



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

**TRABAJO FINAL – MAESTRIA EN DIRECCIÓN
DE EMPRESAS**

**OPORTUNIDADES PARA LA INDUSTRIA DEL
PETRÓLEO Y GAS EN ARGENTINA EN EL MARCO
DE LAS TRANSICIONES ENERGÉTICAS**

MBA 2019

Alumna: Ing. Lucía Raquel Cerdá

Tutor: Ing. Leonardo Monsalvo

Abril 2022

Buenos Aires, Argentina

Dedicatoria – Agradecimientos

Este trabajo se lo dedico a:

Genaro, que me dio la energía que necesitaba en el último tramo.

Esteban por su gran apoyo, contención y amor durante todo el recorrido. A Mate y More por comprender mis ausencias.

Mamá, Ro y Max, que me acompañan y ayudan desde siempre en todos mis proyectos.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades, profesores y personal de la Escuela de Negocios de la Universidad Torcuato Di Tella (UTDT) como así también a mis compañeros de cursada quienes, con sus valiosos conocimientos y aporte de diferentes miradas, día a día me fueron transformando.

Le agradezco a Leonardo Monsalvo por su dedicación y sugerencias para lograr el producto final.

Finalmente quiero expresar un sincero agradecimiento a Daniel Dreizzen quien, con su “Programa de Energía en Argentina: Estrategias empresariales, económicas y políticas” de la UTDT, me ayudó a condensar las diversas fuentes de información en la temática y alcanzar un enfoque global para materializar este trabajo.

Resumen Ejecutivo

La comunidad internacional asumió la necesidad de descarbonizar la producción de la energía, atribuyendo el calentamiento global a las emisiones de dióxido de carbono, provenientes de la quema del carbón y de los combustibles fósiles. Esto implica la necesidad de que la industria del petróleo y gas se transforme, en vistas a una posible caída de la demanda de los combustibles fósiles y a modificaciones en las matrices energéticas de los países hacia configuraciones “más limpias”.

Argentina, ocupa la posición n°31 de la contribución mundial a las emisiones de dióxido de carbono, siendo su matriz energética limpia comparada con otros países, por estar volcada hacia el uso del gas natural como fuente de energía eléctrica.

Sin embargo, la industria de petróleo y gas en Argentina requiere de grandes transformaciones si quiere proyectarse como líder de las transiciones energéticas y abastecer la demanda de otros productos derivados del petróleo y del gas (ej. materiales necesarios para infraestructuras en la energía solar y eólica, componentes de vehículos eléctricos, etc.). Adicionalmente, la industria debería orientarse a dar soluciones integrales de energía y servicios apalancándose en su expertise y know-how y continuar invirtiendo en investigación y desarrollo.

Para lograrlo, es clave aprovechar la oportunidad de desarrollar Vaca Muerta para impulsar el crecimiento económico del país a través de la exportación de gas natural y/o gas natural licuado (GNL) en el corto plazo, lo que requiere de grandes inversiones en infraestructura.

Adicionalmente, Argentina necesita pensar en la industria aguas abajo, aspecto que necesariamente requiere de definiciones estratégicas en el ámbito público y privado que trasciendan a las gestiones, con objetivos y reglas claras. Para ello, las empresas y todos los sectores interesados deberán llegar a acuerdos que beneficien a la mayor cantidad de partes, construir consensos y compromisos reales.

Palabras clave

Matriz energética

Transición energética / Transiciones energéticas

Cambio Climático

Combustibles fósiles

Petroquímica

Introducción

La pandemia del COVID 19, produjo el derrumbe de la demanda mundial de combustibles fósiles, arrastrando el precio del barril del petróleo a su mínimo histórico. En Argentina, como consecuencia del “Aislamiento Social Preventivo Y Obligatorio” (ASPO), iniciado el día 19/3/20, la movilidad del país se redujo en hasta un 80% y generó un colapso en la demanda de los combustibles empleados en la actividad industrial y transporte (-70% naftas, -50% gasoil y -90% aviación, durante la fase I del aislamiento). Fue así como la industria de petróleo y gas enfrentó algo nunca pensado: la contracción de la demanda de sus productos.

Ante ese nuevo escenario de demanda, las compañías petroleras en Argentina plantearon diferentes estrategias para regular sus stocks de productos: realizaron algunas exportaciones puntuales de crudo a un precio con descuentos sobre la cotización del Brent, optaron por almacenar en buques petroleros (almacenamiento flotante por dos o tres meses) y la suspensión de las operaciones en ciertas refinerías (Plaza Huincul de YPF S.A, Raizen S.A. en Dock Sud y Refinor S.A. operada por YPF en asociación con Pampa Energía y Pluspetrol).

Dada esa situación, este trabajo busca identificar señales en el presente que proyecten un futuro con una reducción demanda de combustibles fósiles. De darse ese futuro alternativo, ¿cuáles podrían ser las fuentes del consumo de energía en Argentina y qué estrategia deberían adoptar las empresas de la industria de petróleo y gas?

De esta manera, el objetivo general del presente es imaginar un futuro alternativo para la matriz energética argentina, para lo cual se desarrollarán los siguientes objetivos específicos:

- Capítulo 1: Releva la conformación actual de la matriz energética argentina, la conformación de los recursos energéticos provenientes de diversas fuentes (oferta) y sus principales sectores de consumo (demanda). Releva la variación de la demanda energética por el impacto del COVID-19 y cómo se vio afectado el mercado en ese periodo.
- Capítulo 2: A partir de artículos y noticias, identificar “señales de cambio” en el presente que sirvan para imaginar un futuro alternativo para la matriz energética argentina y tendencias que tengan impacto en la demanda de hidrocarburos fósiles.
- Capítulo 3: Releva qué acciones están realizando las principales empresas de petróleo y gas frente a las señales de cambios. Imaginar un futuro alternativo del sistema energético nacional y plantear hacia dónde debería direccionar sus esfuerzos la industria de petróleo y gas en Argentina, en línea con ese futuro proyectado.

Índice

Dedicatoria – Agradecimientos.....	1
Resumen Ejecutivo	2
Palabras clave.....	3
Introducción	4
Índice	5
Lista de tablas.....	6
Lista de gráficos.....	7
Lista de ilustraciones	9
CAPITULO 1.: MATRIZ ENERGÉTICA ARGENTINA	11
Subcapítulo 1.1.: Conformación de la matriz energética argentina actual.....	11
Subcapítulo 1.2.: Sectores de Consumo de Energía en Argentina	17
Subcapítulo 1.2.: Impacto del COVID-19 en Argentina y ASPO.....	20
CAPÍTULO 2: SEÑALES DE CAMBIOS CON POTENCIAL IMPACTO EN LA DEMANDA FUTURA DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES.....	28
Subcapítulo 2.1.: Cambio climático y el acuerdo de París.	28
Subcapítulo 2.2.: Transiciones energéticas.....	40
Subcapítulo 2.3.: Señales de cambio identificables mediante noticias	49
Subcapítulo 2.4.: Señales de cambio en los hábitos de los consumidores.	58
CAPÍTULO 3: ¿ES POSIBLE UN FUTURO SIN PETRÓLEO Y GAS?.....	63
Subcapítulo 3.1.: ¿Se puede imaginar un futuro sin petróleo y gas?.....	63
Subcapítulo 3.2.: ¿Qué acciones están realizando las principales empresas de petróleo y gas frente al cambio climático y las señales de cambios?.....	67
Subcapítulo 3.3.: ¿Cómo podría ser un futuro del sistema energético nacional?	76
RECOMENDACIONES	81
CONCLUSIONES	84
LISTA DE REFERENCIAS	86
APÉNDICES	92

Lista de tablas

Tabla 1 – Países que lideran las emisiones de Dióxido de Carbono por persona, valores del 2019. (Deshmukh & Smith, 2021).	38
Tabla 2 – Emisiones globales de gases de efecto invernadero, valores del 2016. (Our World in Data, 2021)	38
Tabla 3 – Apertura de las emisiones globales de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de energía, según la contribución de subsectores, valores del 2016. (Our World in Data, 2021). ..	39
Tabla 4 - Los mayores países productores de litio, 2020. (Bhutada, 2022).	57
Tabla 5 – Aporte de la Oferta Interna de Energía Primaria en Argentina, en miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo.	92
Tabla 6 – Porcentaje por fuente al aporte de la Oferta Interna de Energía Primaria en Argentina. 92	
Tabla 7 –Oferta Interna de Energía Secundaria en Argentina, en miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo.	93
Tabla 8 - Consumo final de energía en Argentina, en miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo.	94
Tabla 9 - Consumo final de energía en Argentina, aporte de cada sector en porcentajes.	94

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Esquema del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2016)	11
Gráfico 2 – Oferta Interna de Total de Energía de Argentina, 2018. (Dumas & Ryan, 2019)	13
Gráfico 3 – Oferta Interna Primaria (para las principales fuentes). Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)	13
Gráfico 4 – Oferta Interna Primaria. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)	14
Gráfico 5 - Oferta Interna Secundaria. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022).....	15
Gráfico 6 – Matriz de generación eléctrica, 2018. (Dumas & Ryan, 2019)	15
Gráfico 7 – Utilización de combustibles líquidos y carbón para generación de electricidad. (Dumas & Ryan, 2019).....	16
Gráfico 8 – Producción de petróleo y gas natural, 1998-2018. (Dumas & Ryan, 2019).....	17
Gráfico 9 - Diagrama de Sankey: Balance Energético Nacional, año 2015. (Ministerio de Energía y Minería, 2015)	18
Gráfico 10 – Consumo final de energía en Argentina, 2019. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)	19
Gráfico 11 – Consumo de energía. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)	19
Gráfico 12– Consumo de energía. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022).	20
Gráfico 13 – Precios del Petróleo (2/1/20 – 18/3/20) y Balance del Mercado (oferta y demanda global de petróleo). Fuente: Elaboración de los autores con base en Bloomberg y Energy Information Administration. (Balza, Carvajal, Madrigal Martínez, Montanez, & Sucre, 2020)	21
Gráfico 14 – Porcentaje de movilidad respecto al 1/3/20. (Ministerio de Transporte Argentina, 2021)	22
Gráfico 15 – Mercado Spot buques cruderos. (Clarksons, 2021).....	26
Gráfico 16 – Emisiones globales de gases de efecto invernadero. (Futuro verde, 2017)	29
Gráfico 17 - Evolución de las emisiones de Dióxido de Carbono, en megatoneladas. (El País, s.f.) .	30
Gráfico 18 - Historia del cambio de la temperatura global y causas del calentamiento reciente. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).....	31
Gráfico 19 - El calentamiento observado es impulsado por las emisiones de las actividades humanas, parcialmente enmascarado por enfriamiento de aerosoles (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021)	32
Gráfico 20 – Cinco escenarios ilustrativos de emisiones antropogénicas futuras de los impulsores del cambio climático y su contribución al calentamiento global (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021)	33
Gráfico 21 - ¿Qué países producen más CO ₂ ? Valores en megatoneladas. (El País, s.f.)	35
Gráfico 22 – Evolución de las emisiones de CO ₂ por combustibles fósiles. (Global Carbon Project, 2020).	36

Gráfico 23 - Emisiones de Dióxido de Carbono por combustibles fósiles acumuladas al 2020, en megatoneladas. Total, mundial al 2020 = 34.807 MtCO ₂ (Global Carbon Project, 2020).....	36
Gráfico 24 - Emisiones globales de gases de efecto invernadero, valores del 2016. (Our World in Data, 2021)	39
Gráfico 25 - Comparación del costo de generación de energía histórico promedio, para recupero de inversión y gastos de operación (Lazard, 2020)	41
Gráfico 26 - Comparación de costos nivelados de generación de energía eléctrica. (Lazard, 2020)	42
Gráfico 27 -Estimaciones del costo de generación de energía eléctrica, año 2020, realizadas por Lazard. (Lazard, 2020).	42
Gráfico 28 – Conformación del costo de generación de energía eléctrica, en USD/MWh. (Lazard, 2020)	43
Gráfico 29 -Evolución del financiamiento bancario por tipo de proyecto (Quinson & Benhamou, 2021)	47
Gráfico 30 – Potencial del hidrógeno por cuota de mercado en 2050. (IFP School, 2021)	49
Gráfico 31 Conciencia climática y acciones. (Euromonitor International, 2022).....	58
Gráfico 32 – Porcentaje de consumidores preocupados por el cambio climático. (Euromonitor International, 2021)	59
Gráfico 33 – Encuesta de estilos de vida 2021. (Euromonitor International, 2021) Respuestas “Agree” or “Agree Strongly”.	59
Gráfico 34 – Resultado para las búsquedas mundiales de los temas “Energía solar”, “Vehículo eléctrico”, “Energía renovable”, “Energía eólica” e “Hidrógeno verde”, periodo 2004 - marzo 2022 (Google Trends, 2022)......	62
Gráfico 35 - Resultado para las búsquedas mundiales de los temas “Energía solar”, “Vehículo eléctrico”, “Energía renovable”, “Energía eólica” e “Hidrógeno verde” por región (Google Trends, 2022).	62
Gráfico 36 – Market share de la producción de petróleo y gas en Argentina. (YPF, 2022)	71
Gráfico 37 – Market share de ventas de combustibles en Argentina. (YPF, 2022). Aclaración: actualmente la participación en el mercado de compañía Shell corresponde a Raizen Energía.	71
Gráfico 38 – Participación por empresa en ventas de combustibles y apertura de las ventas por provincia, 2018. (Secretaría de Energía, 2018)	72
Gráfico 39 – Evolución del PIB mundial (USD a precios actuales) y Población total. Consulta realizada el 25/2/22 (Grupo Banco Mundial, 2022).....	95
Gráfico 40 – Ejemplo de diagrama de productos petroquímicos según su materia prima derivada del petróleo y gas. (GenuGreen, 2012)	96

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 – Clasificación de la energía: procesos y transformaciones. (Ministerio de Energía)..	12
Ilustración 2 – Evolución histórica del uso mundial de energía primaria, por contribuciones absolutas de diferentes fuentes (EJ). Se observa un aumento exponencial desde 1950 (se multiplicó por 5), donde los hidrocarburos contribuyen aproximadamente al 80% de la energía primaria mundial. Los avances en las tecnologías definen los avances en los estilos de vida a lo largo del tiempo. Biomass: se refiere a la biomasa tradicional hasta las décadas más recientes. Las nuevas energías renovables se vuelven perceptibles en la última década. Actualizado por Nakicenovic et al., 1998 y Grubler, 2008. (IIASA, 2013).....	28
Ilustración 3 – Evolución de la concentración de Dióxido de Carbono en la atmósfera. (El País, s.f.)	29
Ilustración 4 -Simulaciones del cambio en °C de la temperatura en el mundo para cada escenario de aumento de la temperatura global promedio. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).	34
Ilustración 5 – Simulaciones del cambio en las precipitaciones, en %, para cada escenario de aumento de la temperatura global promedio. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).	34
Ilustración 6 – Simulaciones del cambio en la humedad en el suelo (variación estándar) para cada escenario de aumento de la temperatura global promedio. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).	35
Ilustración 7 – Emisiones de Dióxido de Carbono por persona por país, año 2019. (Deshmukh & Smith, 2021)	37
Ilustración 8 – Uso de energía primaria por persona en el mundo. (Our World in Data, 2019).....	37
Ilustración 9 – Proyecciones de generación de electricidad en Estados Unidos por tipo de fuente. (Caron, Gildea, Mayor, & Hayes, 2021).....	44
Ilustración 10 – Disminución del precio de las baterías de litio (Caron, Gildea, Mayor, & Hayes, 2021)	45
Ilustración 11 – Combustibles electrónicos y aplicaciones. (IFP School, 2021).	46
Ilustración 12 – Impacto de la densidad energética de las diferentes soluciones de almacenamiento de energía. (IFP School, 2021).....	47
Ilustración 13 – Evolución de la producción mundial de Litio (1994-2020) y distribución de las reservas. (Bhutada, 2022)	56
Ilustración 14 – Ejemplos de ofertas de productos que incluyen tracking de huella de carbono y hábitos de reciclaje. (Euromonitor International, 2022)	60
Ilustración 15 – Resumen del año 2021 según Google. (Google Trends, 2022)	61
Ilustración 16 – Cosas realizadas con petróleo. Ilustración realizada por Rachel Niebergal y Calgary Herald.	63
Ilustración 17 – Productos derivados del petróleo: cadena de valor. Los valores indicados en la ilustración corresponden a la producción en Canadá, actualizado el 21/1/21 (CAPP Canada's Oil & Gas Producers, 2020).	64

Ilustración 18. Ejemplos de productos que derivan de la cadena de valor del petróleo y del gas natural. (CAPP Canada's Oil & Gas Producers, 2020).....	65
Ilustración 19 - Diagrama de flujo de productos petroquímicos (Canada Energy Regulator, 2018)	67
Ilustración 20 - Compañías que integran el Oil and Gas Climate Initiative, OGCI. (Oil and Gas Climate Initiative, 2021)	68
Ilustración 21 – Participación accionaria de YPF en compañías afiliadas. (YPF, 2022).	73
Ilustración 22 – YPF, acciones sobre emisiones de gases de efecto invernadero y transiciones energéticas. (YPF, 2022).....	74
Ilustración 23 – YPF Luz en cifras. (YPF Luz, 2022).	74
Ilustración 24 – Emisiones de CO2 por tipo de combustible (BBC, 2021).	77
Ilustración 25 – Emisiones de CO2 calculadas a partir de ventas al público de combustibles líquidos de EESS año 2018 (Secretaría de Energía, 2018).....	78

CAPITULO 1.: MATRIZ ENERGÉTICA ARGENTINA

Subcapítulo 1.1.: Conformación de la matriz energética argentina actual

Mediante el Balance Energético Nacional (BEN) de la República Argentina, principal instrumento estadístico del sector energético a partir del cual se puede visualizar cómo se produce energía, se exporta o importa, se transforma o se consume por los distintos sectores económicos. Dicho balance es una estructura compuesta por la oferta, la transformación y el consumo, tal como se muestra en el siguiente esquema (Secretaría de Energía, 2016):

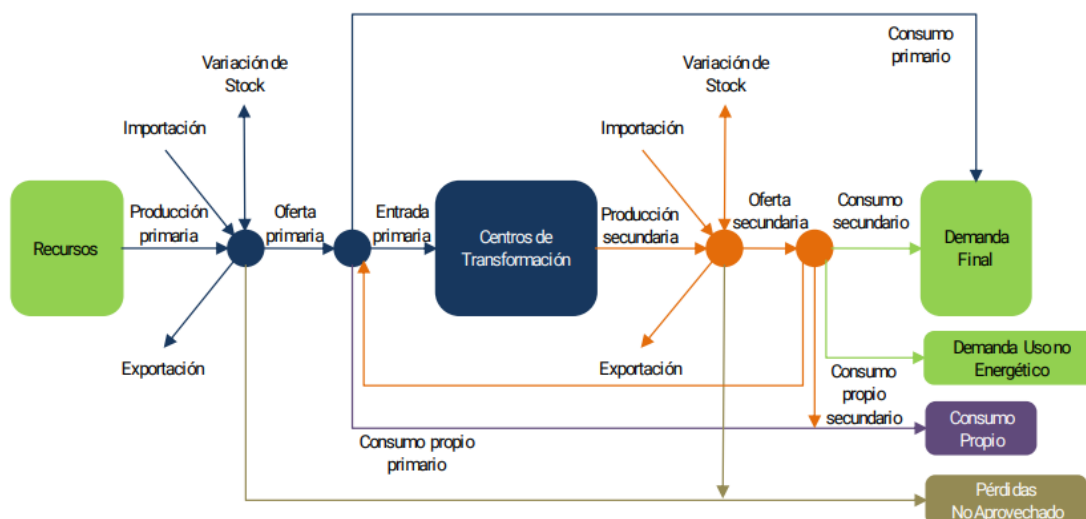


Gráfico 1 – Esquema del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2016)

Las fuentes de energía se dividen en Energía Primaria y Energía Secundaria, según las siguientes definiciones aplicables para BEN:

Energía primaria: son las fuentes de energía en estado propio que se extraen de los recursos naturales de manera directa, como en el caso de las energías hidráulica, eólica y solar; mediante un proceso de prospección, exploración y explotación, como es el caso del petróleo y el gas natural, o bien mediante recolección, como el caso de la leña. En algunos casos, la energía primaria puede ser consumida directamente, sin mediar un proceso de transformación.

Energía secundaria: son las diferentes fuentes de energía producidas a partir de energías primarias o secundarias en los distintos centros de transformación¹ para poder ser consumidas de acuerdo con las tecnologías empleadas en los sectores de consumo. Las

¹ “En estos procesos de transformación (físicos y/o químicos) aparecen necesariamente consumos propios, que generan una diferencia entre producción bruta y neta y pérdidas en la transformación, debido a la natural ineficiencia de los procesos. Los centros de transformación del Balance Energético Nacional son centrales eléctricas (servicio público y autoproducción), plantas de tratamiento de gas, refinerías, aceiteras y destilerías, coquerías, carboneras y altos hornos.” (Secretaría de Energía, 2016). Total, ocho centros de transformación.

formas de energía secundaria pueden resumirse en electricidad (producida de fuentes primarias o secundarias), gas distribuido por redes, gas licuado de petróleo (GLP), gasolinas, gas oil, kerosene y combustible jet, fuel oil y productos no energéticos (por ejemplo, asfaltos y lubricantes derivados del petróleo). (Secretaría de Energía, 2016, p. 9)

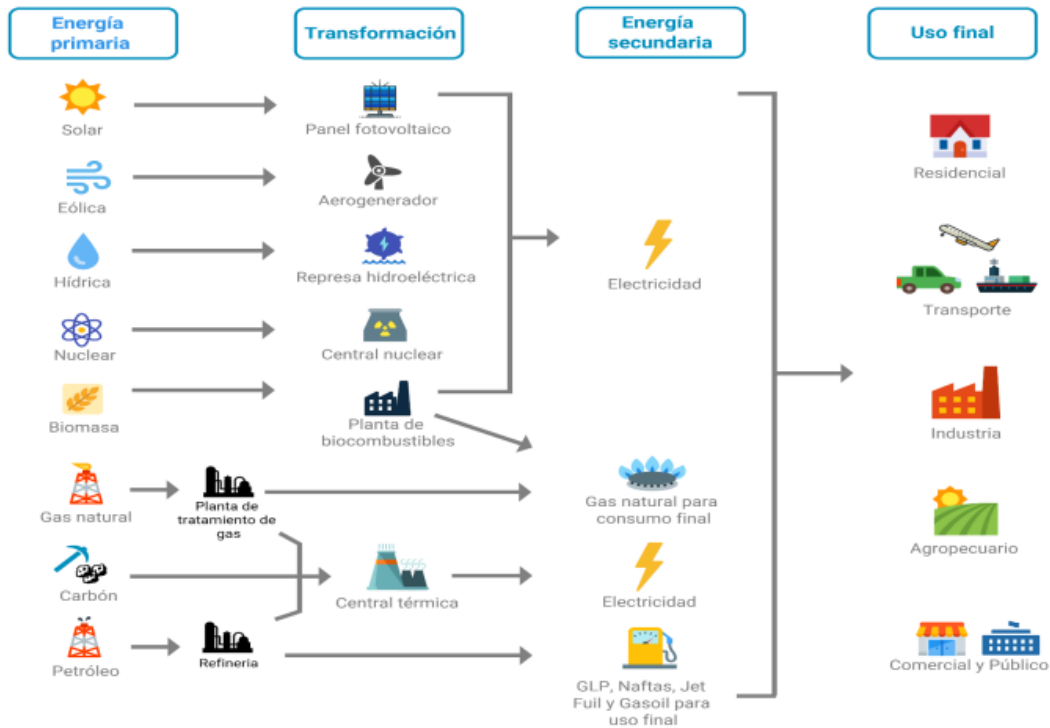


Ilustración 1 – Clasificación de la energía: procesos y transformaciones. (Ministerio de Energía).

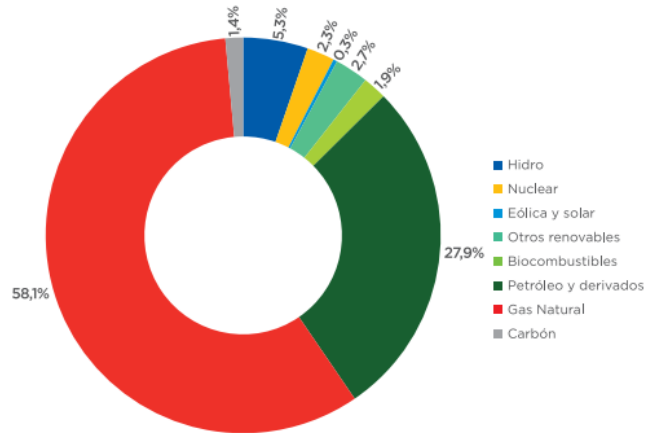
La Oferta Interna Primaria de Energía² en Argentina (Secretaría de Energía, 2022) se compone de doce fuentes de energía encontrándose concentrada en las fuentes gas natural de pozo y petróleo, las cuales, representaron un 55% y 29% de la Oferta Interna Primaria en el año 2020, respectivamente. Luego, le siguen la energía hidráulica y nuclear, que en 2020 rondaron el 4% cada una, mientras que el resto³ de las fuentes de energía primaria sumaron un 8%.

