa RenovAr: https://www.minem.gob.ar/www/833/25871/precios-adjudicados-del-programa-renovar
	Media	USD/kWh	0.038	
	Superior	USD/kWh	0.042	
Energía eléctrica a partir de pequeños aprovechamientos hidráulicos	Inferior	USD/kWh	0.09	IRENA; Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf Precios adjudicados diferentes rondas programa RenovAr: https://www.minem.gob.ar/www/833/25871/precios-adjudicados-del-programa-renovar
	Media	USD/kWh	0.10	
	Superior	USD/kWh	0.11	
Energía eléctrica a partir de solar fotovoltaico	Inferior	USD/kWh	0.04	IRENA (2022), Renewable Technology Innovation Indicators: Mapping progress in costs, patents and standards, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-424-0 IRENA: Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf Precios adjudicados diferentes rondas programa RenovAr: https://www.minem.gob.ar/www/833/25871/precios-adjudicados-del-programa-renovar
	Media	USD/kWh	0.06	
	Superior	USD/kWh	0.18	
Energía eléctrica a partir de solar fotovoltaico distribuida	Inferior	USD/kWh	0.05	IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf
	Media	USD/kWh	0.10	
	Superior	USD/kWh	0.20	

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Energía eléctrica a partir de almacenamiento (baterías)	Inferior	USD/kWh	0.19	Oliver Schimdt, Sylvain Melchior et al. 2019: Projecting the Future Levelized Cost of Electricity Storage Technologies. Joule. https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.12.008 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254243511830583X
	Media	USD/kWh	0.29	
	Superior	USD/kWh	0.48	
Energía eléctrica a partir de represas hidroeléctricas	Inferior	USD/kWh	0.03	IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf
	Media	USD/kWh	0.05	
	Superior	USD/kWh	0.13	
Energía eléctrica a partir de ciclo combinado	Inferior	USD/kWh	0.06	Projected Costs of Generating Electricity. 2015 Edition - IEA https://webstore.iea.org/download/direct/744?fileName=ElecCost2015.pdf
	Media	USD/kWh	0.10	
	Superior	USD/kWh	0.11	
Energía eléctrica a partir de turbina de vapor	Inferior	USD/kWh	0.06	Projected Costs of Generating Electricity. 2015 Edition - IEA https://webstore.iea.org/download/direct/744?fileName=ElecCost2015.pdf
	Media	USD/kWh	0.09	
	Superior	USD/kWh	0.12	
Energía eléctrica a partir de turbina de gas	Inferior	USD/kWh	0.10	Projected Costs of Generating Electricity. 2015 Edition - IEA https://webstore.iea.org/download/direct/744?fileName=ElecCost2015.pdf
	Media	USD/kWh	0.13	
	Superior	USD/kWh	0.14	
Energía eléctrica a partir de motores diesel	Inferior	USD/kWh	0.09	Projected Costs of Generating Electricity. 2015 Edition - IEA https://webstore.iea.org/download/direct/744?fileName=ElecCost2015.pdf
	Media	USD/kWh	0.13	
	Superior	USD/kWh	0.16	
Energía eléctrica a partir de cogeneración	Inferior	USD/kWh	0.06	Projected Costs of Generating Electricity. 2015 Edition - IEA https://webstore.iea.org/download/direct/744?fileName=ElecCost2015.pdf
	Media	USD/kWh	0.08	
	Superior	USD/kWh	0.11	

Tabla AII-2. Costo de la producción de hidrógeno a partir de la electrólisis del agua (costo de la energía eléctrica necesaria no se considera en esta tabla)

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Hidrógeno verde a partir de electrólisis del agua	Inferior	USD/kg	1.54	IRENA (2020), Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5ºC Climate Goal, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-295-6. Hydrogen Council, 2021. Hydrogen Insights. https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf BloombergNEF, 2020.Hydrogen Economy Outlook. Key messages. https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/BNEF-Hydrogen-Economy-Outlook-Key-Messages-30-Mar-2020.pdf
	Media	USD/kg	2.56	
	Superior	USD/kg	3.90	

Tabla AII-3. Costos de los biocombustibles líquidos utilizados

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Biodiesel a partir de aceite de soja	Inferior	USD/ton	590.8	Ministerio de Economía, Presidencia de la Nación. 2020. Precios de Biocombustibles. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/biocombustibles/precios-de-biocombustibles
	Media	USD/ton	628.8	
	Superior	USD/ton	679.3	
Bioetanol a partir de maíz	Inferior	USD/m^3	319.8	Ministerio de Economía, Presidencia de la Nación. 2020. Precios de Biocombustibles. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/biocombustibles/precios-de-biocombustibles Ministerio de Economía, Presidencia de la Nación. 2018. Informes de cadena de valor. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_azucar.pdf Precio Maiz 2000-2019 https://www.eeaoc.gob.ar/?articulo=precio-maiz-2000-2018
	Media	USD/m^3	370.5	
	Superior	USD/m^3	432.8	

Tabla AII-4. Costos de los combustibles fósiles utilizados

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Carbón mineral	Inferior	USD/tn	103.9	https://webstore.iea.org/download/direct/224
	Media	USD/tn	110.3	
	Superior	USD/tn	118.9	
Gas Natural	Inferior	USD/Mm^3	113.0	Secretaría de Energía, Presidencia de la Nación. 2020. Regalías de Petróleo Crudo, Gas Natural, GLP, Gasolina y de Condensado. http://datos.minem.gob.ar/dataset/regalias-de-petroleo-crudo-gas-natural-glp-gasolina-y-condensado
	Media	USD/Mm^3	130.7	
	Superior	USD/Mm^3	147.7	
Gas Natural Licuado	Inferior	USD/Mm^3	314.1	IEASA, Integración Energética Argentina S.A. http://www.ieasa.com.ar/index.php/gas/
	Media	USD/Mm^3	368.4	
	Superior	USD/Mm^3	437.8	
GLP (Gas Licuado de Petróleo)	Inferior	USD/Mm^3	111.4	Secretaría de Energía, Presidencia de la Nación. 2020. Regalías de Petróleo Crudo, Gas Natural, GLP, Gasolina y de Condensado. http://datos.minem.gob.ar/dataset/regalias-de-petroleo-crudo-gas-natural-glp-gasolina-y-condensado
	Media	USD/Mm^3	134.4	
	Superior	USD/Mm^3	148.7	
Nafta	Inferior	USD/l	0.44	Secretaría de Energía, Presidencia de la Nación. 2020. Regalías de Petróleo Crudo, Gas Natural, GLP, Gasolina y de Condensado. http://datos.minem.gob.ar/dataset/regalias-de-petroleo-crudo-gas-natural-glp-gasolina-y-condensado https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=EMD_EPD2D_PTE_NUS_DPG&f=M
	Media	USD/l	0.56	
	Superior	USD/l	0.66	
Jet Fuel	Inferior	USD/l	0.68	Secretaría de Energía, Presidencia de la Nación. 2020. Regalías de Petróleo Crudo, Gas Natural, GLP, Gasolina y de Condensado. http://datos.minem.gob.ar/dataset/regalias-de-petroleo-crudo-gas-natural-glp-gasolina-y-condensado
	Media	USD/l	0.85	
	Superior	USD/l	0.98	

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Fuel Oil	Inferior	USD/tn	436.1	CAMMESA, Precios de Referencia de Combustible https://portalweb.cammesa.com/memnet1/revistas/estacional/evolucion_Pref_Comb.html
	Media	USD/tn	555.7	
	Superior	USD/tn	734.8	
Gas Oil	Inferior	USD/l	0.46	CAMMESA, Precios de Referencia de Combustible https://portalweb.cammesa.com/memnet1/revistas/estacional/evolucion_Pref_Comb.html https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=EMD_EPD2D_PTE_NUS_DPG&f=M
	Media	USD/l	0.60	
	Superior	USD/l	0.72	

Costos de inversión

Además de los costos finales de la energía, que incluyen costos de inversión y costos operativos, se determinaron los costos de inversión por separado y para cada una de las tecnologías de consideradas en los escenarios elaborados, teniendo en cuenta también la incertidumbre a través de rangos de valores. Se debe tener en cuenta que no se consideran nuevas inversiones relacionadas a la explotación y aprovechamiento de combustible fósiles.

La Tabla AII-5. muestra estos costos de inversión y las fuentes de datos.

Tabla AII-5. Costos de inversión de las distintas tecnologías utilizadas

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos	Inferior	US$/kW	1230	Renewable power generation costs 2022, IRENA
	Media	US$/kW	2282	
	Superior	US$/kW	5070	
Almacenamiento	Inferior	US$/kW	268	IRENA (2020), Electricity Storage Valuation Framework: Assessing system value and ensuring project viability.
	Media	US$/kW	462	
	Superior	US$/kW	880	
Biogás	Inferior	US$/kW	1098	Renewable power generation costs 2022, IRENA
	Media	US$/kW	1841	
	Superior	US$/kW	3046	
Eólico	Inferior	US$/kW	867	Renewable power generation costs 2022, IRENA
	Media	US$/kW	1256	
	Superior	US$/kW	1988	
Solar fotovoltaico distribuido	Inferior	US$/kW	742	IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2019 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf
	Media	US$/kW	1343	
	Superior	US$/kW	3288	

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Solar fotovoltaico centralizado	Inferior	US$/kW	558	Renewable power generation costs 2022, IRENA
	Media	US$/kW	853	
	Superior	US$/kW	1788	
Hidroeléctricas (>50MW)	Inferior	US$/kW	1033	Renewable power generation costs 2022, IRENA
	Media	US$/kW	1930	
	Superior	US$/kW	3886	
Nuclear	Inferior	US$/kW	4000	EIA OUTLOOK 2023 IEA, 2020
	Media	US$/kW	5592	
	Superior	US$/kW	7777	
Electrolizadores para producción de H2	Inferior	US$/kW	577	Present and future cost of alkaline and PEM electrolyser stacks (International Journal of Hydrogen Energy Volume 48, Issue 83, 1 October 2023, Pages 32313-32330) IRENA_Global_hydrogen_trade_part_1_2022_
	Media	US$/kW	742	
	Superior	US$/kW	907	

Costos de infraestructura

En la Tabla AII.6 se muestran los costos de inversión utilizados para las distintas infraestructuras necesarias para la transformación del sistema energéticos de acuerdo con los escenarios elaborados. Se consideran aquí los costos de inversión de las líneas de alta tensión con sus estaciones transformadoras, de las redes de distribución eléctrica, de los gasoductos ya programados, y del sistema de carga de vehículos eléctricos.

Tabla AII-6. Costos de inversión de la infraestructura necesaria para la transformación del sistema energético

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Líneas de alta tensión	Inferior	USD/km	511,765	http://www.petrotecnia.com.ar/petro_08/SIN_SP.pdf Secretaría de Energía, Ministerio de Desarrollo Productivo, Presidencia de la Nación. Junio 2020. https://econojournal.com.ar/cntnt/uploads/2020/07/MASTER-PLAN-11-JUN-2020-1.pdf. (17/12/2020) http://www.construar.com.ar/2018/09/cartellone-se-adjudico-la-construccion-de-una-linea-de-alta-tension-en-san-juan-900-millones/
	Media	USD/km	780,869	
	Superior	USD/km	2,752,941	
Estación transformadora nueva	Inferior	Unidad	80,000,000	Secretaría de Energía - Ministerio de desarrollo productivo. (2020). Programa Federal Quinquenal de Expansión de Obras de Infraestructura Energética. Secretaría de Energía - Plan Nacional de Expansión del Transporte Eléctrico 2035 (Diciembre 2022) Subsecretaría de Planeamiento Energético – Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos Energéticos (Mayo 2023). Lineamientos y escenarios para la transición energética a 2050.
	Media	Unidad	135,902,686	
	Superior	Unidad	260,886,693	
Readecuación de estaciones transformadoras existentes en 500 kV	Inferior	Unidad	3,500,000	
	Media	Unidad	6,500,000	
	Superior	Unidad	26,000,000	
Compensación	Inferior	Unidad	3,600,000	
	Media	Unidad	15,800,000	
	Superior	Unidad	28,000,000	

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Gasoductos	Inferior	USD/km	1,904,000	https://www.gem.wiki/Oil_and_Gas_Pipeline_Construction_Costs IAPG. Insituto Argentino de Petróleo y Gas https://www.iapg.org.ar/download/Downstream.pdf Secretaría de Energía, Ministerio de Desarrollo Productivo, Presidencia de la Nación. Junio 2020. https://econojournal.com.ar/cntnt/uploads/2020/07/MASTER-PLAN-11-JUN-2020-1.pdf. (17/12/2020) https://www.bnamericas.com/es/reportajes/los-5-mayores-proyectos-de-gasoductos-de-argentina
	Media	USD/km	3,264,100	
	Superior	USD/km	4,750,000	
Sistema de carga vehículos eléctricos	Inferior	USD/vehic	1,530	https://webstore.iea.org/download/direct/3007 https://www.evgo.com/wp-content/uploads/2020/05/2020.05.18_EVgo-Whitepaper_DCFC-cost-and-policy.pdf https://hiconics-zn.en.made-in-china.com
	Media	USD/vehic	1,920	
	Superior	USD/vehic	2,309	

En cuanto a los costos de inversión necesarios para la infraestructura de distribución de la energía eléctrica, se supusieron 6,3 veces superiores a las inversiones estimadas para el transporte de energía eléctrica de larga distancia, tal como se estima en los "Lineamientos y Escenarios para la Transición Energética a 2050"[37] de la Secretaría de Energía del Ministerio de Economía de la Nación.

Costos de equipamiento para la transformación de la demanda

La Tabla AII.7 muestra los costos involucrados en el recambio de equipos y artefactos relacionados al consumo de energía, más relevantes en términos de costos. Los costos asumidos consideran la diferencia entre el costo del equipo eléctrico y el costo del equipo a gas fósil.

Tabla AII-7. Costos de equipamiento para la transformación de la demanda de energía

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Calefón solar	Inferior	USD/u	186.7	Se consideró calefones solares de 80 lts www.mercadolibre.com.ar
	Media	USD/u	246.5	
	Superior	USD/u	335.1	
Calefón o termotanque gas	Inferior	USD/u	169.1	Se consideró calefones a gas de 80lts www.mercadolibre.com.ar
	Media	USD/u	215.1	
	Superior	USD/u	371.5	
Calefón eléctrico	Inferior	USD/u	185.7	Se consideró calefones eléctricos de 80lts www.mercadolibre.com.ar
	Media	USD/u	215.1	
	Superior	USD/u	293.3	
Calefactor a gas	Inferior	USD/u	97.8	Se consideraron equipos de 3000kcal/h www.mercadolibre.com.ar
	Media	USD/u	146.6	
	Superior	USD/u	195.5	
Bomba de calor (split frío/calor)	Inferior	USD/u	488.8	Se consideraron equipos de potencia equivalente a 3000kcal/h www.mercadolibre.com.ar
	Media	USD/u	586.5	
	Superior	USD/u	684.3	

37. Boletín Oficial de la República Argentina. 2023. https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-518-2023-386322

La Tabla A8 muestra los costos de los vehículos actuales y los que se irán incorporando en el futuro según los escenarios elaborados. Los costos asumidos consideran la diferencia entre el costo de los vehículos eléctricos y el costo de los vehículos a combustión interna.

Tabla AII-8. Costos de vehículos para la transformación de la demanda en el sector transporte

Categoría	Límite	Unidad	Valor	Referencia
Vehículo nafta/diesel	Inferior	USD/u	13,721	https://autos.mercadolibre.com.ar/autos-0km
	Media	USD/u	18,820	
	Superior	USD/u	23,919	
Vehículo eléctrico	Inferior	USD/u	17,080	https://www.quecochemecompro.com/blog/comparativa-coches-electricos-guia-de-compra/ https://www.iproup.com/innovacion/15016-auto-electrico-modelos-precios-y-cuales-ya-se-producen-en-argentina https://cleantechnica.com/2019/04/17/bnef-shocker-electric-cars-price-competitive-in-2020-as-battery-costs-plummet/
	Media	USD/u	23,165	
	Superior	USD/u	29,250	
Vehículo biocombustible	Inferior	USD/u	15,780	Los vehículos con motor para biocombustibles se proyectaron como los vehículos de combustión interna, con un aumento del 25% la diferencia de costo se hace más pequeña hasta igualarse los precios en el año 2025
	Media	USD/u	21,643	
	Superior	USD/u	27,507	
Bus diesel	Inferior	USD/u	116,279	https://vehiculos.mercadolibre.com.ar/colectivos/ https://www.olx.com.ar/camiones-vehiculos-comerciales_c416/q-colectivo https://www.autofoco.com/usados/-/camiones+y+omnibus/omnibus
	Media	USD/u	145,349	
	Superior	USD/u	174,419	
Bus eléctricos	Inferior	USD/u	265,385	https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/china-automotive-electric-bus-market https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/Electric%20buses%20arrive%20on%20time.pdf
	Media	USD/u	300,385	
	Superior	USD/u	335,385	
Bus biodiesel	Inferior	USD/u	145,349	Los buses con motor para biocombustibles se proyectaron como los buses de combustión interna, con un aumento del 25%
	Media	USD/u	181,686	
	Superior	USD/u	218,023	

Referencias

BloombergNEF, 2020.Hydrogen Economy Outlook. Key messages. https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/BNEF-Hydrogen-Economy-Outlook-Key-Messages-30-Mar-2020.pdf

Bnamericas (2020) Los 5 mayores proyectos de gasoductos de Argentina. https://www.bnamericas.com/es/reportajes/los-5-mayores-proyectos-de-gasoductos-de-argentina

CAMMESA (2021) Precios de Referencia de Combustible. https://portalweb.cammesa.com/memnet1/revistas/estacional/evolucion_Pref_Comb.html

CONSTRUAR (2018). http://www.construar.com.ar/2018/09/cartellone-se-adjudico-la-construccion-de-una-linea-de-alta-tension-en-san-juan-900-millones/

EEAOC (2019) Precio Maiz 2000-2019. https://www.eeaoc.gob.ar/?articulo=precio-maiz-2000-2018

EIA (2021) Petroleum & other liquids. US Energy Information Administration. https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=EMD_EPD2D_PTE_NUS_DPG&f=M

EIA (2023) ANNUAL ENERGY OUTLOOK 2023. US Energy Information Administration. https://www.eia.gov/outlooks/aeo/

EVGO (2021) https://www.evgo.com/wp-content/uploads/2020/05/2020.05.18_EVgo-Whitepaper_DC-FC-cost-and-policy.pdf

Global Energy Monitor (2023). Oil and Gas Pipeline Construction Costs. https://www.gem.wiki/Oil_and_Gas_Pipeline_Construction_Costs

Hydrogen Council (2021). Hydrogen Insights. https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf

IEA (2015). Projected Costs of Generating Electricity. 2015 Edition. https://webstore.iea.org/download/direct/744?fileName=ElecCost2015.pdf

IEA (2020) Projected Costs of Generating Electricity 2020 Edition. OECD PUBLISHING, 2 rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France

IEASA (2021) Integración Energética Argentina S.A. http://www.ieasa.com.ar/index.php/gas/

IRENA. (2019). Transformando el sistema energético. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Transforming_2019_ES.pdf?la=en&hash=D3D85E0CFEE8C95E859E113A698AFC6FFBA0CE0C

IRENA (2019) Renewable Power Generation Costs in 2019. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf

IRENA (2020a), Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5ºC Climate Goal, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-295-6

IRENA (2020b), Electricity Storage Valuation Framework: Assessing system value and ensuring project viability. International Renewable. Energy Agency, Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Mar/IRENA_storage_valuation_2020.pdf

IRENA (2022a), World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway, International Renewable. Energy Agency, Abu Dhabi. Available for download: www.irena.org/publications

IRENA (2022b) Renewable Technology Innovation Indicators: Mapping progress in costs, patents and standards, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-424-0

IRENA (2022c), Renewable Power generation Costo in 2022, International Renewable. Energy Agency, Abu Dhabi. Available for download: https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022

Krishnan, S., Koning, V., de Groot, M. T., de Groot, A., Mendoza, P. G., Junginger, M., & Kramer, G. J. (2023). Present and future cost of alkaline and PEM electrolyser stacks. International Journal of Hydrogen Energy.

MINEM (2018) Precios adjudicados diferentes rondas programa RenovAr. Ministerio de Energía y Mionería de la Nación. https://www.minem.gob.ar/www/833/25871/precios-adjudicados-del-programa-renovar

Ministerio de Economía (2018). Informes de cadena de valor. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_azucar.pdf

Ministerio de Economía (2020) Precios de Biocombustibles. https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/biocombustibles/precios-de-biocombustibles

Oliver Schimdt, Sylvain Melchior et al. (2019): Projecting the Future Levelized Cost of Electricity Storage Technologies. Joule. https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.12.008; https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254243511830583X

Secretaría de Energía (2020a). Regalías de Petróleo Crudo, Gas Natural, GLP, Gasolina y de Condensado. http://datos.minem.gob.ar/dataset/regalias-de-petroleo-crudo-gas-natural-glp-gasolina-y-condensado

Secretaría de Energía (2020b) Ministerio de Desarrollo Productivo, Presidencia de la Nación. Junio 2020. Programa Federal Quinquenal de Expansión de Obras de Infraestructura Energética. https://econojournal.com.ar/cntnt/uploads/2020/07/MASTER-PLAN-11-JUN-2020-1.pdf. (17/12/2020)

Secretaría de Energía (2022) Plan Nacional de Expansión del Transporte Eléctrico 2035. Diciembre 2022

Subsecretaría de Planeamiento Energético (2023) Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos Energéticos (Mayo 2023). Lineamientos y escenarios para la transición energética a 2050.

AIII. Activos varados

La transformación de la matriz energética hacia fuentes libres de gases de efecto invernadero, producirá la salida de servicio de innumerables instalaciones relacionadas al uso actual de combustibles fósiles, entre ellas se pueden enumerar refinerías, destilerías, infraestructura de transporte y distribución, centrales térmicas, entre otras. Analizar los perjuicios económicos de la salida de servicio temprana estas instalaciones, antes del fin de su vida útil, resulta un paso necesario para determinar el costo total de la transición energética.

En este anexo se presenta una propuesta de una posible metodología a utilizar para estimar los activos varados que resultarían de las transformaciones modeladas en cada uno de los escenarios.

Esta metodología asume que los activos varados son iguales al costo de la inversión no amortizada cuando es sacada de servicio.

A continuación, se calculan los activos varados para dos tipos de activos ligados al uso de combustibles fósiles:

- centrales térmicas de generación eléctrica que usan como combustible principal gas natural, diferentes derivados del petróleo o carbón
- gasoductos para el transporte de gas natural.

Centrales térmicas

Se modela la transformación de todo el parque de generación eléctrica hacia fuentes libres de emisiones de GEI, saliendo de servicio en forma paulatina todas las centrales térmicas. Muchas de estas centrales salen de servicio antes de finalizar su vida útil, por lo que se considera que la inversión aún no ha sido amortizada. Esto es considerando el período de amortización del capital igual a la vida útil de la central.

Considerando la metodología de cálculo antes mencionada se evalúan los activos varados considerando el capital no amortizado (Figura AIII.1).

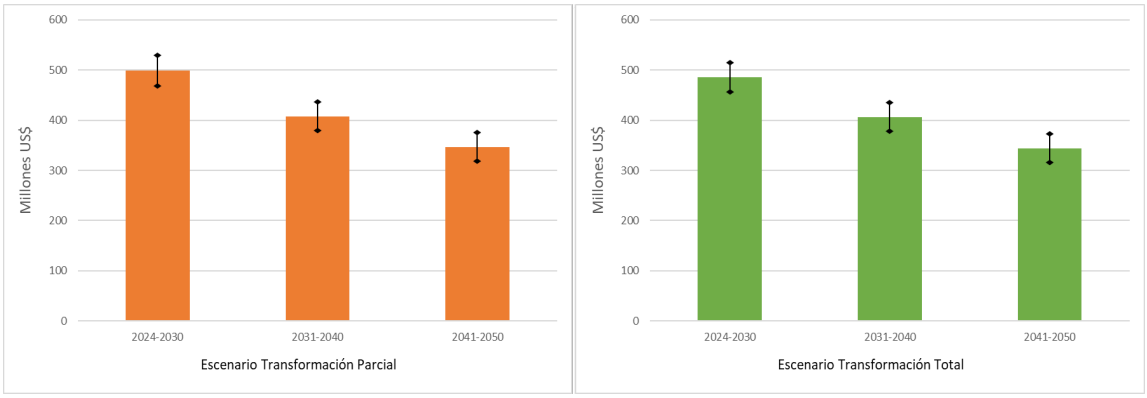


Figura AIII-1. Promedio anual por década de los activos varados generados por la salida de servicio de centrales térmicas antes del fin de su vida útil para ambos escenarios considerando sólo el capital no amortizado. Las líneas muestran el posible rango de variación de los valores considerando la incertidumbre de las estimaciones.

Con este análisis se puede observar que los activos varados anuales se encuentran en el rango de 344 a 499 millones de dólares anuales y son mayores en el período entre 2024 y 2030, disminuyendo en las siguientes décadas.