La composición porcentual de la oferta interna total⁴ no tuvo cambios significativos en los últimos años, distribuyéndose de la siguiente manera en 2018:

² “Oferta interna de energía primaria: es la sumatoria de la producción local, importación y variación de inventario menos la exportación y la energía no aprovechada (por ejemplo, gas quemado en la antorcha), sumando el ajuste o diferencia estadística (que puede ser positivo o negativo).” (Secretaría de Energía, 2016).

³ Conformado por la oferta interna primaria de: carbón mineral, energía solar, energía eólica, bagazo, leña, aceites vegetales, alcoholes vegetales y otros primarios.

⁴ “La metodología del BEN en Argentina define a la Oferta Interna Primaria de energía como la sumatoria de la producción local, importación y variación de inventario menos la exportación y la energía no aprovechada. Para referenciar el consumo del país, típicamente se utiliza la definición de Oferta Interna de Total de energía, que consiste en la oferta interna de energía primaria más el balance de comercio exterior de las energías secundarias.” (Dumas & Ryan, 2019).



Fuente: Balance Energético Nacional 2018.

Gráfico 2 – Oferta Interna de Total de Energía de Argentina, 2018. (Dumas & Ryan, 2019)

En cuanto a la Oferta Interna de Energía Primaria en Toneladas Equivalentes de Petróleo (Tep)⁵, el valor máximo histórico fue de 82,5 millones registrado en el 2008 (la mayor producción de energía primaria se observó en los años 2006, 2007 y 2008) y en 2020 fue de 70,6 millones.

Lo mencionado se muestra en los siguientes gráficos:

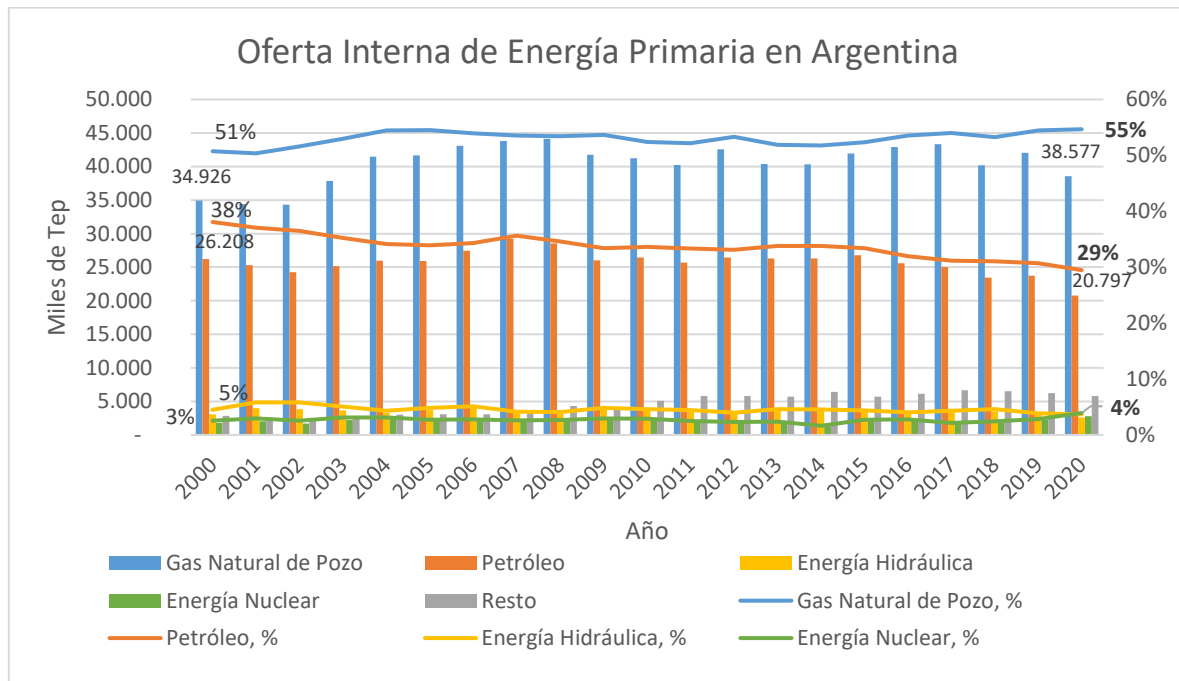


Gráfico 3 – Oferta Interna Primaria (para las principales fuentes). Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)

⁵ “La diversidad de unidades en las que se miden los energéticos (toneladas, barriles, metros cúbicos, BTU, litros, watts hora, etc.) impide su comparación directa, por lo que es necesario adoptar una unidad común (...) la unidad internacional adoptada es el Joule, pero que no presenta aún un alto grado de utilización en la República Argentina, se ha elegido la Tonelada Equivalente de Petróleo (Tep)...” (Secretaría de Energía, 2016)

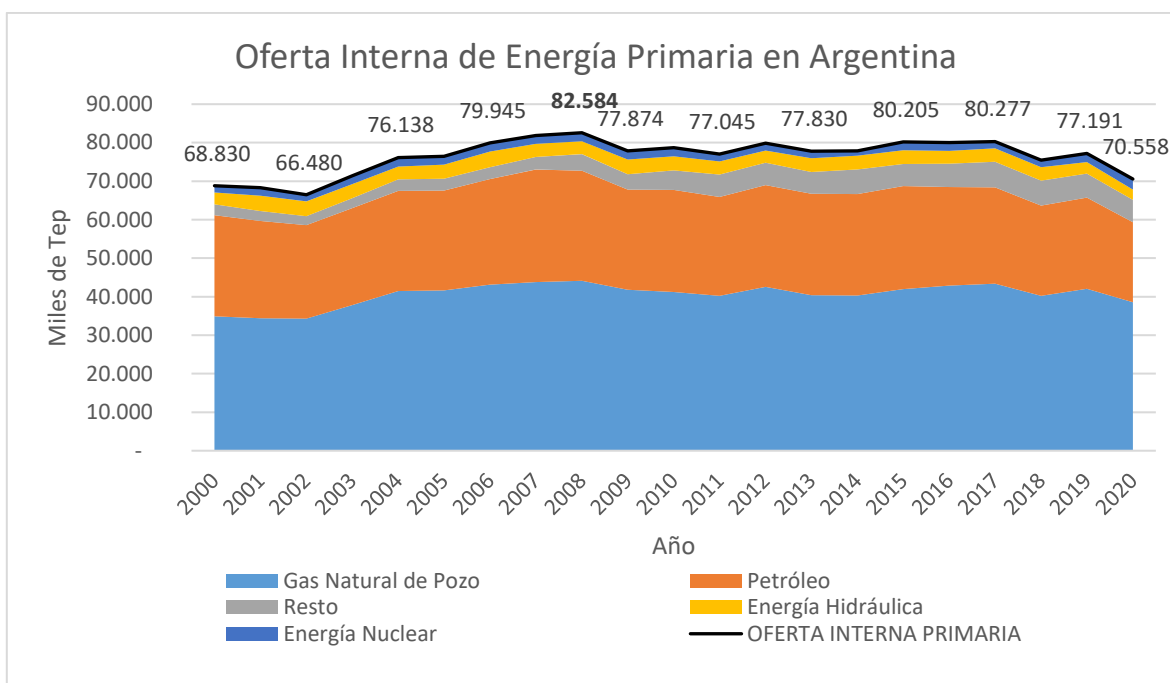


Gráfico 4 – Oferta Interna Primaria. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)

De las dieciocho fuentes secundarias⁶ que se consignan en el balance, el 45-48% de la Oferta Interna Secundaria de Energía⁷ en Argentina (Secretaría de Energía, 2022) corresponde al gas distribuido por redes, y le siguen la energía eléctrica, el diesel oil + gas oil y la motonafta total, alcanzando entre los cuatro, el 80% de la Oferta Interna Secundaria. En 2020, el gas distribuido por redes representó el 47% de la Oferta Interna Secundaria (32,78 millones de Tep), mientras que las fuentes energía eléctrica (11,06 millones de Tep), diesel oil + gas oil (9,76 millones de Tep) y motonafta total (7,02 millones de Tep), el 16%, 14% y 6%, respectivamente.

En el siguiente gráfico, se muestra la evolución de la Oferta Interna Secundaria de Energía para las principales fuentes de energía mencionadas, indicándose adicionalmente, los valores máximos registrados para cada una de ellas, durante el periodo 2000-2020. El valor máximo histórico de la Oferta Interna Secundaria de Energía fue de 82,1 millones registrado en el 2015.

⁶ Fuentes secundarias de energía: electricidad, fuel oil, gas distribuido por redes, carbón residual, gas licuado, no energético, gasolina natural, gas de coquería, gas de refinería, gas de alto horno, motonaftas, coque, otras naftas, carbón de leña, kerosene y aerokerosene, biodiesel, diesel y gas oil, y bioetanol.

⁷ “Oferta interna de energía Secundaria: es la sumatoria de la producción local, importación y variación de inventario menos la exportación, las pérdidas y energía no aprovechada, sumando el ajuste o diferencia estadística.” (Secretaría de Energía, 2016).

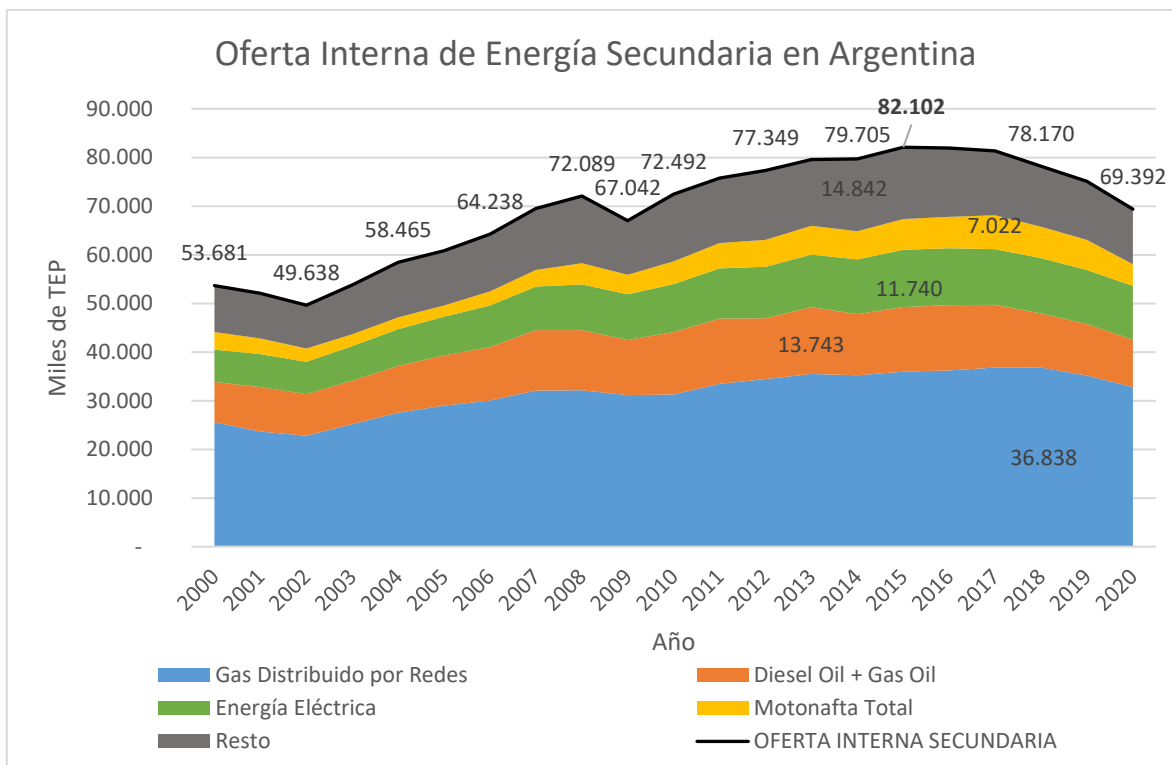
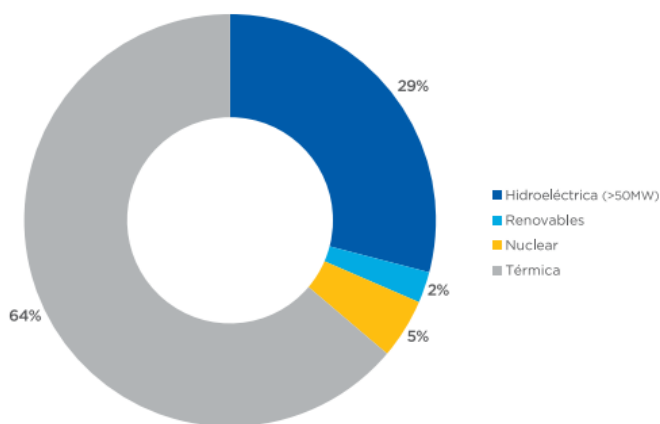


Gráfico 5 - Oferta Interna Secundaria. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)

Sobre la generación de energía eléctrica, Dumas & Ryan (2019) indicaban lo siguiente:

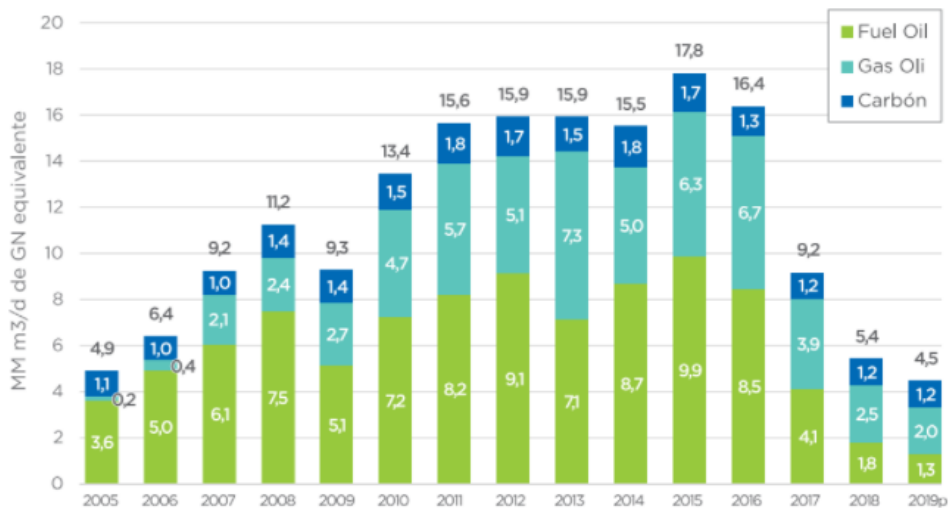
... en 2018, el 64% fue generado mediante máquinas térmicas a partir de combustibles fósiles, predominando el uso del gas natural (90%), seguido de líquidos (gasoil y fueloil, 7%) y de carbón (3%). Las grandes centrales hidroeléctricas con un porte mayor a 50 MW representaron el 29% de la generación, seguidas de nuclear (5%) y de otras renovables, que representaron alrededor del 2,4% (p. 19).



Fuente: CAMMESA.

Gráfico 6 – Matriz de generación eléctrica, 2018. (Dumas & Ryan, 2019)

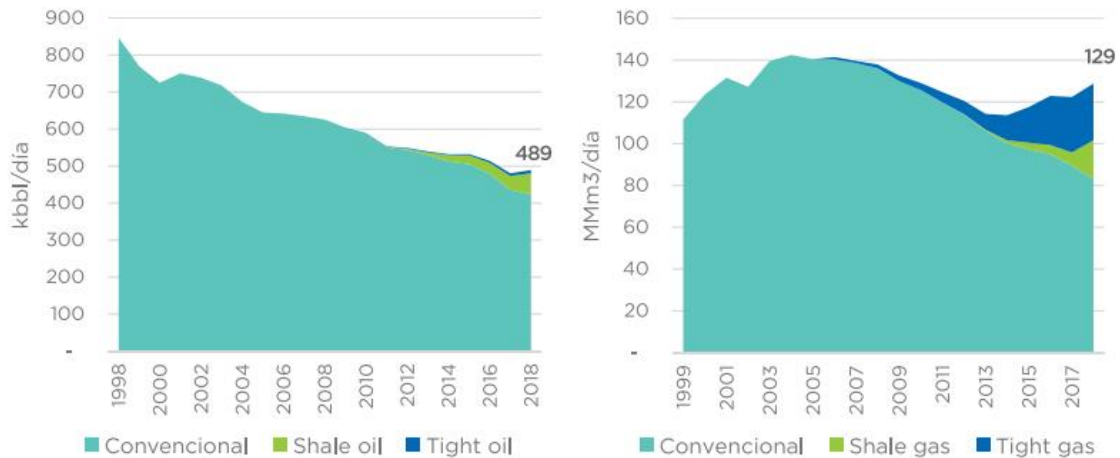
El 2018 marcó un punto de inflexión en lo que respecta a la generación de energía eléctrica. Por un lado, la creciente disponibilidad de gas natural, sumada a una disminución de la demanda, contribuyeron a desplazar una gran cantidad de combustibles líquidos para generación de electricidad, pasando de 16,4 MMm3/día equivalentes de gas natural en 2016 a 5,4 MMm3/día equivalentes de gas natural en 2018. Por otro lado, el ingreso de los primeros proyectos de energías renovables en el marco del programa “RenovAr” originó que entre diciembre de 2018 y diciembre de 2019 la generación eléctrica a partir de fuentes renovables prácticamente se duplique, pasando de representar el 2,0% de la generación al 4,4%. (p. 19).



Fuente: Secretaría de Gobierno de Energía sobre la base de CAMMESA.

Gráfico 7 – Utilización de combustibles líquidos y carbón para generación de electricidad. (Dumas & Ryan, 2019)

En cuanto a la producción de petróleo y gas, en 2018 el petróleo logró revertir la tendencia decreciente y registró un aumento de 2,1% respecto a 2017, alcanzando los 489 miles de barriles diarios impulsado; mientras que la producción de gas natural alcanzó un promedio de 129 millones de metros cúbicos por día (MMm3/día), incremento de 5% respecto al 2017. Este crecimiento estuvo sujeto principalmente al crecimiento de los hidrocarburos no convencionales. (Dumas & Ryan, 2019).



Fuente: Secretaría de Gobierno de Energía.

Gráfico 8 – Producción de petróleo y gas natural, 1998-2018. (Dumas & Ryan, 2019)

Subcapítulo 1.2.: Sectores de Consumo de Energía en Argentina

Una fuente de Energía Primaria y/o Secundaria, mediante una serie de etapas, procesos y eventos pasará desde su origen hasta su aprovechamiento, como producción, transporte, transformación, almacenamiento, consumo, etc., procesos que conforman una “cadena energética”. Este ciclo de vida de la energía desde su origen hasta el consumo final puede visualizarse como flujos de energía mediante un “Diagrama de Sankey”. El Ministerio de Energía y Minería de la Presidencia de la Nación⁸, elaboró un diagrama interactivo para la exploración de los balances energéticos desde 1960 a 2015 (Ministerio de Energía y Minería, 2015). A continuación, se muestra el Diagrama de Sankey del Balance Energético Nacional del año 2015, a los efectos de una mejor comprensión de las principales cadenas de flujos de energía hasta su consumo final y pérdidas de energía en los centros de transformación (según definición del BEN).

⁸ Actual Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de Economía de la Nación Argentina.

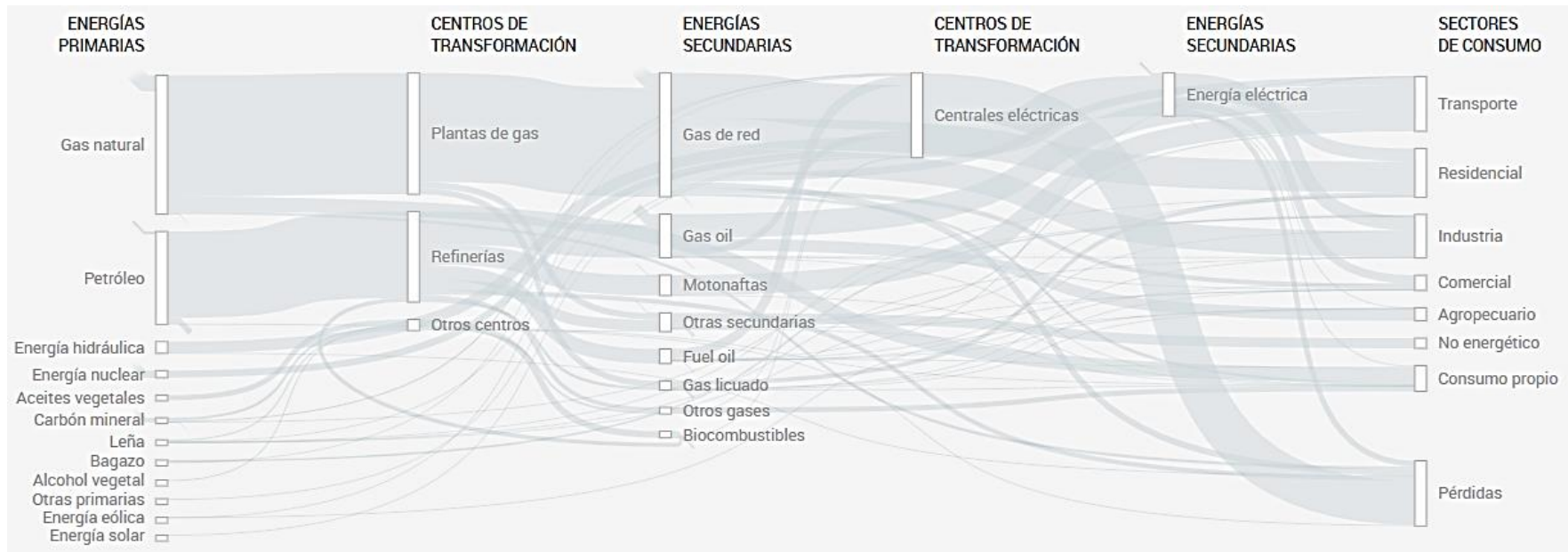


Gráfico 9 - Diagrama de Sankey: Balance Energético Nacional, año 2015. (Ministerio de Energía y Minería, 2015)

En el diagrama se puede visualizar que las cadenas del petróleo o del gas son el principal aporte de energía al sistema, con una cantidad importante de productos, mientras que existen cadenas más pequeñas, como la del carbón que afecta a varios centros de transformación. Por último, la cadena eléctrica solo comprende la electricidad, pero se puede considerar una de las más importantes del Balance Energético.

La oferta interna de energía representa el total efectivamente disponible para sus tres destinos posibles: ser transformada (refinerías, planta de tratamiento de gas, usinas eléctricas, etc.), ser consumida en el propio sector energético (consumo propio), o ser consumida por los usuarios finales dentro del país (consumo final). Existe una tercera utilización de este concepto, que denominamos **Oferta Interna de Energía Total**, también denominada como «primary consumption», que consiste en la oferta interna de energía primaria más el balance de comercio exterior de las energías secundarias. (Ministerio de Energía y Minería, 2015, p. 9).

Los mayores sectores de consumo de energía son el Transporte, el Industrial y el Residencial que representaron el 28%, 25% y 24% del consumo final (valores promedios en el periodo 2000 - 2020). Los datos del Balance Energético Nacional 2019 indican que un 30,9% del consumo final de energía se encuentra en el sector transporte, seguido por el sector residencial (24,5%) e industrial (24,3%). Les siguen en importancia el sector comercial y público (7,9%), el sector agropecuario (6,5%) y el no energético (5,9%).

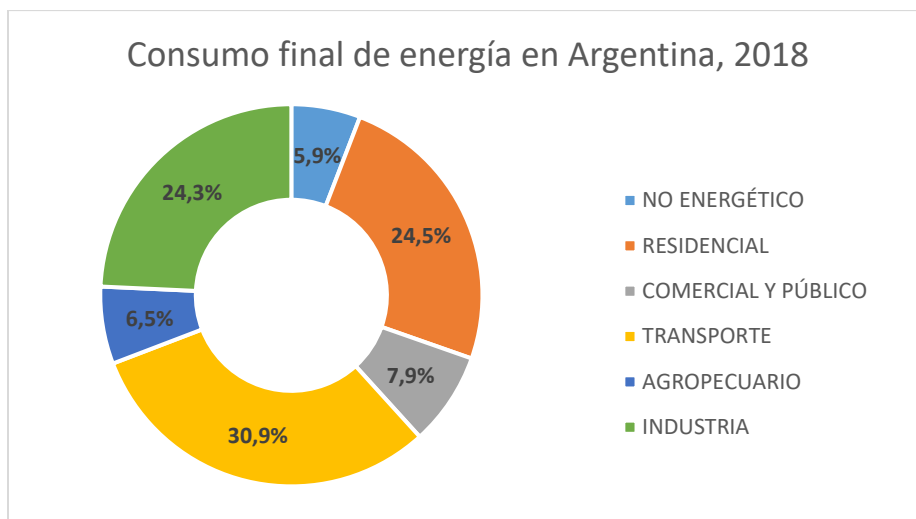


Gráfico 10 – Consumo final de energía en Argentina, 2019. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)

La tendencia del consumo (se incluye consumo propio, final y pérdidas en centros de transformación) en los últimos 20 años, se muestra en los gráficos a continuación:

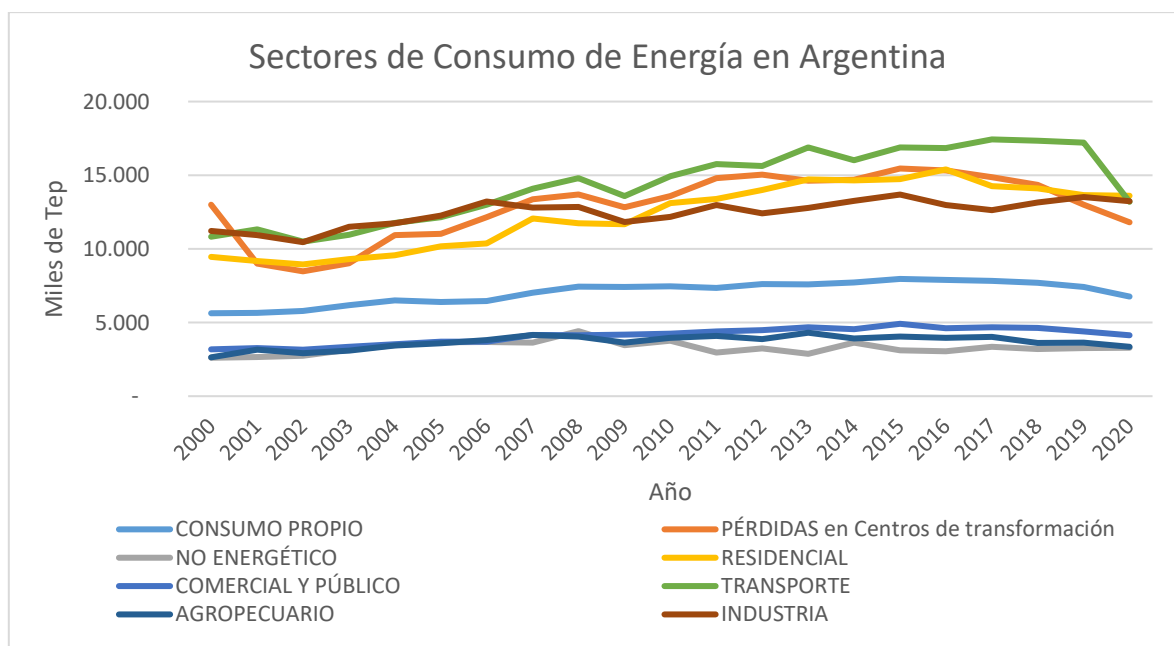


Gráfico 11 – Consumo de energía. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022)

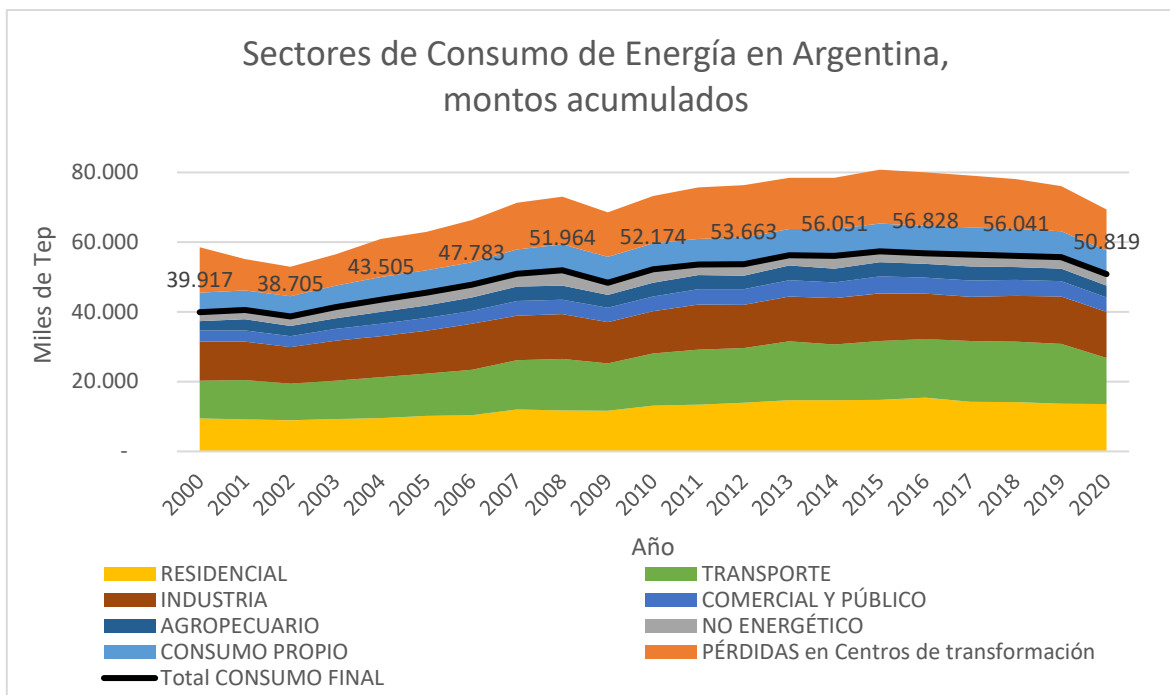


Gráfico 12– Consumo de energía. Elaboración propia a partir de los datos del Balance Energético Nacional (Secretaría de Energía, 2022).

Subcapítulo 1.2.: Impacto del COVID-19 en Argentina y ASPO

La pandemia por COVID 19 produjo el derrumbe de la demanda mundial de combustibles fósiles. Según cifras de la Energy Information Administration, la demanda de petróleo global se redujo en al menos 18 millones de barriles diarios (mbd) a causa de la pandemia, una cifra equivalente al 20% de la demanda global. De un promedio de aproximadamente 60 dólares por barril (USD/bbl), el 18/3/20 el crudo cotizó aproximadamente 20 USD/bbl, llevándolo a niveles no vistos desde finales del siglo XX, período caracterizado por presentar un mercado completamente saturado. (Balza, Carvajal, Madrigal Martínez, Montanez, & Sucre, 2020).

La caída en la demanda se explicó fundamentalmente por la parálisis de sector transporte. El transporte representa cerca de 70% del consumo total de petróleo a nivel global. Con órdenes de confinamiento por ley, distanciamiento social y movilidad reducida, el transporte – por tierra o aire – prácticamente se vio paralizado. Esta paralización ocurrió rápidamente toda vez que las órdenes de confinamiento y prohibición de viajes tuvieron un efecto inmediato y con cierto grado de sincronización. Por el contrario, la oferta de petróleo no se redujo en la misma proporción. (Balza, Carvajal, Madrigal Martínez, Montanez, & Sucre, 2020).

La menor actividad y las restricciones, junto a una guerra de precios entre Arabia Saudita y Rusia a comienzos del 2020, ocasionó una gran volatilidad en el precio del petróleo (crudos internacionales de referencia: Brent y West Texas Intermediate, WTI), que incluso marcó valores negativos en abril (20/4/20). En 2020, el precio promedio del barril de crudo Brent fue de USD 42,6, en comparación con USD 64,7 en 2019. (YPF S.A., 2021).

Figura 1.A | Precios: Petróleo (Ene. 2020 – Hoy)

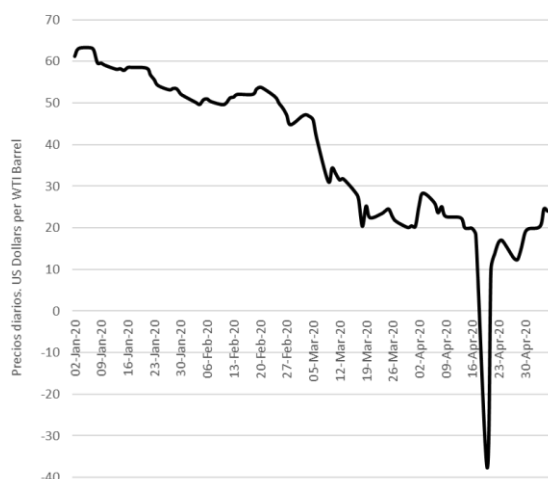


Figura 1.B | Balance del Mercado : Petróleo

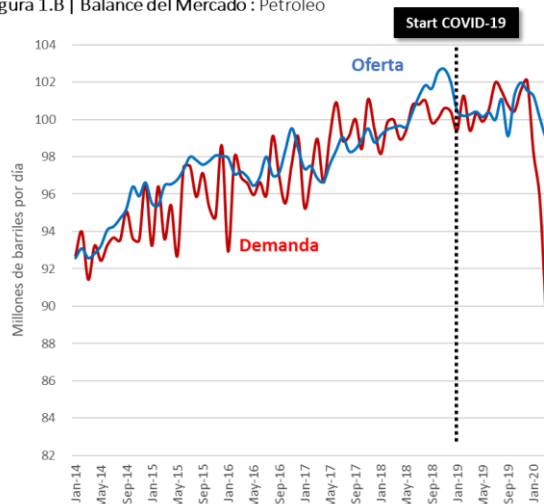


Gráfico 13 – Precios del Petróleo (2/1/20 – 18/3/20) y Balance del Mercado (oferta y demanda global de petróleo). Fuente: Elaboración de los autores con base en Bloomberg y Energy Information Administration. (Balza, Carvajal, Madrigal Martínez, Montanez, & Sucre, 2020)

En Argentina se estableció la emergencia pública en materia sanitaria en el ámbito de nuestro país declarada por la Ley 27.541 y la medida de “Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio” (ASPO), a través del Decreto de Necesidad y Urgencia N° 297/2020 y sus prórrogas⁹, con vigencia desde el 20/3/20 hasta el 7/6/20. Estas medidas para frenar la pandemia tuvieron un impacto económico, observándose en Argentina una caída del PIB del 9,9% en 2020, en similar medida a como ocurrió en otros países.

Por el aislamiento, la movilidad en el país se redujo en hasta un 80%¹⁰ (Gráfico 14), generando un colapso en la demanda de los combustibles relacionados con la actividad industrial y transporte (-70% naftas, -50% gasoil y -90% aviación, durante la fase I del aislamiento).

Las ventas de naftas y gasoil en marzo de 2020 se redujeron 22,7% i.a. debido principalmente a los efectos del ASPO durante los días 20 a 31 de marzo. Bajo el supuesto de que en los días 1 a 19 las ventas diarias fueran aproximadamente igual que en febrero de 2019, se observa una caída del 64,3% en la demanda de nafta y gasoil en los días de aislamiento del mes de marzo.

La demanda total de gas natural aumentó 6,2% en enero de 2020 (último dato disponible) respecto a igual mes del año anterior. Sin embargo, en el acumulado de los últimos 12 meses la demanda se redujo un 2,9%.

La demanda total de Energía Eléctrica se aumentó en marzo de 2020 un 9,3% respecto a igual mes del año anterior.

⁹ La medida fue prorrogada por los DNU 325/2020, 355/2020, 408/2020, 259/2020 y 493/2020.

¹⁰ Respecto de principios de marzo/20, según datos de Waze y Google Mobility, consolidados por la Dirección Nacional de Observatorio Vial, Ministerio de Transporte. (Ministerio de Transporte Argentina, 2021).

En los días 1 a 19 la demanda eléctrica total creció 17,8% respecto a mismos días de marzo de 2019, mientras que en los días 20 al 31 disminuyó 4,6% respecto a iguales días de marzo de 2019. La demanda Industrial y Residencial muestran un comportamiento inverso.

En los últimos 12 meses la demanda de energía eléctrica total se redujo en 0,5% respecto del año anterior.

La demanda energética creció entre septiembre de 2019 y febrero de 2020, es decir, comenzó a caer antes de sentirse los efectos de la pandemia del Coronavirus (Covid-19) y la cuarentena obligatoria. Sin embargo, **la paralización total de la demanda en los 11 días de ASPO de marzo deja ver dos aspectos: se desploma toda demanda correlacionada con la actividad industrial y transporte, pero no así la demanda Residencial, debido mayormente a un uso más intensivo en los hogares y a factores climáticos.** (Instituto Argentino de la Energía "General Mosconi", IAE, 2020, p. 1).



Gráfico 14 – Porcentaje de movilidad respecto al 1/3/20. (Ministerio de Transporte Argentina, 2021)

Ante este nuevo escenario de demanda de los combustibles fósiles, las compañías petroleras plantearon diferentes estrategias para regular el stock de producto, y evitar asumir altos costos por parar la producción bajo el contexto de agotamiento de la capacidad de almacenamiento del sistema nacional.

Al respecto, en caso de parar la producción, existen dificultades para la posterior recuperación de los procesos (o incluso la pérdida total de pozos en yacimientos maduros con operación por recuperación secundaria), se tiene un alto lucro cesante y costos asociados a la ulterior puesta en marcha de las plantas de tratamiento y procesamiento, como así también aspectos relacionados a la seguridad operativa bajo regímenes no estacionarios, principalmente en las refinerías.

El 24/4/20, Diamante en el diario La Nación publicaba lo siguiente:

Una vez que todas las alternativas de acopio son abordadas, el último eslabón del sector es cerrar los pozos de producción. Es la decisión más costosa para las operadoras porque, si bien varía por yacimiento y tipo de pozo, una vez que se corta el flujo, luego pueden haber problemas geológicos que hacen que ese pozo no vuelva a tener la misma productividad.

Si bien a partir de mayo se espera un leve crecimiento de la demanda, por la flexibilización de la cuarentena, en la industria ya anticipan una menor actividad en los campos petroleros, debido a que no hay más lugar de almacenaje y a que las exportaciones no son posibles con precios del Brent en torno a los US\$20, a los cuales hay que restarle las retenciones y el costo logístico. (Diamante, 2020, p. 1)

Entre las acciones llevadas a cabo por las principales firmas que operan en el mercado argentino, se observaron algunas exportaciones puntuales de crudo a un precio con descuentos sobre la cotización del Brent y se suspendieron las operaciones en las refinerías Plaza Huincul de YPF S.A, Raizen S.A. en Dock Sud y Campo Durán de Refinor S.A.

Por otra parte, frente a la necesidad de evacuar el crudo para aliviar el sistema de almacenamiento y evitar mayores impactos sobre la producción de petróleo, ciertas empresas productoras optaron por alquilar buques tanques cruderos con el fin de emplearlos como almacenamiento flotante, esperando una recuperación de los precios internacionales.

El 21/4/20 Gandini (2020) en el diario online EconoJournal publicaba lo siguiente:

Aún no está claro cómo repercutirá en el país el crash del negocio petrolero en EE.UU. que se registró ayer. El West Texas Intermediate (WTI), la referencia en ese mercado, cotizó por primera vez en su historia a precio negativo (llegó a tocar un valor de menos 37 dólares y cerró la jornada cerca de los -US\$ 17 por barril).

En la Argentina, la valuación del WTI no determina el precio local del crudo. Tampoco el de las naftas. Al igual que buena parte del comercio internacional de petróleo, la referencia en el país es el Brent, la nomenclatura del petróleo que se extrae en el Mar del Norte, que cerró ayer a US\$ 25,40.

La problemática que repiten, sin embargo, tanto las petroleras que operan en la Argentina como las de Norteamérica es el derrumbe de la demanda como consecuencia de la pandemia del Covid-19. La venta de naftas y jet fuel se desplomó en el último mes por debajo de un 80 por ciento. Sólo el comercio de gasoil se mantiene medianamente a flote (aunque con una caída significativa cercana al 50%) porque la cosecha del campo se realiza a buen ritmo. (párr. 1 - 3).

EconoJournal relevó entre varios de los principales jugadores del mercado qué está haciendo cada uno para defender valor en este contexto de crisis. La mayoría optó por contratar barcos para almacenar petróleo de forma flotante. A continuación, un repaso de algunos casos.

YPF: la mayor petrolera del mercado logró exportar a PetroChina unos días atrás un cargamento de Cañadón Seco, que produce al norte de Santa Cruz. Es la primera vez en años que exporta ese tipo de petróleo pesado, lo cual no fue sencillo. Si bien debió aceptar un descuento en el precio de venta, logró despachar el producto. También quiso exportar crudo Medanito, la mezcla de crudo que produce Neuquén, que tampoco suele exportar. Recibió ofertas de compra con un descuento de 18 dólares sobre el precio del Brent para exportar a Houston.

La petrolera declinó esas ofertas y empezó a almacenar crudo Medanito en los barcos Cabo Misaki y Seaways Goldmar, dos embarcaciones de tipo Panamax (con capacidad para cargar 475.000 barriles), que hoy están flotando en el Atlántico. La compañía paga una tarifa diaria que equivale al time-charter de los buques más un fee negociado con la empresa armadora. El valor oscila entre los 25.000 y los 40.000 dólares.

Pan American Energy (PAE): la segunda petrolera del mercado realizó una jugada que, a la vista de los hechos, parece haber sido auspiciosa. La semana pasada realizó una licitación para exportar, en un mismo tender, tres cargamentos de crudo Escalante, cada uno de un millón de barriles, en mayo, junio y julio. La empresa controlada por Bidas, BP y CNOOC vendió sus cargamentos de petróleo a un precio fijo equivalente al valor del Brent (que la semana pasada estuvo cerca de los 30 dólares) menos un descuento inferior a los 10 dólares. Para entender la volatilidad del mercado basta decir que BB Energy, el trader que se quedó con dos de esos cargamentos, revendió los barcos dos días después de haberlos comprado.

Pluspetrol: el tercer mayor productor del país inició un proceso de contratación de un buque de tipo Panamax para, al igual que YPF, almacenar petróleo en alta mar. Si bien la contratación de una primera embarcación está asegurada, el problema, al igual que para otras compañías, es la disponibilidad de barcos a futuro.

Vista Oil&Gas: la petrolera creada por Miguel Galuccio fue una de las primeras en negociar un acuerdo de almacenamiento flotante (floating storage). En ese sentido, llegó a un acuerdo con Trafigura, uno de los mayores traders del planeta y hoy acopia en un barco buena parte de la producción que extrae desde Neuquén.

Tecpetrol: la petrolera del grupo Techint sacó un tender para exportar un cargamento con líquidos que extrae desde la cuenca Neuquina. Sondeó el mercado pero consideró que los precios no eran los adecuados. Para manejar el sobrestock de petróleo y derivados ajustó a la baja los niveles de producción de extrae desde Fortín de Piedra, su campo insignia en Vaca Muerta.

Raízen: la empresa brasileña que maneja la marca Shell suspendió el viernes pasado su refinería en Dock Sud por la caída de las ventas de combustibles. A su vez, completó su flota propia de barcos de transporte (y charteó uno más) con crudo Medanito, Cañadón y Escalante. Hoy esos buques esperan en aguas abiertas (no está permitido dejar amarrados

buques cargados de combustibles) a la espera de que la compañía decida reactivar la refinería.

Total: la petrolera francesa tiene previsto realizar una exportación de petróleo de tipo Hydra, que extrae en forma asociada al gas que extrae desde sus yacimientos offshore al sur de Tierra del Fuego. Ese petróleo es consumido regularmente por Raízen. Pero frente al parate de la refinería, Total optó por exportarlo. (párr. 6 - 15).

Mientras que el 23/4/20 el diario EnergíaOn (2020) mencionaba que:

La crisis abierta en la industria petrolera por la baja demanda de combustibles a raíz de la cuarentena obligatoria está mostrando un escenario impensado en el segmento del downstream en donde ya son tres las refinerías del país que debieron parar su producción ante la imposibilidad de seguir acopiando los combustibles que nadie compra.

La primera refinería en frenar su actividad fue la que posee YPF en Plaza Huincul y que procesa mayoritariamente el petróleo de Vaca Muerta. Allí los tanques de acopio se colmaron rápidamente y desde hace dos semanas el complejo trabaja despachando los combustibles ya procesados.

El viernes pasado una de las grandes refinerías del país también debió frenar su producción. Se trata del complejo industrial que posee la firma Raízen en Dock Sud en donde elaboran los combustibles que se venden bajo la marca Shell en todo el país.

Las instalaciones también colmaron su capacidad de acopio y llevaron a que se paralice la producción, hasta tanto se recuperen niveles de almacenamiento.

Esta semana fue el turno del norte, dado que la refinería de Campo Durán, Refinor, también frenó su producción. En este caso el paro de la planta, que es operada por YPF en un consorcio con Pampa Energía y Pluspetrol. (EnergíaOn, 2020, párr. 1 - 5).

La opción de emplear buques para almacenamiento se observó a nivel mundial, lo que generó una menor disponibilidad de embarcaciones en el mercado spot y la consecuente suba de las tarifas de fletes. A continuación, se muestra la evolución mundial de las tarifas de los alquileres (Aframax, Suezmax y VLCC¹¹), las cuales se elevaron entre 4 y 10 veces (según la capacidad del buque) en marzo/mayo '20, respecto a los valores de fines de febrero '20:

¹¹ Clasificación de buques según su capacidad, en Deadweight tonnage (DWT): Panamax (55.000-80.000 DWT), Aframax (75.000-120.000 DWT), Suezmax (120.000-200.000 DWT), Very Large Crude Carrier o VLCC (200.000-320.000 DWT). En Argentina se opera con buques tipo Panamax, atado a las limitaciones en los calados de los puertos.

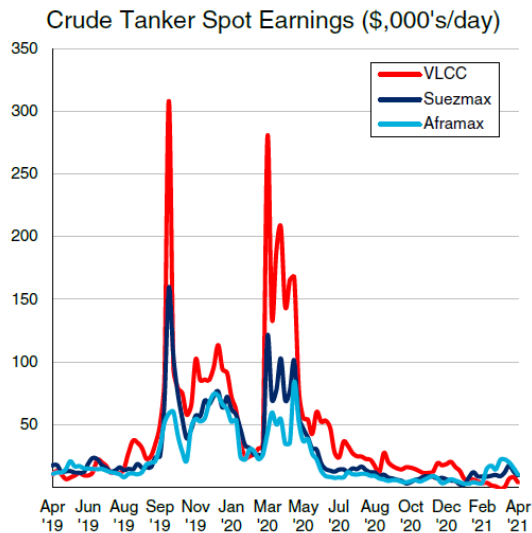


Gráfico 15 – Mercado Spot buques cruderos. (Clarksons, 2021)

Al respecto, el 24/4/20 Diamante (2020) indicaba en su artículo del diario La Nación lo siguiente:

La caída del consumo del petróleo en todo el mundo generó una sobreabundancia de oferta que los productores no saben donde colocar. Esto derivó en una caída abrupta del precio y **en un aumento proporcional en la demanda de tanques de almacenaje, que hizo disparar los valores de alquiler de buques de carga.**

La Argentina no tiene capacidad de almacenamiento, ya que su infraestructura está adaptada para el transporte y la exportación. (...)

En la industria, el principal lugar de almacenaje son las **plantas de tratamiento de productos procesados** que tienen las refinadoras YPF, Raízen (opera las estaciones de servicio de Shell), Axion y Trafigura (Puma Energy). Por lo general, la capacidad de almacenamiento alcanza para el procesamiento de crudo de 15 a 20 días.

(...) Se calcula que actualmente **hay amarrados cinco barcos de los llamados Panamax, con una capacidad de almacenaje de 500.000 barriles.**

En un contexto de normalidad, las negociaciones con el armador (quien tiene la concesión del buque) se establecen con base en el transporte de combustible de un puerto a otro (...). Sin embargo, **en esta situación, las empresas negocian contratos de largo plazo para que el buque almacene el crudo por un plazo mínimo de seis meses.**

Por la mayor demanda, en el último mes, **el precio de alquiler aumentó de US\$ 30.000 a US\$ 55.000 por día para los buques que almacenan hasta 500.000 barriles (US\$0,11 por barril).** (párr.. 1 - 6)

A la Argentina no llegan **los buques de carga VLCC, que son los más grande del mundo con una capacidad para transportar 2 millones de barriles** y un costo actual de US\$140.000 por día (US\$0,07 por barril). Le siguen en tamaño los **Suezmax**, con capacidad de almacenamiento de un millón de barriles, y los LR2, con 750.000 barriles. Para poner en perspectiva, antes de la crisis, la Argentina producía 540.000 barriles por día, que abastecían

prácticamente todo el consumo interno, y la oferta mundial eran 100 millones de barriles diarios (hoy cayó a 70 millones).