Infraestructura de transporte de gas natural (gasoductos)

En el escenario de Transformación Parcial, dónde la utilización de gas natural en la demanda final (residencial, comercial y público, industria y transporte) no disminuye sustancialmente, los gasoductos continúan teniendo un uso intensivo, por lo que no generarían activos varados.

En contraposición, en el escenario de Transformación Total, la demanda de gas natural va disminuyendo paulatinamente en todos los sectores, por lo que se va generando una capacidad de transporte de gas natural ociosa que se convierte en activo varado. El costo de los activos varados generados por los gasoductos que van quedando en desuso se muestra en las Figura.AIII.2, considerando sólo la inversión no amortizada, por la salida de servicio o disminución de su capacidad de transporte.

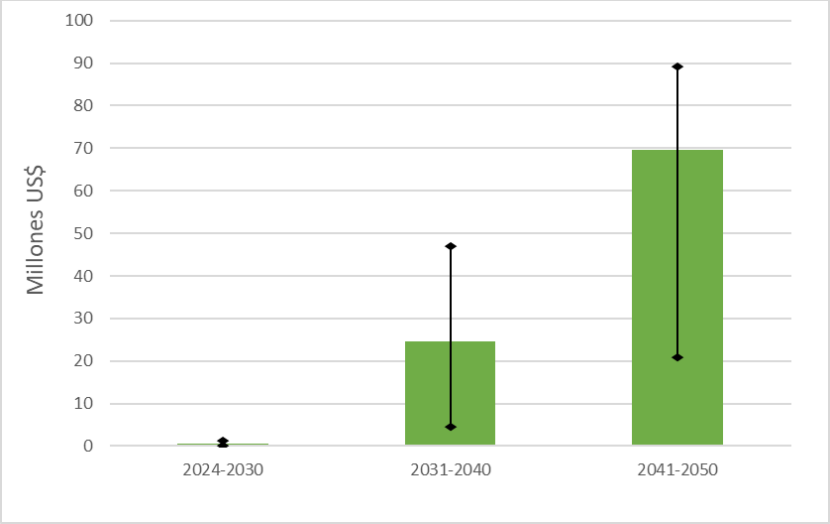


Figura AII-I2. Promedio anual por década de los activos varados generados por la salida de servicio de gasoductos antes del fin de su vida útil para el escenario de Transformación Total considerando sólo el capital no amortizado. Las líneas muestran el posible rango de variación de los valores considerando la incertidumbre de las estimaciones.

Los activos varados anuales se encuentran en el rango de 1 a 70 millones de dólares anuales, incrementándose en la última década (entre 2041 y 2050).

Referencias

Bnamericas (2020) Los 5 mayores proyectos de gasoductos de Argentina. https://www.bnamericas.com/es/reportajes/los-5-mayores-proyectos-de-gasoductos-de-argentina

Global Energy Monitor (2023). Oil and Gas Pipeline Construction Costs. https://www.gem.wiki/Oil_and_Gas_Pipeline_Construction_Costs

IEA (2015). Projected Costs of Generating Electricity. 2015 Edition. https://webstore.iea.org/download/direct/744?fileName=ElecCost2015.pdf

IEA (2020) Projected Costs of Generating Electricity 2020 Edition. OECD PUBLISHING, 2 rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France

IEASA (2021) Integración Energética Argentina S.A. http://www.ieasa.com.ar/index.php/gas/

IRENA. (2019). Transformando el sistema energético. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Transforming_2019_ES.pdf?la=en&hash=D3D85E0CFEE8C95E859E113A698AFC6FFBA0CE0C

IRENA (2019) Renewable Power Generation Costs in 2019. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf

IRENA (2022c), Renewable Power generation Costo in 2022, International Renewable. Energy Agency, Abu Dhabi. Available for download: https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022

MINEM (2018) Precios adjudicados diferentes rondas programa RenovAr. Ministerio de Energía y Mionería de la Nación. https://www.minem.gob.ar/www/833/25871/precios-adjudicados-del-programa-renovar

Secretaría de Energía (2020b) Ministerio de Desarrollo Productivo, Presidencia de la Nación. Junio 2020. Programa Federal Quinquenal de Expansión de Obras de Infraestructura Energética. https://econojournal.com.ar/cntnt/uploads/2020/07/MASTER-PLAN-11-JUN-2020-1.pdf. (17/12/2020)

AIV. Producción de hidrógeno verde

Para la producción de hidrógeno verde se plantea utilizar el excedente de generación eléctrica generada en la red eléctrica, debido al sobredimensionamiento de la potencia instalada del parque de generación necesario para asegurar el margen de reserva sobre el límite establecido de 10%. Este sobredimensionamiento de la potencia instalada que genera un exceso en la generación de energía eléctrica por sobre la demanda se produce debido a que la potencia firme provista por las energías renovables intermitentes es considerablemente baja comparada con la generación eléctrica a partir de otras fuentes de energía como los combustibles fósiles y la energía nuclear (de 4 a 6 veces menor).

En la Figura AIV.1 se muestra la demanda de hidrógeno verde anual para cada escenario. Se consideran eficiencias en la producción del hidrógeno verde del orden del 50%.

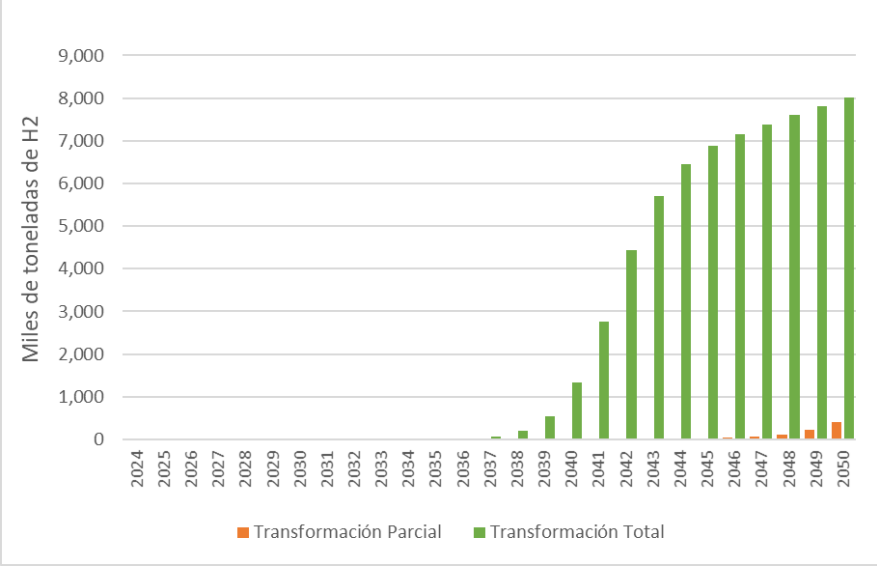


Figura AIV-1. Producción anual de hidrógeno requerida para cada escenario

En la Figura AIV.2 se muestra la energía total generada por el parque de generación eléctrico en cada escenario modelado diferenciando entre la fracción destinada a la demanda final y el excedente del cual se distingue la fracción destinada a la producción de hidrógeno verde y la fracción que aún quedaría disponible para exportar.

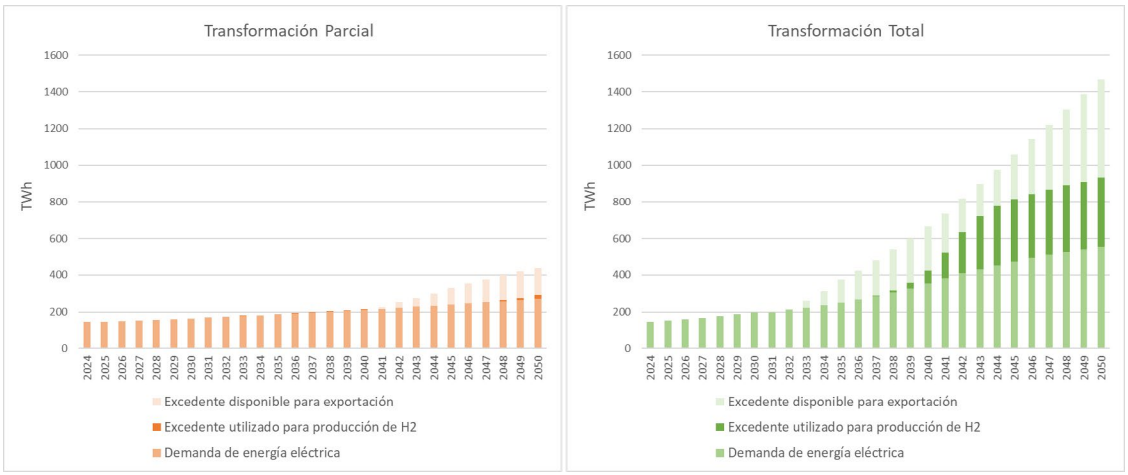


Figura AIV-2. Energía eléctrica total generada en cada escenario, excedente utilizado para la producción de hidrógeno verde y excedente posible de ser exportado

Referencias

IRENA (2020a), Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5ºC Climate Goal, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN: 978-92-9260-295-6

Krishnan, S., Koning, V., de Groot, M. T., de Groot, A., Mendoza, P. G., Junginger, M., & Kramer, G. J. (2023). Present and future cost of alkaline and PEM electrolyser stacks. International Journal of Hydrogen Energy.

AV. Elaboración de indicadores de sustentabilidad

Para este trabajo se desarrollaron indicadores para la evaluación sistémica e integral de los escenarios energéticos elaborados, considerando las acciones más relevantes que esos escenarios requerirían para su implementación en el tiempo.

Los indicadores fueron elaborados a partir fuentes secundarias, mediante una revisión bibliográfica que incluyó artículos académicos, reportes de empresas, estadísticas estatales, entre otros. Al tratarse de una revisión de distintas bibliografías, fue necesario realizar la homogeneización de unidades y elaboración de los indicadores con rangos y promedios.

Una vez recolectada la información y realizada la homogeneización dimensional de cada indicador, se analizó la concordancia de la información brindada por las distintas fuentes y se generaron rangos y valores de media y mediana (estos últimos en los casos donde la cantidad de datos relevados lo permitía).

Como criterio para la elaboración de indicadores se procuró la diversidad de fuentes para hacer más fiables los resultados y reflejar el margen de incertidumbre propio de la temática.

La valoración de estos indicadores se realiza a partir de los datos de "salida" de cada escenario, usando algoritmos elaborados que conducen a una valoración aproximada, cuantitativa o cualitativa, de las consecuencias de cada escenario sobre los aspectos considerados.

En este Anexo se detalla la elaboración de cada uno de los indicadores utilizados.

Indicadores socioeconómicos

La elaboración de los indicadores relacionados a los costos de los escenarios, que incluyen costos totales de la energía, costos de inversiones, costos de infraestructuras, y costos del equipamiento para la transformación de la demanda, se detalla en el Anexo II. A su vez, la elaboración de los indicadores relacionados a los posibles activos varados que se podrían generar en la transformación del sistema energético se detalla en el Anexo III

Además de estos indicadores de relacionados a los costos totales, costos de inversión, así como los potenciales activos varados de los diferentes escenarios, se elaboraron otros dos indicadores socioeconómicos: creación de empleo, y contribución al desarrollo tecnológico nacional.

Creación de empleo

El impacto en el mercado laboral, tanto en la cantidad como en la calidad de los puestos de trabajo, en la empleabilidad de las personas y condiciones laborales, es un punto controversial cuando se enfrenta una transformación de la economía de un país como lo es la transición energética hacia fuentes renovables y bajas en carbono. En este sentido, los indicadores deberían poder reflejar la complejidad de esta dimensión y todas las aristas mencionadas del factor empleo. Para ello un solo indicador no es suficiente y, en futuros análisis, será necesario desarrollar un conjunto de indicadores capaces de medir cada una de estas variables.

El objetivo en este trabajo se limitó a definir un indicador que, aplicado al modelo energético, permitiera visualizar el posible impacto de cada una de las fuentes de energía en la cantidad de puestos de trabajo relacionados al sector energético. El indicador vincula la cantidad de puestos de trabajo directos e indirectos generados con la generación de energía o potencia instalada para cada fuente, en la producción de combustibles y en la producción de litio y producción de hidrógeno. De la bibliografía se seleccionaron los datos que abarcasen desde el momento de la construcción hasta la operación y mantenimiento de las instalaciones para lo que es centrales de generación eléctrica. Y para el resto de los sectores analizados, es decir, producción de combustibles, producción de litio e hidrógeno, se consideró sólo la etapa productiva, sin incluir la construcción o fabricaciones de las instalaciones.

Empleo en la generación de energía eléctrica

Indicador elaborado como puestos de empleo requeridos por MW instalado. Se considera tanto la etapa de operación de las centrales, como la etapa de fabricación y construcción durante los años que dure la obra. Para el caso de las hidroeléctricas el indicador se generó a partir de datos de represas de la Argentina.

Empleo en la producción de combustibles (incluido hidrógeno)

Este indicador sólo incluye la etapa operativa, sin considerar etapas previas a la entrada en operación de las instalaciones. El indicador se muestra como puestos de empleo requeridos por TEP[38] producido. En el caso de las hidroeléctricas se generó el indicador a partir de datos de represas de la Argentina. En algunos casos la bibliografía no especifica si el dato aportado corresponde solo a la etapa de extracción o si incluye el procesamiento.

Empleo en la producción de carbonato de litio

A partir del reporte anual de la empresa Orocobre que opera en el Salar Sales de Jujuy y de un trabajo elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo en conjunto con el Ministerio de Educación, Cultura, Tecnología y Ciencia de la Nación, se pudo elaborar el indicador de puestos de trabajo por tonelada de carbonato de litio extraído. Es decir, se cuenta con un valor real de empleo directo a partir de los datos provistos por la empresa, así como un valor teórico de empleo directo e indirecto utilizado por organismos nacionales e internacionales.

Contribución al desarrollo tecnológico nacional

Para medir el impacto que cada escenario tendría sobre el desarrollo de nuevas tecnologías en la Argentina se elaboró un indicador de desarrollo tecnológico nacional.

El indicador de contribución al desarrollo tecnológico nacional se construyó a partir de los resultados de la encuesta a expertos sectoriales, considerando tanto el potencial de investigación y desarrollo de sistemas de producción de energía, como el potencial de fabricación de equipos y componentes a nivel nacional, actual y esperado al 2050, para las distintas tecnologías de producción y consumo de energía utilizadas en los escenarios.

Indicadores socioambientales

Para este trabajo se elaboraron una serie de indicadores que permiten evaluar las potenciales consecuencias de los escenarios elaborados sobre distintos aspectos socioambientales. Los indicadores socioambientales elaborados son: ocupación del suelo, uso del agua, calidad de aire, generación de residuos sólidos y generación de residuos nucleares.

Ocupación del suelo

En el marco de este trabajo no se consideró la pérdida de suelo por fenómenos de contaminación o desertificación derivada de las actividades asociadas a la energía, limitándose el análisis a la superficie ocupada para la actividad.

Uso de suelo en la generación de energía eléctrica

Respecto del uso de suelo para generación eléctrica en la bibliografía se diferencia el uso de suelo directo del uso de suelo indirecto. Entendiendo el área de uso directo como el de impacto directo para el proceso en estudio y el área indirecta como aquella área afectada por caminos de accesos, servicios, y otras in-

38. TEP: tonelada equivalente de petróleo

fraestructuras complementarias. En este caso sólo se analizará el uso de suelo directo debido a la falta de información de uso de suelo indirecto para todas las tecnologías utilizadas en los escenarios elaborados. Las unidades para este indicador fueron metros cuadrados (m2) ocupadas por teravatio hora (TWh) de energía generada o por megavatio (MW) de potencia instalada.

Uso de suelo en la producción de combustibles fósiles y biocombustibles

Las unidades utilizadas para este indicador fueron metros cuadrados de superficie ocupada por tonelada equivalente de petróleo producida (m2/tep). Como fuentes de datos se utilizaron publicaciones científicas e informaciones oficiales de las empresas propietarias de refinerías como Refinor e YPF.

Para los combustibles fósiles, tanto convencionales como no convencionales, se separó el indicador en dos partes: superficie ocupada en su extracción y superficie ocupada en su refinación.

Para el caso de los biocombustibles, a partir del indicador de rendimiento por hectárea sembrada (litros de combustible/ha), se calculó su equivalente en toneladas de petróleo (tep/ha). Además, sólo se consideró el uso de suelo de la etapa de siembra de los cultivos energéticos, ya que, en comparación a esta, la superficie empleada para su posterior procesamiento y obtención de los combustibles es considerada despreciable.

Uso de suelo en la extracción de carbonato de litio

Para el uso de suelo en la extracción de carbonato de litio se recurrió al catálogo de proyectos del Centro de Información Minera de Argentina[39], que contiene información de todos los proyectos de extracción de litio desde exploración hasta explotación y ampliación a 2019. Dentro de la información provista para cada proyecto, se encuentra la superficie concedida a la empresa y la producción proyectada o real. Los proyectos en exploración no presentaban estos datos así que fueron excluidos del armado del indicador. Aunque no toda la superficie concedida a la empresa es utilizada para las operaciones, y muchas tienen provistas ampliaciones, ese valor vinculado con el de la producción estimada o real es el que se tomó para formar el indicador de uso de suelo: hectáreas ocupadas por tonelada de carbonato de litio equivalente producido (ha/tn).

Además, se encontró un valor teórico que estima la superficie ocupada únicamente por las grandes piletas de evaporación que se usan en este tipo de minería, permitiendo tener una aproximación de la superficie netamente ocupada para las operaciones.

Uso de suelo en la producción de Hidrógeno

En este caso se utilizó una revisión realizada por IRENA en 2020, donde se analizan proyectos de diversos lugares alrededor del mundo de producción de hidrógeno verde por electrólisis.

Uso del suelo en la minería de uranio

Se detalla a continuación la estimación del potencial uso del suelo para la extracción de uranio en el caso de que se quiera producir el combustible nuclear para alimentar las tres centrales nucleares existentes y una cuarta central cuya construcción y puesta en operación está programada para los próximos años.

39. https://www.argentina.gob.ar/economia/mineria/siacam

En primer lugar, se determina la cantidad de material que es necesario extraer de la mina de uranio (U) para generar un MWh por cada central existente. Además, se considera una cuarta central nuclear que entraría en funcionamiento en el año 2035, de 1200 MW de potencia. Se toma como referencia para los cálculos al yacimiento Sierra Pintada, perteneciente al Complejo Minero Fabril San Rafael (CMFSR), ubicado en la provincia de Mendoza. Un sector del yacimiento posee un espesor de entre 20 y 30 m, situado a 10 metros de profundidad. Estos 10 metros son tierras estériles (entiéndase, sin contenido de Uranio aprovechable)[40]. La densidad de la roca en este sector es de aproximadamente 1,8 t/m^3.

Considerando una concentración de U de 0,00107 kgU/kg mineral[41], se estima el volumen de material a extraer para generar un kWh en cada central.

Por cada 1800 kg (1 m^3) de mineral se obtienen: 1800 kg mineral/m^3 mineral * 0,00107 kgU/kgmineral = 1,926 kgU/m^3 mineral

Por lo tanto, para obtener 0,017 kg de uranio necesarios para generar un MWh en la Central Nuclear Embalse es necesario un uso del suelo de:

0,017 kgU/MWh / 1,926 kgU/m^3mineral = 0,00882 m^3mineral/MWh
0,00882 m^3mineral/MWh x 5 171 000 MWh/año = 45 650 m^3mineral/año
45 650 m^3mineral/año / 25 m profundidad media = 1 826 m2/año = 0,182 ha/año

Para el caso de Atucha I, la cantidad de uranio por MWh es de 0,012 kg, por lo tanto,

0,012 kgU/MWh / 1,926 kgU/m^3mineral = 0,00623 m^3mineral/MWh
0,00623 m^3mineral/MWh x 2 854 000 MWh/año = 17 780 m^3 mineral/año
17 780 m^3 mineral/año / 25 m profundidad media = 711 m2/año = 0,0711 ha/año

Para Atucha II, la cantidad de uranio por MWh es de 0,016 kg, por lo tanto,

0,016 kgU/MWh / 1,926 kgU/m^3 mineral = 0,00830 m^3 mineral/MWh
0,00830 m^3 mineral/MWh x 5 873 000 MWh/año = 48 789 m^3 mineral/año
48 789 m^3 mineral/año / 25 m profundidad media = 1951 m2/año = 0,1951 ha/año

Para la cuarta central nuclear de 1200 MW de potencia a construirse en los próximos años se asume un consumo de uranio de 0,012 kg por MWh.

0,012 kgU/MWh / 1,926 kgU/m^3 mineral = 0,00623 m^3 mineral/MWh
0,00623 m^3 mineral/MWh x 9 460 000 MWh/año = 58 935 m^3 mineral/año
58 935 m^3 mineral/año / 25 m profundidad media = 2 357 m2/año = 0,2357 ha/año

40. Aldonate et al.: "Geología Minera del Complejo Minero Fabril San Rafael con énfasis en la caracterización de acopios de mineral marginal". Acta Geológica Lilloana. 28 (2): 353–361, 2016

41. Uranium 2016: Resources, Production and Demand. A Joint Report by the Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (IAEA).

Uso del agua

Uso de agua en la generación eléctrica

Para el indicador de uso de agua en la generación eléctrica para cada fuente y tecnología se utilizó la unidad de metros cúbicos de agua consumidos por megavatio hora generado (m3/MWh).

En algunas bibliografías se discrimina entre la extracción de agua realizada para la actividad y el consumo de la misma, donde la resta de ambas resultaría en agua que es extraída pero no utilizada de un modo consuntivo o descartada. En otros documentos revisados se separa el consumo de agua a lo largo de las distintas etapas de la generación eléctrica, como el transporte. A fines de este trabajo se totalizaron como consumo en la generación, sin diferenciar en etapas.

Uso de agua en la producción de combustibles

En cuanto al uso de agua relacionada con los procesos de obtención y producción de combustibles, se utilizó como unidad metros cúbicos de agua por unidad de energía (m3/tep), vinculado al poder calorífico de cada combustible; es decir, a la capacidad de aportar energía de esos combustibles.

Se consideraron los combustibles derivados de hidrocarburos, los biocombustibles, así como también el uranio como fuente de energía nuclear. Para el caso de los biocombustibles, se consideró tanto el consumo de agua para la producción de los cultivos como para el posterior proceso productivo para la obtención de los biocombustibles.

También se calculó el uso de agua en la extracción de hidrocarburos no convencionales mediante la técnica de la fractura hidráulica (i.e. fracking), utilizada en la formación Vaca Muerta en la provincia de Neuquén. A partir de la revisión de bibliografía se pudo llegar a valores totales de consumo de agua total para la extracción de hidrocarburos en toda la vida útil del pozo. Sin embargo, es importante tener en consideración que la mayor parte de ese volumen de agua es consumido durante el primer y segundo año de vida del pozo, cuando se realiza la fractura hidráulica. A fin de formar un indicador que pueda ser comparable, se relacionó ese consumo de agua total en metros cúbicos con el volumen mínimo de hidrocarburos que debe producir un pozo para ser considerado rentable.

Uso del agua en la extracción de carbonato de litio

En el escenario de Transformación Total, la mayor penetración de la movilidad eléctrica impulsa el consumo masivo de baterías. La tecnología de mayor difusión en la actualidad de baterías para autos eléctricos, y la que se espera siga en auge en los próximos años es la llamada de ión-litio. En la Argentina, la producción de litio se realiza en zonas donde hoy existe escases hídrica. El asentamiento de industrias con alto consumo de agua para sus procesos, como lo es la industria del litio, en estos lugares de alta vulnerabilidad es una problemática que no debe ignorarse. Este impacto necesariamente debe incluirse en el análisis de sustentabilidad de los escenarios alternativos.

Para medir el uso de agua en la extracción del litio, la unidad seleccionada fue metros cúbicos por tonelada de carbonato de litio equivalente producido (m^3/tn LCE).

Se consideró únicamente la etapa de extracción porque, en primer lugar, es la actividad que se realiza en Argentina (provincias de Catamarca, Jujuy y Salta); por otro lado, los volúmenes de uso de agua en la producción de baterías podrían considerarse despreciables en comparación con los utilizados en la extracción.

En cuanto al agua consumida se tuvieron en consideración dos tipos: el agua de salmuera, rica en litio disuelto, que es bombeada de los cuerpos subterráneos y a partir de la cual se separa el litio mediante la técnica de evaporación, y el agua industrial obtenida de pozos que es utilizada para una segunda etapa de separación del carbonato de litio.

El contenido de litio en las baterías ión-litio depende del tipo de batería analizada. En la bibliografía se encontró un abanico de contenido de carbonato de litio para distintas baterías utilizadas para vehículos. Para poder tener una mayor precisión del consumo de agua por batería, se calculó el volumen de agua necesaria para producir el carbonato de litio contenido en tres baterías distintas de ión-litio.

Uso del agua en la producción de hidrógeno

De la bibliografía se obtuvieron los datos de consumo de agua por kg de hidrógeno producido, luego, con la densidad energética del H2 (kg/kWh) se obtuvo la relación m3 de agua por cada kWh contenido en el H2 (Tabla 9).