"El precio de los VLCC aumentó 625%, los Suezmax subieron 238% y los LR2 aumentaron un 345%. Estos buques tanqueros tienen costos operativos y financieros fijos de alrededor de entre US\$14.000 y US\$20.000 por día, dependiendo del tipo de activo y el apalancamiento específico. Por lo tanto, **los flujos de efectivo reales están más cerca de US\$30 millones para VLCC, US\$10 millones para Suezmax y casi US\$15 millones para LR2s**", explica una nota de J Mintzmyer, especialista en mercado marítimo, en Seeking Alpha. (párr. 8 - 9).

El ASPO como medida de prevención durante la pandemia, presentó una situación atípica en el mercado del petróleo y derivados: la caída de la demanda atada al consumo por el sector transporte. De este escenario surge una nueva posibilidad, pensar ¿qué pasaría si la demanda de combustibles fósiles (para transporte) cayera en un futuro? Si bien, las proyecciones actuales plantean que por las necesidades futuras de energía la demanda global aumentará notablemente, por lo cual los recursos fósiles no desaparecerán durante las transiciones energéticas, sino que serán de ser quienes acompañen tal proceso, podría existir un escenario donde estas predicciones no se cumplan o bien, que la demanda de combustibles líquidos para la industria y el transporte se vea afectada.

A partir de lo mencionado, este trabajo pretende presentar ciertas señales de cambio en el presente con potencial impacto en la demanda de los combustibles fósiles, que sirvan para imaginar un futuro alternativo de la matriz energética Argentina actual, y contestar la pregunta de hipótesis planteada: ¿Qué estrategia deberían adoptar las empresas de la industria de Oil & Gas frente a una caída en la demanda de los combustibles fósiles? ¿Hacia dónde deberían direccionar sus esfuerzos? En los próximos capítulos se abordará lo mencionado.

CAPÍTULO 2: SEÑALES DE CAMBIOS CON POTENCIAL IMPACTO EN LA DEMANDA FUTURA DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

Subcapítulo 2.1.: Cambio climático y el acuerdo de París.

Desde antes de la Revolución Industrial, las sociedades se han basado en el aumento del uso de energía para satisfacer sus necesidades de bienes y servicios. Gracias al desarrollo de los hidrocarburos, la demanda mundial de energía aumentó exponencialmente a partir de 1950 hasta el 2010, multiplicándose el consumo energético por un factor de 5, para un incremento del PIB y de la población mundiales de 6 y 2 veces, respectivamente¹².

Aproximadamente 80% de la energía del mundo provenía hasta el 2010 de combustibles fósiles, predominantemente carbón, petróleo y gas. En las últimas décadas se agregaron fuentes de energía renovables las cuales, junto con la nuclear y la hidráulica, representan una pequeña fracción del consumo total de energía en el mundo. En la siguiente ilustración, la línea delgada color lila en la parte superior corresponde a la cantidad de energía generada a partir de fuentes renovables limpias, como la eólica, la solar y la extraída de las mareas oceánicas. (IIASA, 2013).

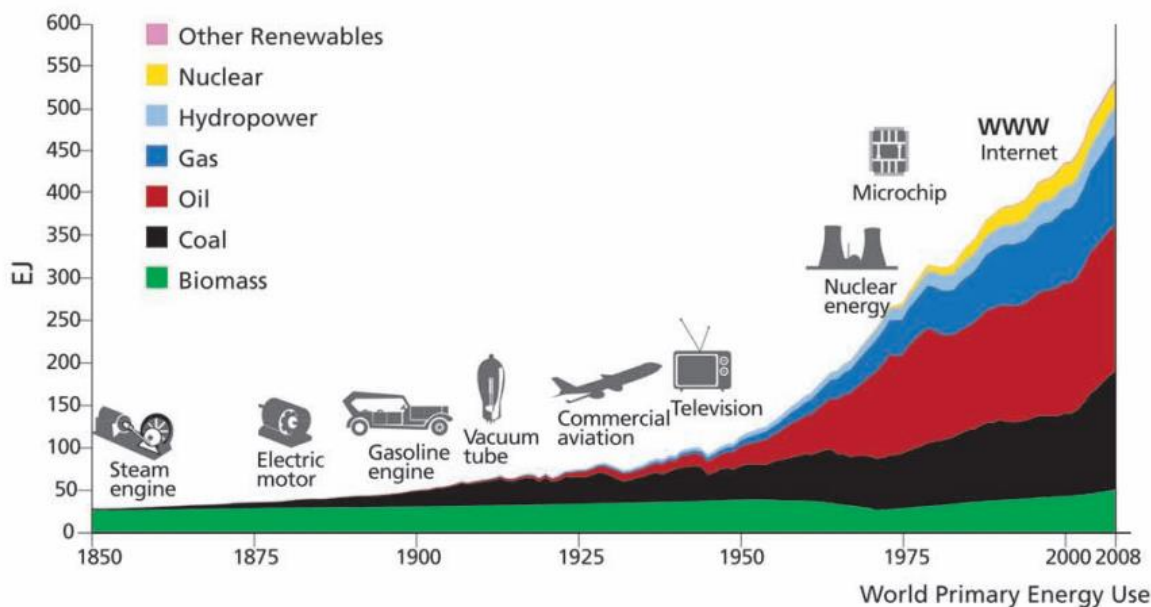


Ilustración 2 – Evolución histórica del uso mundial de energía primaria, por contribuciones absolutas de diferentes fuentes (EJ). Se observa un aumento exponencial desde 1950 (se multiplicó por 5), donde los hidrocarburos contribuyen aproximadamente al 80% de la energía primaria mundial. Los avances en las tecnologías definen los avances en los estilos de vida a lo largo del tiempo. Biomass: se refiere a la biomasa tradicional hasta las décadas más recientes. Las nuevas energías renovables se vuelven perceptibles en la última década. Actualizado por Nakicenovic et al., 1998 y Grubler, 2008. (IIASA, 2013).

¹² La población mundial pasó de 3.032 mil millones en 1960 a 6.922 mil millones en 2010, mientras que el PIB per cápita de 10.872 billones a 64.703 billones en el mismo periodo (USD a precios constantes del 2010). (Grupo Banco Mundial, 2022). Los gráficos con las tendencias se incluyeron en el apartado Apéndices.

La combustión de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) libera dióxido de carbono (y otros gases de efecto invernadero) a la atmósfera, con un amplio rango de impactos ambientales (aumento de las temperaturas globales, acidificación de los océanos, aumento del nivel del mar, precipitaciones intensas, sequías, entre otros) que probablemente aumenten en el futuro. Si bien la agricultura y el cambio de uso de la tierra también emiten dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, los combustibles fósiles, especialmente el carbón y el petróleo, producen la mayoría de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero a escala mundial. (Allison & Mandler, 2018).

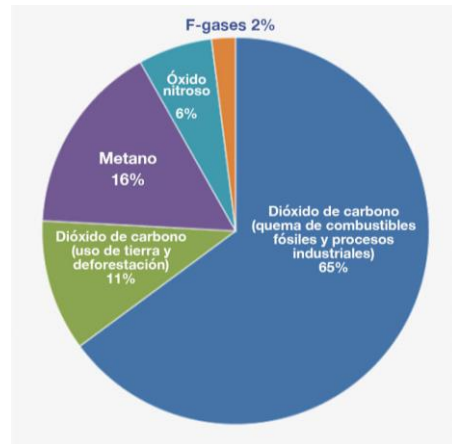


Gráfico 16 – Emisiones globales de gases de efecto invernadero. (Futuro verde, 2017)

En los últimos 800.000 años, las concentraciones de Dióxido de Carbono (CO₂) en la atmósfera nunca habían alcanzado las 300 partes por millón, cifra que se superó por primera vez en 1950 y ha ido incrementándose desde entonces. (El País, s.f.).



Ilustración 3 – Evolución de la concentración de Dióxido de Carbono en la atmósfera. (El País, s.f.)

Con la invención de la máquina de vapor, a partir de la segunda mitad del siglo XVIII y de la mano de la Revolución Industrial, a la quema de biomasa para generar energía se le sumó la del carbón, primero en el Reino Unido y luego en Europa. Asimismo, la revolución de la mecanización y la industrialización se extendió por Occidente de la mano del carbón. A esta fuente se le añadió el petróleo que, con la invención del automóvil y su producción en masa, disparó las emisiones de CO₂ (1913). Después de la Segunda Guerra Mundial, se observa un gran salto, asociado a más avances tecnológicos y al incremento demográfico. Además, empiezan a reducirse los bosques (sumideros de carbono) y se suma el gas natural a las economías desarrolladas. Al respecto, en 1992 se aprobó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, reconociéndose la existencia de un calentamiento asociado a la actividad del ser humano. (El País, s.f.).

El 12/12/15 se aprobó el Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015), adoptado por 196 Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21 en París) comprometiéndose los países firmantes a presentar planes de recorte de sus emisiones de gases de efecto invernadero. Dicho acuerdo entró en vigor el 4/11/16, y estableció en su artículo n°2 el objetivo de:

Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.). (p. 2).

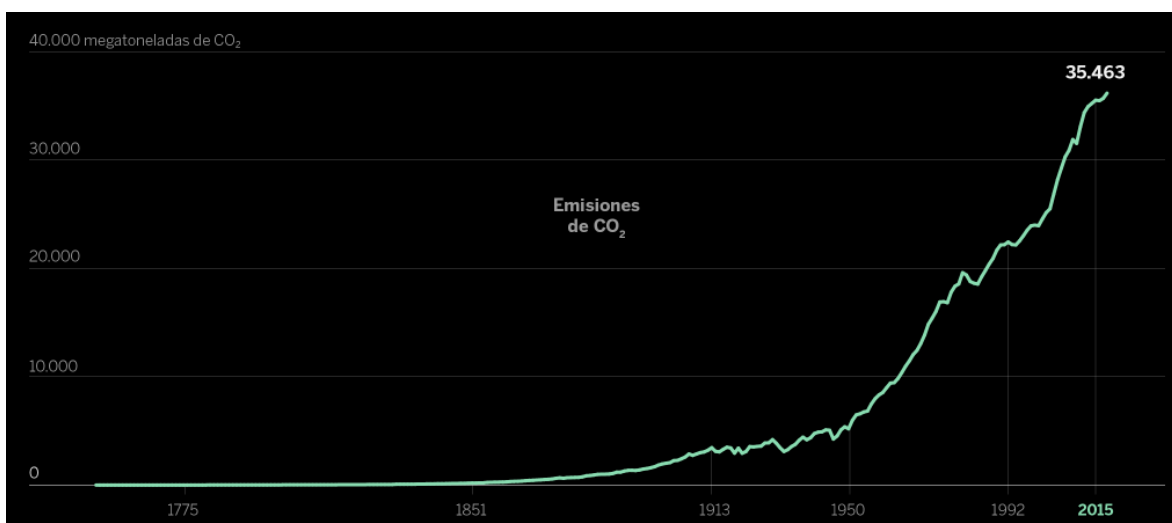


Gráfico 17 - Evolución de las emisiones de Dióxido de Carbono, en megatoneladas. (El País, s.f.)

Dada la correlación entre el aumento de la temperatura media mundial con la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, el objetivo planteado, implica que los países alcancen un máximo de las emisiones de dichos gases lo antes posible para tener un clima neutro para mediados de siglo. Esto se expresa en el artículo n°4 del acuerdo:

... las Partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardarán más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las

emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo ...” (Naciones Unidas, 2015, p. 3)

Estudios científicos indican que la temperatura media global en la superficie durante el periodo 2011 - 2020 fue 1,09 [0,95 a 1,2 °C] más alta que en el periodo 1850 - 1990, con mayores incrementos en la tierra (1,59 [1,34 a 1,83] °C) que en el océano (0,88 [0,68 a 1,01] °C). Las mayores contribuciones a ese aumento de temperatura se asocian a las actividades del ser humano, que generan dióxido de carbono y metano (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). En los siguientes gráficos se muestran la historia del cambio en la temperatura global y las causas del calentamiento, realizados en 2021 por Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés):

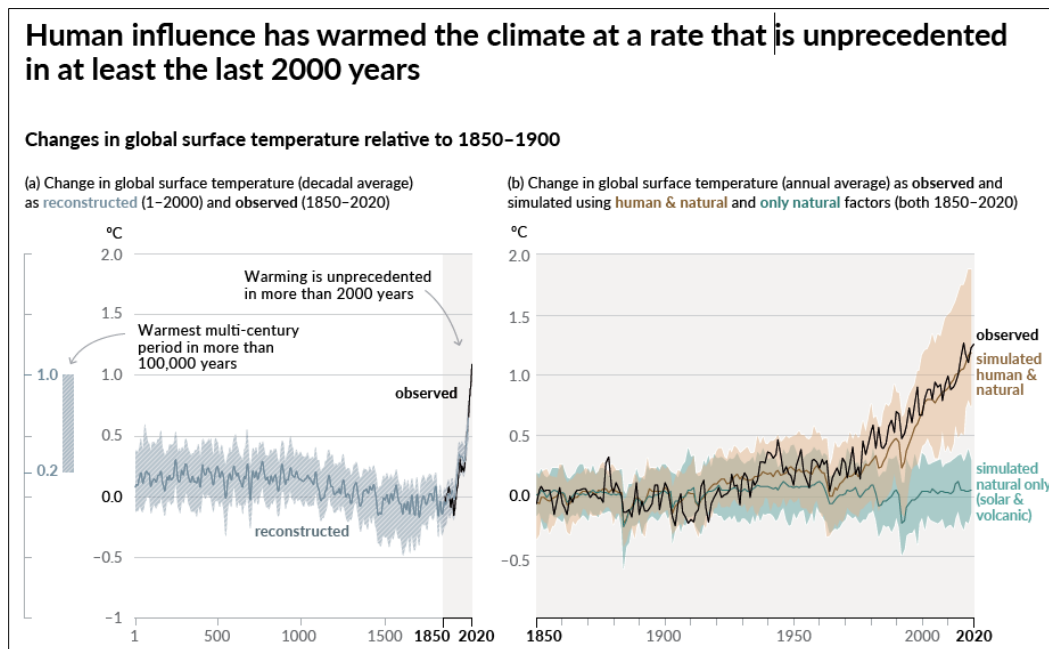


Gráfico 18 - Historia del cambio de la temperatura global y causas del calentamiento reciente. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021)

Observed warming is driven by emissions from human activities, with greenhouse gas warming partly masked by aerosol cooling

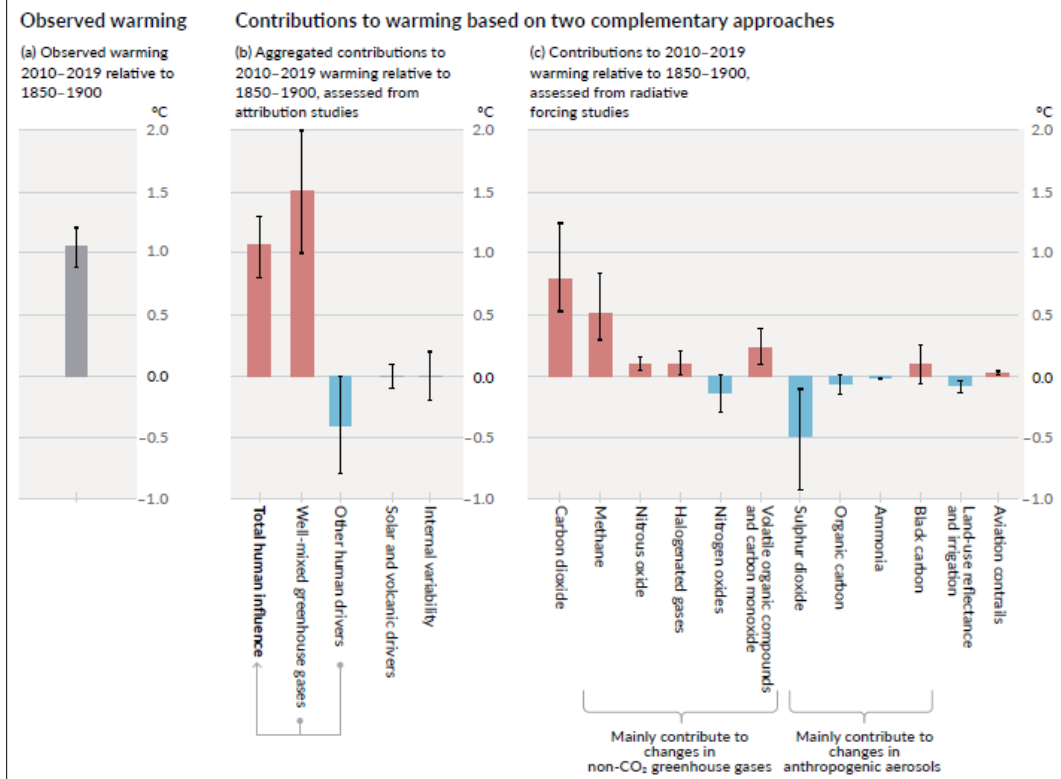
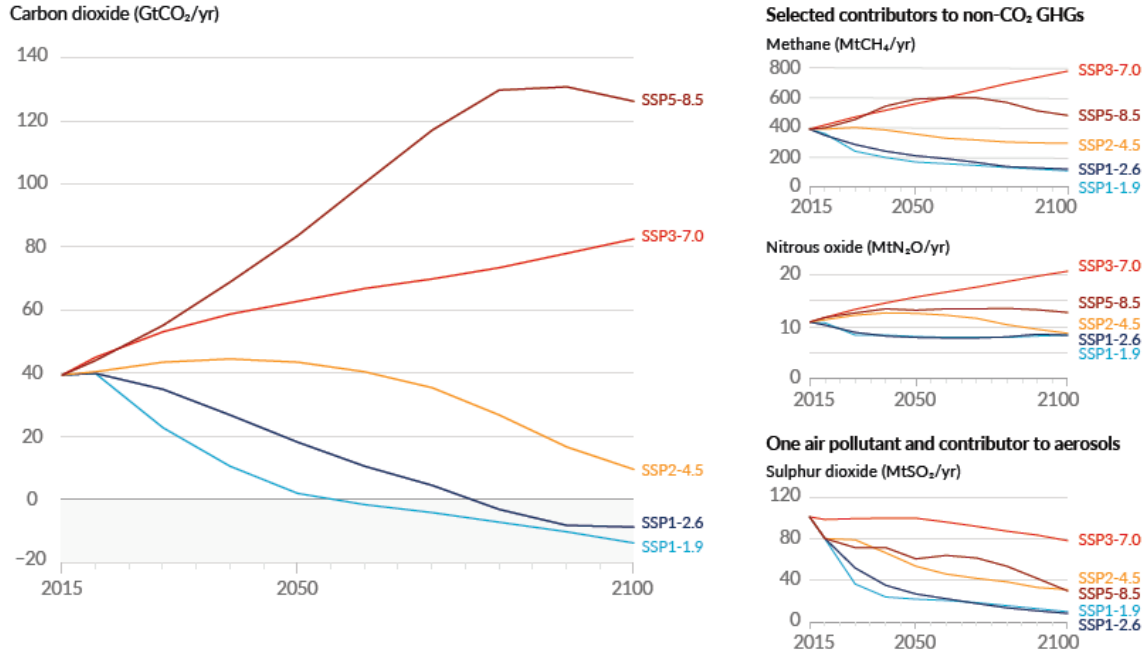


Gráfico 19 - El calentamiento observado es impulsado por las emisiones de las actividades humanas, parcialmente enmascarado por enfriamiento de aerosoles (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021)

Adicionalmente, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático formuló los siguientes cinco escenarios de emisiones futuras, con sus posibles consecuencias en el calentamiento global (variación en °C respecto al periodo 1850 - 1900):

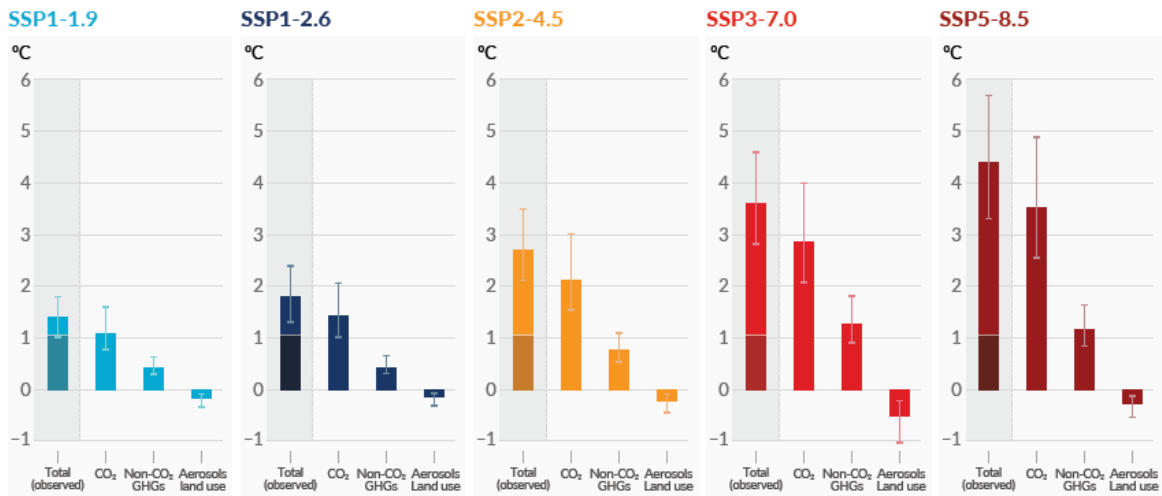
Future emissions cause future additional warming, with total warming dominated by past and future CO₂ emissions

(a) Future annual emissions of CO₂ (left) and of a subset of key non-CO₂ drivers (right), across five illustrative scenarios



(b) Contribution to global surface temperature increase from different emissions, with a dominant role of CO₂ emissions

Change in global surface temperature in 2081–2100 relative to 1850–1900 (°C)



Total warming (observed warming to date in darker shade), warming from CO₂, warming from non-CO₂ GHGs and cooling from changes in aerosols and land use

Gráfico 20 – Cinco escenarios ilustrativos de emisiones antropogénicas futuras de los impulsores del cambio climático y su contribución al calentamiento global (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021)

El cambio climático inducido por el hombre ya está afectando a los fenómenos meteorológicos y causando extremos climáticos en todas las regiones del mundo, tales como olas de calor, fuertes precipitaciones, sequías y ciclones tropicales. Cabe aclarar que con cada aumento de la temperatura

global de la superficie de la tierra los cambios se hacen más grandes en la temperatura media regional, la precipitación y la humedad del suelo, existiendo regiones que sufrirán mayores cambios climáticos. Esto fue representado en las siguientes ilustraciones, según las simulaciones realizadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

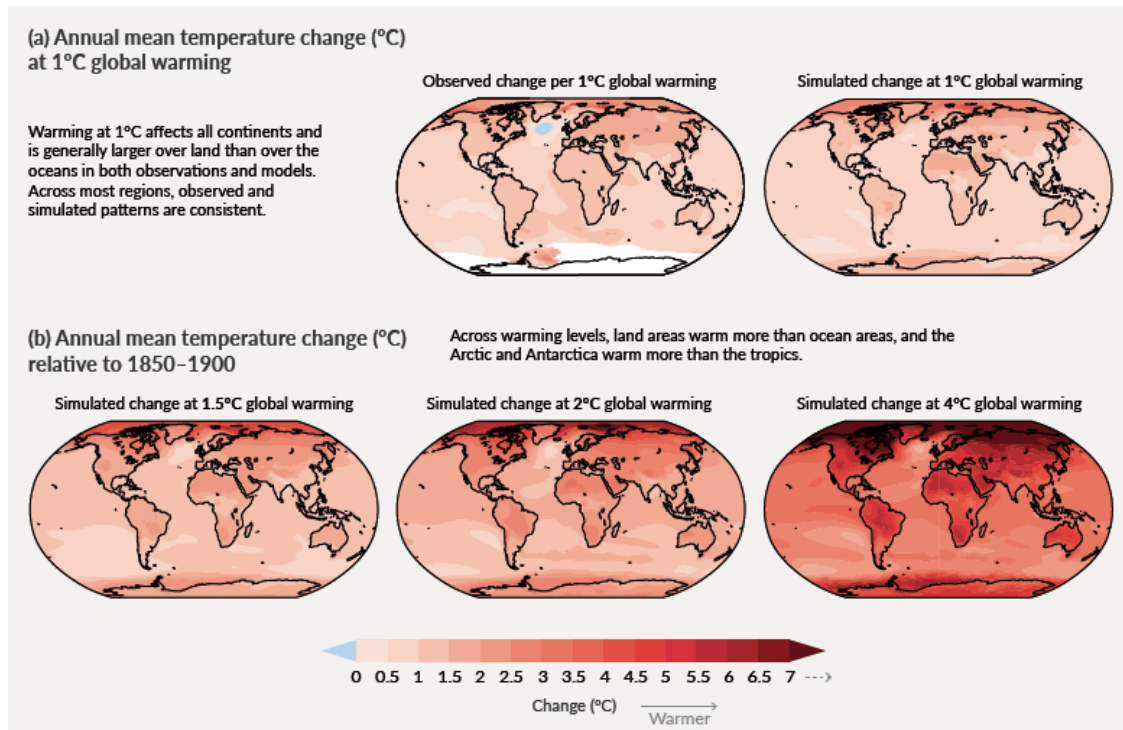


Ilustración 4 - Simulaciones del cambio en °C de la temperatura en el mundo para cada escenario de aumento de la temperatura global promedio. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

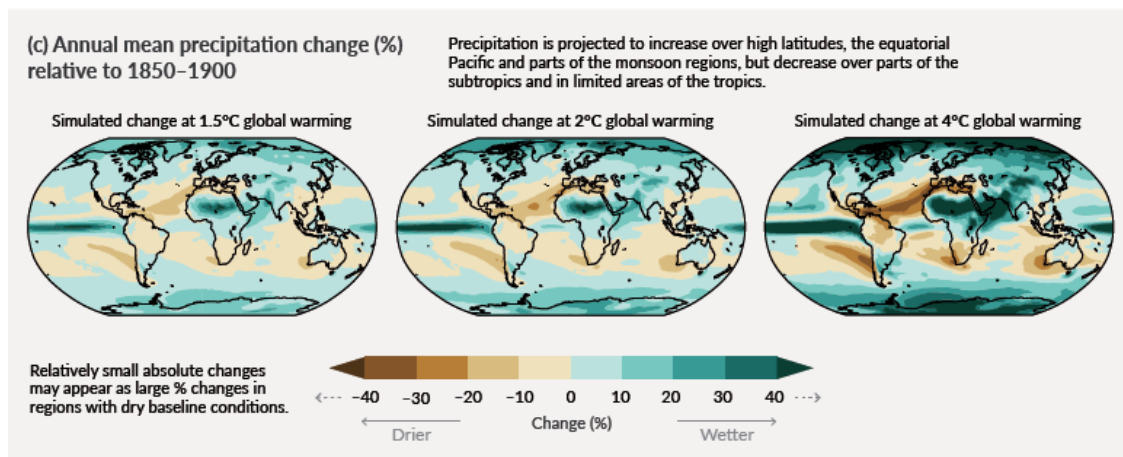


Ilustración 5 – Simulaciones del cambio en las precipitaciones, en %, para cada escenario de aumento de la temperatura global promedio. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

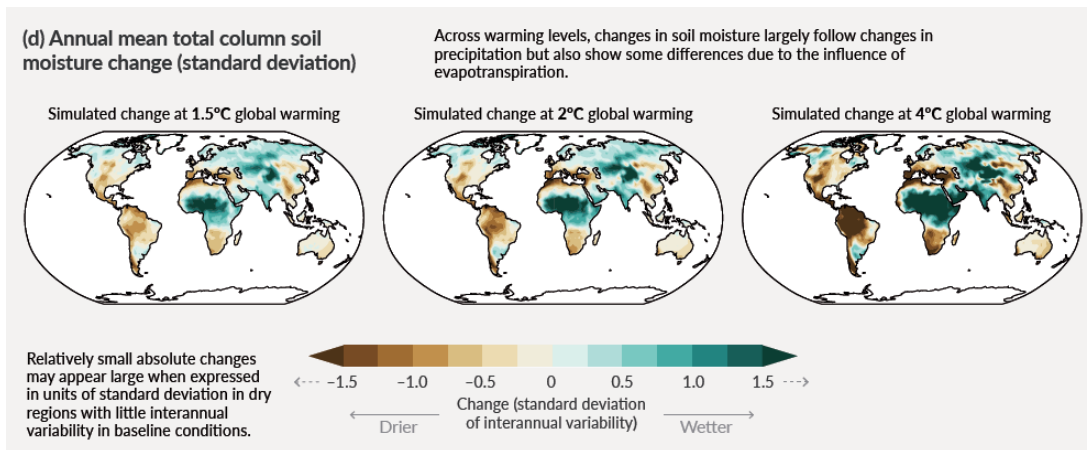


Ilustración 6 – Simulaciones del cambio en la humedad en el suelo (variación estándar) para cada escenario de aumento de la temperatura global promedio. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

Se requieren cambios importantes en las tendencias actuales si se quiere que los futuros sistemas energéticos sean asequibles, seguros y ambientalmente racionales, uno de los graves desafíos que deberá enfrentar la humanidad en las próximas décadas. Sin embargo, el petróleo y gas probablemente jugarán un papel fundamental en la producción de energía en el mundo y consumo durante gran parte del siglo XXI.

Adicionalmente, cabe destacar cómo es fue el aporte de los países a la concentración actual de gases de efecto invernadero en el planeta, lo cual fue contemplado en el Acuerdo de París, indicándose lo siguiente (artículo n°4):

La contribución determinada a nivel nacional sucesiva de cada Parte representará una progresión con respecto a la contribución determinada a nivel nacional que esté vigente para esa Parte y reflejará la mayor ambición posible de dicha Parte, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales.

Las Partes que son países desarrollados deberían seguir encabezando los esfuerzos, adoptando metas absolutas de reducción de las emisiones para el conjunto de la economía. Las Partes que son países en desarrollo deberían seguir aumentando sus esfuerzos de mitigación, y se las alienta a que, con el tiempo, adopten metas de reducción o limitación de las emisiones para el conjunto de la economía, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales. (Naciones Unidas, 2015, p. 3)

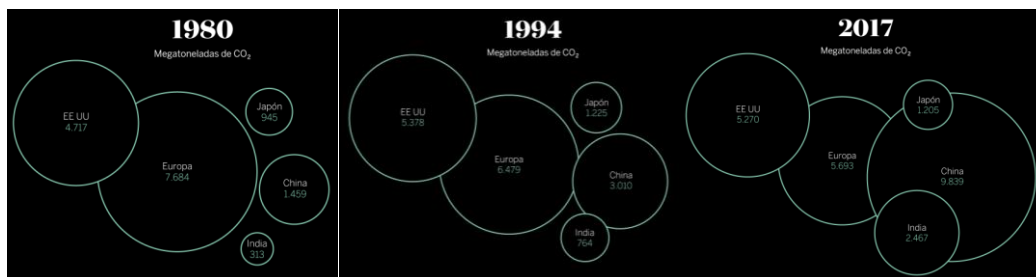


Gráfico 21 - ¿Qué países producen más CO₂? Valores en megatoneladas. (El País, s.f.)

En los siguientes gráficos, se muestra la evolución histórica de generación de Dióxido de Carbono asociada a emisiones generadas por combustibles fósiles, en megatoneladas, de los principales países aportantes y el valor acumulado mundial al 2020 (Global Carbon Project, 2020):

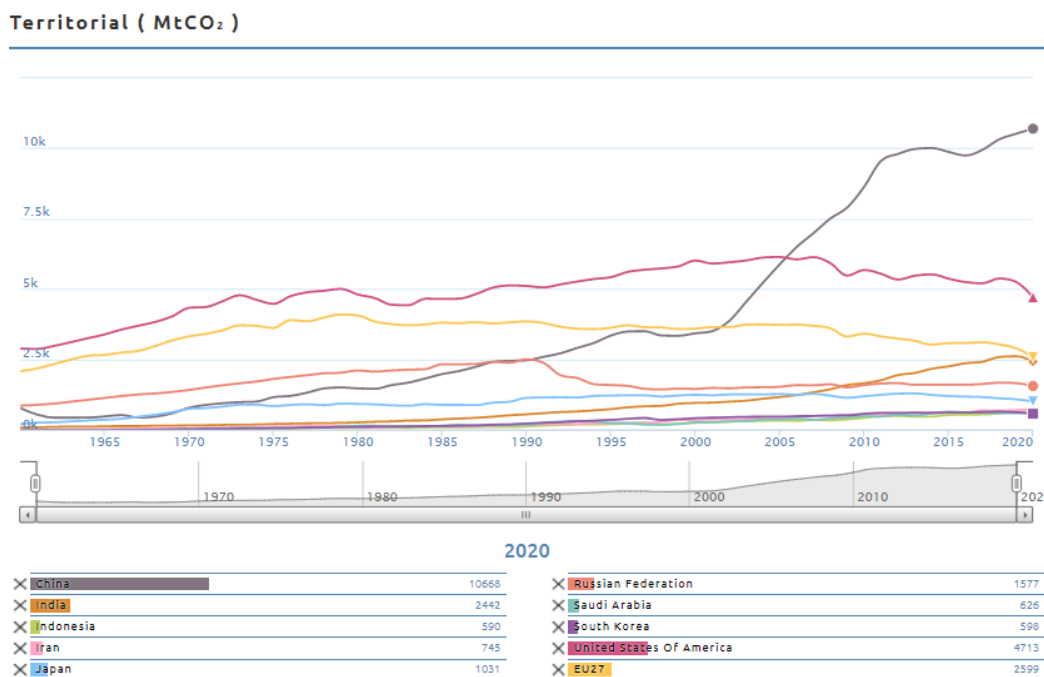


Gráfico 22 – Evolución de las emisiones de CO₂ por combustibles fósiles. (Global Carbon Project, 2020).

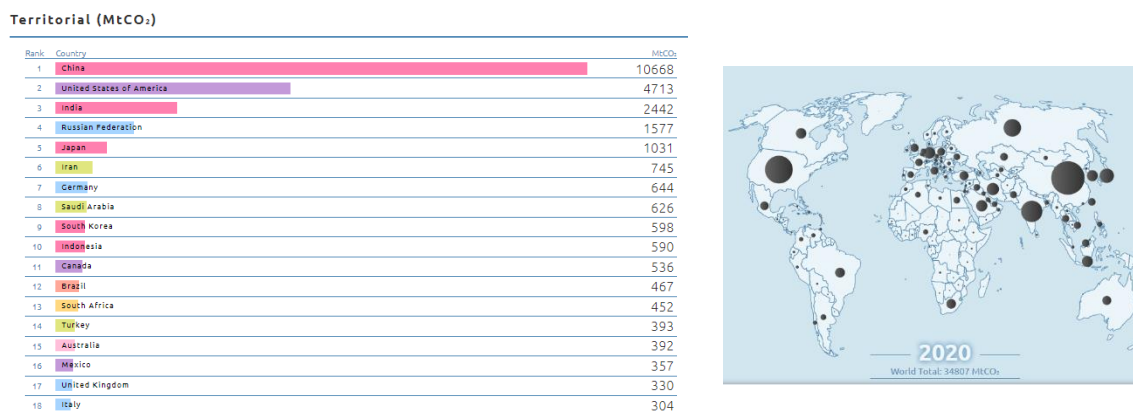


Gráfico 23 - Emisiones de Dióxido de Carbono por combustibles fósiles acumuladas al 2020, en megatoneladas. Total, mundial al 2020 = 34.807 MtCO₂ (Global Carbon Project, 2020).

Cabe mencionar que Argentina se encuentra en la posición n°31 dentro de la contribución mundial, habiendo aportado al 2020 un total de 157 MtCO₂ a las emisiones por combustibles fósiles.

Por otra parte, resulta relevante presentar las emisiones per cápita en cada país a los efectos de evaluar su impacto sobre la base de su población. Por ejemplo, en 2019 si bien China fue el mayor emisor de CO₂, Estados Unidos fue responsable de generar en promedio 14,4 toneladas de CO₂ por persona, en comparación con 7,1 toneladas de CO₂ por persona emitidos por China (Deshmukh & Smith, 2021). En la siguiente ilustración se muestran los principales países emisores de CO₂ en relación con su cantidad de habitantes (año 2019):

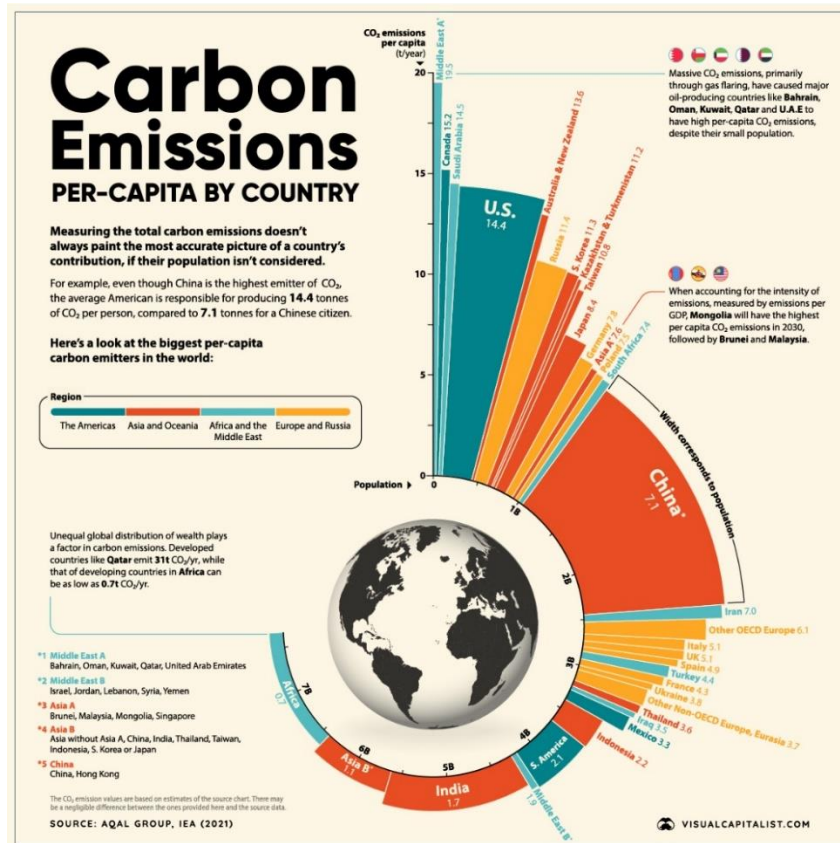
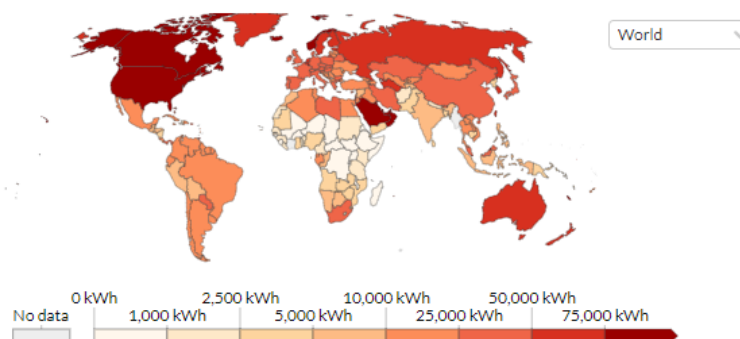


Ilustración 7 – Emisiones de Dióxido de Carbono por persona por país, año 2019. (Deshmukh & Smith, 2021)

El grupo “Medio Oriente A” (Bahréin, Omán, Kuwait, Qatar y Emiratos Árabes) es el mayor emisor de Dióxido de Carbono por persona por año, principalmente asociado a la actividad de producción de petróleo y gas. Le siguen Canadá, Arabia Saudita y Estados Unidos. La lista de los diez primeros se muestra en la Tabla 1 – Países que lideran las emisiones de Dióxido de Carbono por persona, valores del 2019. . siendo el valor promedio mundial de 4,4 toneladas/año por persona. En el caso de Sudamérica, la región emite 2,1 toneladas/año por persona.

Energy use per person, 2019

Energy use not only includes electricity, but also other areas of consumption including transport, heating and cooking.



Source: Our World in Data based on BP & Shift Data Portal
 Note: Energy refers to primary energy - the energy input before the transformation to forms of energy for end-use (such as electricity or petrol for transport).
 OurWorldInData.org/energy • CC BY

Ilustración 8 – Uso de energía primaria por persona en el mundo. (Our World in Data, 2019)

Tabla 1 – Países que lideran las emisiones de Dióxido de Carbono por persona, valores del 2019. (Deshmukh & Smith, 2021).

Rank	Country or Region	Carbon Emissions Per Capita (t/year)
#1	Middle East A*	19.5
#2	Canada	15.2
#3	Saudi Arabia	14.5
#4	United States	14.4
#5	Australia & New Zealand	13.6
#6	Russia	11.4
#7	South Korea	11.3
#8	Kazakhstan & Turkmenistan	11.2
#9	Taiwan	10.8
#10	Japan	8.4
	Global Average	4.4

*Middle East A group includes Bahrain, Oman, Kuwait, Qatar, and United Arab Emirates

Finalmente, las emisiones globales de gases de efecto invernadero pueden dividirse según las contribuciones de cada sector. Al respecto, se destaca que la mayor cantidad de gases emitidos se asocia al consumo de Energía, sector que representa más del 70% de las emisiones globales, le siguen la agricultura, deforestación y uso de la tierra e Industrias. Esta situación, claramente plantea como objetivo al sector energético para la reducción de las emisiones. Las siguientes Tablas y Gráfico muestra lo mencionado, con la apertura porcentual de las contribuciones a las emisiones globales de gases de efecto invernadero (greenhouse gases, GHGs) por sector y subsectores en el año 2016, las cuales alcanzaron un total de 49,9 mil millones de toneladas equivalentes de CO₂:

Tabla 2 – Emisiones globales de gases de efecto invernadero, valores del 2016. (Our World in Data, 2021)

Sector	Global GHG Emissions Share
Energy Use	73.2%
Agriculture, Forestry & Land Use	18.4%
Industrial processes	5.2%
Waste	3.2%

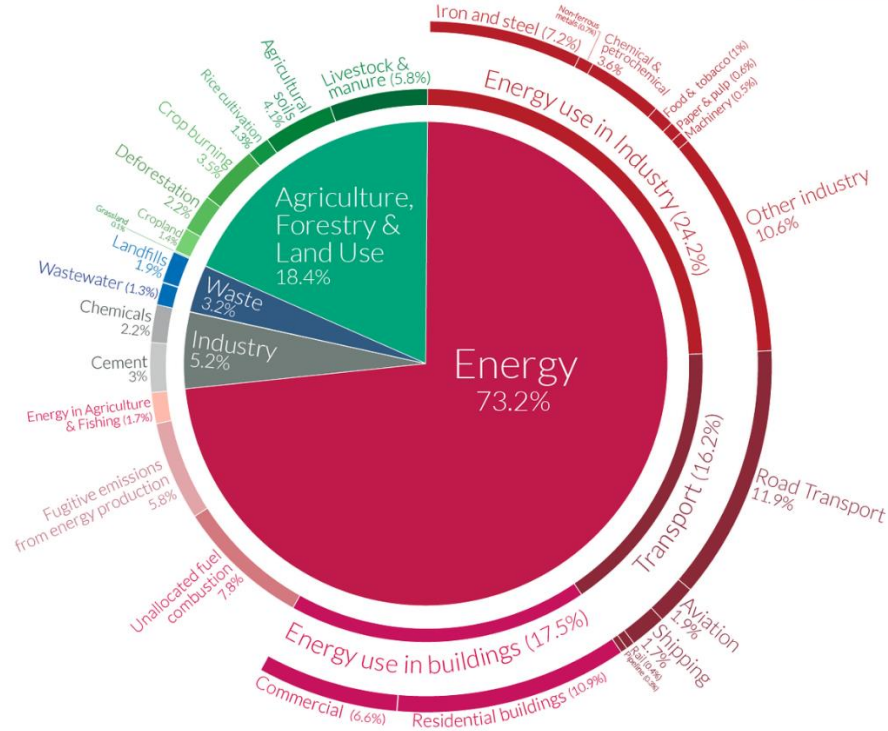
Como se muestra en la siguiente tabla (base de datos 2016), el uso de vehículos de combustión genera aproximadamente el 12% de las emisiones mundiales, mientras que el consumo de energía residencial / edificios contribuye en un 11%. Por otra parte, las industrias son fuente del 24% de las emisiones (Our World in Data, 2021).

Tabla 3 – Apertura de las emisiones globales de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de energía, según la contribución de subsectores, valores del 2016. (Our World in Data, 2021).

Sub-sector	GHG Emissions Share	Further breakdown
Transport	16.2%	<ul style="list-style-type: none"> • Road 11.9% • Aviation 1.9% • Rail 0.4% • Pipeline 0.3% • Ship 1.7%
Buildings	17.5%	<ul style="list-style-type: none"> • Residential 10.9% • Commercial 6.6%
Industry energy	24.2%	<ul style="list-style-type: none"> • Iron & Steel 7.2% • Non-ferrous metals 0.7% • Machinery 0.5% • Food and tobacco 1.0% • Paper, pulp & printing 0.6% • Chemical & petrochemical (energy) 3.6% • Other industry 10.6%
Agriculture & Fishing energy	1.7%	-
Unallocated fuel combustion	7.8%	-
Fugitive emissions from energy production	5.8%	<ul style="list-style-type: none"> • Coal 1.9% • Oil & Natural Gas 3.9%
Total	73.2%	

Global greenhouse gas emissions by sector Our World in Data

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.



OurWorldInData.org – Research and data to make progress against the world’s largest problems.
 Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020). Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).

Gráfico 24 - Emisiones globales de gases de efecto invernadero, valores del 2016. (Our World in Data, 2021)

Subcapítulo 2.2.: Transiciones energéticas.

¿A qué refiere el concepto “Transiciones energéticas”? La evidencia del cambio climático generado por las emisiones de gases de efecto invernadero y sus consecuencias reales y potenciales, implican la toma de conciencia de los efectos que tiene el desarrollo y crecimiento de la humanidad, siendo uno de los desafíos futuros transformar la forma de abastecimiento de energía. No hay dudas de que, las sociedades requieren y aumentan su consumo de energía para su desarrollo y por eso, se adopta el concepto “transiciones energéticas” porque no hay un único camino para alcanzar la meta de menor cantidad de emisiones, pero sí un consenso mundial de que la forma actual de abastecimiento de energía ya no es sostenible.

En el caso de las economías emergentes y en desarrollo:

... el consumo de energía per cápita suele ser bajo, pero ante la expansión de sus economías y el aumento de los ingresos, existe un enorme potencial para un futuro aumento del consumo. El reto consiste en encontrar modelos de desarrollo que satisfagan las aspiraciones de sus ciudadanos y que eviten las opciones con altas emisiones de carbono por las que otras economías han optado en el pasado. La disminución de los costes de tecnologías energéticas limpias claves para la transición ofrece una oportunidad extraordinaria para trazar una nueva estrategia para el desarrollo y la prosperidad con menos emisiones. (International Energy Agency, IEA, 2021, p. 3).

Dado que no hay una única manera de lograr el objetivo contar con energía, es que se emplea el término “transiciones energéticas” en plural y no singular, existiendo posiblemente muchos caminos para alcanzar un futuro energéticamente más limpio y sustentable.

Los desarrollos alternativos a los métodos convencionales de generación de energía eléctrica más conocidos y desarrollados hasta el momento son las energías renovables, en particular la eólica y solar. Éstas presentan condicionantes que en las últimas décadas se han ido resolviendo y en el último tiempo, de la mano del desarrollo del hidrógeno y amoníaco verdes toman una mayor relevancia por su potencial comercialización (sin fronteras).