Calidad de aire

Se construyeron indicadores de emisiones atmosféricas estimadas para cada actividad y proceso. Se relevaron datos respecto a emisiones de NOx (óxidos nitrosos), SOx (óxidos sulfurosos), CO (monóxido de carbono), VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles), PM (material particulado).

Es importante destacar que el impacto ambiental de esas emisiones depende de circunstancias locales y regionales, como la normativa vigente, las tecnologías de mitigación usadas y la dinámica climática e hidrogeológica del lugar.

Emisiones atmosféricas en la generación eléctrica de energía

El indicador de emisiones atmosféricas para la producción de energía eléctrica, fue planteado como gramos de contaminante emitido por kWh generado. Se consideran sólo las emisiones generadas durante la quema de combustibles en centrales térmicas, y se considera sólo el combustible quemado, no la tecnología de generación (tipo de central).

Emisiones atmosféricas en el uso final de combustibles

El indicador de emisiones atmosféricas relacionado con los combustibles destinados a la demanda final, es decir el uso directo en los sectores de demanda (no para la generación eléctrica que ya fue considerado en el punto anterior) considera, justamente, sólo la etapa final del ciclo de vida de los combustibles, es decir la quema, sin incluir las emisiones generadas durante las etapas productivas de los combustibles. El indicador fue construido como gramos de contaminante emitido por tep de combustible quemado.

Generación de residuos sólidos en la producción de combustibles

Residuos en la producción de petróleo, gas natural y biocombustibles

Este indicador refleja la generación de residuos sólidos en las cadenas productivas de combustibles (petróleo, gas natural y biocombustibles). La unidad del indicador es kg de residuos por unidad de energía de combustible producida.

Residuos nucleares

Se detalla la estimación de la cantidad de residuo nuclear que se produce por cada MWh generado en las centrales nucleares de la Argentina, Atucha I y II y Embalse.

En las siguientes tablas se muestra el inventario de combustible gastado por cada central[42].

Tabla AV-1. Embalse al 31/07/2019

Sistema	Cantidad elementos combustibles	U total en kg
Pileta húmeda	17.397	325.636
Silos	128.520	2.398.709
Totales	145.917	2.724.346

Tabla AV-2. Atucha I al 01/11/2019

Sistema	Cantidad elementos combustibles	U total en kg
Piletas I y II	10.689	1.632.071

Tabla AV-3. Atucha II al 01/08/2019

Sistema	Cantidad elementos combustibles	U total en kg
Piletas	2.917	493.122

Además, en las siguiente Tabla se muestran la cantidad de combustible gastado por año calendario en conjunto con la energía producida por cada año[43].

42. Inventario del combustible gastado de (Séptimo Informe Nacional. Autoridad Regulatoria Nuclear, Comisión Nacional de Energía Atómica, Dioxitek S.A., & Nucleoeléctrica Argentina S.A., 2020)

43. Gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados en la República Argentina (CNEA, Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos, 2021.

Tabla AV.4. Combustible utilizado y energía eléctrica generada en las centrales nucleares de la Argentina

EMBALSE		
Año	Combustible gastado/año	MWh generados
2010	4292	4211296
2011	3896	3890946
2012	3844	3747738
2013	3680	3592930
2014	1736	1698477
2015	448	710996
2016	0	0
2017	0	0
2018	0	0
2019	3016	4106072
TOTALES	**20912**	**21958455**

ATUCHA I		
Año	Combustible gastado/año	MWh generados
2010	248	2959589
2011	214	2479958
2012	219	2647423
2013	207	2613969
2014	221	2811631
2015	166	2090972
2016	234	2604083
2017	199	2533015
2018	198	2435764
2019	183	2564699
TOTALES	2089	25741103

ATUCHA II		
Año	Combustible gastado/año	MWh generados
2014	0	1245935
2015	284	3638610
2016	477	5594889
2017	302	3628220
2018	364	4509544
2019	219	2046195
TOTALES	**1646**	**20663393**

Se detalla la metodología de cálculo para el caso de Embalse, siendo similar para los casos de Atucha I y II.

Durante este período, se conoce que la cantidad total de energía generada para el caso de Embalse es de 21.958.455 MWh. Realizando el cociente entre la cantidad de kg de residuo de Uranio y la cantidad de energía generada, resulta:

$$\frac{390.438\ kgU}{21.958.455\ \text{MWh}} = 0{,}017\ \frac{kgU}{MWh}\ (Embalse)$$

De manera similar para los casos de Atucha I y II resulta:

$$\frac{318.963\ kgU}{25.741.103\ \text{MWh}} = 0{,}012\ \frac{kgU}{MWh}\ (Atucha\ I)$$

$$\frac{322.380\ kgU}{20.663.393\ \text{MWh}} = 0{,}016\ \frac{kgU}{MWh}\ (Atucha\ II)$$

Estos valores coinciden con los establecidos en los cuadernos del Instituto Nacional de la Administración Pública (INAP)[44] .

Indicadores político-institucionales

Se elaboraron indicadores que permiten una primera evaluación aproximada de las potenciales consecuencias político-institucionales de los escenarios energéticos elaborados. Los indicadores elaborados son: diversificación de la matriz energética primaria, contribución al desarrollo territorial, potencial de conflictividad socioambiental, contribución a la soberanía energética.

Diversificación de la matriz energética primaria

En este trabajo se considera a la diversificación de la matriz energética primaria como un requerimiento estratégico esencial que podría contribuir, dependiendo de otros factores, a la soberanía energética, al desarrollo territorial, al desarrollo tecnológico, a la creación de empleos, y a la reducción de una serie de impactos ambientales.

Este indicador se construyó considerando la cantidad de recursos energéticos primarios utilizados y las diversas tecnologías para su explotación y aprovechamiento, así como el grado de participación de cada una en la matriz primaria.

44. Cuadernos del INAP. *"Empresas públicas y mixtas, tecnología y desarrollo III. Trabajo, ciencia y Tecnología argentinos: el caso Nucleoeléctrica Argentina S.A".* Parte 2. ISSN 2683-9644. N°85. Año 3. 2022.

Contribución al desarrollo territorial

Este indicador intenta evaluar la potencialidad de los distintos escenarios energéticos de generar nuevos emprendimientos vinculados a la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de producción y consumo de energía, creando, a partir de ellos, cadenas de valor locales, regionales o nacionales.

El indicador de contribución al desarrollo tecnológico nacional se construyó a partir de los resultados de la encuesta a expertos sectoriales, considerando tanto el potencial de construcción, instalación y puesta en marcha de sistemas de producción de energía, como el potencial de operación y mantenimiento a nivel regional, actual y esperado al 2050, para las distintas tecnologías de producción y consumo de energía utilizadas en los escenarios.

Potencial de conflictividad socioambiental

Un conflicto socioambiental es la situación que surge como consecuencia de los diversos y contrapuestos intereses y motivaciones que poseen los diferentes actores sociales involucrados en una circunstancia ambiental determinada. En un conflicto socioambiental, las partes, toman posición y se enfrentan por hechos vinculados a la escasez, el deterioro o la privación de los recursos naturales y/o los servicios que estos brindan. La dinámica del conflicto dependerá de cómo lo manejen los actores; es decir, de cómo se expresen las diferentes posiciones e intereses y de cómo se recojan en los intentos de resolver el conflicto las diversas necesidades de los actores.

Un elemento relevante de la conflictividad son las asimetrías relacionadas a las condiciones de profunda desigualdad en las que pugnan las partes de un conflicto socioambiental. Y ello se debe a que, en la gran mayoría de casos, las partes en conflicto no tienen ni las mismas capacidades ni el mismo poder (Defensoría del Pueblo, Perú[45]).

Los conflictos socioambientales o ecológicos se definen como acciones de protesta, o movilizaciones, de comunidades principalmente locales, que también pueden incluir el apoyo de redes nacionales o internacionales, contra determinadas actividades económicas, la construcción de infraestructuras, la eliminación de residuos o la contaminación generada, en las que los impactos sociales o ambientales negativos son un elemento clave de sus reivindicaciones (EJAtlas[46]). Se trata de conflictos por la distribución de las externalidades negativas de los proyectos (Sabatini, 1997[47]).

Estos conflictos generalmente se identifican por la existencia de reclamos/demandas que denuncian estos impactos negativos percibidos (existentes o potenciales). Estas demandas emergen en la escena pública, y en los medios de comunicación (EJAtlas).

En las últimas décadas asistimos a una creciente emergencia de conflictos ambientales, vínculos a diferentes proyectos y actividades económicas. Estos conflictos generan inconvenientes para estos proyectos, demorando el inicio o paralizando las obras. Los conflictos son momentos de condensación de una diversidad de procesos sociales que acontecen en una comunidad determinada. Evidencian diferentes formas de comprender el desarrollo y la prioridad que, desde esas diversas perspectivas, ciertos actores realizan considerando relevantes determinadas dimensiones del problema. Por ello, los conflictos son indicadores de cómo determinados actores, claves para el desarrollo de un territorio, perciben un proyecto o actividad

45. https://sinia.minam.gob.pe/informacion/estadisticas
46. https://ejatlas.org/about
47. Sabatini, F. (1997). Conflictos ambientales y desarrollo sustentable de las regiones urbanas. Revista eure, vol. XXII, N° 68, pp. 77-91.

económica, qué expectativas poseen y qué alternativas despliegan. Considerar los conflictos ambientales asociados a una fuente/tecnología energética permite dimensionar los riesgos de rechazo social que esta actividad potencialmente posee, evidenciando no sólo los costos asociados a gestionar este descontento social, sino también potenciando la generación de espacios de discusión donde se puedan poner en común las diferentes miradas sobre una misma problemática.

Este indicador se diseñó tomando como base de datos el Atlas de Justicia Ambiental (EJAtlas[48]), que constituye el mayor archivo sistematizado de conflictos a escala global. Tomando esta base, se identificaron las categorías del Atlas asociadas a los escenarios analizados, es decir, se sistematizaron los conflictos relacionados a la generación, extracción, distribución y consumo de energía, así como también a los residuos generados. Se construyó una tabla donde los conflictos fueron organizados en base a las diferentes fuentes/tecnologías identificadas para los diferentes escenarios. Finalmente, se construyeron porcentajes de conflictividad asociados a cada actividad/proyecto.

Este indicador pretende mostrar una aproximación al grado de conflictividad socioambiental asociado a una fuente/tecnología determinada. Su virtud radica en permitirnos incorporar, para un escenario determinado, la potencialidad de conflicto socioambiental asociada. Se trata de uno de los primeros estudios de tendencias de la conflictividad ambiental generada por diversos escenarios energéticos, que no busca ser exhaustiva sino encender una luz de alarma preventiva para visibilizar los riesgos de descontento social que una actividad presenta.

Sus limitaciones radican en la falta de estudios sistemáticos de la conflictividad ambiental para nuestro país. La base global nos permite generar aproximaciones, pero no existe información completa sobre todos los conflictos existentes asociados a fuentes/tecnologías energéticas en Argentina. Sumado a ello, algunas fuentes/tecnologías no han sido aplicadas aún en nuestros territorios, con lo cual es un indicador que requerirá de actualizaciones y generación de información en un futuro cercano sobre los procesos sociales que se generen en torno a estas nuevas propuestas energéticas.

Contribución a la soberanía energética

La soberanía energética adiciona a la seguridad energética (garantía del suministro energético y de la accesibilidad de la población local a la energía), el derecho de los individuos y las comunidades a tomar sus propias decisiones respecto a la generación (producción/extracción), distribución y consumo de energía, de modo que estas sean apropiadas a sus circunstancias ecológicas, sociales, económicas y culturales, siempre y cuando no afecten negativamente a terceros.

La soberanía política –concebida como la capacidad de decisión y control– se entrelaza con la material, vinculada a la disponibilidad de recursos propios, la capacidad para utilizarlos y adaptarse a éstos. La población deber tener la posibilidad de participar en las decisiones sobre el uso de tecnologías que afectan el interés público y en la definición de las políticas públicas que las regulan. Por ello, incluye saberes, tecnología y financiamiento.

Se trata de un indicador centrado en la mejora de la calidad de vida de las mayorías, y no en las demandas de grupos concentrados de poder, ni en las demandas de soberanía nacional/estatal.

Este indicador reúne dimensiones claves para alcanzar la sustentabilidad en el uso de recursos y tecnolo-

48. **https://ejatlas.org/** Esta base de datos se lleva adelante por el equipo de investigación del proyecto Environmental Justice, coordinado por el Dr. Joan Martínez Alier y radicado en el Instituto de Ciencias y Tecnologías Ambientales (ICTA) en la Universidad Autónoma de Barcelona, España.

gías, considerando, entre otros aspectos: la participación ciudadana en decisiones que atañen a su forma de vida y desarrollo; la prioridad de una generación distribuida acorde a las realidades locales; el acceso al conocimiento necesario para la toma de decisiones e involucramiento de la ciencia y la técnica a escala nacional; y una diversificación de las fuentes/tecnologías que permita su adaptación a las condiciones sociales y ambientales de cada territorio.

El indicador se diseñó tomando como base la bibliografía existente sobre transición energética y el lugar que ocupa la soberanía energética en este debate. Se revisaron diferentes conceptos de soberanía energética, a fin de identificar sus componentes clave. Estas fueron: planificación participativa de las fuentes/tecnologías a utilizar; consumos cercanos a la generación de energía; uso diversificado de recursos energéticos, con prioridad de los que tengan facilidad de desarrollo a pequeña escala; bajos condicionamientos comerciales que eviten futuras dependencias para los receptores; incorporación de la mayor cantidad posible de actores en la producción de energía y en la oferta de servicios asociados; garantía de acceso al conocimiento necesario para la gestión de las fuentes/tecnologías por parte de las poblaciones locales; descentralización (menor concentración de la propiedad de las fuentes/tecnologías); tecnologías adaptadas a los límites naturales y territoriales (uso de recursos renovables, disminución de la intensidad energética y los pasivos ambientales); incorporación de líneas de financiamiento asequibles para pobladores locales/cooperativas de menor escala.

Posteriormente, se identificaron indicadores existentes que pudieran abarcar la mayor parte de estos componentes, a fin de alcanzar una aproximación y poder incorporar la soberanía energética al análisis de los escenarios propuestos. Estos indicadores son: diversificación de la matriz primaria, contribución al desarrollo territorial, contribución al desarrollo tecnológico nacional, creación de empleos, costo total del sistema energético, potencial conflictividad socioambiental, y los diversos indicadores de impactos socioambientales evaluados.

Como ya se destacó, es un indicador que tiene la capacidad de reunir componentes claves para garantizar la sustentabilidad de los proyectos y tecnologías empleadas, considerando especialmente dimensiones locales en lo que respecta a la participación social, el conocimiento y la distribución de las tecnologías, aspectos relevantes para su adaptación a las necesidades sociales y ambientales de cada territorio.

Asimismo, al tratarse de un tema de gran complejidad e integralidad, este indicador se encuentra en una primera etapa donde se busca una aproximación a través de la combinación de indicadores ya existentes. Se reconoce que a futuro será necesario ajustar este indicador generando información más específica, por ejemplo, respecto a las capacidades y necesidades de conocimiento en localidades determinadas.

Referencias

Alhajeri, N. S., Dannoun, M., Alrashed, A., & Aly, A. Z. (2019). Environmental and economic impacts of increased utilization of natural gas in the electric power generation sector: Evaluating the benefits and trade-offs of fuel switching. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 71, 102969.

Aldonate et al.: “Geología Minera del Complejo Minero Fabril San Rafael con énfasis en la caracterización de acopios de mineral marginal”. Acta Geológica Lilloana. 28 (2): 353–361, 2016

Auffhammer, M., Fischer, C. (2017). “Putting Coal Jobs in Perspective”. resources.org. Consultada Nov.2021.

Berndes, G., Bird, N., & Cowie, A. (2011). Bioenergy, Land Use Change and Climate Change Mitigation: Background Technical Report.

Blanco, H. (2021) "Hydrogen production in 2050: how much water will 74EJ need?". Energy Post. https://energypost.eu/hydrogen-production-in-2050-how-much-water-will-74ej-need/

Cano-Rodríguez, S., Rubio-Varas, M., & Sesma-Martín, D. (2022). At the crossroad between green and thirsty: Carbon emissions and water consumption of Spanish thermoelectricity generation, 1969–2019. Ecological Economics, 195, 107363.

Cedeño, E. A. L., Rocha-Hoyos, J., Alvear, P. S., & Barboza, J. M. (2017). Producción e impacto del biodiesel: una revisión. INNOVA Research Journal, 2(7), 59-76.

Chang, Y., Huang, R., Ries, R. J., & Masanet, E. (2014). Shale-to-well energy use and air pollutant emissions of shale gas production in China. Applied energy, 125, 147-157.

Clark, C. E., Horner, R. M., & Harto, C. B. (2013). Life cycle water consumption for shale gas and conventional natural gas. Environmental science & technology, 47(20), 11829-11836.

CNEA (2021) Gestión de residuos radiactivos y combustibles gastados en la República Argentina. CNEA, Programa Nacional de Gestión de Residuos Radiactivos, 2021.

CNEA (2020) Inventario del combustible gastado. Séptimo Informe Nacional. Autoridad Regulatoria Nuclear, Comisión Nacional de Energía Atómica, Dioxitek S.A., & Nucleoeléctrica Argentina S.A., 2020.

Czako, V. (2020). Employment in the Energy Sector. Publications Office of the European Union: Luxembourg.

Dai, Q., Kelly, J. C., Gaines, L., & Wang, M. (2019). Life cycle analysis of lithium-ion batteries for automotive applications. Batteries, 5(2), 48.

Diesendorf, M. (2004). Comparison of employment potential of the coal and wind power industries. International Journal of Environment, Workplace and Employment, 1(1), 82-90.

Ding, N., Liu, J., Yang, J., & Lu, B. (2018). Water footprints of energy sources in China: exploring options to improve water efficiency. Journal of Cleaner Production, 174, 1021-1031.

Dvořák, P., Martinát, S., Van der Horst, D., Frantál, B., & Turečková, K. (2017). Renewable energy investment and job creation; a cross-sectoral assessment for the Czech Republic with reference to EU benchmarks. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 69, 360-368.

EEA (2019). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 13/2019. ISSN 1977-8449.

EPA (1985). Compilation of Air Pollutant Emission Factors Fourth Edition Volume I Stationary Point and Area Sources. National Service Center for Environmental Publications (NSCEP).

EPA (1988). Air Pollution Control Alternatives for Shale Oil Production Operations. National Service Center for Environmental Publications (NSCEP).

Epifanio D. y Ernst C. (2019). La cadena de suministro de biodiésel en Argentina: ¿una oportunidad para el avance social?. Organización Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_734241.pdf

FAO (2019). Estudio del empleo verde, actual y potencial, en el sector de bioenergías. http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/DT15-EmpleoVerde-SantaFe-01-07-2019.pdf

Flexer, V., Baspineiro, C. F., & Galli, C. I. (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. Science of the Total Environment, 639, 1188-1204.

Fritsche U. R., Berndes G., Cowie A. L., Dale V. H., Kline K. L., Johnson F. X., ... & Woods J. (2017). Energy and land use. Work. Pap. Glob. L. Outlook, 14-15.

Gallardo, S. (2011). Extracción de litio en el Norte argentino. La fiebre comienza. Revista EXACTA mente, 26-29. http://www.fcen.uba.ar/fotovideo/EXm/PDF/EXM48.pdf

Gerbens-Leenes, P. W., Hoekstra, A. Y., & Van der Meer, T. H. (2009). The water footprint of energy from biomass: A quantitative assessment and consequences of an increasing share of bio-energy in energy supply. Ecological economics, 68(4), 1052-1060.

Grubert, E. A. (2016). Water consumption from hydroelectricity in the United States. Advances in Water Resources, 96, 88-94.

Hache E., Barnet C., Seck G. (2021) "Lithium in the energy transition: more than a resource issue?". IFP Energies Nouvelles https://www.ifpenergiesnouvelles.com/article/lithium-energy-transition-more-resource-issue

Hilbert J., Galbusera S. (2011) "Análisis de emisiones producción de biodiesel - AG Energy Viluco" INTA, 2011. DOI: 10.13140/RG.2.2.35974.52803

Holmatov, B., Schyns, J. F., Krol, M. S., Gerbens-Leenes, P. W., & Hoekstra, A. Y. (2021). Can crop residues provide fuel for future transport? Limited global residue bioethanol potentials and large associated land, water and carbon footprints. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 149, 111417.

Hunsberger, C., German, L., & Götz, A. (2017). "Unbundling" the biofuel promise: Querying the ability of liquid biofuels to deliver on socio-economic policy expectations. Energy Policy, 108, 791-805.

Hurtado, J. I. L., & Soria, B. Y. M. (2007). El hidrógeno y la energía. Asociación Nacional de Ingenieros del ICAI.

IAEA (2016). Uranium 2016: Resources, Production and Demand. A Joint Report by the Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency.

IEA (2016A) "Water Nexus Report". International Energy Agency. All rights reserved. https://www.iea.org/reports/water-energy-nexus

IEA (2016B) Energy and Air Pollution, World Energy Outlook, Special Report. International Energy Agency. All rights reserved. https://iea.blob.core.windows.net/assets/6b75c4ae-e633-4fa0-9569-b28e226e6103/WorldEnergyOutlookSpecialReport2016EnergyandAirPollution.pdf

ILO. 2022. The future of work in the oil and gas industry: Opportunities and challenges for a just transition to a future of work that contributes to sustainable development. International Labour Organization 2022. ISBN 978-92-2-037558-7. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_859846.pdf

INAP (2022). Cuadernos del INAP. "Empresas públicas y mixtas, tecnología y desarrollo III. Trabajo, ciencia y Tecnología argentinos: el caso Nucleoeléctrica Argentina S.A". Parte 2. ISSN 2683-9644. N°85. Año 3. 2022

IRENA (2013), Renewable Energy and Jobs, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2018) "POLICY BRIEF #13 INTERLINKAGES BETWEEN ENERGY AND JOBS" https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/17495PB13.pdf

Islam, A., Teo, S. H., Ng, C. H., Taufiq-Yap, Y. H., Choong, S. Y. T., & Awual, M. R. (2022). Progress in recent sustainable materials for greenhouse gas (NOx and SOx) emission mitigation. Progress in Materials Science, 101033.

Jin, Y., Behrens, P., Tukker, A., & Scherer, L. (2019). Water use of electricity technologies: A global meta-analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 115, 109391.

Kazimierski, M. A. (2018). Almacenamiento energético frente al inminente paradigma renovable: el rol de las baterías ion-litio y las perspectivas sudamericanas. Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales, (23), 108-132.

Kelly, J. C., Wang, M., Dai, Q., & Winjobi, O. (2021). Energy, greenhouse gas, and water life cycle analysis of lithium carbonate and lithium hydroxide monohydrate from brine and ore resources and their use in lithium ion battery cathodes and lithium ion batteries. Resources, Conservation and Recycling, 174, 105762.

Lambert, R. J., & Silva, P. P. (2012). The challenges of determining the employment effects of renewable energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(7), 4667-4674.

Larsen, M. A. D., Petrovic, S., Engström, R. E., Drews, M., Liersch, S., Karlsson, K. B., & Howells, M. (2019). Challenges of data availability: Analysing the water-energy nexus in electricity generation. Energy Strategy Reviews, 26, 100426.

Larsen, M. A. D., & Drews, M. (2019). Water use in electricity generation for water-energy nexus analyses: The European case. Science of the Total Environment, 651, 2044-2058.

Leah Temper, Daniela del Bene and Joan Martinez-Alier. 2015. Mapping the frontiers and front lines of global environmental justice: the EJAtlas. Journal of Political Ecology 22: 255-278. https://journals.librarypublishing.arizona.edu/jpe/article/id/1932/

Lee, U., Han, J., Elgowainy, A., & Wang, M. (2018). Regional water consumption for hydro and thermal electricity generation in the United States. Applied Energy, 210, 661-672.

López, A.; Obaya, M.; Pascuini, P.; Ramos, A. (2019) "Litio en la Argentina, la cadena de valor: Oportunidades y desafíos para el desarrollo." Banco Interamericano de Desarrollo. IDB-MG-698. JEL code: Q30, Q38, Q47, O13, O54 https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Litio_en_la_Argentina_Oportunidades_y_desaf%C3%ADos_para_el_desarrollo_de_la_cadena_de_valor_es_es.pdf

Lovering, J., Swain, M., Blomqvist, L., & Hernandez, R. R. (2022). Land-use intensity of electricity production and tomorrow's energy landscape. PLoS One, 17(7), e0270155.

Macknick, J.; Newmark,R.; Heath, G.; Hallett, K. C. (2012) "Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: a review of existing literature". Environmental Research Letters. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/7/4/045802/meta

Manrique, A. (2014). Explotación del litio, producción y comercialización de baterías de litio en Argentina (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería. Argentina).

Marrero-Díaz, Y., Cruz-Estopiñan, E. B., & Suárez-Benítez, M. (2020). Emisiones atmosféricas provenientes de centrales azucareros de Holguín, Cuba: Una herramienta de gestión pública local. Revista Cubana de Meteorología, 26(2).