Si bien el interés de la humanidad por el cambio climático fue creciendo en los últimos años, el aumento de las inversiones en energías renovables se puede asociar a aspectos de mercado: su mejora en la tecnología, disminución de costos de capital y de costos marginales, volviéndose más competitivas con relación a inversiones en fuentes de energía convencionales. En el siguiente gráfico se muestra la evolución desde el 2009 del precio de generación de energía eléctrica, en USD/MWh, para cada tipo de inversión (“levelized cost of energy”, LCOE¹³), para utilidades históricas promedio de las instalaciones y sin subsidios (Lazard, 2020):

¹³ “... represents the average revenue per unit of electricity generated that would be required to recover the costs of building and operating a generating plant during an assumed financial life and duty cycle”, and is

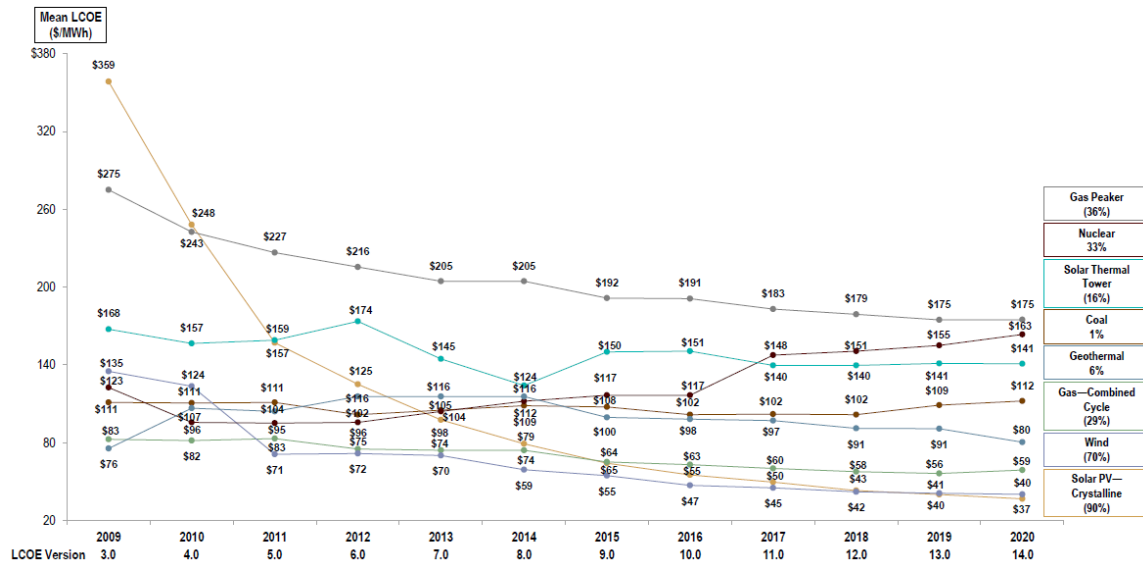
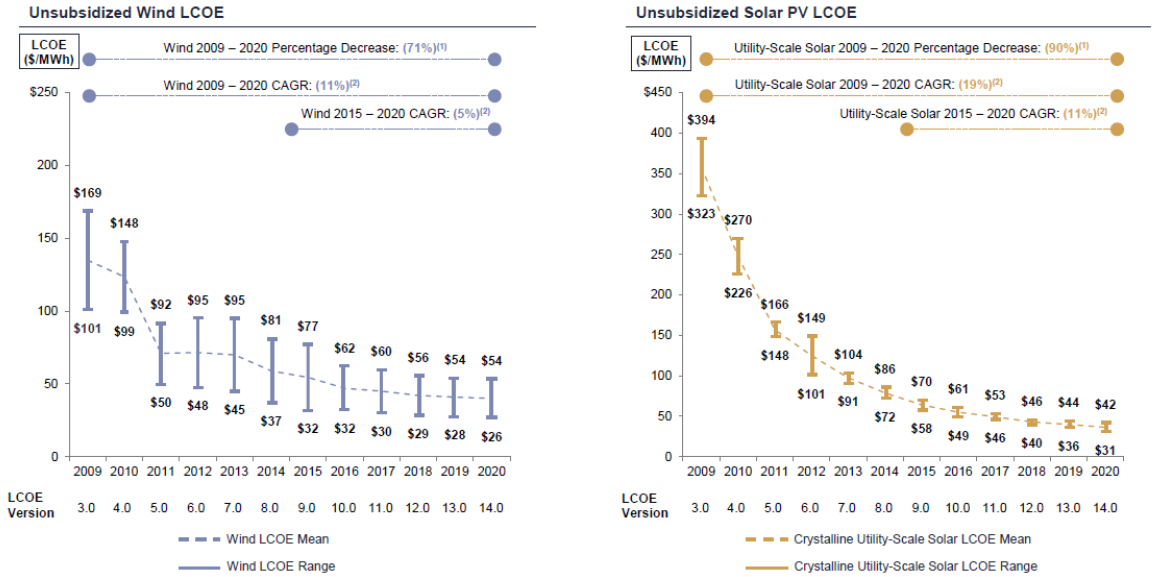


Gráfico 25 - Comparación del costo de generación de energía histórico promedio, para recupero de inversión y gastos de operación (Lazard, 2020)

Como se puede observar en el gráfico anterior, en el 2020 los paneles solares (PV, fotovoltaica) y la energía eólica alcanzaron los valores de USD/MWh menores que la generación de energía eléctrica mediante un ciclo combinado de gas, habiendo reducido su valor desde el 2009 en un 90% y 70%, respectivamente (los porcentajes en el gráfico representan la disminución del costo de generación en USD/MWh desde el 2009 – versión 3.0 del estudio – al 2020).

La evolución de la tecnología se vio reflejada en el precio de las energías solar y eólica, que pareciera estar alcanzando su menor valor (amesetado en los últimos años). En el siguiente gráfico se presenta lo mencionado, observándose que el rango de precios es más acotado en el caso de la energía solar que la eólica:

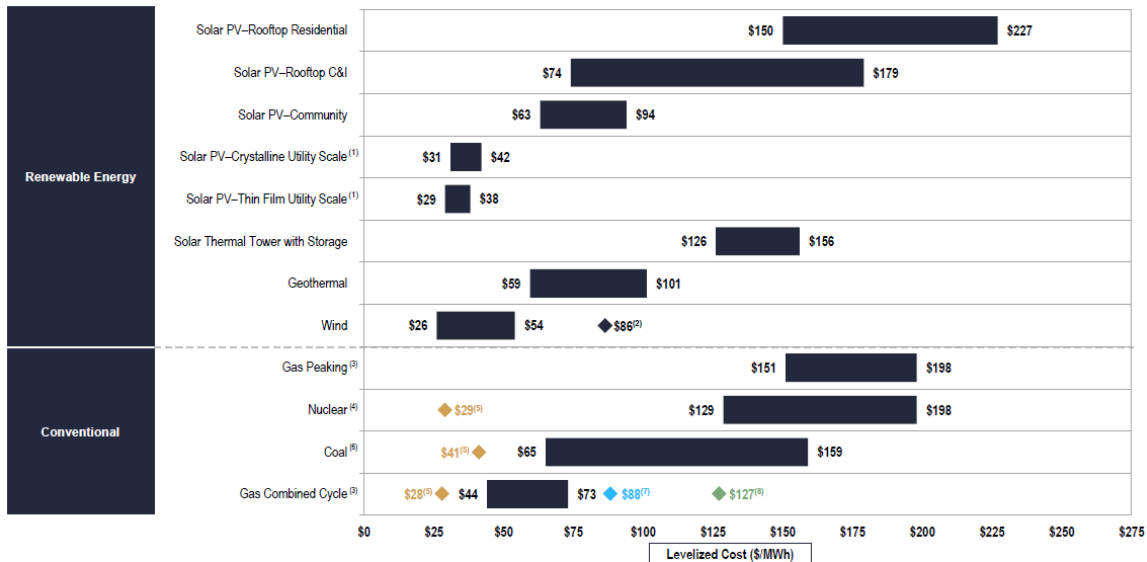
calculated as the ratio between all the discounted costs over the lifetime of an electricity generating plant divided by a discounted sum of the actual energy amounts delivered". (Lai & McCulloch, 2017).



(1) Representa la disminución del porcentaje (2) Representa la tasa de disminución anual compuesta promedio.

Gráfico 26 - Comparación de costos nivelados de generación de energía eléctrica. (Lazard, 2020)

Asimismo, las tecnologías de generación de energía renovable son competitivas frente a las convencionales bajo determinadas circunstancias (Lazard, 2020):



Note: Here and throughout this presentation, unless otherwise indicated, the analysis assumes 60% debt at 8% interest rate and 40% equity at 12% cost. Please see page titled "Levelized Cost of Energy Comparison—Sensitivity to Cost of Capital" for cost of capital sensitivities. These results are not intended to represent any particular geography. Please see page titled "Solar PV versus Gas Peaking and Wind versus CCGT—Global Markets" for regional sensitivities to selected technologies.

(1) Unless otherwise indicated herein, the low case represents a single-axis tracking system and the high case represents a fixed-tilt system.

(2) Represents the estimated implied midpoint of the LCOE of offshore wind, assuming a capital cost range of approximately \$2,600 – \$3,675/kW.

(3) The fuel cost assumption for Lazard's global, unsubsidized analysis for gas-fired generation resources is \$3.45/MMBTU.

(4) Unless otherwise indicated, the analysis herein does not reflect decommissioning costs, ongoing maintenance-related capital expenditures or the potential economic impacts of federal loan guarantees or other subsidies.

(5) Represents the midpoint of the marginal cost of operating fully depreciated gas combined cycle, coal and nuclear facilities, inclusive of decommissioning costs for nuclear facilities. Analysis assumes that the salvage value for a decommissioned gas combined cycle or coal asset is equivalent to its decommissioning and site restoration costs. Inputs are derived from a benchmark of operating gas combined cycle, coal and nuclear assets across the U.S. Capacity factors, fuel, variable and fixed operating expenses are based on upper- and lower-quartile estimates derived from Lazard's research. Please see page titled "Levelized Cost of Energy Comparison—Renewable Energy versus Marginal Cost of Selected Existing Conventional Generation" for additional details.

(6) High end incorporates 90% carbon capture and storage. Does not include cost of transportation and storage.

(7) Represents the LCOE of the observed high case gas combined cycle inputs using a 20% blend of "Blue" hydrogen, (i.e., hydrogen produced from a steam-methane reformer, using natural gas as a feedstock, and sequestering the resulting CO₂ in a nearby saline aquifer). No plant modifications are assumed beyond a 2% adjustment to the plant's heat rate. The corresponding fuel cost is \$5.20/MMBTU.

(8) Represents the LCOE of the observed high case gas combined cycle inputs using a 20% blend of "Green" hydrogen, (i.e., hydrogen produced from an electrolyzer powered by a mix of wind and solar generation and stored in a nearby salt cavern). No plant modifications are assumed beyond a 2% adjustment to the plant's heat rate. The corresponding fuel cost is \$10.05/MMBTU.

Notas: Financiamiento supuesto: deuda 60% al 8%, Equity 40% al 12%. Los rombos amarillos (5): corresponden al costo de operar plantas ya depreciadas. Rombo celeste (7) y verde (8): ciclo combinado con 20% de blend de hidrógeno azul y verde, respectivamente.

Gráfico 27 - Estimaciones del costo de generación de energía eléctrica, año 2020, realizadas por Lazard. (Lazard, 2020).

Los valores anteriores, se conforman de la siguiente manera en cuanto a costo de capital, costos fijos y variables de operación y mantenimiento (O&M) y costo de combustibles:

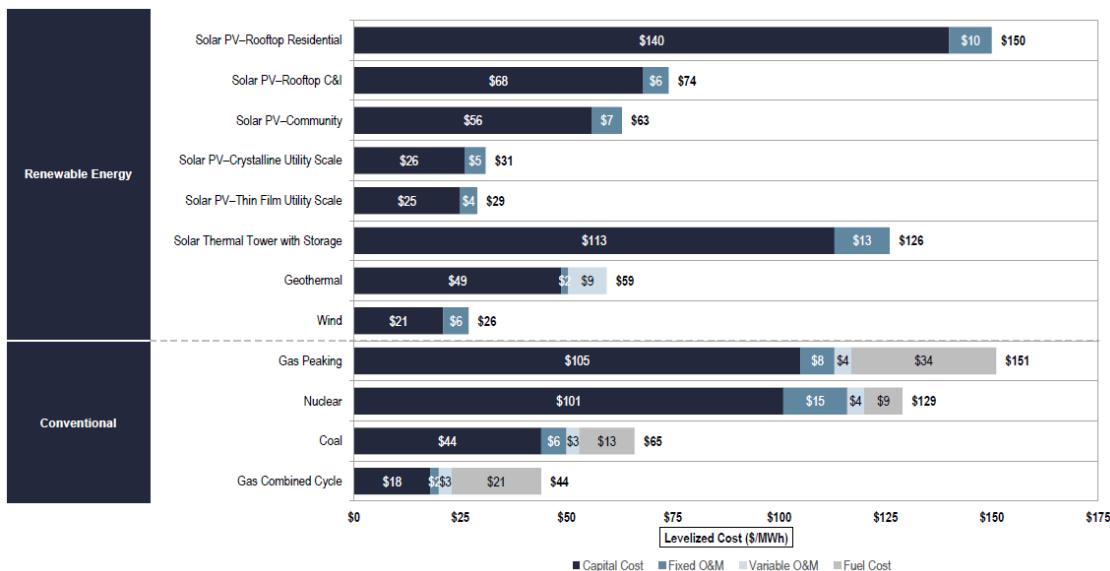


Gráfico 28 – Conformación del costo de generación de energía eléctrica, en USD/MWh. (Lazard, 2020)

Adicionalmente, los desarrollos en las tecnologías han abierto nuevas puertas que habilitan la proyección de un futuro verde más cierto que en la década pasada. A continuación, se resumen las cinco vías principales que se visualizan en cuanto a las transiciones energéticas (Caron, Gildea, Mayor, & Hayes, 2021; IFP School, 2021):

1. **Crecimiento en energías renovables:** la energía solar y la eólica están ganando impulso en todo el mundo. Se observa un mercado potencial. En Estados Unidos, la generación de energía mediante fuentes renovables aumentó más del doble desde el 2008, particularmente la eólica y solar cuya capacidad instalada exceden los 100.000 MW y 66.600 MW, respectivamente, y se espera que estas instalaciones generen más capacidad que el gas natural en los próximos tres años. Todas las energías renovables, incluyendo la biomasa, la geotérmica, hidráulica, solar y eólica aportarán cerca de 51 GW de nueva capacidad en Estado Unidos para febrero del 2023, mientras que se espera que los volúmenes de gas natural, carbón, petróleo y nuclear en conjunto disminuirán casi 6 GW en el mismo período.

Los desarrollos que se visualizan son: mejoras en la precisión de cómo y dónde instalar energías renovables, innovaciones/soluciones sobre el almacenamiento de energía para compensar las intermitencias de la energía solar y eólica, soluciones integrales con otras instalaciones e independientes. Adicionalmente, la energía eólica off-shore está tomando relevancia en los últimos años por sus avances tecnológicos.

En los últimos años, se introdujo el concepto “power to liquid”, en el que la energía renovable se convierte en combustibles líquidos o productos químicos.

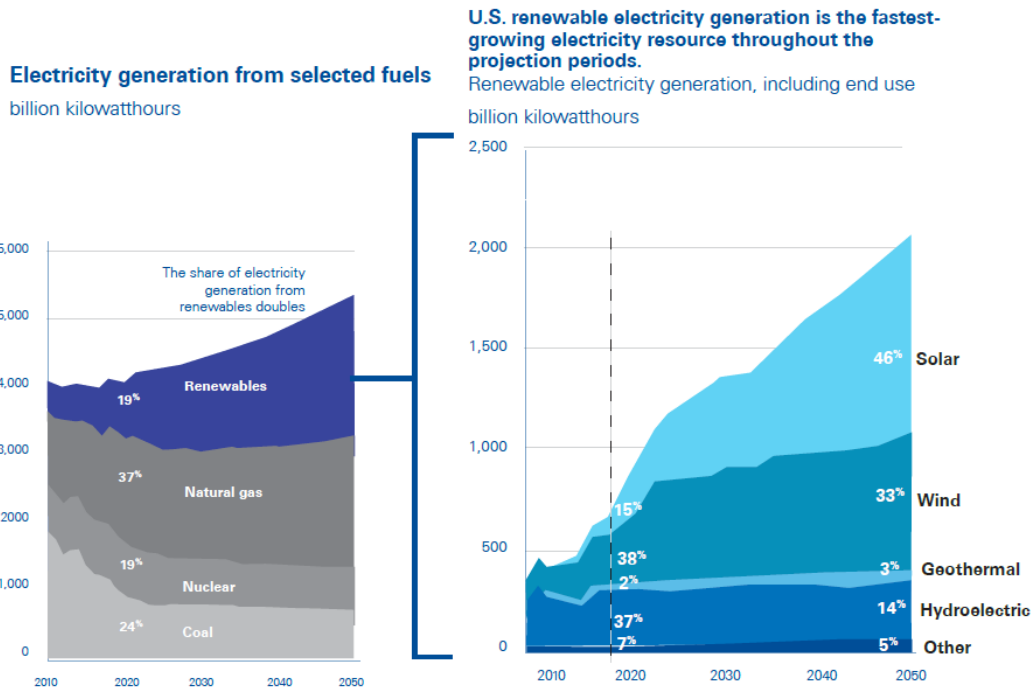


Ilustración 9 – Proyecciones de generación de electricidad en Estados Unidos por tipo de fuente. (Caron, Gildea, Mayor, & Hayes, 2021)

- Hidrógeno:** es una de las fuentes de energía más limpia, cuya combustión genera vapor de agua. Con el hidrógeno se puede almacenar la energía generada a partir de fuentes renovables (denominado por tal razón “hidrógeno verde”), resolviendo la limitación de éstas frente a su aporte intermitente. El almacenamiento de hidrógeno puede ser usado como una “batería” para asegurar una producción continua de energía eléctrica. Asimismo, el hidrógeno convertido y almacenado como metanol o amonio puede emplearse para la generación de electricidad en vehículos para recorrer largas distancias e incluso en barcos transoceánicos.
- Biocombustibles:** a nivel mundial están obteniendo un apoyo gubernamental cada vez mayor, dado que se considera que podrían ser una alternativa a los combustibles fósiles, considerando que el sector de transporte es el que mayor aporta a las emisiones de gases de efecto invernadero. Los desarrollos más avanzados son: biodiesel, grasas y aceites hidro-isometizadas, diesel y gasolinas a partir de pirólisis de biomasa, derivados de celulosa oxigenada, etanol, butanol.

Existen tres tipos de biocombustibles en función de la fuente de biomasa: biocombustibles de primera, segunda y tercera generación. Los biocombustibles de primera generación se fabrican a partir de biomasa que compite con la producción de alimentos (maíz, trigo, caña de azúcar, remolacha azucarera, aceite de girasol y de colza). Hoy en día, la mayoría de los biocombustibles producidos se derivan de la biomasa de primera generación. La segunda generación proviene de

residuos agrícolas o de cultivos dedicados, mientras que los de tercera generación provienen de las algas.

4. **Transporte público eléctrico:** la primera fase de una transición a los vehículos eléctricos. Para proyectar como la electrificación del transporte puede llevarse a cabo, puede analizarse el caso China. El gobierno chino está llevando el mercado de micros eléctricos mediante la prohibición de las ciudades a adquirir micros a combustión. Por otra parte, es el mayor productor de baterías del mundo y de vehículos eléctricos. Cabe destacar que los costos de producción de las baterías de litio han disminuido en promedio un 18% anual en la última década y mejoraron su autonomía en kilometraje. De continuar tal tendencia, el negocio de los camiones eléctricos se vuelve más favorable.

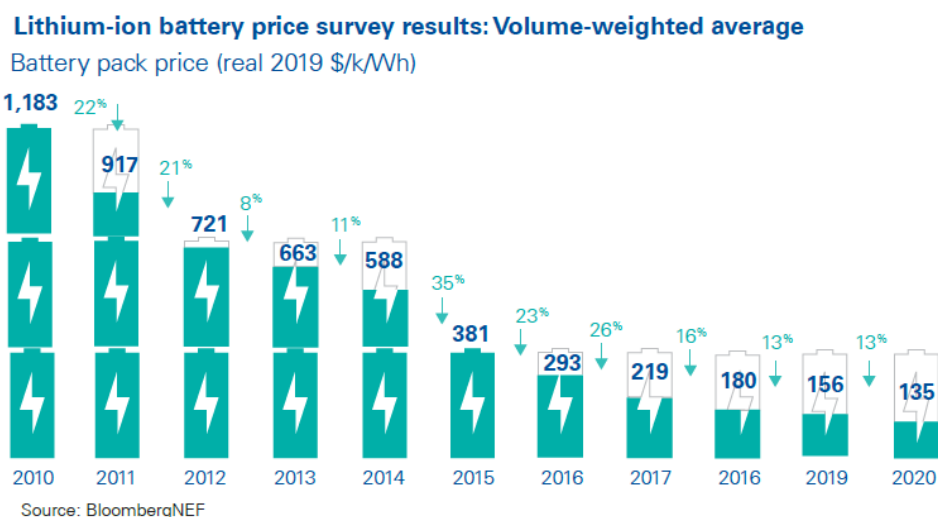
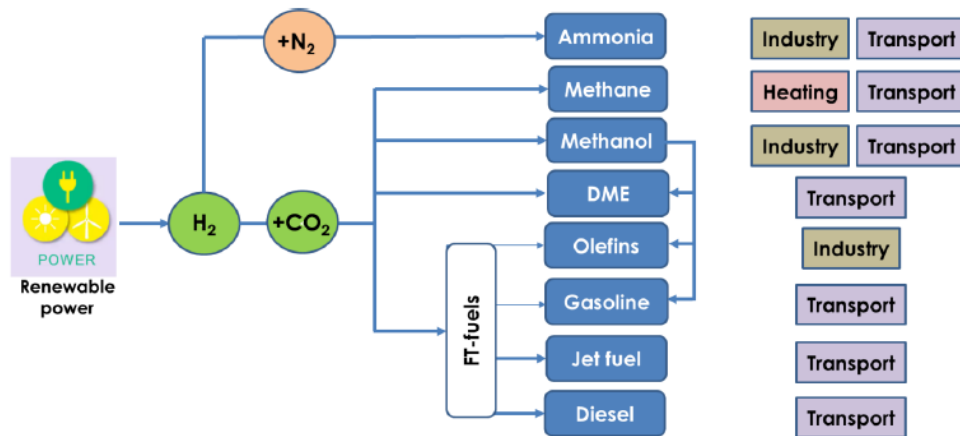


Ilustración 10 – Disminución del precio de las baterías de litio (Caron, Gildea, Mayor, & Hayes, 2021)

5. **Captura, utilización y almacenamiento de carbono:** hace posible la descarbonización en todos los sectores. Si el dióxido de carbono se captura y utiliza en plantas industriales se habla de captura y utilización (CCU, por sus siglas en inglés) mientras que, si se captura y almacena, por ejemplo, en almacenamientos subterráneos se habla de captura y almacenamiento de carbono (CAC, por sus siglas en inglés).

La captura, el transporte y la compresión de dióxido de carbono ya son técnicas comunes, pero hoy en día sólo se gestionan pequeñas cantidades de dióxido de carbono natural o antropogénico en comparación con la enorme cantidad de dióxido de carbono que deberíamos tratar para mitigar el calentamiento global. Se deben implementar tecnologías y regulaciones innovadoras con el fin de reducir los costes de la CAC y hacer que su implantación sea económicamente viable. (IFP School, 2021, p. 11).

El CO₂ capturado puede combinarse con el hidrógeno, para producir e-combustibles (combustibles electrónicos). En la siguiente ilustración se esquematiza simplificada su producción y aplicaciones:



Aclaración: DME (éter dimetilico) y FT-fuels (combustibles Fischer-Tropsch).

Ilustración 11 – Combustibles electrónicos y aplicaciones. (IFP School, 2021).

El amoníaco es el único combustible electrónico que no está basado en el carbono. Utiliza nitrógeno en lugar de dióxido de carbono para reaccionar con el hidrógeno. El principal mercado del amoníaco es, la industria química, pero se espera que desempeñe en el futuro un papel importante en el sector del transporte.

La aplicación de los **e-combustibles** está impulsada principalmente por el sector del transporte, debido a la densidad energética volumétrica:

... si comparamos, el volumen necesario para almacenar la misma energía, para diferentes tecnologías de vehículos, vemos que el combustible líquido es, con mucho, la solución de almacenamiento de energía más eficiente en comparación con una batería de coche eléctrico o en comparación con el hidrógeno comprimido para los coches de pila de combustible. Incluso el hidrógeno licuado no es tan eficiente. (IFP School, 2021, p. 4)

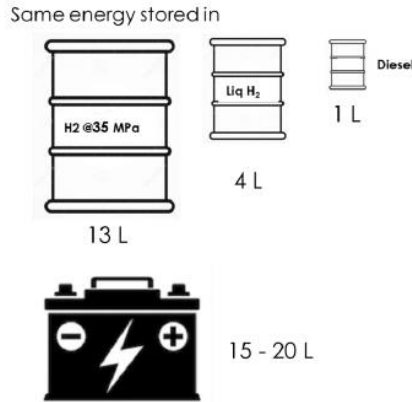


Ilustración 12 – Impacto de la densidad energética de las diferentes soluciones de almacenamiento de energía. (IFP School, 2021)

El uso de e-combustibles permitirá aprovechar ciertas inversiones realizadas en combustibles fósiles, siendo como mínimo neutro en carbono.

Finalmente, cabe mencionar que, en lo que respecta a líneas de crédito, *Bloomberg Green* (Quinson & Benhamou, 2021) señala que desde el Acuerdo de París los bancos invirtieron más de 3,6 miles de millones de dólares en proyectos vinculados a hidrocarburos, casi tres veces más que los préstamos y bonos sobre proyectos ecológicos. En el segundo trimestre del 2021, esta tendencia favorable para la industria del petróleo, gas y carbón se discontinuó, cuando los bonos verdes y préstamos del sector bancario fueron destinados en mayor medida a proyectos renovables, ecológicos (sobre una base de 140 instituciones financieras mundiales, hasta el 14 de mayo de 2021).

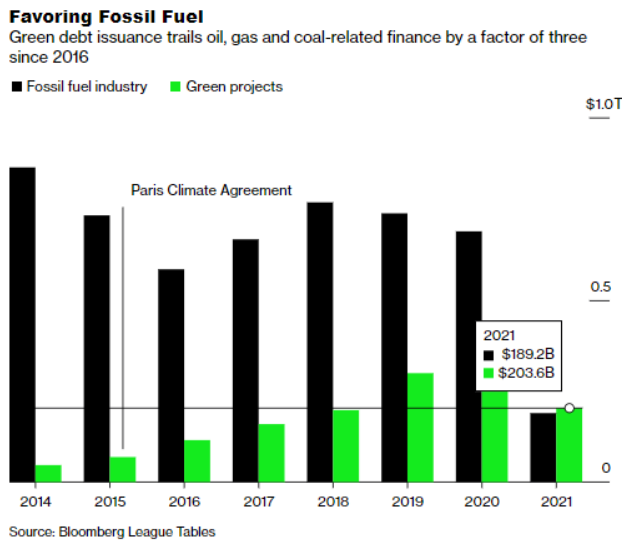


Gráfico 29 -Evolución del financiamiento bancario por tipo de proyecto (Quinson & Benhamou, 2021)

Sin embargo, la mayor parte de esas inversiones se concentran en las economías avanzadas.

Para que la transición energética tenga éxito, los promotores y los inversores financieros tienen que incrementar la cantidad de capital que destinan a dos tipos de activos bastante desatendidos: las energías limpias, en particular, y las economías emergentes y en desarrollo, en general.

Las economías emergentes y en desarrollo representan dos tercios de la población mundial, pero tan solo una quinta parte de la inversión en energías limpias y únicamente una décima parte de la riqueza financiera mundial. Las inversiones anuales en todos los segmentos del sector energético en los mercados emergentes y en desarrollo han disminuido alrededor de un 20% desde el año 2016, debido en parte a algunos problemas que persisten a la hora de movilizar fondos para proyectos de energías limpias. La pandemia de la COVID-19 ha debilitado los balances de las empresas y la capacidad de pago de los consumidores, y ha supuesto una carga adicional para las finanzas públicas. Sus efectos se han dejado sentir de forma más acusada en las economías emergentes y en desarrollo, y el impacto sobre la salud pública y la actividad económica está lejos de haber terminado, debilitando las perspectivas de una recuperación rápida y los medios para una recuperación sostenible. (...)

Se prevé que las economías emergentes y en desarrollo sean las causantes de la mayor parte del aumento de las emisiones en las próximas décadas a no ser que se tomen medidas mucho más firmes para transformar sus sistemas energéticos. (...)

Transformar el sector eléctrico y fomentar la inversión en el uso eficiente de las energías limpias son dos pilares fundamentales para el desarrollo sostenible. El consumo eléctrico en las economías emergentes y en desarrollo aumentará a un ritmo aproximadamente tres veces mayor que el de las economías avanzadas, y el bajo coste, en particular, de la energía solar y eólica, debería hacer que estas fueran las tecnologías elegidas para satisfacer la creciente demanda, siempre y cuando existan las infraestructuras y marcos regulatorios adecuados. (...)

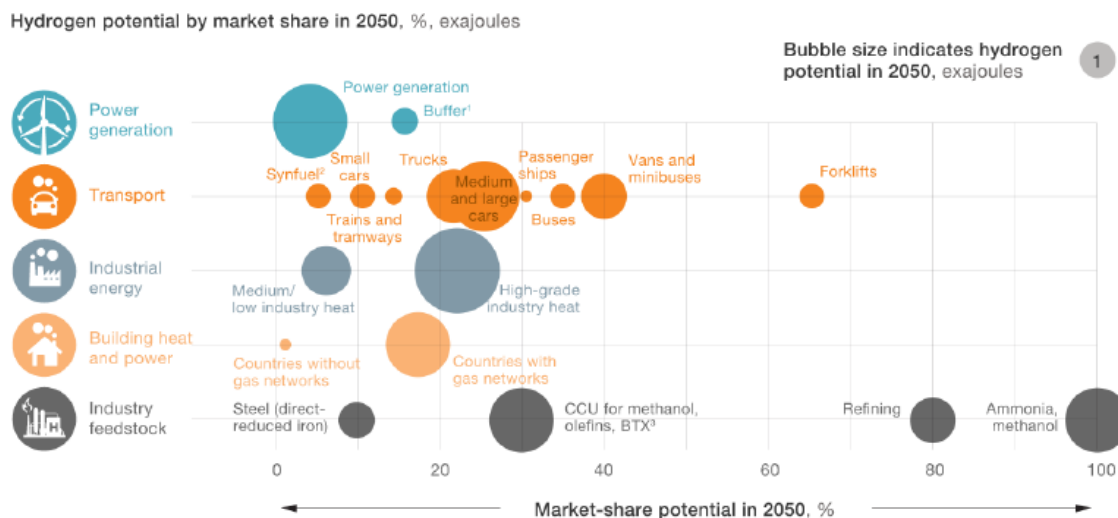
Muchas tecnologías energéticas limpias, como la eólica, la solar fotovoltaica y los vehículos eléctricos, requieren una inversión inicial relativamente elevada que se ve compensada a lo largo del tiempo por unos menores gastos de explotación y de combustible. El cambio hacia un sistema energético con un uso más intensivo en capital implica que la minimización de los costes de financiación será fundamental para acelerar la transición energética y, al mismo tiempo, hacer que sea asequible. Sin embargo, por el momento, el capital es considerablemente más caro en las economías emergentes y en desarrollo que en las economías avanzadas. Los costes nominales de financiación son hasta siete veces más elevados que en Estados Unidos y Europa, con niveles más elevados en los segmentos con mayor riesgo. Esto supone una barrera relativamente elevada, porque la financiación que se consiga para estos proyectos requerirá de un mayor rendimiento de capital. (International Energy Agency, IEA, 2021, p. 3 - 7).

Actualmente, la inversión energética en las economías emergentes y en desarrollo depende en gran medida de fuentes de financiación pública. En el caso de Argentina, el 25/8/21, el diario El Economista publicaba que el proyecto de ley de promoción de inversiones petroleras en Argentina contempla un capítulo dedicado a la transición energética y el cambio climático, en el cual se indica que con los derechos de exportación a los hidrocarburos (retenciones que rondarían el 2%), el gobierno argentino busca crear un fondo especial para financiar la transición hacia energías más amigables con el medio ambiente (El Cronista, 2021).

Subcapítulo 2.3.: Señales de cambio identificables mediante noticias

A continuación, se presentan aspectos vinculados a las transiciones energéticas, relevados en noticias de los últimos años, en los cuales se puede observar señales de cambio en las matrices energéticas mundiales y en particular, en Argentina.

Señal de cambio: desarrollo de **hidrógeno y amoníaco verde** (a partir de energías renovables), como potenciales sustitutos de los combustibles fósiles. Tanto el hidrógeno como el amoníaco son **exportables**, por ser sustancias transportables, a diferencia de la energía eléctrica obtenida de las fuentes renovables. Adicionalmente, el hidrógeno combinado con dióxido de carbono atmosférico puede emplearse para producir combustibles, por ejemplo, kerosene de aviación.



¹% of total annual growth in hydrogen and variable renewable-power demand.

²For aviation and freight ships.

³Carbon capture and utilization; % of total methanol, olefin, and benzene, toluene, and xylene (BTX) production using olefins and captured carbon.

McKinsey&Company | Source: Survey and interviews with Hydrogen Council member companies

Gráfico 30 – Potencial del hidrógeno por cuota de mercado en 2050. (IFP School, 2021)

1. El **1/11/21**, el presidente de la empresa estatal Integración Energética Argentina (IEASA, ex ENARSA) explicó la iniciativa de hidrógeno verde en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, firmando un acuerdo con el instituto alemán Fraunhofer, entidad que realizará un desarrollo técnico y económico del proyecto. La producción se desarrollará a partir de la generación de

energía eólica en un parque de 200 MW de potencia ubicado frente al mar, que podría demandar una inversión de 300 millones de dólares.

... se empieza a materializar la posibilidad de exportar energías renovables, en donde la Argentina es muy competitiva porque tiene de los mejores prospectos solares y eólicos del mundo entero. La posibilidad de exportar energías renovables a través del amoníaco verde puede llegar a ser muy interesante para todos los actores de la industria energética. (infobae, 2021, párr. 7).

2. **6/11/21:** La empresa australiana Fortescue anunció inversiones por USD 8.400 millones en Punta Colorada, Golfo San Matías, provincia de Río Negro, para la producción de 35.000 toneladas de hidrógeno verde a fines del 2024 para exportación, con opción de alcanzar 215.000 toneladas para el 2028. La inversión incluye la construcción de un puerto e instalación de un parque eólico de 650 MW (ampliable a 8 GB en fases posteriores) previendo iniciar a finales de 2024 o principios de 2025.

El proyecto se enmarca en las acciones iniciadas por la provincia rionegrina a fines de 2020 para desarrollar el potencial en materia de proyectos verdes. La idea es convertir a Río Negro en un polo mundial exportador de hidrógeno verde en 2030, con una capacidad de producción de 2,2 millones de toneladas anuales. (García Pastormerlo, 2021, párr. 4).

3. **18/11/21:** Investigadores de la Universidad de Wisconsin-Madison anunciaron un prototipo que utiliza un catalizador metálico que libera nitrógeno y energía, a partir del amoníaco, sin producir gases tóxicos. Según La Nación (2021), el amoníaco, "... promete convertirse en el sustituto para la nafta o el gasoil en los transportes de carga marítima" (párr. 1).

El amoníaco es un producto que cuenta con diversas aplicaciones industriales, desde el sector automotriz y textil hasta para la fabricación de fertilizantes, y ahora el próximo paso está en la forma de generar un amoníaco verde, de forma sostenible, como los sistemas de electrólisis de agua neutra en carbono.

(...) Los investigadores de la Universidad de Wisconsin-Madison proponen usar el amoníaco en tanques o garrafas, en una modalidad similar a la utilizada por los sistemas de gas natural comprimido GNC. Esta sería otra de las opciones que vislumbran a futuro, además de la celda de combustible. (La Nación, 2021, párr. 4 - 5).

4. **26/8/21:** Investigadores de Repsol y Enagás desarrollaron una tecnología para la producción de hidrógeno renovable a partir del uso directo de energía solar, mediante fotoelectrocatalisis.

La fotoelectrocatalisis simplifica el proceso de producción con respecto a la electrólisis: el dispositivo recibe directamente la radiación solar y con un material fotoactivo se generan las cargas eléctricas que provocan esa separación de la molécula del agua en hidrógeno y

oxígeno. Se prevé la construcción en 2024 de una planta de demostración en el complejo industrial que Repsol tiene en Puertollano, con el horizonte de alcanzar la madurez comercial antes de 2030. Con esta alternativa se evitan las pérdidas asociadas al transporte y la transformación de la electricidad”, tecnología que presenta una mejor eficiencia respecto a la electrólisis. (Cabello, 2021, párr. 1)

Ana Martínez, Investigadora de Repsol Technology Lab y una de las líderes del proyecto, destaca el papel que va a tener el hidrógeno como vector energético clave en la descarbonización: “va a permitir, por un lado, almacenar las energías renovables a gran escala, y, por otro, utilizarlo como combustible en diferentes sectores, como puede ser la movilidad, en el ámbito residencial e industrial y, también, como materia prima en la industria”. Como ella, otros expertos del sector coinciden en señalar al hidrógeno como el vector energético clave para la descarbonización, pero recuerdan que “la electrólisis todavía no ha alcanzado el nivel de competitividad suficiente. (Cabello, 2021, párr. 3)

5. **26/8/21:** La Real Fuerza Aérea Británica realizó el primer vuelo del mundo utilizando combustible sintético (infobae, 2021):

El combustible sintético UL91 Zero Petroleum se fabrica extrayendo el hidrógeno del agua y el carbono del dióxido de carbono atmosférico. (...) Utilizando la energía generada por fuentes renovables como la eólica o la solar, se combinan para crear el combustible sintético. (párr. 3)

Los combustibles sintéticos o electrocombustibles (e-fuels) utilizan hidrógeno, producido por electrólisis, y capturan el dióxido de carbono de la atmósfera. Al recombinar ambos, se obtiene un combustible similar al kerosene de aviación. (párr. 8)

6. **7/4/21:** Fermín Koop en abril 2021 indicaba (Koop, 2021):

Se estima que, para 2030, Europa, los Estados Unidos, China, Japón y Corea van a contar con 2,7 millones de **automóviles particulares eléctricos a hidrógeno**, que demandarán un consumo de 710.000 toneladas anuales de hidrógeno. De esa demanda, 40 % sería producida por esos países, en tanto que al 60% restante tendrían que importarlo. (párr. 4)

(...) Esto permitiría a la región (América Latina) no solo acelerar su propia transición energética, sino también generar divisas para la economía, severamente afectada por la pandemia de Covid-19. Además, se podrían aprovechar los picos de alta generación de electricidad de las fuentes renovables al usar el excedente para producir hidrógeno. (párr. 7)

Chile: El plan del presidente Sebastián Piñera tiene tres objetivos principales: producir el hidrógeno verde más barato del planeta para 2030, estar entre los tres principales exportadores para 2040 y contar con 5GW de capacidad de electrólisis en desarrollo al 2025. El primer paso será una ronda de financiamiento de 50 millones de

dólares. (...) el Gobierno prevé que la industria local comenzaría con un mercado de US\$1.000 millones para aplicaciones locales en 2025 y crecería 15% al año hasta US\$9.000 millones en 2050, más US\$24.000 millones en exportaciones. (párr. 9 - 10).

Uruguay: El país es líder en energías renovables en América Latina, con una matriz basada en 98 % en fuentes limpias.

Para el desarrollo de la industria, el gobierno de Luis Lacalle Pou planea incentivar la llegada de empresas privadas extranjeras que inviertan en producción a cambio de la firma de contratos de provisión con el Estado. El primer paso será construir una planta piloto en Montevideo, capital del país, con capacidad para producir 900 kilos de hidrógeno por día (proyecto Verne, USD 20 M). (...) la petrolera nacional Ancap convocará a una licitación para adjudicar un contrato de construcción, operación y mantenimiento. (párr. 15 - 16).

A pesar de solo contar con 8 % de energías renovables, la **Argentina** también tiene un potencial de energía solar y eólica destacado que le permitiría proyectar la producción del hidrógeno verde. Sin embargo, todavía no se han desarrollado políticas públicas que impulsen su desarrollo.

El país cuenta con una Ley de Promoción del Hidrógeno, sancionada en 2006 pero todavía no reglamentada. La norma establece la creación del Fondo Nacional de Fomento del Hidrógeno (Fonhidro), el cual sería financiado por el Estado, y los proyectos de hidrógeno contarían con numerosos beneficios impositivos. (párr. 18 - 19).

Empresas locales han dado los primeros pasos para movilizar a la industria. Y-TEC, empresa de investigaciones tecnológicas de YPF, lanzó el consorcio H2AR junto con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (Conicet). El mismo trabajará en los próximos dos años en el estudio de escenarios para la producción, transporte y exportación de hidrógeno. (párr. 22).

Señal de cambio: La eliminación del uso de carbón para la generación de energía ya es un hecho, lo cual generará la necesidad de cubrir esa demanda con otras fuentes de energía (idealmente renovables, observándose al gas natural como el principal promotor de las transiciones energéticas futuras).

7. **4/11/21:** Noticias ONU Cambio climático (2021) indicó que al menos 23 países se comprometieron a eliminar la energía del carbón y a aumentar la energía limpia para garantizar una transición para abandonar el carbón.

Los anuncios de hoy se producen tras un colapso en la financiación del carbón, ya que los países desarrollados han prometido un nuevo apoyo para ayudar a los países en desarrollo a realizar la transición a la energía limpia.

Los bancos y las instituciones financieras también se han comprometido hoy en la COP26 a poner fin a la financiación del carbón sin restricciones, entre ellos grandes prestamistas internacionales como HSBC, Fidelity International y Ethos.

Esto sigue a los recientes anuncios de China, Japón y Corea del Sur de poner fin a la financiación del carbón en el extranjero, lo que significa que toda la financiación pública internacional significativa para la energía del carbón ha terminado efectivamente.

Además, un grupo de 25 países, entre los que se encuentran los socios de la COP26, Italia, Canadá, Estados Unidos y Dinamarca, junto con instituciones financieras públicas, han firmado una declaración conjunta liderada por el Reino Unido en la que se comprometen a poner fin al apoyo público internacional al sector energético de los combustibles fósiles para finales de 2022 y, en su lugar, dar prioridad al apoyo a la transición energética limpia.” (Noticias ONU Cambio Climático, 2021, párr. 4-7).

8. **28/6/20:** Se anunció el inicio del proceso de clausura de centrales térmicas a carbón en España:

Siete de las 15 plantas que aún quedan abiertas en España dejarán de estar operativas este 30 de junio debido a que a sus propietarias, las compañías eléctricas, no les salen las cuentas para acometer las mejoras medioambientales para cumplir las normas europeas. De hecho, varias plantas llevan meses sin generar electricidad porque han dejado de ser rentables por una mezcla de decisiones políticas de la Comisión Europea y de condiciones de mercado. (Planelles, 2020, párr. 1)

Por cómo van las cosas, creo que en 2025 ya no habrá generación con carbón”, explica Tatiana Nuño, especialista en energía y cambio climático de Greenpeace. “El escenario que manejamos de cierre total es 2025”, coincide Ana Barreira, directora del Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (IIDMA). Fuentes del sector manejan, incluso, una salida completa todavía más rápida, para dentro de dos o tres años.” (Planelles, 2020, párr. 5)

Señal de cambio: competitividad de la energía solar y eólica, frente a combustibles fósiles. Mayor impacto/oportunidad de desarrollo en mercados emergentes.

9. **23/4/21:** Rocca (2021) indicó que la energía solar y la eólica pueden satisfacer la demanda mundial de energía en 100 veces más. El autor señala que:

El informe *The Sky's the Limit* encuentra que alrededor del 60% de los recursos solares del mundo y el 15% de la eólica ya son económicos en comparación con la generación local de combustibles fósiles. Para el 2030, toda la energía solar y es probable que más de la mitad de la eólica sean económicas. (párr. 5)

La construcción de suficientes paneles solares para satisfacer la demanda mundial de energía ocuparía solo el 0,3% de la tierra, menos que el área ocupada por combustibles fósiles. El campo petrolífero más grande del mundo, Ghawar en Arabia Saudita, que ocupa 8.400 kilómetros cuadrados, produce el equivalente a 0,9 PWh cada año.

La construcción de paneles solares en la misma área generaría 1.2 PWh al año de media a nivel mundial y 1,6 PWh en Arabia Saudita, que es más soleado que la media.

El estudio encuentra que la oportunidad es mayor en los mercados emergentes que tienen el mayor potencial solar y eólico en relación con su demanda interna. Muchos todavía están construyendo sus sistemas de energía y las energías renovables baratas ofrecen una ruta para llevar energía a más personas, crear nuevas industrias, puestos de trabajo y riqueza. África tiene un enorme 39% del potencial mundial y podría convertirse en una superpotencia de energías renovables.

El potencial económico de la energía solar se ha desatado por una enorme caída en los costos, que han disminuido una media del 18% al año desde 2010. Está creciendo más rápido que cualquier tecnología energética antes, un aumento anual promedio del 39% en la última década, casi duplicando la capacidad cada dos años. La eólica sigue una trayectoria similar: durante la última década los precios han caído en una media del 9% al año mientras que la capacidad ha crecido un 17% al año. Esto está impulsando la eficiencia y avances como mejores paneles y turbinas más altas que reducen aún más los costos.” (párr. 7 - 10)

Señal de cambio: aspectos que traban el desarrollo de la transición energética (necesidad de regulaciones y leyes por parte de los Gobiernos y dificultades financieras que atraviesan los países en desarrollo. Pedido de una reforma integral del sector energético.

10. El 2/7/21, el ministro de economía de Argentina, Martín Guzmán decía:

En lo que refiere a los préstamos aseguró que las líneas de crédito de los bancos multilaterales de desarrollo y los organismos multilaterales en general necesitan ser modernizadas, son líneas de crédito que se pensaron para otro momento de la humanidad. Los dos grandes problemas que hoy la humanidad enfrenta son el cambio climático y la desigualdad. Son problemas que requieren políticas para generar un acceso al conocimiento mucho más abarcativo y transformaciones productivas sustentables que requieren financiamiento con plazos más largos y tasas más bajas que las que hoy los países en vías de desarrollo podemos acceder. (EconoJournal, 2021, párr. 3).

Hoy la transición energética afecta a toda la humanidad. Sin embargo, cuando uno verifica los aportes de los países en vías de desarrollo como Argentina en cuanto a la contaminación de carbono, es mucho menor a la de los países desarrollados. Aún así, las demandas de reconversión de la matriz energética que se imponen son iguales o más exigentes por las circunstancias de crisis y escenarios complejos que caracterizan a los países menos desarrollados. (EconoJournal, 2021, párr. 6)

Adicionalmente, la noticia del diario EconoJournal indica que:

Es un reclamo de Argentina que los países industrializados que aportan más a la contaminación global, los bancos multilaterales y los fondos internacionales acompañen por medio de **flujos a tasa subsidiada o a partir de un canje de deuda por clima** que permita

hacer frente a la deuda financiera con fondos volcados a la transición energética. (EconoJournal, 2021, párr. 10)

11. **13/5/20:** El Instituto Argentino de la Energía (IAE) propuso un proyecto de reforma integral del sector energético que contempla una nueva matriz para 2050 con la creciente presencia de las fuentes renovables, la producción de biocombustibles, la sustitución de combustibles líquidos (por gas natural y biocombustibles) y la masividad eléctrica para el transporte (a través de trenes eléctricos alimentados desde la red y de vehículos eléctricos autónomos alimentados por baterías), además de un uso racional y mayor eficiencia energética (en base al compromiso argentino de reducir la demanda en 8,3% hacia 230 por mejoras en eficiencia en el consumo).

Tras afirmar que desde hace décadas “el modelo energético argentino está en crisis permanente”, el trabajo consideró que formular un nuevo modelo energético deberá incluir un nuevo régimen de marco regulatorio eléctrico, una reforma integral de la ley de Hidrocarburos y una reforma de la ley del marco regulatorio del gas natural.

Tras esas reformas estructurales desde lo normativo, «el IAE reiteró su planteo de elaborar un plan energético estratégico con aprobación del Congreso, y que incluya el concepto de transición energética, el de la descarbonización de la matriz y la mayor utilización programada de energías renovables». (El Economista, 2020, párr. 3-4).

Señal de cambio: el desarrollo de los vehículos eléctricos y de las baterías recargables impulsó un aumento exponencial de la producción de Litio. Argentina se encuentra dentro de los cuatro principales productores mundiales de Litio y el tercero a nivel de reservas de dicho mineral. Se visualizan acciones que podrían impulsar la electromovilidad en Argentina y el cese de ventas de vehículos a combustión.

12. **9/2/22:** Con varios países comprometidos con la eliminación gradual de los nuevos vehículos con motor de nafta y diésel para 2040, el reciente crecimiento en la adopción de vehículos eléctricos (EV) ha impulsado un auge mundial en la producción de litio. Las ventas globales de vehículos eléctricos se duplicaron en 2021 con 6,7 millones de registros de automóviles nuevos, lo que elevó la participación de mercado de vehículos eléctricos hasta el 8,6 % en todo el mundo. Este crecimiento, además de varios planes administrativos que respaldan los vehículos eléctricos, sugiere que es probable que el litio tenga una gran demanda durante la próxima década. Por esa razón, la producción de litio se duplicó entre 2016 y 2020, pasando de 40.000 toneladas a 86.300 toneladas.

Según S&P Global, se prevé que la demanda de litio alcance los 2 millones de toneladas para 2030. Esta demanda requeriría un aumento de la producción de más del 2.200 % con respecto a los niveles de 2020. (Bhutada, 2022).