Meneses-Ruiz, E., Roig-Rassi, A., Paz, E., Alonso, D., & Alvarado, J. (2018). Factores de emisión de CO, CO2, NOx y SO2 para instalaciones generadoras de electricidad en Cuba. Revista Cubana de Meteorología, 24(1), 1-9.

Mekonnen, M. M., Gerbens-Leenes, P. W., & Hoekstra, A. Y. (2015). The consumptive water footprint of electricity and heat: a global assessment. Environmental Science: Water Research & Technology, 1(3), 285-297.

Mielke, E., Anadon, L. D., & Narayanamurti, V. (2010). Water consumption of energy resource extraction, processing, and conversion. Belfer Center for Science and International Affairs.

Mier, M. A. M., Vargas, F. E. S., & Fajardo, C. A. G. (2012). Producción y caracterización de biodiesel a partir de aceite de pollo. Informador Técnico, 76, 62-62.

Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, (2021) Estadísticas e indicadores nacionales, https://www.trabajo.gob.ar/estadisticas/oede/estadisticasnacionales.asp

Ministerio de Economía (2023). Resolución 518/2023. Lineamientos y escenarios para la transición energética a 2050. Subsecretaría de Planeamiento Energético. Secretaría de Energía, Ministerio de Economía. Boletín Oficial de la República Argentina. 2023. https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-518-2023-386322

Ministerio de Economía (2023) Resolución 517/2023. "Plan Nacional de Transición Energética al 2030". Subsecretaría de Planeamiento Energético. Secretaría de Energía, Ministerio de Economía. Boletín Oficial de la República Argentina. 2023. https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/289826/20230707

Ministerio del Ambiente Perú (2023) Sistema Nacional de Información Ambiental. https://sinia.minam.gob.pe/informacion/estadisticas

Moonmoon, H., Srinath, H., Rangan, B., & Rao, A. B. (2021). Life cycle energy-carbon-water footprints of sugar, ethanol and electricity from sugarcane. Bioresource Technology, 330.

NAEI (1998) Emission report 97- Emissions from the Extraction and Distribution of Fossil Fuels. UK National Atmospheric Emissions Inventory.

Nair, S., & Timms, W. (2020). Freshwater footprint of fossil fuel production and thermal electricity generation and water stresses across the National Electricity Market (NEM) region of Australia. Journal of Cleaner Production, 267, 122085.

Oladimeji, T. E., Sonibare, J., Odunfa, K. M., & Oresegun, O. R. (2015). Environmental impact analysis of the emission from petroleum refineries in Nigeria. Energy and Environment Research;, 5(1), 33-41.

Ong, S., Campbell, C., Denholm, P., Margolis, R., & Heath, G. (2013). Land-use requirements for solar power plants in the United States (No. NREL/TP-6A20-56290). National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).

Orocobre (2020) Reportes de Orocobre. https://www.orocobre.com/wp-content/uploads/2021/02/OROCOBRE-Sustainability-Report-2020_Web_Final.pdf https://www.orocobre.com/corporate-responsibility/sustainability-report/performance-data/

Ou, L., & Cai, H. (2020). Update of Emission Factors of Greenhouse Gases and Criteria Air Pollutants, and Generation Efficiencies of the US Electricity Generation Sector (No. ANL-20/41). Argonne National Lab.(ANL), Argonne, IL (United States).

Palmer-Wilson, K., Donald, J., Robertson, B., Lyseng, B., Keller, V., Fowler, M., & Rowe, A. (2019). Impact of land requirements on electricity system decarbonisation pathways. Energy Policy, 129, 193-205.

Pan, S. Y., Snyder, S. W., Packman, A. I., Lin, Y. J., & Chiang, P. C. (2018). Cooling water use in thermoelectric power generation and its associated challenges for addressing water-energy nexus. Water-Energy Nexus, 1(1), 26-41.

Pepermans G. et al. (2005) Distributed generation: definition, benefits and issues. Energy Policy, Volume 33, Issue 6, 2005, Pages 787-798, ISSN 0301-4215, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.004.

(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421503003069)

Romero I., Cristófalo M. (2020) Herramienta para el Fomento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas en la Ciudad de Buenos Aires, para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/herramienta_sfv_caba_-_reporte_final.pdf

Rozemberg, R., Saslavsky, D., & Svarzman, G. (2009). La industria de biocombustibles en Argentina. López A, coord. La industria de biocombustibles en el Mercosur. Montevideo: Serie RED Mercosur de investigaciones económicas Ṅ15.

Sabatini, F. (1997). Conflictos ambientales y desarrollo sustentable de las regiones urbanas. Revista eure, vol. XXII, N° 68, pp. 77-91.

Santos et al (2018): Fractura hidráulica (Fracking): conocimiento actual de emisiones y sus implicaciones ambientales. Retos futuros.

Sarango, D. D. (2005). Impacto Ambiental por uso del Gas Natural de Camisea en la Generación de Energía Eléctrica en el Perú. Revista de investigación de física, 8(02), 26-33.

Schneider, E., Carlsen, B., Tavrides, E., van der Hoeven, C., & Phathanapirom, U. (2013). A top-down assessment of energy, water and land use in uranium mining, milling, and refining. Energy economics, 40, 911-926.

Schomberg, A. C., Bringezu, S., & Flörke, M. (2021). Extended life cycle assessment reveals the spatially-explicit water scarcity footprint of a lithium-ion battery storage. Communications Earth & Environment, 2(1), 11.

Sigal, A., Leiva, E. P. M., & Rodríguez, C. R. (2014). Assessment of the potential for hydrogen production from renewable resources in Argentina. International journal of hydrogen energy, 39(16), 8204-8214.

Silalertruksa, T., & Gheewala, S. H. (2011). Long-term bioethanol system and its implications on GHG emissions: a case study of Thailand. Environmental science & technology, 45(11), 4920-4928.

Spang, E. S., Moomaw, W. R., Gallagher, K. S., Kirshen, P. H., & Marks, D. H. (2014) The water consumption of energy production: an international comparison. Environmental Research Letters, 9(10), 105002.

Strang, D., & Soule, S. A. (1998). Diffusion in organizations and social movements: From hybrid corn to poison pills. Annual review of sociology, 265-290.

Subsecretaría de Desarrollo Minero - Secretaría de Política Minera del Ministerio de Producción y Trabajo (2019) "Argentina: Proyectos Avanzados de Litio en Salares" http://informacionminera.produccion.gob.ar/dataset/2210/catalogos-de-proyectos

Subsecretaría de Energías Renovables, 2018. Generación de empleo, Energías Renovables. Programa RenovAr y MATER. Secretaria de Energía, Ministerio de Economía de la Nación.

Tagliaferri, C., Görke, R., Scott, S., Dennis, J., & Lettieri, P. (2018). Life cycle assessment of optimised chemical looping air separation systems for electricity production. Chemical Engineering Research and Design, 131, 686-698.

Tran, T., & Luong, V. T. (2015). Lithium production processes. In Lithium process chemistry (pp. 81-124). Elsevier.

Tsai, J. H., Chen, S. H., Chen, S. F., & Chiang, H. L. (2021). Air Pollutant Emission Abatement of the Fossil-Fuel Power Plants by Multiple Control Strategies in Taiwan. Energies, 14(18), 5716.

Vanham, D., Medarac, H., Schyns, J. F., Hogeboom, R. J., & Magagna, D. (2019). The consumptive water footprint of the European Union energy sector. Environmental Research Letters, 14(10), 104016.

Vignolo, M, Zeballos, R. (2001) Transmission networks or distributed generation? [en línea] Montevideo: UR. FING, 2001. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/21165

WEC (2010) "Water for Energy". World Energy Council, London, United Kingdom. ISBN: [978-0-946121-10-6] https://www.worldenergy.org/publications/entry/water-for-energy-2010

Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?. Energy policy, 38(2), 919-931.

Xie, X., Jiang, X., Zhang, T., & Huang, Z. (2020). Study on impact of electricity production on regional water resource in China by water footprint. Renewable Energy, 152, 165-178.

Zícari, J. N. (2015). Neoextractivismo en Sudamérica: El caso del litio. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia, https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/71305

AVI. Estrategia comunicacional para la transición

Síntesis de lineamientos comunicacionales

Por qué comunicar la transición energética

La necesidad de incorporar la dimensión comunicacional como elemento clave de la transición energética radica en la convicción de que el cambio cultural es determinante en el proceso de transición, tanto en el nivel de toma de decisiones y regulación para la producción de energía como en el ámbito del consumo individual. El modelo de desarrollo industrial y los estilos de vida actuales suponen una visión de mundo con su correspondiente retórica, que pone el crecimiento material como la principal aspiración de las sociedades. En consecuencia, se ha generado una cultura del descarte, en la que se promueve la novedad y el recambio de productos surgidos de un ciclo lineal de producción y consumo que no atiende a sus impactos socioambientales. Frente a este escenario, las acciones de transición energética necesitan atender e incluso intervenir anticipadamente a nivel comunicacional, apuntando a resignificar el sentido de prosperidad para promover la transformación de prácticas de producción y consumo.

Si bien los patrones de producción y consumo se constituyen en relación con diversas variables (socioeconómicas, geográficas, etc.), la dimensión simbólica de las prácticas de producción y consumo de productos y servicios es determinante en su configuración. Por ejemplo, más allá de la motivación funcional de un consumo, que pone en juego criterios racionales —precio, accesibilidad, practicidad—, la elección de productos o servicios dentro de una misma categoría (alimentos y bebidas, cuidado personal, tecnología) responde también a normas culturales y criterios de valoración.

Las normas culturales son convenciones sociales naturalizadas, que condicionan implícitamente los hábitos de consumo individuales e institucionales, así como también la oferta de productos y servicios disponible y las narrativas utilizadas para su comercialización. Los criterios de valoración, por su parte, funcionan como puntos de referencia que configuran segmentos de población con estilos de consumo específicos (consciente, saludable, hedonista, vanguardista, entre otros), y en el polo de la producción, en el caso que nos ocupa, paradigmas de implementación de la transición energética (puentista, renovable neoliberal, nacional estatal, etc. (Gutiérrez Ríos, 2022).

Normas culturales y criterios de valoración conforman marcos interpretativos, que operan como motivaciones simbólicas y emocionales de los consumos a través de los cuáles las personas construyen su identidad y su pertenencia a un determinado segmento social. A su vez, en la esfera de toma decisiones configuran posiciones diversas respecto del modelo actual de desarrollo industrial; de la necesidad o no de transformarlo; y del nivel de gravedad de sus impactos socioambientales.

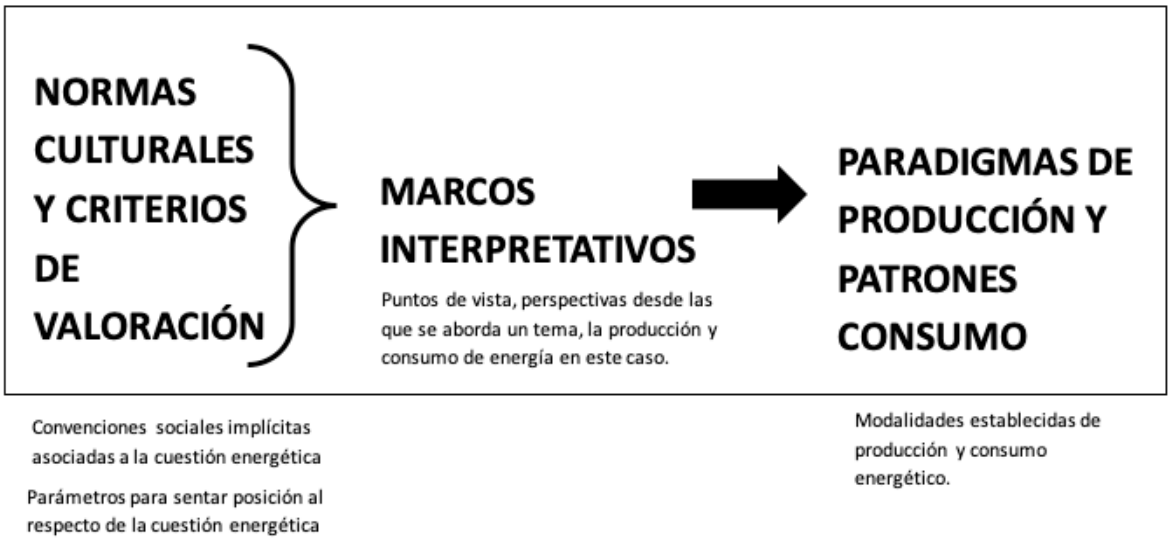


Figura AVI-1. La dimensión simbólica de la cuestión energética

Dicho todo lo anterior, es preciso asumir que la revisión y transformación de prácticas de producción y consumo es un proceso de largo plazo. Para que se produzcan cambios de prácticas sociales (hábitos) individuales e institucionales sostenidos en el tiempo, también deben transformarse las cosmovisiones que los motivan. Se trata de un proceso social sobre el que se puede intervenir, pero no dirigir ni controlar. A fin de proyectar cualquier tipo de intervención comunicacional sobre la transición energética, es necesario:

- Identificar las normas culturales y criterios de valoración en los que los patrones de producción y consumo energético están anclados y comprender sus lógicas de funcionamiento.
- Diseñar un plan comunicacional de la transición energética, que sea gradual y diversificado e interpele a públicos con grado heterogéneo de involucramiento y sensibilidad con las problemáticas sociopolíticas, económicas y ambientales.

Análisis previos sobre la comunicación de la transición energética en la prensa escrita han circunscripto cinco "sectores discursivo-mediáticos en torno a la transición energética": puentista, renovable neoliberal, puentismo progresista, nacional estatal, marxismo ecológico (Gutiérrez Ríos, 2022)[49], que configuran posiciones en materia de política energética de partidos políticos, ex funcionarios del sector y otros expertos. Todas ellas constituyen posiciones informadas sobre la temática, resultantes de un análisis de diversas variables intervinientes en la cuestión energética: económicas, políticas, históricas, éticas, a las que jerarquizan de distinta manera.

En contraposición al polo de la producción de energía, en el polo del consumo: ¿qué posiciones encontramos?, ¿cómo podemos hablar con ellas sobre transición energética?, ¿existe hoy conversación social sobre transición energética fuera de los ámbitos expertos?, ¿qué conceptos, experiencias y prácticas relacionadas con la energía circulan hoy socialmente? Conocer la dimensión simbólica del consumo de energía es clave para el diseño de cualquier plan comunicacional que proponga un cambio de hábitos, ya que es con

49. Gutiérrez Ríos caracteriza a estos sectores de la siguiente manera: "en las agendas de cada sector inciden diferentes perspectivas acerca de lo ambiental, que se planean, también a escala global. Mientras el discurso puentista se basa en la noción de desarrollo sustentable, el sector renovable neoliberal adopta los pilares de la economía verde con una política activa y no solo compensatoria respecto de la mercantilización de la naturaleza y sus impactos. (…) Por su parte, la izquierda nacional entiende los impactos ecológicos en relación directa con un proyecto neocolonial que se enfrenta a una soberanía vista desde el paradigma nacional-estatal. Por último, la izquierda anticapitalista de raíz trotskista transita un proceso de apropiación de posicionamientos socioambientales que reactualizan su perspectiva del marxismo ecológico." (Gutiérrez Ríos, 2022: 117)

esa dimensión simbólica que el plan comunicacional –y la propuesta de transición en su conjunto– deberá dialogar y articularse para incrementar sus chances de resultar socialmente relevante con su propuesta alternativa para la transición.

Metodología de análisis de normas culturales y preferencias estilísticas sobre transición energética

Conocer la dimensión simbólica de una sociedad o segmento social, donde se alojan normas culturales y preferencias estilísticas, requiere partir de sus manifestaciones en la cultura. Un camino posible es consultar a personas e instituciones para indagar sus opiniones y percepciones sobre el tema de nuestro interés. Otro camino –que es el que elegimos en esta ocasión– es analizar los discursos de personas e instituciones y desentrañar en ellos los marcos interpretativos implícitos; los supuestos subyacentes a aquello que el discurso dice de manera manifiesta; y sus modalidades de expresión tanto verbal como visual. Desde este encuadre metodológico procedimos de la siguiente manera:

- Relevamiento y construcción de corpus: todos los materiales incluidos en el análisis, algunos de los cuales se muestran a lo largo del capítulo fueron relevados por internet entre marzo y abril de 2023.
- El corpus quedó conformado por:
    - 30 artículos en medios de comunicación gráficos o audiovisuales;
    - 40 publicaciones de usuarios individuales o colectivos en redes sociales, que incluían los hashtags #crisis energética, #corte de luz, # transición energética, #no a la mina.
    - 17 sitios web de empresas del sector de energías renovables, y de la Secretaría de Energía de la Nación y del Plan de Energías Renovables del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe.
- En una primera instancia se analizaron los discursos referidos al contexto energético actual, a fin de comprender en qué escenario comunicacional se insertan los discursos sobre transición energética.
- En segunda instancia se abordó la comunicación de la transición energética emitida por empresas y reguladores del sector de energías renovables.
- Para finalizar, del cruce del análisis de ambos conjuntos discursivos, elaboramos las conclusiones y recomendaciones para la construcción de una narrativa para la transición energética.

La dimensión comunicacional de la cuestión energética hoy: crisis energética y población afectada

Con las sucesivas temporadas de cortes de luz imprevistos durante los veranos de los últimos años, la crisis energética se ha metido en la vida de la población argentina como nunca. Sabemos que los cortes de suministro eléctrico no son un asunto novedoso en nuestro país. Sin embargo, las concepciones de la sociedad argentina en torno al Estado, a lo ambiental, a lo económico, así como sus prácticas comunicacionales se han modificado profundamente en los últimos 40 años.

Figura AVI-2. Publicación de Twitter bajo el hashtag #cortedeluz que rememora medidas ante la crisis energética tomadas por el gobierno en la década de 1980, cuando la generación eléctrica del AMBA estaba a cargo de la empresa estatal SEGBA (abril 2023)

El consumo energético se enmarca en el universo de la provisión de servicios básicos. La energía eléctrica, junto con el gas y el agua son lo que se denomina informalmente "los servicios", asociados a todo inmueble. Esa conceptualización no es gratuita, trae consigo dos implicancias. Por un lado, el concepto de "servicio" instala una lógica transaccional en la que lo único a lo que está obligado el usuario-cliente es a pagar por el servicio pactado. Todo lo demás es responsabilidad de la entidad proveedora. Por otro lado, al tratarse de servicios "básicos", su existencia está naturalizada, y deja de ser percibida salvo en casos de corte de suministro, en que se hace notoria por su ausencia.

Análisis de discursos de usuario afectados en las redes sociales

En este marco, la crisis energética es percibida por los usuarios del servicio eléctrico primordialmente como falta de inversión en infraestructura: un pacto no cumplido. Cada vez que hay corte de suministro, los usuarios expresan sus reclamos en las redes sociales personales y de las empresas proveedoras, relacionando la crisis energética con los cortes de luz y éstos, a su vez, como la consecuencia de la falta de inversión en infraestructura que deberían haber hecho las empresas proveedoras de energía. Según la lógica implícita en este argumento, si se aumentara la inversión en infraestructura para la generación de electricidad, la crisis energética dejaría de existir.

Esta casi totalmente ausente de la conversación en redes sociales cualquier tipo de reflexión al respecto del consumo eléctrico, como así también respecto de los impactos de la generación de energía a partir de combustibles fósiles. El problema es claramente adjudicado a la oferta del servicio, que es caracterizada como irresponsable, estafadora y corrupta.

Figura AVI-3. Publicaciones de Instagram con el hashtag #cortedeluz (marzo 2023)

Esta es la lógica dominante del discurso social sobre la crisis energética hoy, tanto entre usuarios individuales, damnificados por la falta de servicio energético, como por algunos expertos que ahondan en los detalles de la relación entre el Estado Nacional y las empresas proveedoras. Allí parece estar el nudo de la cuestión, y el usuario final se encuentra a merced de lo que entre aquellos ocurra.

Figura AVI-3. Publicación de Instagram del experto *@nicomalinovsky*, director del *@oecyt_arg/*

No es la energía, no es la electricidad, es la luz. Denominar al suministro eléctrico simplemente "luz" da cuenta de que culturalmente en Argentina la electricidad se asocia con aspectos racionales e instrumentales. La luz se opone a la oscuridad; la luz permite ver más allá, mientras la oscuridad lo dificulta. La luz es pensamiento. La luz es vital para la vida. Dadas estas significaciones culturales implícitas en el concepto, los cortes de luz generan indignación en la población no solo porque se rompe el contrato de provisión del servicio por parte de la empresa, sino también porque se está privando a los usuarios de una necesidad básica, alrededor de la cual todo nuestro mundo desarrolla. Vivimos en un mundo eléctrico, y dejar de contar con electricidad es poner la vida en riesgo o, en el mejor de los casos, en pausa.

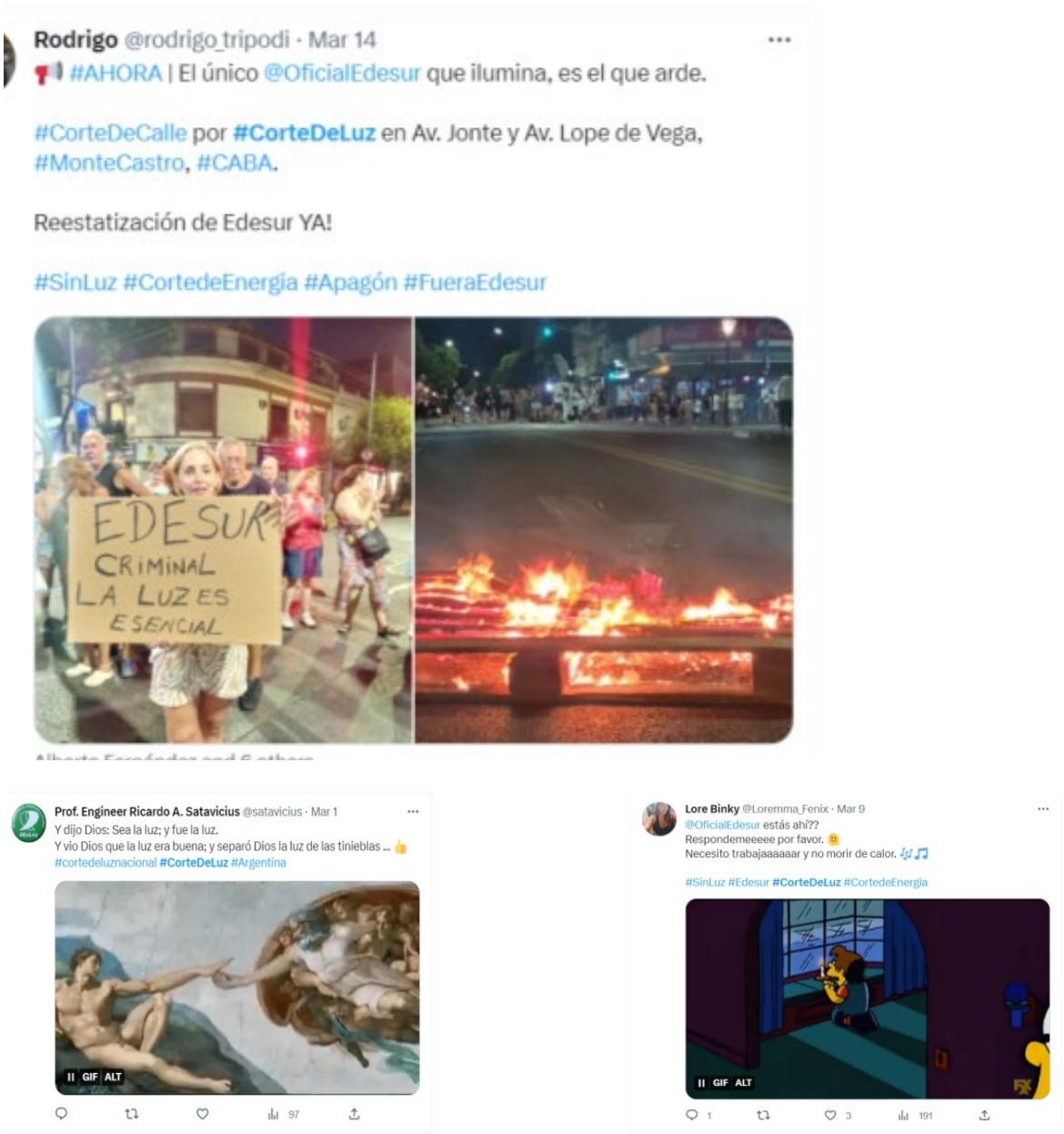


Figura AVI-4. Publicaciones en Twitter con el hashtag *#cortedeluz* (marzo 2023)

El cúmulo de publicaciones de usuarios indignados y agotados por los frecuentes cortes de "luz" configura una relación proveedor/usuario de energía sumamente desigual. No podría ser de otra manera en el contexto de un sistema centralizado de producción energética, en el que el usuario es apenas una terminal del circuito, su rol es únicamente receptivo.

En relación con los cortes de luz, son mucho más escasas las referencias críticas al consumo de energía; cuando aparecen, se suelen enfocar en la necesidad de disminuir el consumo innecesario de energía en edificios públicos, comercios, más que en el consumo hogareño.

Figura AVI-5. Publicaciones en Twitter con el hashtag *#cortedeluz* (última década)

Es un desafío encontrar los modos más adecuados para comunicar la transición energética a estos usuarios, que no solo no conocen el concepto, sus razones ni sus implicancias, sino que su experiencia con la energía se vincula con el servicio deficiente. El usuario de energía hoy se siente acreedor del sistema, el discurso social más extendido es el del usuario insatisfecho y defraudado, al que el sistema energético aún le debe un servicio que funcione bien y no se corte. Aún con este escenario, el Estado y las empresas proveedoras parecen preferir el rol únicamente receptivo de los usuarios, y conservar la centralización del negocio de la producción energética.

Figura AVI-6. Publicaciones en Twitter con el hashtag #cortedeluz (2022)

Esta posición transaccional y dual (proveedor-usuario) es en principio reacia a nociones colectivas como la de bienes comunes. Frente al pragmatismo reinante, apelar a motivaciones éticas para limitar el consumo energético no puede ser el primer paso en la comunicación de la transición energética dirigida al público general. Es necesario plantear un mensaje que interpele a la población resonando en la dimensión simbólica actual del consumo de energía. Por un lado, en el contexto de la crisis energética que los usuarios viven bajo la modalidad de falta continuada de suministro, un territorio comunicacional desde el cual empezar a introducir la necesidad de encarar una transición energética podría ser el de la autonomía. Por otro lado, será preciso distinguir mensajes en función de nivel socio económico y estilo de vida de los públicos. Mientras la mitad de la población debería disminuir consumos superfluos, la otra mitad necesita incrementar su capacidad de consumo para cubrir sus necesidades básicas.

Por el momento, lo colectivo en relación con la crisis energética tiene breves apariciones en el discurso social. Por una parte, aparece bajo la forma de fenómenos de solidaridad comunitaria en situaciones de cortes de luz en centros urbanos: tirar cables, prestar enchufes para cargar baterías, y otras prácticas entre vecinos con y sin suministro. En un escenario comunicacional dominado por la retórica del reclamo y la indignación, cada expresión de solidaridad surge como una botella flotando en el mar digital. Muestra que, aunque minoritaria, la empatía y la capacidad de ponerse en el lugar del otro es una alternativa en contextos de crisis.

Figura AVI-7. Publicación de la cuenta de Instagram del programa Síntesis13, en base a la foto de un usuario

Por otro lado, un ámbito más focalizado de expresión de lo colectivo es el de las comunidades afectadas por sitios de explotación de hidrocarburos, destilerías, etc. Es el caso de la histórica Asamblea de Vecinos Autoconvocados de Esquel, que en sus 20 años de vida[50] popularizó el lema "no a la mina" y "el agua vale más que el oro". Más recientemente, vecinos de la localidad de Añelo, pequeño pueblo que creció a partir de las explotaciones en Vaca Muerta, suelen cortar las rutas de la zona en reclamo por la falta de agua. A una infraestructura hídrica deficiente, que no acompañó el crecimiento urbano de Añelo, se suma la demanda de miles de litros de agua para la técnica del fracking, que extrae gas y petróleo de yacimientos no convencionales. El balance de los primeros 10 años de explotación de Vaca Muerta desde el punto de vista de la población de las localidades vecinas dista mucho de la visión optimista de la industria de los hidrocarburos

50. Artículo sobre los 20 años de la Asamblea de Vecinos Autoconvocados de Esquel, en el diario Página/12: **https://www.pagina12.com.ar/534106-esquel-20-anos-del-no-a-la-mina** (recuperado 16/5/23)

y de la dirigencia política. La paradoja de que esas localidades no cuenten con gas natural, estando a pocos kilómetros de los yacimientos, pinta la situación de manera elocuente[51].

Los discursos de los vecinos afectados por la explotación de hidrocarburos –sea en Patagonia, en Mar del Plata o en el noroeste argentino– registran una lucha sostenida desde hace más de 10 años. Tanto las publicaciones de las asambleas como los comentarios individuales son expresiones de carácter político, ya que disputan el sentido de la megaminería al enfocar en sus impactos ambientales; como consecuencia, el progreso económico regional –principal argumento a favor de esta práctica industrial– es puesto en cuestión, como puede observarse en el siguiente comentario: "La megaminería genera trabajo temporal y tercerizado, lo que es permanente es la contaminación y el saqueo". Más allá del activismo o no de los usuarios que intervienen en la conversación, sus discursos están asentados en una lógica colectiva: el territorio y su riqueza natural como bien común.

Figura AVI-8. Publicación de la cuenta de Instagram no_a_la_mina

Esta visión del territorio no se manifiesta solo en palabras de los afectados, sino también en las imágenes publicadas. Por un lado, fotografías de los sitios de explotación que muestran de manera directa el territorio explotado o el territorio defendido. Predominan los encuadres panorámicos que representan la gran extensión y la inmensidad de los territorios; y por propiedad transitiva, la escala del daño real y potencial de la megaminería. Las fotos, con su carga probatoria, anclan visual y geográficamente los argumentos esgrimidos. Estas publicaciones hablan de lugares concretos, con poblaciones concretas y responsables concretos. No son reflexiones, opiniones o especulaciones; son hechos verificables, por empezar, en las imágenes publicadas.

51. Esta situación es registrada tanto en el **video documental de Filo News sobre Vaca Muerta** como en **este artículo de Diario Ar**.

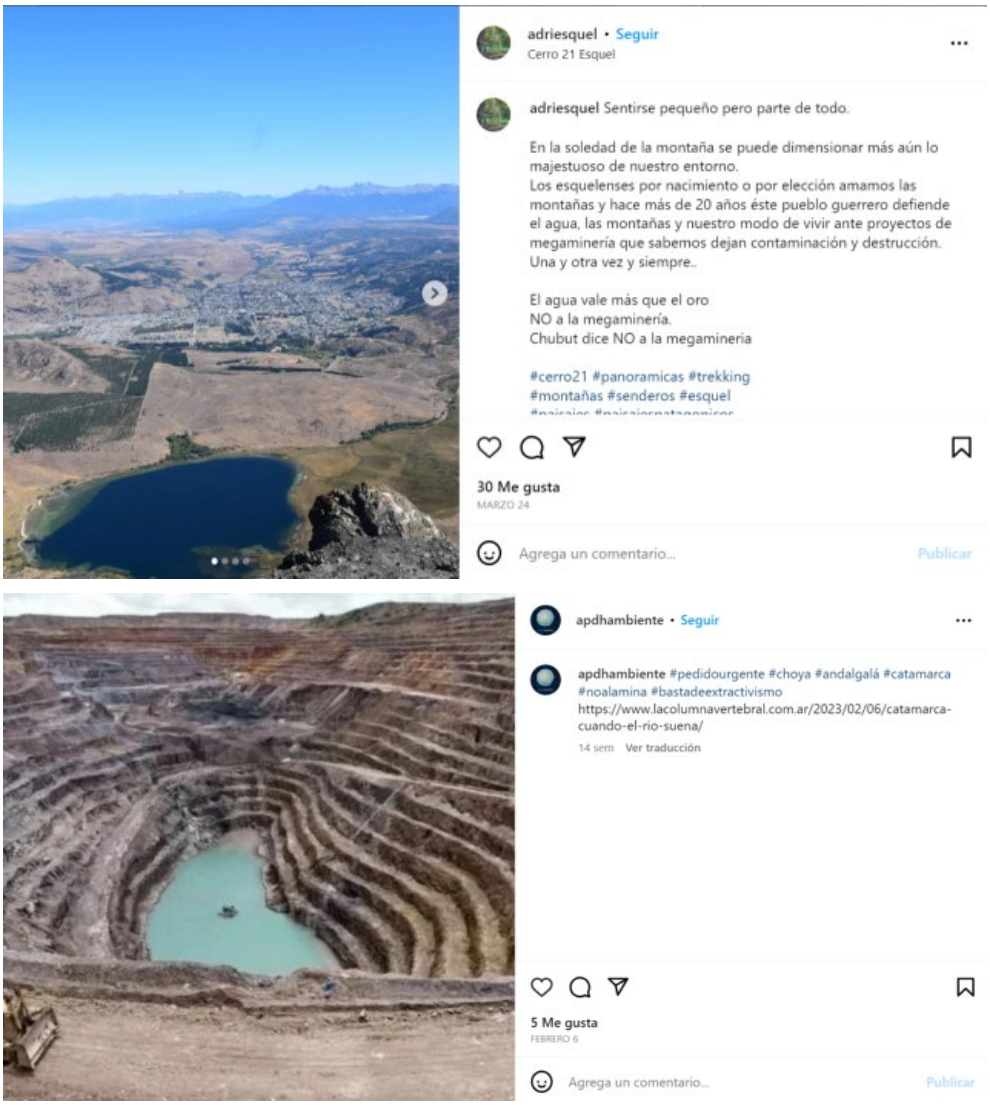


Figura AVI-9. Publicación de Esquel (Chubut) y publicación de Andalgalá (Catamarca)

Mostrar los territorios es signo de proximidad, al igual que el término “vecinos” usado en la nominación de las asambleas de “vecinos” autoconvocados. ‘Estamos aquí y les mostramos el estado de nuestro territorio’, parecieran señalar implícitamente estas fotografías. Mientras estas fotos cumplen un rol de presentación del objeto de la lucha, otras imágenes funcionan como el registro de esa lucha. Son frecuentes las fotos de marchas y carteles de esos vecinos en el espacio urbano reclamando a los gobiernos la protección de sus territorios. Son otro tipo de escenas del territorio afectado: de la inmensidad del paisaje –sea inexplorado o ya devastado–, a los cuerpos aglomerados en las calles.

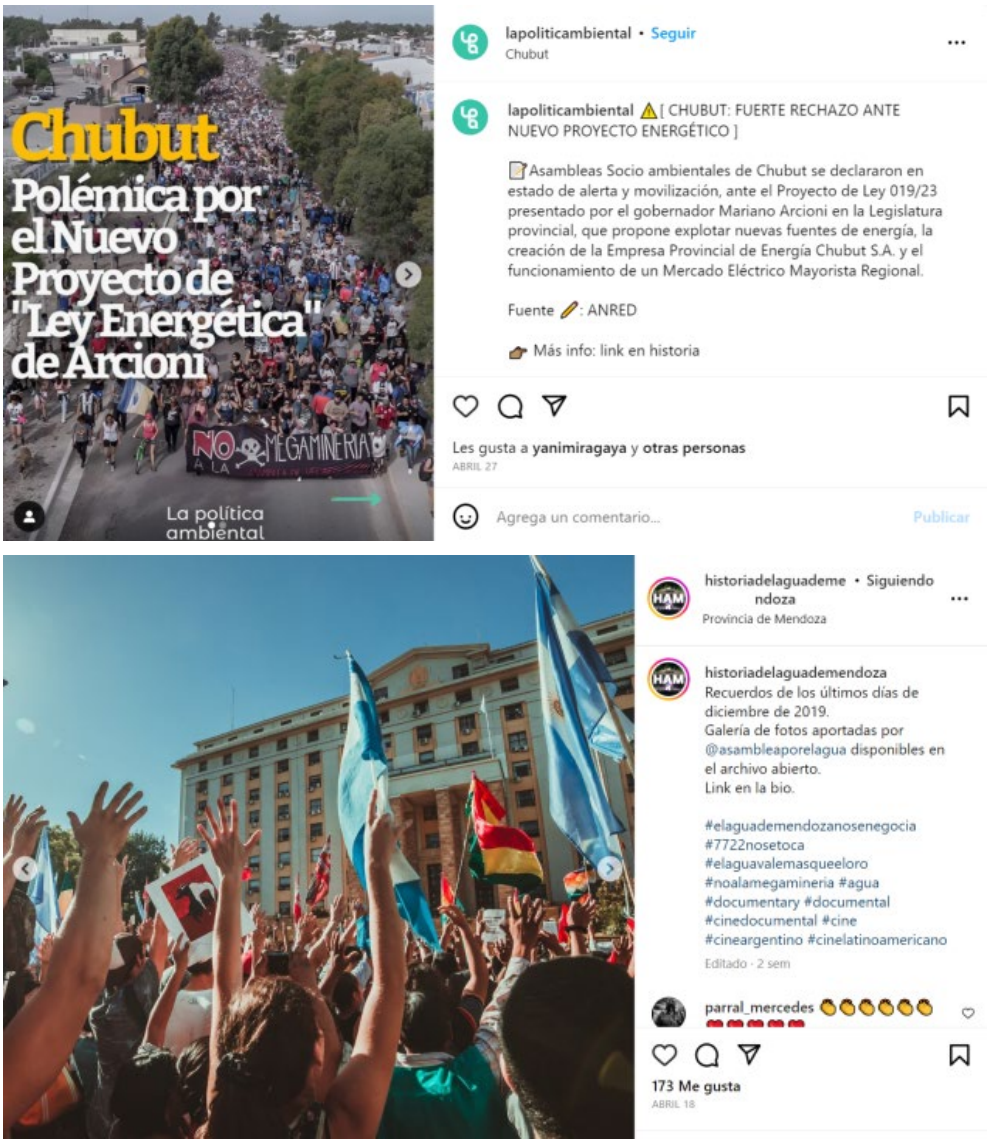


Figura AVI-10. Publicación de Chubut (2023) y publicación de Mendoza (2019)

Por último, un tercer tipo de imágenes presente en las publicaciones de los afectados por la explotación de hidrocarburos son los mensajes visuales para comunicar la crisis energética. Un nutrido universo formado por murales, pintadas callejeras, infografías, leyendas escritas y impresos en objetos. Así como las fotografías de los territorios testifican los argumentos, el discurso artístico desplegado en estas imágenes aporta elocuencia a los argumentos, que buscan hacerse ver expandiéndose a distintos lenguajes y soportes. Conviven estrategias institucionalizantes, como la impresión de la leyenda "El agua vale más que el oro" en las tazas de una marca cerveza de Esquel, con otras sumamente disruptivas como la intervención de billetes de 200 pesos con dibujos e inscripciones.

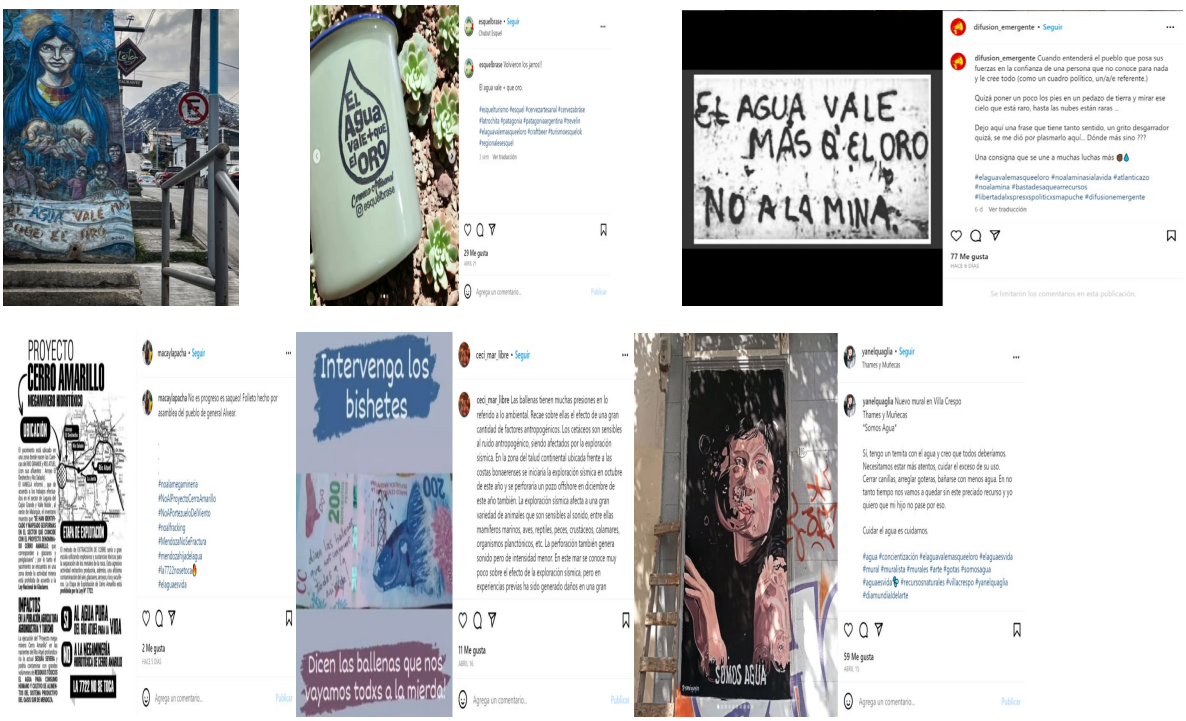


Figura AVI-11. Imágenes de publicaciones de Instagram bajo el hashtag #elaguavalemásqueeloro y #noalamina

Como veremos en la siguiente sección, gran parte del discurso experto del sector energético predica la potencialidad de la explotación de Vaca Muerta para solucionar de fondo nuestra deficiente situación económica. En contraposición a los macro análisis de la regulación y la producción energética del país por parte de expertos y periodistas especializados, se encuentran los discursos de ciudadanos que miran de cerca los resultados de los 10 años de megaminería en sus regiones. La proximidad territorial aporta la autoridad indiscutible de haber verificado las externalidades de la explotación minera. No son opiniones, sino hechos objetivos –falta de agua, derrames de petróleo, operarios muertos, contaminación de tierra– que, sin embargo, suelen carecer del peso suficiente para frenar los negocios político-económicos del consenso del fracking (Svampa y Viale, 2014).

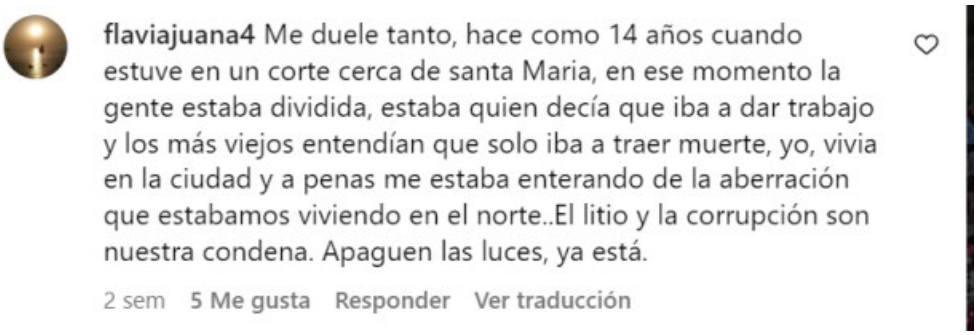


Figura AVI-12. Comentario en la cuenta de Instagram No a la mina

Tanto el caso de los cortes de energía eléctrica, como el de los vecinos autoconvocados muestran cómo la movilización ciudadana es impulsada por la afectación concreta y efectiva sobre la provisión de servicios

básicos. Sin embargo, la cercanía territorial a la fuente de la crisis genera una aproximación distinta a la problemática. Mientras en los centros urbanos –principalmente el AMBA– la crisis energética se concibe como una crisis de servicios, los vecinos autoconvocados en asambleas de localidades cercanas a los yacimientos disputan el modelo de producción de energía. La diferencia radica en que los cortes de suministro eléctrico no se asocian con problemática ambiental alguna, ya que "un problema ambiental emerge cuando la población puede aprehender su riesgo potencial" (Merlinsky, 2017: 123). Como dijimos, los cortes de luz son percibidos como parte de un servicio deficiente, un problema estrictamente económico. Es muy poco frecuente encontrar comentarios que coloquen estos eventos en la serie de la crisis ambiental, en clave autorreflexiva, como en la Figura 13:

Figura AVI-13. Comentario en la cuenta de Instagram del Diario Página/12

En cambio, las asambleas de vecinos autoconvocados deben su existencia a la necesidad de resistir un modelo extractivista que las afecta a ellas en primera línea. Estos agrupamientos se mantienen por años disputando las significaciones hegemónicas en las que se basan los consensos sociales respecto del desarrollo, el progreso, la economía, el ambiente, etc. Siguiendo a Merlinsky (Ibíd.), "los conflictos ambientales se originan a partir de oposiciones entre diferentes grupos en torno a los modos diferenciados de apropiación, uso y significados de los bienes naturales." Así, las comunidades locales cercanas a los territorios de explotación son la representación viva de los impactos ambientales del extractivismo en la vida cotidiana de la sociedad, que llegue a todos es solo cuestión de tiempo. En este contexto, cabe preguntarse cómo motivar para el cambio a personas que no han sido alcanzados aún por los efectos de la matriz energética basada en combustibles fósiles.

Análisis de la cobertura periodística de la crisis energética

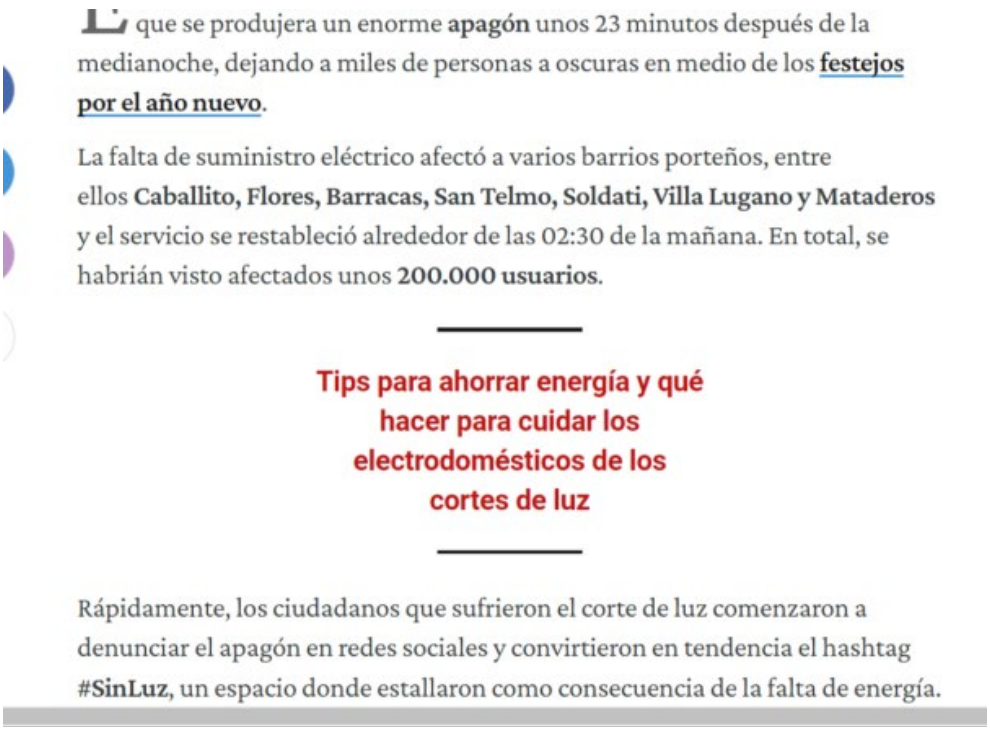
Medios de comunicación de muy distinta línea editorial coinciden en el modo de tratamiento de la coyuntura de cortes de luz. Describen el escenario crítico con datos: cantidad de usuarios sin suministro eléctrico, barrios afectados, cantidad de megavatios consumidos. En los artículos periodísticos sobre los cortes de luz del último verano predomina un tono neutro, que se limita a proveer datos de la crisis y da voz a los vecinos afectados que salen a protestar en la vía pública. Son esos testimonios los que presentan un tono de denuncia de la injusticia de llevar días sin suministro eléctrico. Los medios de comunicación operan en este contexto en su tradicional rol de difusores de acontecimientos, sin intervenir con crítica u opinión alguna. Esta posición se mantiene incluso en el caso de algunas piezas periodísticas de corte más etnográfico, en las que se narran historias vida de vecinos afectados. Los medios funcionan como ventanas al mundo; nos permiten conocer realidades de otras personas:

> *"Diego trabajó, en marzo, un día y medio de un total de nueve días hábiles. Es odontólogo y tiene un consultorio en la avenida Segurola, a media cuadra del cruce con la avenida Álvarez Jonte. "**No puedo hacer absolutamente nada en mi trabajo. Toda mi atención es electro dependiente**. No puede hacer una extracción o un tratamiento de conducto sin luz", retrata. Desde ese primer corte masivo, volvió a tener luz todo el lunes 6 y hasta las cinco de la tarde del martes 7. Después, solo intermitencias en los fines de semana que se enteró por voz de los vecinos. Se lo contó Alicia, que vive en un edificio de ocho pisos ubicado en la calle Lascano entre Sanabria y Segurola. "Desde noviembre nos vienen cortando la luz sistemáticamente. Ahora es todos los días: si no es una fase, es la otra. Tenemos una bomba de agua monofásica que funciona pero no podemos poner la trifásica", cuenta. En su edificio, donde vive una persona electrodependiente, dejaron de usar el ascensor hace veinte días porque, cuando funciona, temen no llegar a destino antes de que se vuelva a cortar la luz. "**El sábado se quedó una persona atrapada en el ascensor porque no sabía que, acá, la luz va y viene**", dice."* (Infobae, 13 de marzo de 2023 – el resaltado es original)

> *"Somos un pueblo pacífico, pero hace un mes que tengo cortes de luz intermitentes" agrega Alicia en la protesta de Almagro. La empresa que "ya está a punto de irse ¡no va a dar soluciones!" agrega otro vecino, indignado porque las soluciones "fueron parches, no hubo inversión lo sabemos, y no hay decisión de hacerlo y lo pagamos los que pagamos este mal servicio", refuerza. Romina suma que "a nosotros los mismos hombres de la cuadrilla nos dijeron que habían arreglado la luz porque habíamos cortado la calle, te lo dicen abiertamente" lamenta."* (Página/12, 16 de marzo de 2023)

Más allá de la intencionalidad de los emisores periodísticos, sus discursos construyen una realidad de desamparo y frustración, combinando el dato de las miles de personas sin suministro eléctrico y las historias de vida retratadas en algunos artículos. A esto se suma el seguimiento de la acción (o inacción) gubernamental en tanto regulador de la provisión de energía; particularmente la intervención y/o aplicación de multas a las empresas proveedoras.

Como ocurre con las publicaciones sobre cortes de luz de los usuarios en redes sociales, también en la cobertura periodística es extraordinario encontrar referencias al consumo de electricidad como asunto vinculado a la crisis energética y a los cortes de luz. Cuando esto ocurre, lo más frecuente son los artículos encuadrados bajo el concepto de ahorro energético, con un planteo primordialmente pragmático, que busca demostrar a los usuarios la conveniencia económica de ocuparse de la eficiencia energética de sus artefactos hogareños, para disminuir el gasto en electricidad y/o el costo de recambio.



que se produjera un enorme **apagón** unos 23 minutos después de la medianoche, dejando a miles de personas a oscuras en medio de los **festejos por el año nuevo**.

La falta de suministro eléctrico afectó a varios barrios porteños, entre ellos **Caballito, Flores, Barracas, San Telmo, Soldati, Villa Lugano y Mataderos** y el servicio se restableció alrededor de las 02:30 de la mañana. En total, se habrían visto afectados unos **200.000 usuarios**.

Tips para ahorrar energía y qué hacer para cuidar los electrodomésticos de los cortes de luz

Rápidamente, los ciudadanos que sufrieron el corte de luz comenzaron a denunciar el apagón en redes sociales y convirtieron en tendencia el hashtag **#SinLuz**, un espacio donde estallaron como consecuencia de la falta de energía.

Figura AVI-14. Diario Perfil, 01/01/2023

Tanto los discursos de usuarios y de medios sobre el contrato de servicio incumplido, como los tips de expertos para ahorrar energía encuadran el consumo energético desde la lógica transaccional proveedor-usuario. Cuando la oferta de energía no alcanza a cubrir la demanda, se generan los cortes de suministro. Sin embargo, ante la hipotética situación contraria –que la oferta exceda a la demanda– no habría problema que atender, simplemente consumir más, porque habría energía disponible. El consumo consciente al que apelan estas recomendaciones no sale de la lógica transaccional. Se trata de una conciencia racional e instrumental:

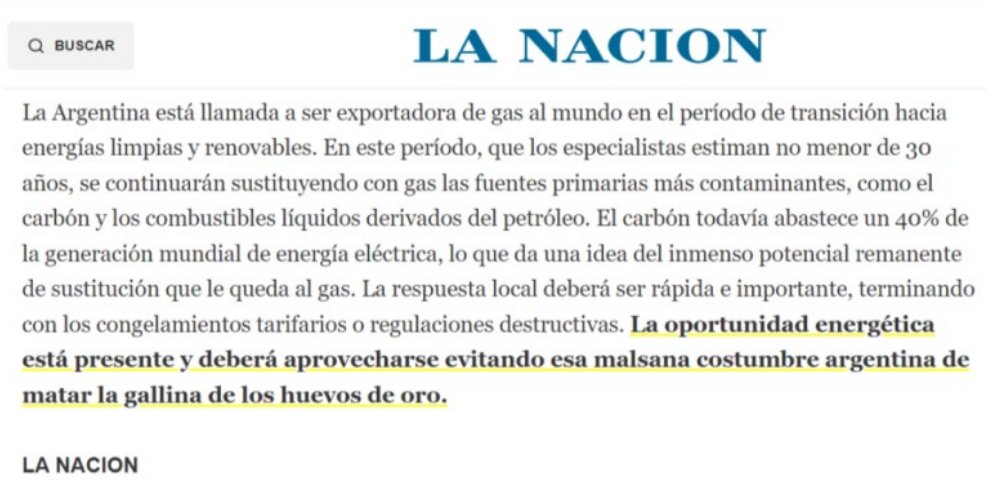
> *"Los temas relacionados a energía son complejos porque la planificación del Estado depende de la proyección de consumo, lo recomendable es producir más que la demanda del conjunto poblacional, sea comercio, persona física, industrial, etc. Si falta energía va a bajar la tensión, y si sobra se puede derrochar.*
>
> *Si nos ponemos a pensar en todas las actividades que realizamos a lo largo de un día, nos damos cuenta de lo dependiente que somos de la energía. Es por esto que debemos resaltar la importancia de tener un consumo consciente de la electricidad."*(Diario Perfil, 29/12/2022)

Este discurso informativo e instructivo de medios gráficos y audiovisuales es matizado con la presencia eventual de discurso crítico en artículos de analistas políticos o expertos en el sector energético. Allí el foco del discurso se corre de los usuarios y apunta a la relación prestador-regulador. El punto de vista se extiende de mucho más allá de la coyuntura crítica y plantea sus causas: los subsidios, la segmentación tarifaria, la guerra de Ucrania, etc. En la mayoría de los artículos periodísticos de análisis de la crisis energética, ésta es enfocada únicamente desde su dimensión económica: lo que cuesta producirla y lo que cuesta comprarla. Precios internacionales, tarifas y subsidios son las tres cuestiones que se ponen de relieve para avalar o

discutir las políticas energéticas vigentes. Como ocurre con la información sobre transición energética (Gutiérrez Ríos, 2022), los medios de comunicación, particularmente la prensa escrita, funcionan como tribuna también para las distintas posiciones actuales de política energética. A grandes rasgos, de un lado se ubica la posición liberal, que rechaza la intervención del Estado en el precio interno de la energía a través de los subsidios a las empresas proveedoras, bajo la premisa de que esto genera escasez de energía, léase fallas en la red eléctrica y cortes de suministro. Confrontando ese argumento, se encuentra una posición intervencionista, que sostiene que no es cierto que la disminución de subsidios –a cambio de un aumento segmentado de tarifas– conlleve el aumento de inversiones en infraestructura y a la consecuente disminución de los cortes de luz. Esta posición presenta como prueba de su argumento la experiencia de la década de 1990 –primera crisis de cortes de suministro post privatizaciones–, cuando con el mercado local de energía desregulado, igualmente sucedieron importantes cortes de luz.

El otro gran vector argumental respecto de la crisis energética en los discursos mediáticos es la presentación de Argentina como un gigante energético en potencia, gracias a Vaca Muerta. Como plantean Wyczykier, Acacio y Núñez (2022), posiciones de diversa orientación ideológica coinciden en concebir a Vaca Muerta como "la gallina de los huevo de oro" (La Nación, 01/04/2022), que nuestro país no debería desaprovechar, porque puede constituir la salida definitiva no solo de nuestra histórica crisis energética, sino de nuestra crisis económica en general. Aun los artículos más proclives a la actual política energética que contempla subsidios y segmentación tarifaria enmarcan la crisis energética argentina en el cuadro mundial de la guerra de Ucrania, y no abandonan el enfoque economicista. Ampliar la perspectiva a escala mundial, les permite ver que la crisis local es parte de una mundial mucho mayor, que está generando reclamos de los usuarios, por altos precios o falta de suministro en otros países. Como titula un periodista: "No estamos solos" (Página12, 13/11/2022)

En esa secuencia argumentativa, la guerra de Ucrania profundiza la difícil situación energética que la Argentina viene experimentado desde hace décadas, constituye una de sus causas. Sin embargo, la misma guerra es considerada en otros discursos mediáticos como una verdadera oportunidad para que Argentina con la explotación de Vaca Muerta sea una potencia exportadora de energía. La promoción de inversiones, como plantea Ámbito Financiero o el fin de la regulación de precios como reclama La Nación, todo debe estar orientado a conseguir el máximo potencial Vaca Muerta. Valga de ejemplo representativo de esta cosmovisión, el párrafo final un editorial de La Nación en abril de 2022, en el que postulaba la necesidad imperiosa de modificar la política energética argentina, terminando con los subsidios, ya que la restricción estatal sobre el precio interno de la energía es la madre de todos los males: "alienta la demanda y no la oferta". Es un claro ejemplo de discurso puentista que incluye Vaca Muerta en el trayecto de la transición energética –la explotación de gas en lugar de petróleo como primer paso de esa transición.



BUSCAR

LA NACION

La Argentina está llamada a ser exportadora de gas al mundo en el período de transición hacia energías limpias y renovables. En este período, que los especialistas estiman no menor de 30 años, se continuarán sustituyendo con gas las fuentes primarias más contaminantes, como el carbón y los combustibles líquidos derivados del petróleo. El carbón todavía abastece un 40% de la generación mundial de energía eléctrica, lo que da una idea del inmenso potencial remanente de sustitución que le queda al gas. La respuesta local deberá ser rápida e importante, terminando con los congelamientos tarifarios o regulaciones destructivas. **La oportunidad energética está presente y deberá aprovecharse evitando esa malsana costumbre argentina de matar la gallina de los huevos de oro.**

LA NACION

Figura AVI-15. Párrafo final del editorial del diario La Nación, 01/04/2022

Conclusión: Identificación de marcos interpretativos de medios periodísticos y de usuarios con respecto al servicio de energía vigente.

A partir del análisis de los discursos de medios de comunicación y de usuarios acerca de la crisis energética y sus diversos impactos en los usuarios, hemos podido identificar normas culturales y criterios de valoración con respecto a la producción y el consumo de energía que será necesario tomar en consideración para el diseño de la comunicación de planes de transición energética.

<table>
<tr><td></td><td>Producción de energía</td><td colspan="2">Consumo de energía (usuarios)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Centros urbanos</td><td>Sitios de explotación</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Normas culturales (convenciones sociales naturalizadas)</td><td>- La naturaleza es un recurso para ser aprovechado en su máximo potencial.
- Argentina es un “diamante en bruto” que, con la política energética correcta, puede ser un gran exportador de energía.
- Vaca Muerta es la oportunidad de terminar con la crisis energética (y económica) argentina.</td><td>- La energía es el sustrato de la vida cotidiana. Sin energía la vida se detiene.
- Buenos vs malos: los usuarios carentes de un servicio esencial confrontando a la empresa estafadora.
- Usuarios como víctimas de un sistema en el que no pueden incidir.</td><td rowspan="2">- Territorio y riqueza natural como bien común.
- De lo común a lo colectivo: organización para el reclamo sobre lo propio.
- Dicotomía: generación de trabajo local vs impactos ambientales negativos duraderos.
- Usuarios discutiendo el modelo de producción energética.</td></tr>
<tr><td colspan="2">- La crisis energética es consecuencia de la falta de inversión en infraestructura de las empresas concesionarias.</td></tr>
<tr><td>Criterios de valoración</td><td>- Productividad y maximización: cuanto más, mejor
- Comercio internacional de energía
- Relaciones Estado/mercado</td><td>- Lógica transaccional proveedor-usuario
- Ahorro energético como ahorro económico</td><td>- Vinculación ético – emocional con el territorio.
- Los impactos del uso de los bienes comunes naturales.</td></tr>
</table>

Cuadro AVI-1. Síntesis de normas culturales y criterios de valoración de la producción y el consumo energético

Estas normas culturales y estos criterios de valoración configuran los marcos interpretativos desde los cuales –como un par de anteojos– se concibe la cuestión energética. Como ya dijimos, tanto la producción como el consumo de energía están gobernados por lógicas económicas. Desde el concepto mismo de ahorro energético hasta la proyección de la cantidad de millones de dólares que se pueden conseguir con la explotación de Vaca Muerta pasando por las tarifas y la cantidad de días sin suministro: la energía está cuantificada. En un escenario social donde la escasez tanto económica como energética se ha instalado como una constante, ¿cómo hablar de la necesidad de un cambio de sistema cuando la población aún espera que el sistema existente funcione correctamente?

La imperiosa necesidad de encarar una transición energética llega mucho antes de que la mayoría de la población esté siquiera enterada, mucho menos convencida del asunto. La provisión de energía –que a los ojos de los usuarios es el conjunto de las prestadoras y el Estado regulador– aún está en deuda con sus usuarios. ¿Cómo pedirles que se preparen para la transición si aún les deben la solución a un problema anterior?

El cambio cultural es determinante para el cambio de hábitos, pero es una transformación de largo plazo. La inminente necesidad de la transición no puede esperar a que la demanda adapte sus estilos de vida a una nueva matriz energética. En consecuencia, todo plan comunicacional de la transición estará dirigido a un público no conocedor, no convencido y en muchos casos hasta reactivo. Este desafío comunicacional nos lleva a considerar la necesidad de construir "puentes culturales".

La experiencia de los usuarios afectados de sitios de explotación es un caso interesante para tomar como referencia. La movilización por el territorio se distingue de la movilización por un servicio porque conecta con una experiencia inequívoca de lo común: el lugar donde vivimos con otros. Mientras que el reclamo por la prestación es un problema entre dos actores: proveedor y usuario. Siguiendo a Merlinsky, la percepción del riesgo es lo que instala un problema ambiental, y eso es lo que no ha ocurrido en relación con el consumo energético en los centros urbanos. Como ya mencionamos al inicio, un territorio comunicacional posible para impulsar la transición es la autonomía en la generación de energía que, como veremos, algunos proveedores de infraestructura están comunicando. Este podría ser considerado un "puente cultural", pero para evitar el encuadre economicista, la autonomía individual debería combinarse con la promoción comunitaria en el territorio.

En el siguiente apartado nos enfocaremos específicamente en analizar la dimensión comunicacional de la transición energética. Luego, combinando esos hallazgos con los presentes, estaremos en condiciones de proponer líneas argumentales para comunicar la transición energética en el contexto argentino actual.

La dimensión comunicacional de la transición energética. Análisis del discurso en torno a la transición energética de actores clave

Una vez delineado el escenario de crisis energética, en este apartado se analizan un conjunto de discursos que se refieren específicamente a la transición energética. Como anticipamos al inicio del capítulo, estudios previos han identificado "sectores discursivo-mediáticos" a partir de las posturas sobre la transición energética que se manifiestan en artículos periodísticos de diversos medios. En esos casos se trata de posiciones de expertos o ex funcionarios del sector, que toman la palabra en los medios como columnistas. Este apartado, en cambio, aporta observaciones sobre las visiones de otros tres actores. En primer lugar, se analizan las voces de la oferta: qué dicen las empresas que venden servicios o productos de energía

renovable; interesa identificar cuáles son sus argumentos de venta, a fin de discernir sus marcos interpretativos sobre la transición. Es probable que estén alineados con los discursos expertos con mayor o menor cercanía. En segundo lugar, se abordan los discursos de la demanda de energías renovables. En este caso el análisis procede de manera indirecta. Ante la ausencia de las voces de la demanda en la conversación online, optamos por identificar los rasgos de la comunicación de la oferta que delinean el consumidor al que se dirigen. Por último, abordamos brevemente el discurso del tercer actor en juego: el Estado regulador de la energía renovable, analizando la comunicación del Gobierno nacional sobre energías renovables mediante la sección homónima dentro del sitio web del Ministerio de Economía. Para completar la muestra, incluimos la comunicación del Gobierno de la provincia de Santa Fe, que a través de su Ministerio de Ambiente y Cambio Climático está promoviendo la generación distribuida de energía renovable en su territorio.

Oferta: industria de energía renovable

El rango de actores oferentes es muy amplio. En un extremo se encuentran las grandes empresas que no solo comercializan energía renovable, sino también energía proveniente de combustibles fósiles. Son empresas históricas del sector, como YPF, que en la actualidad ha incorporado a su negocio las energías renovables. La gigante público-privada ha creado nuevas empresas con este fin, pero lo clave de este movimiento corporativo en términos simbólicos es la creación de dos submarcas: YPF Luz e YPF Solar. Con estos nuevos nombres, YPF --emblema nacional de la potencia argentina-- empieza a expandir su tradicional comunicación épica de la explotación petrolera[52], con una perspectiva más íntima que muestra el lugar de la energía en la vida cotidiana. A su vez, con la denominación YPF Luz, se apropia de las connotaciones culturales positivas mencionadas anteriormente en torno de este concepto. Luz es vida pareciera enunciarse a través de las imágenes de su reciente comercial de identidad corporativa en el que un arco eléctrico va dando existencia a personas y objetos.

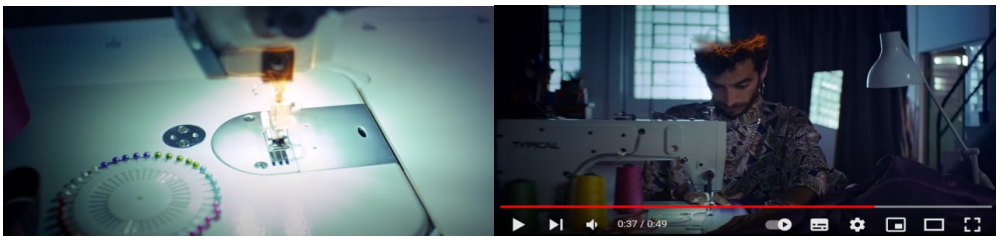


Figura AVI-16. Dos planos sucesivos del comercial de YPF Luz

En el otro extremo del rango de compañías del sector de energías renovables se encuentran empresas unipersonales que ofrecen servicios de diseño e instalación de paneles solares en techos de viviendas. Dadas esta variedad y cantidad de empresas del sector podría dedicarse un capítulo completo a un análisis exhaustivo de su comunicación. No obstante, ese no es el objetivo aquí, sino incluir sus discursos, en un estudio más amplio de la dimensión comunicacional de la transición energética. Por lo tanto, resulta muy relevante analizar la publicidad de los actores involucrados en la generación de energías renovables, como un punto clave para el diseño de campañas de comunicación sobre la transición. De hecho, esos discursos comerciales forman parte central del actual discurso social sobre temática, haciendo uso de diversos ar-

52. La comunicación épica de YPF llegó a su máxima expresión en el **spot publicitario en ocasión del Mundial de Fútbol 2014**. Allí la secuencia fílmica se organiza con un montaje paralelo entre la selección argentina de fútbol preparándose para salir a la cancha, y un equipo de operarios petroleros de YPF preparándose para iniciar la jornada laboral. EL spot se cierra con el slogan: "Orgullosos del producto de nuestro suelo".

gumentos con sus lógicas subyacentes que desentrañaremos a continuación. Cabe recordar en este punto que los discursos de otros actores: expertos, reguladores y usuarios, se articulan con los de los productores configurando la dimensión simbólica, en la que se juega lo que significa hoy la transición energética; con qué conceptos, normas culturales y valores se asocia. Los diversos puntos de vista, desde la política, la economía, la gestión empresarial o la gestión doméstica, deben ser contemplados para reconstruir la trama de sentidos de la transición energética en Argentina hoy.

Como era de esperarse, el tema dominante de los discursos de la oferta es el cambio y la innovación. Las empresas[53], más o menos explícitamente, proponen a sus potenciales clientes embarcarse en un proceso de cambio. Ellas se posicionan como innovadoras por naturaleza, en una combinación de tecnología avanzada y mecánica de gran envergadura, particularmente las que se dedican a desarrollar y gestionar parques eólicos.

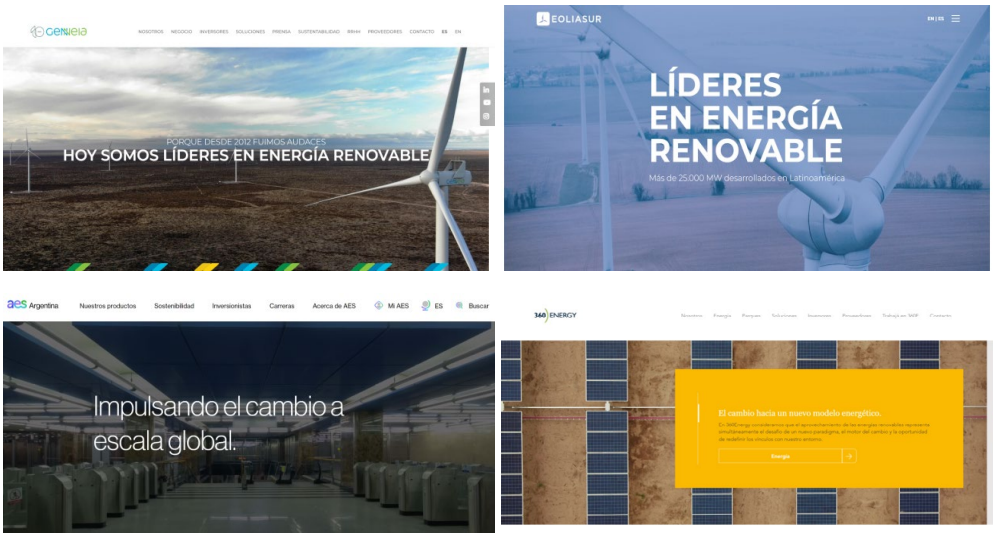


Figura AVI-17. Páginas de inicio de los sitios web de las empresas Genneia, Eoliasur, AES Argentina y 360 Energy

Conviven en estos discursos un tópico tan amplio y abstracto como "el cambio" con las imágenes de artefactos tangibles y concretos: los paneles solares y los molinos de viento, que operan como condensadores visuales de la propuesta de transformación que exponen esos discursos. Algunas empresas ahondan más en la reflexión sobre el cambio que nuestra sociedad necesita en términos energéticos: "el aprovechamiento de las energías renovables representa simultáneamente el desafío de un nuevo paradigma, el motor del cambio y la oportunidad de redefinir los vínculos con nuestro entorno." (Eoliasur). Otras empresas simplemente comunican su liderazgo en el sector, en términos de negocio. Tanto desde el plano verbal con frases como "impulsando el cambio a nivel global" o "un nuevo modelo energético", como a nivel visual con fotografías de extensos de territorios cubiertos de paneles solares o parques eólicos, la comunicación de las empresas muestra la gran escala de la transición energética. En sus sitios web y videos publicados en sus redes sociales las empresas se presentan como expertas en ingeniería, focalizándose en su know how. Despliegan una comunicación fundamentalmente racional e informativa.

53. Para este análisis se trabajó con la comunicación de las empresas: Genneia, Eoliasur, AES Argentina, YPF Luz, YPF Solar, Energe, Ing. Ariel Mersh, 360 Energy, Intermepro, Calares, ST Charger, Cenergia.

Figura AVI-18. Video de Genneia y página de inicio de Intermepro

En menos casos, incluyen piezas de comunicación más emotivas, con cierto tono épico, ya que se presentan como organizaciones vanguardistas, siendo la transición energética una misión social que ellas están ayudando a cumplir. Son portavoces del cambio y se enorgullecen de pertenecer a esa avanzada. Esta posición discursiva puede observarse en las siguientes imágenes: la empresa representada por su grupo de trabajadores en el terreno de operación; la comunicación de la misión corporativa: "mejorar vidas con soluciones energéticas que el mundo necesita."

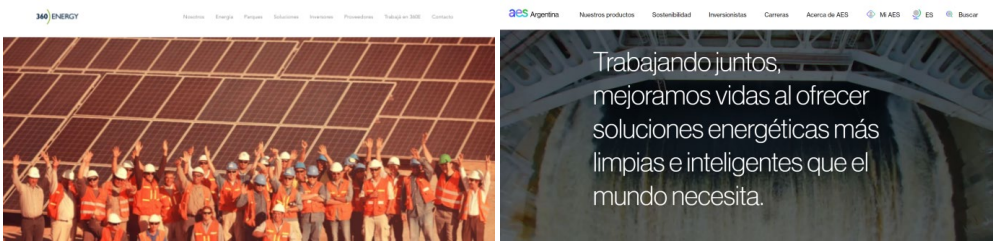


Figura AVI-19. Páginas de inicio de los sitios web de las empresas 360 Energy y AES Argentina

Esta comunicación emocional, donde se enfoca a los seres humanos hacedores y consumidores de energía en lugar de las grandes obras de ingeniería funciona como antesala de otro tema recurrente en la comunicación de la transición energética: la democratización. Este tópico aparece principalmente en la comunicación de empresas de menor escala, cooperativas locales y profesionales dedicados a la energía solar domiciliaria. Sin embargo, también las corporaciones globales integran en su discurso publicitario una conceptualización más abierta de la producción de la energía.

Figura AVI-20. Página de inicio de AES Argentina

La Figura 20 es el corolario de la misión enunciada por AES en el inicio de su sitio web[54]. La empresa presenta a la energía renovable como una energía más accesible. Su trabajo se fundamenta en el propósito de ampliar ese acceso a "todos". Se deduce entonces, que democratización es sinónimo de mayor accesibilidad.

Un paso más allá van las comunicaciones de empresas que comercializan infraestructura para producir energías solar y eólica. Ellas proponen algo distinto: la autogeneración. Estos discursos también presuponen el acceso a la energía, pero a diferencia de los de las grandes proveedoras, éstos ofrecen las herramientas para conseguirlo. La propuesta es que el usuario adopte un nuevo rol: se transforme en generador de su propia energía.

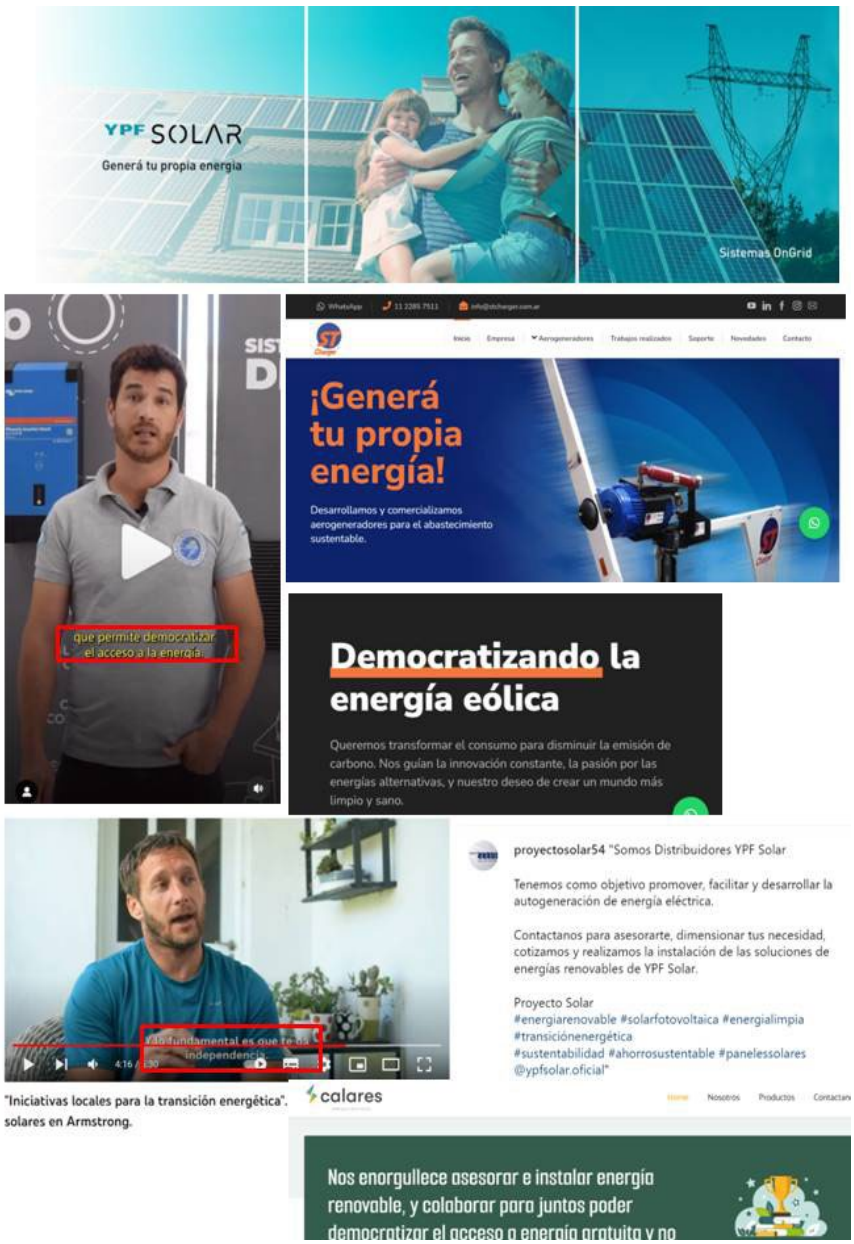


Figura AVI-21. Selección de discursos que tematizan la democratización de la energía

54. Ver figuras 17 y 19, que la anteceden.

La independencia y la autonomía respecto del sistema centralizado de distribución de energía –hoy dominante– es el principal argumento a favor de la autogeneración. Sin embargo, como anticipamos, también implica un vínculo con la energía que va mucho más allá del simple uso; conlleva una mayor conciencia de la cantidad de energía producida y consumida, sea en un hogar o en una industria.

En su conjunto, el cambio de paradigma que predica la industria de las energías renovables tiene dos facetas: el cambio en la fuente de energía y la reconfiguración de la red de distribución. Cada empresa hace mayor foco en una u otra de esas facetas.

Frente a esa prédica comercial, que promueve la naturaleza beneficiosa de las fuentes renovables de energía y/o de la práctica de autogeneración, entra en juego un contexto de oportunidad. Precisamente la autonomía energética empieza a configurarse como necesidad de los usuarios frente a la crisis energética, traducida para muchos de ellos en cortes de suministro. Desde empresas hasta profesionales instaladores de paneles solares enuncian el interés de la autogeneración como respuesta a un sistema centralizado que no puede dar la respuesta esperada por sus clientes.

Figura AVI-22. Publicidad online de Cenergia y conversación en el Twitter del Ing. Ariel Mersh

El sistema de producción energética implicado en los discursos de la oferta analizados hasta aquí supone la multiplicación de generadores, sean éstos corporaciones dueñas de parques eólicos o generadores domésticos. La transición implicaría, según estos discursos, el pasaje de un sistema centralizado con pocos generadores monopólicos a un sistema distribuido, con muchos generadores de diversa escala.

En estos discursos la generación es concebida como sinónima de producción, una acción de naturaleza positiva. Sobre este punto en común, la comunicación de las corporaciones y de las pequeñas empresas se diferencia por el lugar que le adjudica al usuario individual. En el primer caso, las corporaciones se erigen en sus comunicaciones como expertas en generación de energías renovables, solucionadoras de las necesidades de un mundo cambiante. El cliente solo tiene que contratarlas. En el segundo caso, se interpela al usuario en su capacidad de transformarse en generador, a partir de servicios de asesoramiento, materiales de difusión y provisión de la infraestructura necesaria.

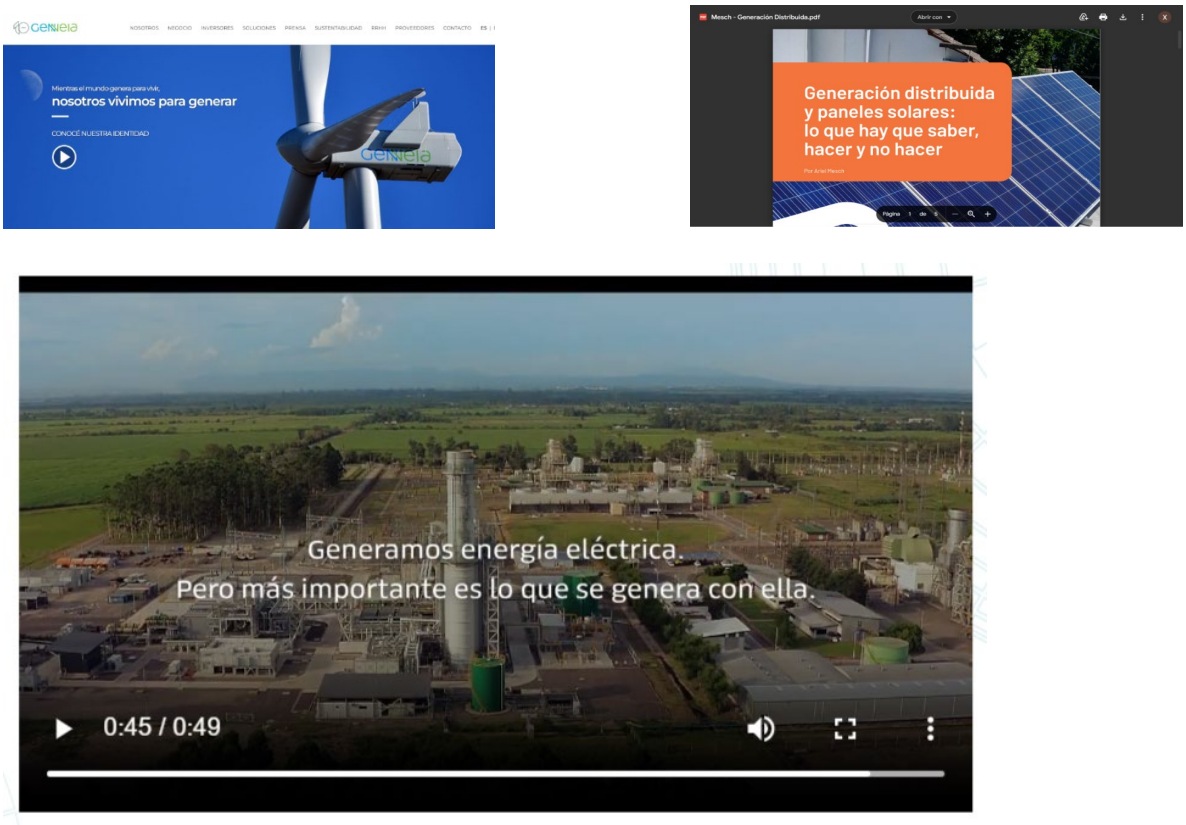


Figura AVI-23. Material difusión del Ing. Ariel Mersh, página web de la empresa Genneia y video de identidad corporativa de YPF Luz

Los enunciados de las tres imágenes de la Figura 23 muestran claramente esa diferencia: mientras Genneia e YPF Luz explicitan su posición de grandes generadoras de energía eléctrica como misión social, el Ing. Mersh invita a sus potenciales clientes a transformarse en generadores individuales. Esta diferencia también puede provenir de los distintos públicos a los que estas empresas se dirigen: residencial, institucional, industrial. Esta distinción de target se ve muy claramente en las publicaciones de la empresa Energe, en las que propone un cambio de estilo de vida a sus potenciales clientes residenciales, mientras que a las empresas les ofrece un cambio de imagen.

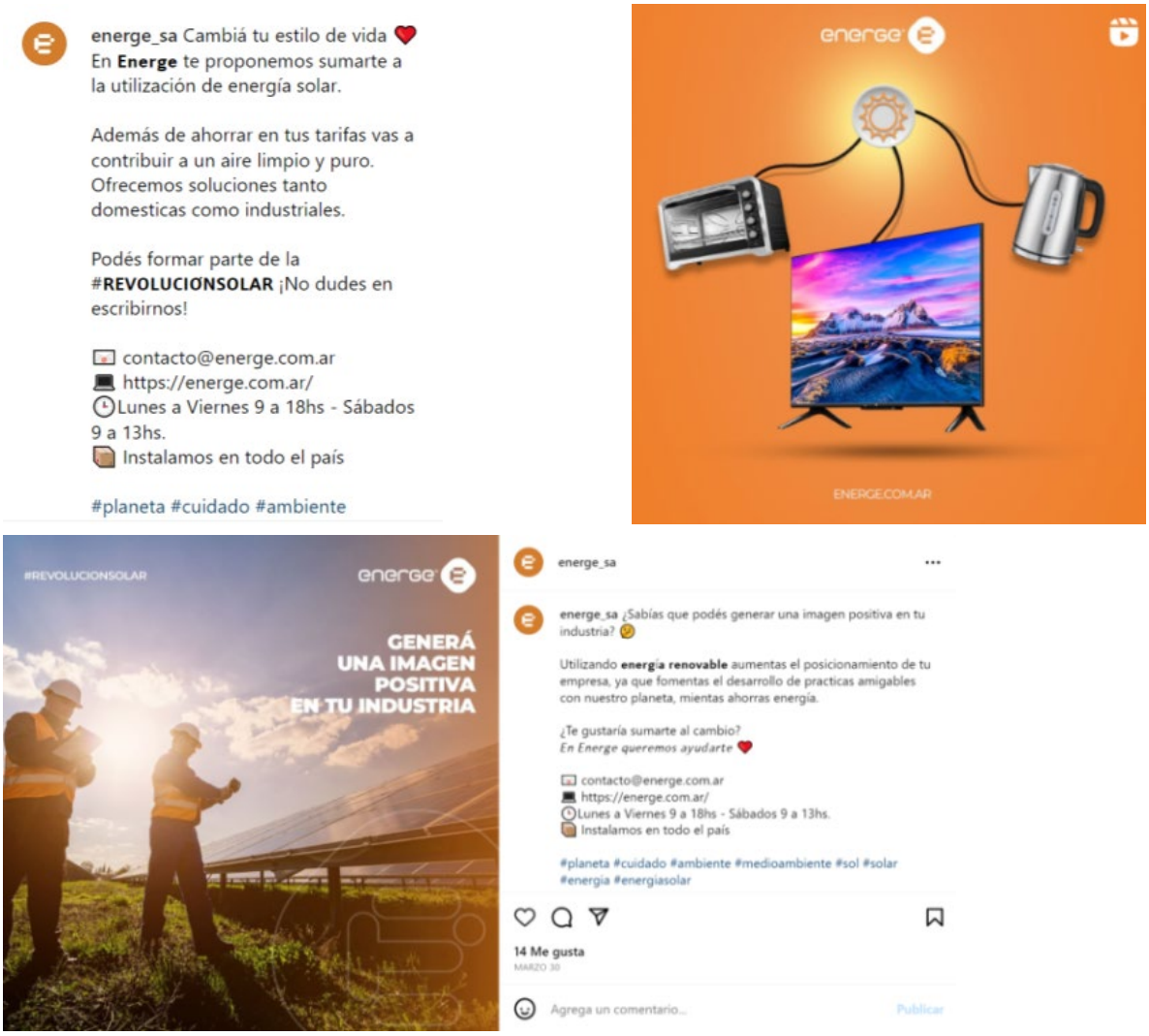


Figura AVI-24. Publicaciones de Instagram de Energe

El planteo de Energe -"Generá una imagen positiva en tu industria"-, si bien puede ser un buen argumento de venta —en definitiva, el disparador para que una empresa decida incorporar generación de energías renovables— expone el tan temido "green washing". No hay en esa propuesta una motivación ética, a través de la prédica de un paradigma de minimización del impacto en el ambiente, sino pura motivación pragmática; las energías renovables generan buena imagen. No es este el espacio para juzgar las estrategias discursivas de los actores de la transición energética. En cambio, esta observación nos permite preguntarnos si no es necesario considerar este tipo de iniciativas comunicacionales como pasos intermedios desde una cosmovisión basada en el beneficio individual a una en la que el beneficio individual incluya también los beneficios comunes: una transición cultural. Algo similar, en cuanto a la conceptualización de un estadío intermedio o híbrido, aparece en comunicaciones de las empresas AES y Puma Energy. Mientras AES opera dos terminales de GNL en América Central y titula "conversión de combustibles" –en referencia al gas como combustible "puente"–, Puma Energy hace prensa de la instalación de paneles solares en los techos de sus estaciones de servicio.

Figura AVI-25. Página de AES Argentina y nota en portal de noticias El Surtidor

Cambio e innovación, democratización y autogeneración son los tres focos temáticos de la comunicación de las energías renovables hoy. Veremos a continuación qué correlato encontramos a esta discursividad de la oferta, entre usuarios y reguladores de energía.

Demanda: usuarios

A diferencia de las voces de los usuarios ante la crisis energética, que se multiplican en las redes sociales, cuando se trata de energías renovables, las voces de la demanda están casi ausentes. Desde el punto de vista comunicacional, esta temática se mantiene aún en un plano sumamente técnico. Al discurso de la

oferta se suman expertos, que operan como divulgadores de la energía renovable. Suele tratarse de ingenieros que, a través de videos y publicaciones, enseñan a sus seguidores sobre el funcionamiento de la energía fotovoltaica y térmica, y lo necesario para poder aprovecharla para el uso doméstico. Si bien son intermediarios, cuyo objetivo es "traducir" el lenguaje técnico de la electricidad, sus descripciones y argumentaciones no pueden evadirlo por completo.

Probablemente la ausencia de voces de la demanda en la conversación sobre la temática radica en que aún es muy poco significativa la cantidad de usuarios de este tipo de energía. Que el discurso social sobre energías renovables aún se mantenga en un plano técnico demuestra que la difusión de estas tecnologías energéticas es realmente emergente. Este diagnóstico es validado por el discurso de los expertos y de empresas proveedoras de infraestructura de energía renovable que incluyen instancias pedagógicas, algunas incluso lúdicas, que construyen simbólicamente al usuario como un novato.

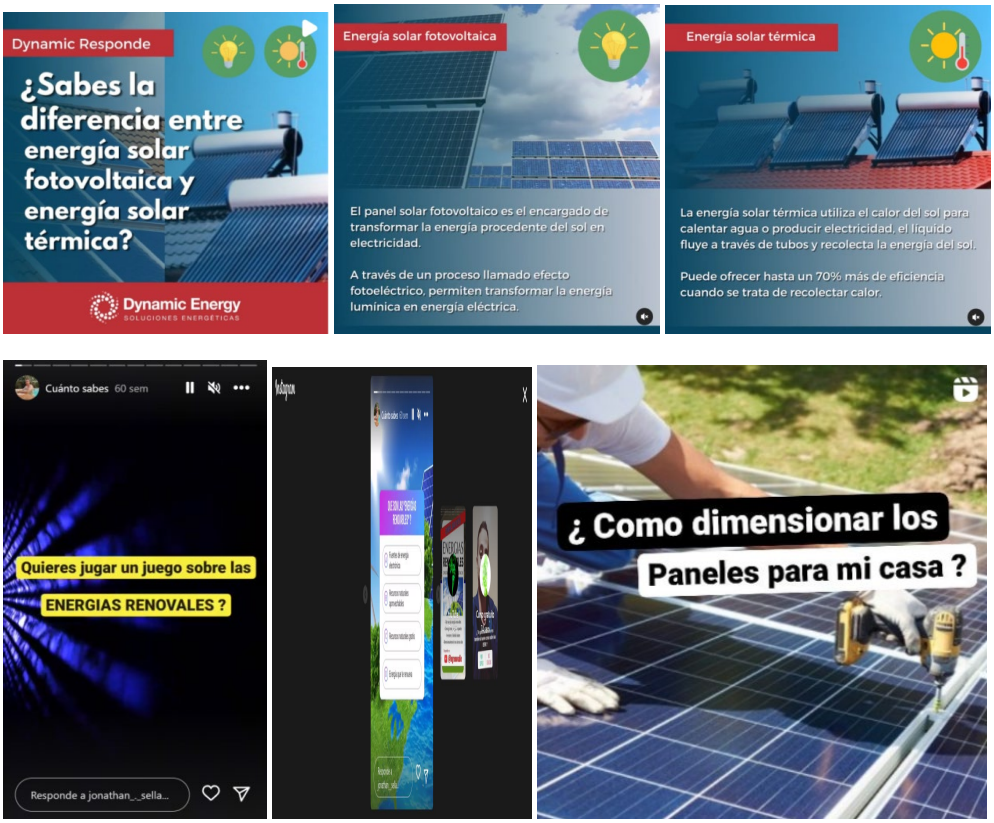


Figura AVI-26. Publicaciones de la empresa Dynamic Energy y del Instagram de IngRenovable

Los discursos de las empresas proveedoras, pero más aún los de los expertos, instruyen a partir de juegos de pregunta y respuesta, multiple choice, etc. Estos recursos comunicacionales interpelan a la demanda desde la racionalidad: le proponen incorporar un nuevo conocimiento, hacer el cálculo correcto. Es de destacar que estas publicaciones tienen mínima repercusión: ni likes, ni compartidos, ni comentarios. Son mensajes sobre energía renovable aún a la espera de algún interesado.

La naturaleza extraordinaria de los usuarios de energía renovable es ratificada por una publicación de 2019, del entonces diputado Cali Villalonga, en la que presenta a la primera usuaria generadora de energía de la CABA que podrá volcar a la red eléctrica el excedente de su producción.

Figura AVI-27. Publicación de Cali Villalonga sobre la primera usuaria doméstica de CABA

El grueso de publicaciones y publicidades de empresas proveedoras de infraestructura de energía renovable que interpelan a sus públicos se centran en argumentos pragmáticos: ahorrar dinero o tener luz cuando haya corte de suministro. Como tantos otros artefactos del hogar, los termotanques o paneles solares se comercializan con sus fichas técnicas, con campañas de precios promocionales, etc. Los usuarios son interpelados en tanto consumidores inteligentes. Desde la racionalidad, las empresas invitan a sus potenciales clientes a hacer cuentas y descubrir la conveniencia de incorporar energías renovables a su hogar. En su segundo plano, la conveniencia económica se extiende a una incipiente prédica sobre la autonomía que implica la autogeneración. Cómo se ve en las imágenes de la Figura 28, el menor impacto ambiental de la generación de energía no está en el centro de la argumentación publicitaria; si no está ausente, es solo un dato lateral en pocas piezas comunicacionales: “es energía limpia”.

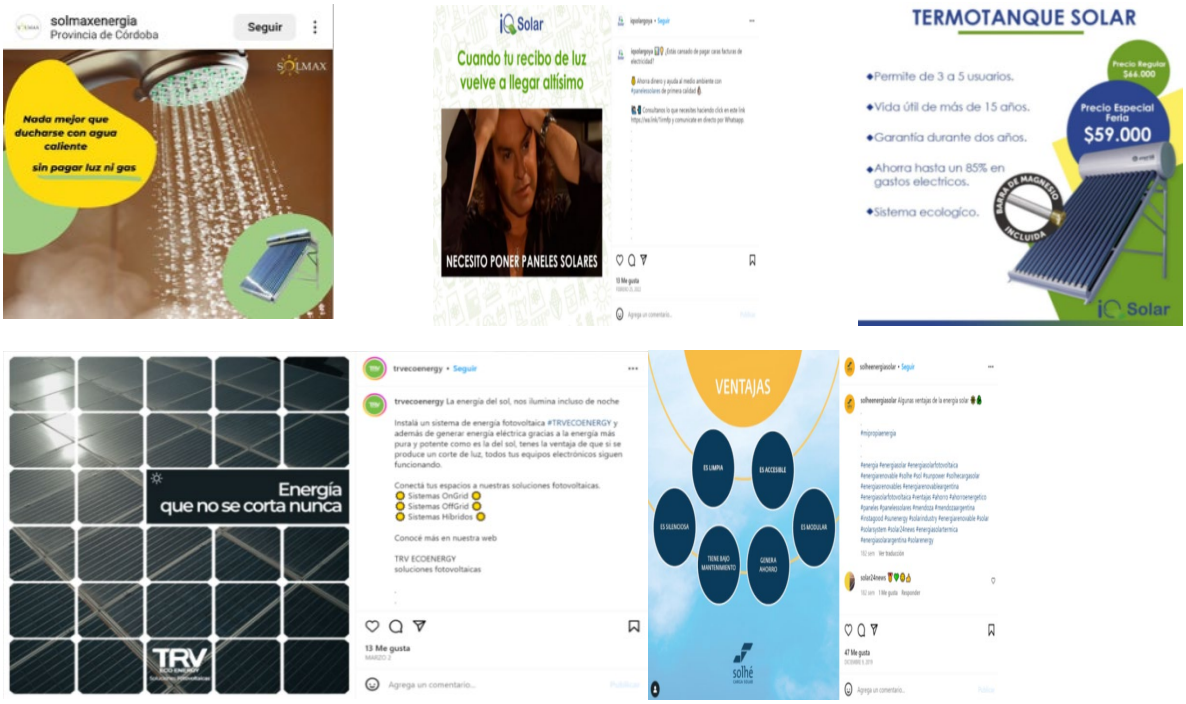


Figura AVI-28. selección de publicaciones en Instagram de empresas proveedoras

El foco de este análisis ha sido puesto en la demanda doméstica, pero no podemos desconocer que otro tipo de demanda es la comercial, corporativa o industrial. En las Figuras 23 y 24 mostramos ejemplos de discursos que se refieren a este tipo de usuario, que podríamos identificar como institucional. Como se deduce en ambos casos, la incorporación del consumo (y producción) de energías renovables obedece a una estrategia de reputación corporativa. En el ámbito empresarial, la preocupación por lo ambiental y la búsqueda de minimizar los impactos genera buena imagen. Sin embargo, esto no tiene incidencia en el negocio, ni en la cultura corporativa. Es un evento aislado.

Una variante de este tipo de usuario institucional son las organizaciones de la comunidad, como clubes y escuelas, en las que la promoción comunitaria dentro de la propia institución y en relación con su territorio, suelen ser aspectos centrales de su misión –independientemente de que se trate de pequeños pueblos o grandes ciudades. Por lo que venimos analizando hasta aquí, la vinculación con el territorio, como espacio vital, es un punto de partida para la reflexión sobre el propio ambiente, sus riquezas y sus riesgos. Un caso de éxito de este tipo de usuario institucional-comunitario es el de la Escuela Antonio Devoto, que elaboró y presentó un proyecto en el concurso Jóvenes Legisladores, de la Legislatura Porteña. Obtuvo el primer premio, y hoy la escuela cuenta con 200 paneles solares instalados en sus techos, que abastecen toda la energía eléctrica que la escuela necesita e inyectan en la red el excedente.

Figura AVI-29. Video que cuenta la experiencia de la Escuela Antonio Devoto

Si bien esta es una experiencia fuera de lo común, es interesante tomarla como referencia de la potencialidad del trabajo colectivo, colaborativo y comunitario orientado al propio espacio vital, para desencadenar líneas de acción transformadora del modelo de producción y consumo hegemónico.

Regulador: gobierno

En este apartado vamos a sintetizar la observación un tercer actor involucrado en la transición energética: el Estado. Con este último punto, buscamos completar el análisis de la comunicación de la transición energética con la observación de discursos de entidades de gobierno que tienen bajo su órbita las energías renovables. Analizamos las modalidades bajo las cuales los gobiernos comunican las energías renovables en su función de promotores de la transición, a partir del marco legal vigente[55]. El primer paso obligado es la revisión de la comunicación del Gobierno nacional al respecto. Es significativo el hecho de que el asunto de las energías renovables está presentado por el Gobierno nacional en el marco del Ministerio de Economía, como puede verse en la captura de pantalla del sitio web del poder ejecutivo: Argentina.gob.ar, y no bajo el Ministerio de Ambiente, como sí ocurre en la provincia de Santa Fe, por ejemplo.

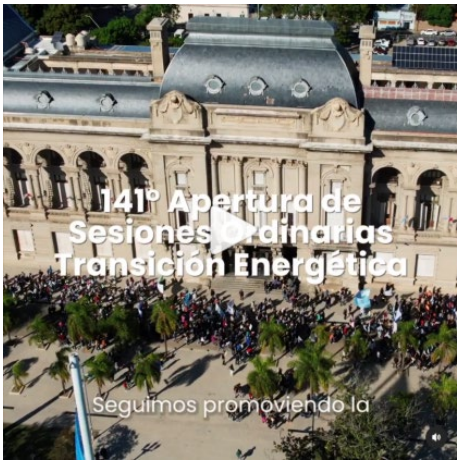
55. Nos referimos a las leyes de los regímenes de fomento de las energías renovables, que pueden ser consultadas aquí: **https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables/legislacion#1** (recuperado 29/06/23)

Figura AVI-30. páginas de inicio del sitio de energías renovables del Gobierno nacional y del Plan Renovable del Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de la provincia de Santa Fe

La asociación de lo energético a lo económico –presente en discursos de los usuarios de centros urbanos, de los medios de comunicación y de las empresas del sector–, aparece también en la voz del Gobierno nacional. Su enfoque sobre el tema se divide entre un discurso técnico dirigido a grandes consumidores (empresas e industrias) que cuentan con especialistas para operar en el Mercado a Término de Energías Renovables (MATER); y un discurso pedagógico, dirigido a un público general, delineado como novato en el tema por el emisor gubernamental. Al igual que en los discursos de las empresas proveedoras de energía renovable, en los discursos de Gobierno nacional analizados se prioriza la divulgación, la transmisión de información de manera descriptiva, sin contextualizarla en la coyuntura que requiere la transición energética urgente. El sitio web de CAMMESA le habla a un destinatario conocedor de aspectos técnicos y burocráticos del ámbito energético. Por su parte, la página de energías renovables de Argentina.gob.ar recibe a sus usuarios con la respuesta a la pregunta "¿Qué son las energías renovables?" y un video explicativo confeccionado con dibujo animado, narración esquemática y tono didáctico que infantilizan al receptor. Estas características configuran una comunicación gubernamental conservadora del status quo: cumple con informar sobre la temática, pero no promueve la transformación. Es un discurso exclusivamente informativo –información para los expertos e información para los novatos–, sin componentes argumentativos que busquen persuadir para la transición energética.

Figura AVI-31. Página de inicio de CAMESSA y uno de los videos explicativos de la Secretaría de Energía sobre generación distribuida de energías renovables.

La comunicación sobre transición energética del Gobierno de la provincia de Santa Fe marca una diferencia con la del Gobierno nacional. Como ya se dijo, la inscripción institucional es diferente. Las energías renovables son competencia del Ministerio de Ambiente y Cambio Climático, que está llevando adelante, entre otros, el "Plan Renovable": créditos para la adquisición de equipos de energía solar. El incentivo económico se articula con el anclaje territorial, que se manifiesta en discursos del gobernador, en imágenes que dan testimonio de experiencias exitosas, y en comunicación situada.



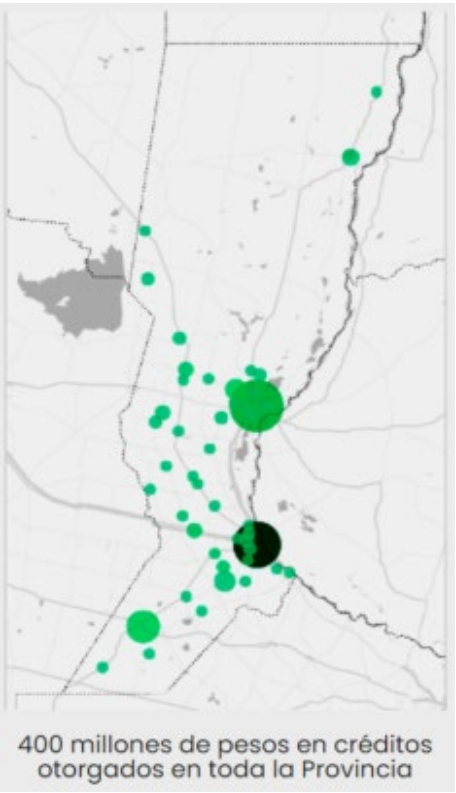


Figura AVI-32. Publicaciones del perfil de Instagram del Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe, y captura del mapa de créditos otorgados por el Plan Renovar

Está claro que la comunicación de la transición energética varía según el nivel de prioridad adjudicado a la temática por el emisor. En este caso, el gobierno de Santa Fe lleva adelante una política de fomento de la generación distribuida de energías renovables. Su comunicación conforma un registro de la ejecución de esa política en el territorio, conservando instancias de discurso instructivo y práctico acerca de los créditos. Frente al discurso informativo y abstracto del Gobierno nacional, el santafecino trabaja sobre la concreción del caso real. Personas, lugares, empresas, localizaciones, todo coopera para comunicar la transición energética en acto. Un caso real en el que no hay usuarios novatos y usuarios técnicos, sino un usuario empoderado/potente, por la acción del Estado y por su propia convicción.

Recomendaciones para la construcción de una narrativa de la transición energética en Argentina

La primera conclusión que surge del análisis realizado es la complejidad de la cuestión energética en Argentina, no solo por las relaciones de poder que se entretejen en el negocio de la energía, sino también por la trama simbólica asociada al uso de la energía, expresada en un cúmulo de instancias comunicacionales. Esta complejidad se segmenta en múltiples planos: económico, ambiental, político, social, incluso sanitario. Es por ello que abordar un camino de transición energética requiere una visión multidisciplinar, que considere e intervenga en todos los planos. En este capítulo, nos hemos enfocado, en un primer momento, en analizar esa trama simbólica de la energía, conformada por las normas culturales y criterios de valoración subyacentes a las diversas posiciones expertas sobre la cuestión energética (de productores y asesores), así como por puntos de vista de usuarios afectados por distintas aristas de la crisis energética. Hemos observado correlaciones entre las posiciones de algunos actores, mientras que otros se erigen como "oponentes" al sistema de producción energética actual. Las normas culturales y los valores implícitos en los discursos de la oferta y de la demanda urbana de energía coinciden en encuadrar la cuestión energética desde una lógica económica y racional, con conceptos clave como productividad, inversión, eficiencia y ahorro. Este enfoque parcial, en el que energía es casi sinónimo de economía tiene su máxima expresión en el discurso del principal regulador: el Estado Nacional, que ubica el área energética dentro del Ministerio de Economía. Otra gran acción comunicacional de este marco interpretativo fueron los discursos del gobierno nacional al respecto de la inauguración del gasoducto Néstor Kirchner en julio 2023. Funcionarios y asesores en sus redes sociales, medios periodísticos y publicidades de YPF en diversos formatos plasmaron el gran concepto elegido para la ocasión: soberanía energética.

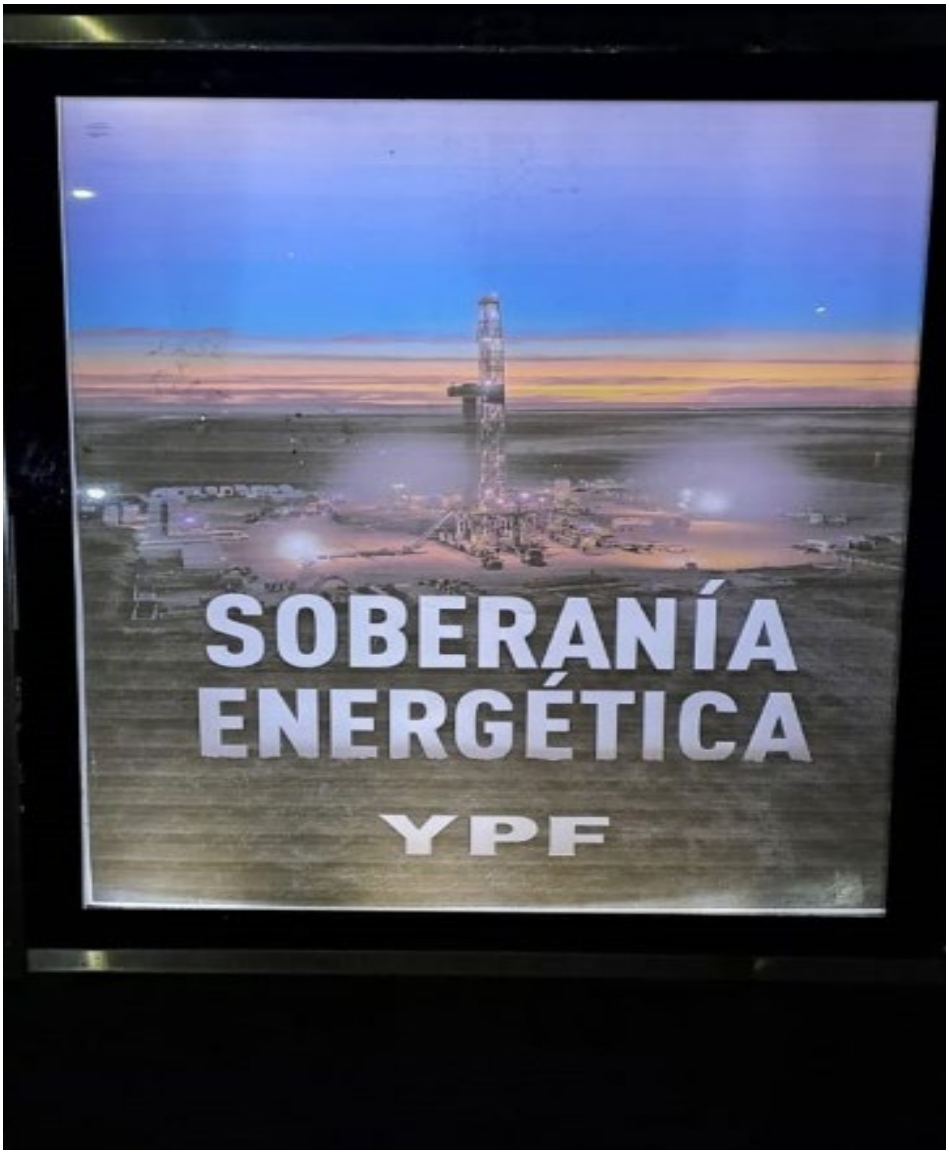


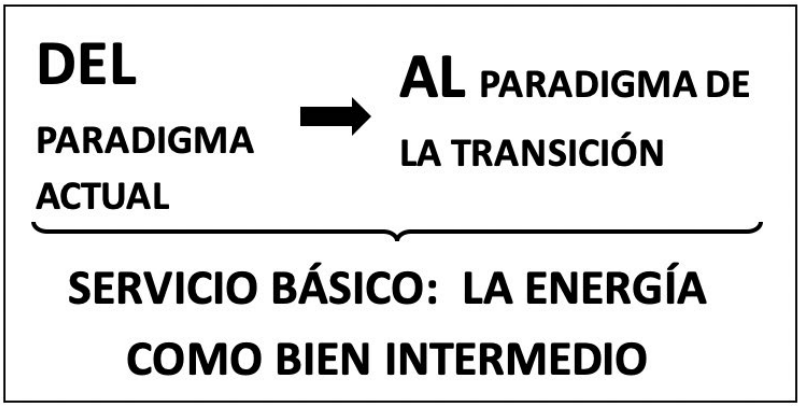
Figura AVI-33. Publicidad de vía pública (CABA, julio 2023)

Frente a este torrente narrativo hegemónico insuflado con la adrenalina de la campaña electoral, las posiciones que disputan el sentido de esta narrativa, que observan condicionamientos y hasta falacias en la utilización del término soberanía, quedan lateralizadas, pero no dejan de estar presentes.

En un segundo momento, nos enfocamos en analizar la trama simbólica de la transición energética en particular, y allí observamos un sugerente escenario comunicacional. Por una parte, el punto de vista de los usuarios individuales de energías renovables es inexistente en el discurso público. Por otra parte, empresas proveedoras, de diversa envergadura, son quienes van construyendo una nueva narrativa en torno a la producción y el consumo de energía, cuyas palabras clave son innovación, democratización y auto generación. Una nueva narrativa que por el momento –a juzgar por la ausencia de reacciones en las redes sociales de los emisores– pareciera no interpelar a público alguno.

En el panorama comunicacional analizado, observamos una brecha entre la comunicación[56] sobre la crisis energética, y la comunicación sobre la transición energética[57]. En la trama simbólica de la energía en Argentina, ambas líneas discursivas coexisten, pero raramente se conectan.

A partir del análisis de ambas, caracterizamos la transición energética como transición cultural; implica el pasaje de un paradigma de producción y consumo de energía a otro, tal como se indica en el Cuadro 2.



- Sistema centralizado
- Potencialidad argentina (Vaca Muerta)
- Grandes obras de infraestructura
- Crisis de servicio: falta de inversión
- Usuario receptor (ahorro energético)
- Impactos territoriales desatendidos
- Fuentes fósiles

- Sistema descentralizado
- Democratización energética
- Infraestructura de diversa escala distribuida entre productores
- Usuario productor (auto generación)
- Atención a los impactos territoriales
- Diversificación de fuentes

Cuadro AVI-2. Conceptos subyacentes en el paradigma energético actual y en el de la transición

La transición cultural empieza por la posibilidad de que los conceptos de un nuevo paradigma tengan la chance de ser considerados oportunos, viables o, al menos atendibles, por una comunidad en un momento dado. Así, por ejemplo, pueblos alejados de grandes centros urbanos, a donde no llega la traza de energía eléctrica, los paneles solares y los molinos de viento fueron considerados alternativas viables. No será posible construir relevancia de la transición energética para ningún público sino la conectamos con su contexto de vida.

56. Emitida por usuarios, expertos y medios de comunicación.

57. Nos referimos, en particular, a la transición hacia la producción autónoma de energía de fuentes renovables.

Mapa de públicos relevantes

Comunicar la transición energética requiere encontrar o construir los puntos de contacto entre los conceptos del paradigma de la transición y la realidad actual de crisis energética para productores y usuarios. Como se puede observar en el Cuadro 3, el punto en común de ambos paradigmas es la conceptualización de la energía como servicio básico. Entendemos que éste podría ser un punto de partida común para empezar a comunicar la transición energética asociada a la crisis energética. En un contexto crítico, asociar atributos como seguridad y autonomía a un servicio básico como "la luz" puede resultar muy conveniente.

A partir del análisis realizado circunscribimos una serie de actores específicos, con realidades e intereses diversos, que resultan relevantes para la comunicación de la transición energética, por su carácter de emisores y/o de receptores del intercambio comunicacional sobre la materia:

- **Estados (locales):** el Estado es indefectiblemente (o debería ser) el actor-emisor principal de la transición energética. La orientación hacia los estados locales en particular se debe a que suponemos que el vínculo cercano con el territorio incrementa el interés por los impactos ambientales y el desarrollo de redes comunitarias, ambas claves en el proceso de transición energética.
- **Empresas del sector de energías renovables:** las empresas proveedoras son los actores más interesados en la temática, y por ello, los más activos comunicacionalmente. En este segmento conviven las empresas proveedoras de suministro de energía limpia con las fabricantes de infraestructura para auto generación.
- **Colectivos de la sociedad civil:** desde las asambleas locales de ambientalistas hasta las asociaciones de consumidores que nuclean reclamos de usuarios a las empresas proveedoras de servicio eléctrico. Otras instituciones como escuelas, universidades y clubes pueden incluirse en este segmento.
- **Expertos:** son consultados por los medios de comunicación en tanto voces autorizadas. A través de ese canal y también por sus propias redes sociales difunden su expertise, sus análisis y dan recomendaciones. Son actores clave para involucrar en campañas de comunicación para la transición energética.
- **Usuarios institucionales:** son entidades públicas y privadas, productivas, comerciales, proveedoras de servicios, etc., que por su carácter colectivo se distinguen de los usuarios individuales.
- **Usuarios reacios:** son aquellas personas que tienen poco o nulo interés y voluntad de plantearse un cambio de hábito. No saben, no entienden o no creen las razones del cambio.
- **Usuarios novatos:** a diferencia de los 'reacios', los usuarios novatos son aquellos que aunque no conocen mucho acerca de la producción de energía y sus impactos, están abiertos a considerar un cambio de hábitos. Una campaña de comunicación dirigida a este segmento debería en una primera instancia, indagar y construir una tipología de estilos de vida de usuarios, como input para el diseño de mensajes más adaptados para cada uno de ellos.
- **Usuarios activistas:** este tipo de usuario ya está convencido de la necesidad de la transición energética. Ellos pueden ser multiplicadores y embajadores del mensaje de cambio; e incluso funcionar como 'casos de éxito'.

Desde el punto de vista comunicacional, estos actores se tendrán en cuenta con distintos pesos según la temática de cada campaña de comunicación, o la decisión estratégica del emisor. Una fundación puede trabajar exclusivamente con usuarios novatos, mientras un Estado local debe sostener al menos una instancia comunicacional dirigida a toda la población del municipio.

Principales acciones comunicacionales para la transición energética

Teniendo en cuenta la trama simbólica develada en torno a la energía: su producción, su consumo y su transición, a continuación, proponemos cinco líneas de acción comunicacional para instalar gradualmente el tema de la transición energética y las razones del cambio. Estas líneas se pueden entender también como etapas de un plan comunicacional, en el que se va demandando / proponiendo más involucramiento a los destinatarios.

1. DESNATURALIZAR el servicio básico en la vida cotidiana

La denominación misma "servicio básico" expresa la condición de la energía como bien intermedio, y por tanto, se lo considera como algo "dado". Solo la experiencia de interrupción del suministro hace visible su existencia.

Desnaturalizar implica observar y caracterizar el servicio de suministro eléctrico sin dar nada por sentado. Supone desarmar supuestos, y en ese proceso, reasignar valores a puntos de vista y hábitos de producción y consumo de energía. La mirada histórica sirve para este ejercicio, porque permite ver cómo nos fuimos convirtiendo en un mundo cada vez más eléctrico.

2. CONOCER el circuito de la energía: del origen al efecto

Un paso más allá que desnaturalizar, y probablemente su consecuencia, es conocer el trayecto de la energía eléctrica hasta el interruptor. Solo comprendiendo sus orígenes, se podrán entender, o al menos atender, los argumentos de la transición; así como deconstruir el discurso épico construido sobre la explotación de hidrocarburos en Argentina. Es una instancia de discurso pedagógico, que ya existe en la comunicación de empresas proveedoras y expertos, fundamentalmente. Sin embargo, proponemos que no sea ésta la primera instancia sino la segunda, para entramar estos conocimientos con la relevancia del servicio básico construida en la instancia anterior.

3. CONECTAR a la comunidad mediante bienes comunes del territorio

Esta fase pretende responder a la pregunta ¿qué tiene que ver el modo de producción de energía conmigo? Sea para usuarios individuales o colectivos, la relevancia e implicación con una problemática se construye por proximidad, un punto clave de la transición cultural necesaria para la transición energética. Todo lo trabajado en las instancias anteriores sobre el servicio básico y el circuito de la energía cobra vida al conectarse con las realidades de los usuarios / receptores. Esas realidades están ancladas en territorios específicos y son compartidas por las comunidades locales. Esta es la instancia de explicitar los impactos del mantenimiento del paradigma energético actual en cada territorio, y las potencialidades de encarar la transición energética, pero fundamentalmente la transición hacia una nueva forma de vinculación con nuestro territorio y sus riquezas. Conectarse con el propio territorio y su comunidad, ayuda a expandir los límites de lo propio. Se suma a la vivencia de lo propio individual, la de lo propio compartido.

4. PRODUCIR autonomía: fin de la centralización y el control del flujo energético

Fomentar la autonomía implica descentralizar el manejo de la producción energética. Las empresas proveedoras de energías renovables ya hablan de autonomía y democratización, pero la conexión

de ese discurso con la realidad de los usuarios es casi nula y no genera repercusión alguna. Sin embargo, el concepto de autonomía y primordialmente la experiencia de la autonomía en un contexto de crisis de suministro eléctrico, es casi una experiencia ideal. Más allá de las barreras de costo, la auto generación requiere en primer lugar, ser considerada una alternativa factible. Se apunta a iniciar una transición cultural, que permita, al menos instalar la pregunta por la posibilidad transformar el rol de usuario rehén en usuario generador.

5. ENTRENAR la mirada de largo plazo: riesgos en el territorio, en el tiempo. Reflexiones sobre nuestra huella

Esta línea comunicacional está planteada en último lugar, porque es una línea de fondo. En un contexto social en que prima la mirada de corto plazo debido al alto grado de incertidumbre en que se vive, entrenar la mirada de largo plazo no es tarea fácil, pero sí necesaria. Como la gota de agua que horada la piedra, este entrenamiento de la mirada es una acción comunicacional que debería mantenerse en forma permanente sembrando visión holística de los problemas socioambientales para cosechar transición de paradigmas.

Planteados los públicos y las líneas de comunicación, un plan comunicacional puede diseñarse a partir del cruce de ambos, generando una matriz discursiva en forma de un cuadro de doble entrada (ver Cuadro 3), que incluya la propuesta discursiva de cada línea de comunicación cada uno de los actores.

ACTORES ACCIONES	Estados (locales)	Empresas sector ER	Colectivos Sociedad Civil	Expertos	Usuarios institucionales	Usuarios reacios	Usuarios novatos	Usuarios activistas
DESNATURALIZAR								
CONOCER								
CONECTAR								
PRODUCIR								
ENTRENAR								
ROL DEL ACTOR	MAYORITARIAMENTE EMISORES				MAYORITARIAMENTE RECEPTORES			

Cuadro AVI-3. Matriz discursiva para trabajar la comunicación de la transición energética

Según quién sea el emisor del mensaje de transición, se circunscribirán el público receptor primario y secundario, y se diseñarán las piezas comunicacionales en función de ello. La pregunta por el emisor ha acompañado el desarrollo de este trabajo desde el principio. En el contexto actual, resulta complejo poder dar una respuesta definitiva. Como ya mencionamos el Estado debiera ser el principal promotor e instrumentador de la transición energética, sin embargo, nos preguntamos hasta qué punto un actor puede predicar un cambio de paradigma si muchas de sus acciones en materia energética se orientan en sentido contrario. La falta de integridad y coherencia de un emisor le resta legitimidad y puede determinar el fracaso de su prédica.

Del análisis realizado y la reflexión que el mismo desencadenó, concluimos que mientras se disputa la política energética a nivel nacional, la comunicación de la transición puede ir construyendo un campo de factibilidad de abajo hacia arriba, trabajando en la transición cultural de largo plazo. Consideramos que los estados locales y las organizaciones de la sociedad civil –que en ocasiones intervienen en la construcción e implementación de políticas a escala local– son actores que pueden asumir un rol de emisor comprometido con el camino de la transición.

Transición Energética: Escenarios a 2050 para la Argentina

Posibles implicancias socioeconómicas y socioambientales, y primeros pasos para la transición.

Elaborado por

Centro de Tecnologías Ambientales y Energía
Facultad de Ingeniería
UNICEN

Autores principales

Daniela Keesler
Gabriel Blanco

Colaboradores

Valentina Álvarez Madrid
Marcela Bavio
Valentina Castiglione
Verónica Córdoba
Karen Godoy
Verónica Gutman
Florencia Jerez
Alejandra Manzur
Ariel Mariño
Nicolás Pereyra
Federico Ponce
Pamela Ramos
Ximena Tobi
Lucrecia Wagner

Diciembre 2023

FUNDACIÓN AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Fundación Ambiente y Recursos Naturales

Sánchez de Bustamante 27 - Piso 1° (C1173AAA) CABA – Argentina

www.farn.org.ar | prensa@farn.org.ar /farnargentina