LITHIUM PRODUCTION BY COUNTRY

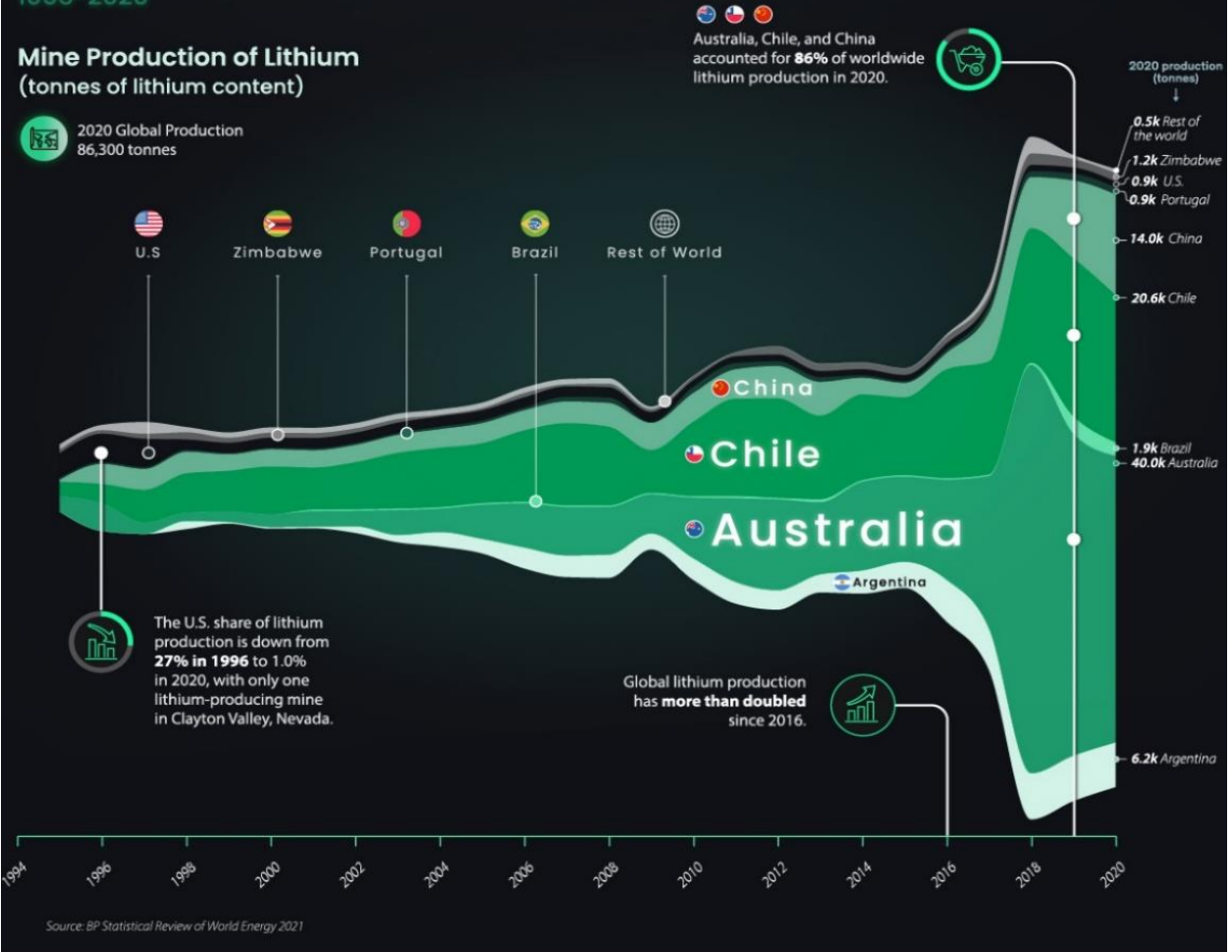
1995-2020

Increasing adoption of electric vehicles (EVs) and energy storage technologies has fueled a global boom in lithium production.

Here's a historical look at lithium production by country.

Mine Production of Lithium (tonnes of lithium content)

2020 Global Production
86,300 tonnes



Distribution of Lithium Reserves

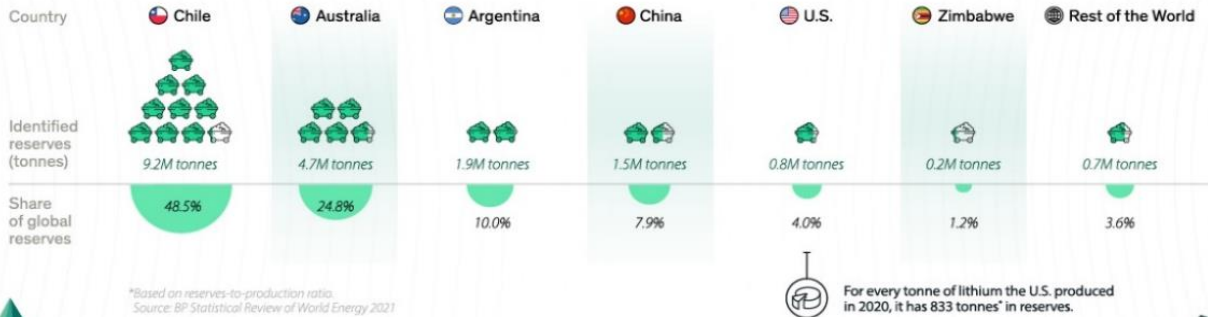


Ilustración 13 – Evolución de la producción mundial de Litio (1994-2020) y distribución de las reservas. (Bhutada, 2022)

Tabla 4 - Los mayores países productores de litio, 2020. (Bhutada, 2022).

Country	2020 Lithium Production* (tonnes)	% of World Total
Australia 🇦🇺	40,000	46.3%
Chile 🇨🇱	20,600	23.9%
China 🇨🇳	14,000	16.2%
Argentina 🇦🇷	6,200	7.2%
Brazil 🇧🇷	1,900	2.2%
Zimbabwe 🇿🇼	1,200	1.4%
U.S. 🇺🇸	900	1.0%
Portugal 🇵🇹	900	1.0%
Rest of the World 🌐	500	0.6%
Total	86,300	100%

*Production total may not add up to 86,300 due to rounding.

13. **Enero 2021:** el presidente de Argentina, Alberto Fernández, recibió a empresarios de la empresa china Jiankang Automobile Co, fabricante de vehículos eléctricos, parte del Grupo Gotion High Tech, cuya actividad principal es la producción de baterías ion-litio para electromovilidad. Al respecto, “El 24 de enero último la compañía china firmó un memorándum de entendimiento (MOU) con el Gobierno argentino que promueve la instalación en el país de una fábrica de baterías de litio y una planta de ómnibus eléctricos.” (El Inversor Energético & Minero, 2021, párr. 3).

8/8/21: Se anunciaron inversiones en infraestructura para autos eléctricos en Argentina:

El importador de Volvo, Jaguar, Land Rover y Geely en el país anunció una inversión por más 100 millones de pesos para modernizar su red comercial y ese monto incluye 50 cargadores para autos eléctricos, en lo que significa el crecimiento de una infraestructura que haga posible la expansión de este tipo de vehículos. (Todo Noticias, 2021, párr. 1).

La noticia hace pensar en que la marca sueca planea ofrecer alguno de sus vehículos electrificados en el país. En ese sentido, cuenta con el XC40, un modelo que ya se vende en el país pero que en Europa cuenta con versiones híbridas enchufables y eléctricas (Todo Noticias, 2021, párr. 1).

14. **25/1/22:** Sobre el proyecto de ley de electromovilidad en Argentina, con foco en el desarrollo de la cadena del litio y la fabricación de baterías, ámbito (2022) publicaba lo siguiente:

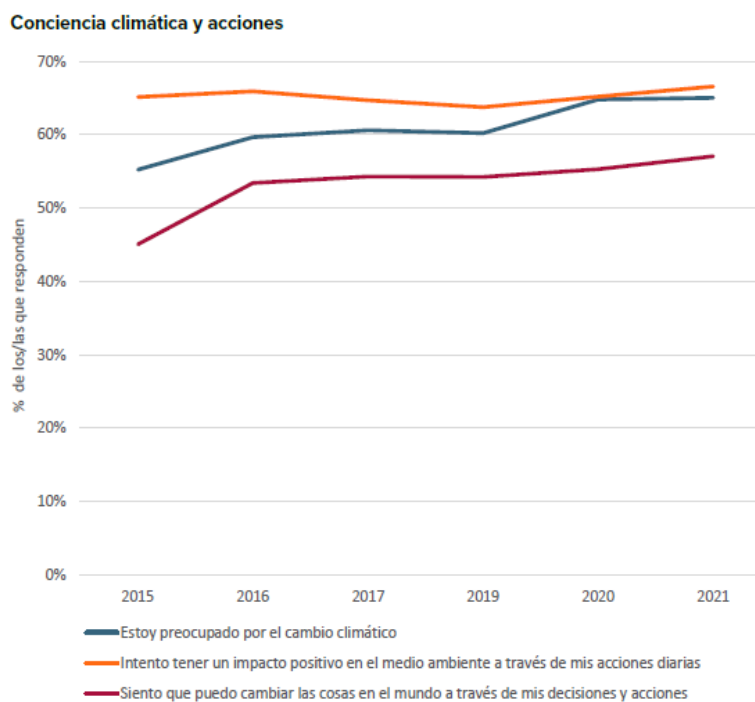
El proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable -que el Poder Ejecutivo analiza enviar al Congreso para su discusión en sesiones extraordinarias- promueve incentivos y objetivos a 20 años para impulsar en Argentina la utilización de tecnologías más “verdes” para la movilidad. (párr. 1).

El régimen que se creará será temporal y ofrecerá beneficios (decrecientes en el tiempo) durante 20 años, y prevé la promoción de partes y conjuntos.

De aprobarse el proyecto, a partir del año 2041 no podrán venderse más vehículos de combustión interna en todo el territorio nacional, y la nueva ley obligaría también al Estado Nacional a respetar cuotas de eléctricos en la reposición de la flota oficial y en el recambio de la flota de autotransporte de pasajeros. Del lado de la demanda, el proyecto establece la creación de un Bono Verde en forma de descuento directo sobre el precio de un vehículo y el equipo de recarga, además, los vehículos eléctricos no sumarán en la base imponible para el cálculo del impuesto a los bienes personales. (párr. 4-5).

Subcapítulo 2.4.: Señales de cambio en los hábitos de los consumidores.

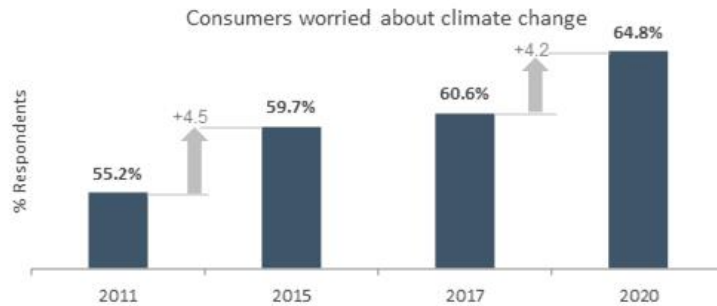
La pandemia hizo que se detenga el mundo y que las personas prioricen lo relevante: a sus seres amados y al planeta en el cual viven presentando una realidad en la cual el individualismo quedó cuestionado. Según Euromonitor International (2022) los consumidores se han vuelto conscientes del cambio climático y de la importancia de adoptar hábitos sustentables en su vida diaria, impulsando sus decisiones de compra. Semanas previas a que la Organización Mundial de la Salud declarara la pandemia del Coronavirus en marzo 2020, el 55% de los consumidores indicaban que sentían que podían generar cambios positivos en el mundo a través de sus acciones diarias, porcentaje que aumento 10% desde el 2015.



Fuente: Voz del Consumidor de Euromonitor International: Encuesta de Estilos de Vida

Gráfico 31 Conciencia climática y acciones. (Euromonitor International, 2022)

En 2021 el 67% de los consumidores intentaron tener un impacto positivo en el medioambiente a través de sus acciones diarias, un tercio de los consumidores globales redujeron activamente sus emisiones y un cuarto de ellos utilizaron compensaciones de carbono para contrapesarlas.



Source: Euromonitor International Lifestyles Survey 2020

Gráfico 32 – Porcentaje de consumidores preocupados por el cambio climático. (Euromonitor International, 2021)

América Latina es la región que mayor interés muestra en generar cambios positivos en el medio ambiente.

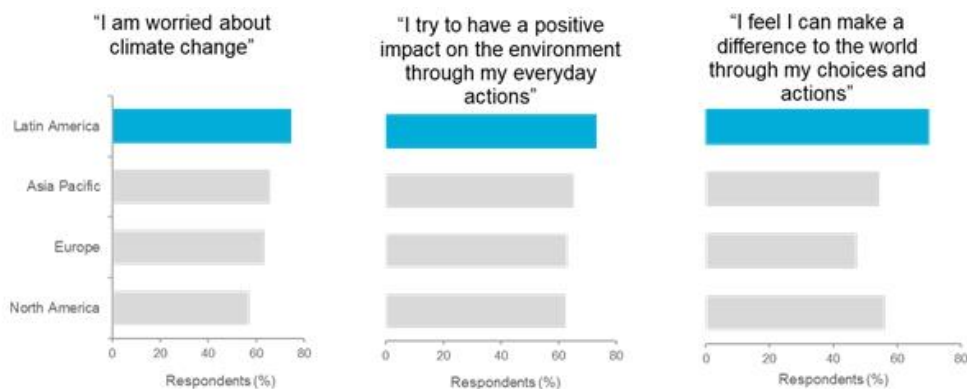


Gráfico 33 – Encuesta de estilos de vida 2021. (Euromonitor International, 2021) Respuestas “Agree” or “Agree Strongly”.

Los consumidores identificados como “Los que cambian el clima”:

toman decisiones más sostenibles al mismo tiempo que exigen acción y transparencia por parte de las marcas, preocupados por el cambio climático también están reduciendo el uso de plástico, recortando el desperdicio de alimentos y el reciclaje, entre otras actividades. Sin embargo, la neutralidad en carbono, los hogares energéticamente eficientes y los viajes sostenibles aún son incipientes. (Euromonitor International, 2022, p.11).

Por otra parte, “el 78% de los profesionales piensan que el cambio climático afectará la demanda de los consumidores, cambiando conductas, necesidades y preferencias.” (Euromonitor International, 2022, p.12).

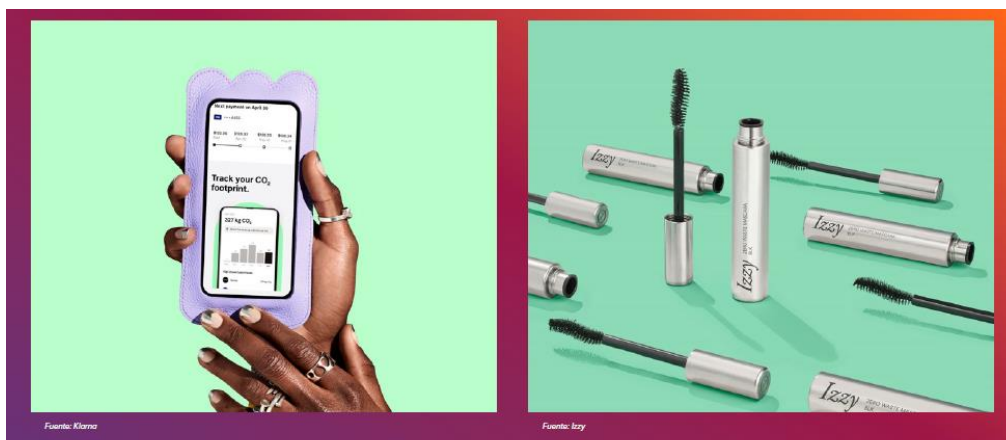
Adicionalmente, Euromonitor International (2022) indica que:

Las empresas están ganando acceso al creciente mercado de la neutralidad de carbono. Están ajustando sus carteras para satisfacer la demanda de los consumidores de productos

con una menor huella planetaria y ecológica. En 2021, 39% de los profesionales indicaron que su empresa planea invertir en innovación de productos bajos en carbono y en el desarrollo y lanzamiento de productos amigables con el clima.

La asequibilidad sigue siendo un obstáculo para que los productos sostenibles se generalicen. En 2021, 43% de los profesionales informaron que la falta de voluntad del consumidor para pagar más por estos productos constituye una barrera importante que obstaculiza las iniciativas de sostenibilidad empresarial. Los costos incurridos por la innovación sostenible, el rediseño de productos, las fluctuaciones de la cadena de suministro y las certificaciones resultan en aumentos de precios que podrían convertirse en un desafío. (p.12).

Las herramientas tecnológicas, tales como el etiquetado digital de productos y las aplicaciones de rastreo móvil, ayudan a los consumidores a rastrear en sus teléfonos las declaraciones éticas, su huella de carbono y los hábitos de reciclaje. Los Millennials y la Generación Z, especialmente, sienten que pueden cambiar las cosas en el mundo a través de sus decisiones. Este grupo del futuro que más gasta utilizará herramientas para asegurar un impacto climático mínimo. Cuantas más ofertas se alineen con las expectativas de “Los que cambian el clima”, más marcas verán sus productos y servicios destacarse. (p.14)



La empresa sueca de tecnología financiera Klarna lanzó un rastreador de emisiones de CO₂ que ofrece información sobre la huella de carbono de 90 millones de clientes.

Izzy lanzó la primera máscara de pestañas sin desperdicio que utiliza envases reciclables y reutilizables.

Ilustración 14 – Ejemplos de ofertas de productos que incluyen tracking de huella de carbono y hábitos de reciclaje. (Euromonitor International, 2022)

En 2020, las marcas respondieron con compromisos relacionados con la reducción de su huella de carbono, incorporando incluso etiquetado específico en sus productos. Quorn fue la primera gran marca en anunciarlo en febrero de 2020, cuatro meses después Unilever anunció que espera implementar el uso de etiquetas de huella de carbono en 75 mil de sus productos para el 2026: “Las etiquetas mostrarán información sobre las emisiones totales de gases de efecto invernadero de la que es responsable el producto, contabilizadas desde el campo hasta la mesa.” (Huego, 2021, párr. 2).

Los compromisos de las empresas para descarbonizar las cadenas de suministro y las operaciones por ahora son anuncios y tendencias, pero deben ser seguidos por la acción, por ejemplo, por parte de los gobiernos para facilitar la transición no sólo con objetivos y políticas, sino también con incentivos.

En cuanto a las búsquedas mundiales en internet, Google anunció que los temas “impacto del cambio climático”, “sustentabilidad” tuvieron récords históricos en 2021.

Este mes, las búsquedas de ¿los humanos son los causantes del cambio climático? y de ¿por qué comer menos carne ayuda a combatir el cambio climático? alcanzaron récords históricos en el Reino Unido.

Jun.
Jul.
Ago.
Sept.

Oct.

Desde las grandes ciudades hasta las islas tropicales, impacto del cambio climático se buscó más que nunca este año en el mundo entero, y la mayor cantidad de búsquedas se hicieron desde Fiji.

Las prácticas respetuosas con el medioambiente son cada vez más habituales. Este año, el interés de búsqueda en sostenibilidad alcanzó máximos históricos en todo el mundo. (Google, 2022, p.1).

Adicionalmente, se identificaron tres tipos de conductas principales de los compradores (Mau, 2022):

Eco-activos: altamente preocupados por el planeta, sienten la responsabilidad de ser sustentables y tienen muy presente el potencial impacto de sus acciones en el medio ambiente. “Este grupo representan el 22% de los consumidores globales, y aumentó por segundo año consecutivo más del 5% respecto del 2019. Se espera que representen la mitad de la población mundial hacia fines de esta década.” (Mau, 2022, párr. 11).

Eco-considerados: preocupados por el ambiente, pero sus acciones diarias no lo demuestran, su principal barrera está el precio de los productos.

Eco-despreocupados: tienen muy poco o ningún interés en el medio ambiente, desconocen las preocupaciones medioambientales.

En cuanto a las energías renovables, Google Trends arroja la siguiente tendencia (2004-marzo 2022) para las búsquedas mundiales de los temas “Energía solar”, “Vehículo eléctrico”, “Energía renovable”, “Energía eólica” e “Hidrógeno verde”.

buscaron formas de ser más ecológicos.

+43%

de aumento anual en el interés de búsqueda por reciclar y reutilizar en México

+100%

de aumento anual en el interés de búsqueda por cruelty free en Argentina

Ilustración 15 – Resumen del año 2021 según Google. (Google Trends, 2022)

Los números reflejan el interés de búsqueda en relación con el valor máximo de un gráfico en una región y un periodo determinados. Un valor de 100 indica la popularidad máxima de

un término, mientras que 50 y 0 indican que un término es la mitad de popular en relación con el valor máximo o que no había suficientes datos del término, respectivamente. (Google Trends, 2022, p. 1).



Gráfico 34 – Resultado para las búsquedas mundiales de los temas “Energía solar”, “Vehículo eléctrico”, “Energía renovable”, “Energía eólica” e “Hidrógeno verde”, periodo 2004 - marzo 2022 (Google Trends, 2022).



Gráfico 35 - Resultado para las búsquedas mundiales de los temas “Energía solar”, “Vehículo eléctrico”, “Energía renovable”, “Energía eólica” e “Hidrógeno verde” por región (Google Trends, 2022).

Se observa que los temas “Energía solar” y “Vehículo eléctrico” son los que mayor cantidad de búsquedas tuvo en los últimos años, con una tendencia alcista.

CAPÍTULO 3: ¿ES POSIBLE UN FUTURO SIN PETRÓLEO Y GAS?

Subcapítulo 3.1.: ¿Se puede imaginar un futuro sin petróleo y gas?

Cuando el petróleo y gas se emplearon a escala industrial en el siglo XIX, dieron ventajas significativas sobre los combustibles existentes: eran más limpios, más fáciles de transportar y más versátiles que el carbón y la biomasa (madera, desechos y aceite de ballena). El gasoil (diesel) y las naftas (gasolinas), derivados del petróleo, revolucionaron el transporte. Debido a los desarrollos en ingeniería química, el petróleo y el gas también proporcionaron las materias primas para una gran variedad de productos (petroquímicos), desde plásticos hasta fertilizantes y medicamentos. En el siglo XX, el petróleo y el gas se convirtieron en recursos esenciales para la vida moderna: como combustible y materia prima, por su versatilidad y abundancia, ayudaron a facilitar un crecimiento económico sin precedentes y mejoraron la salud humana y calidad de vida en todo el mundo. (Allison & Mandler, 2018).

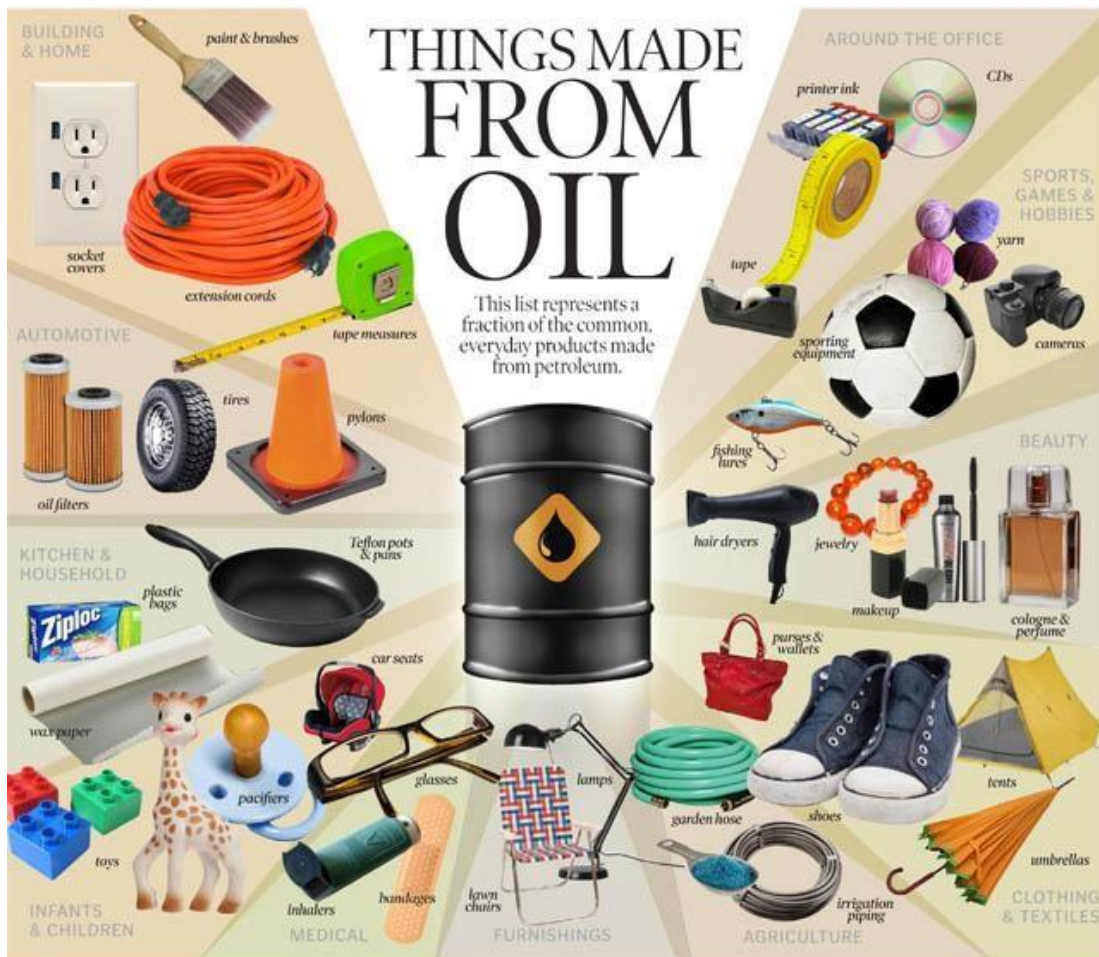


Ilustración 16 – Cosas realizadas con petróleo. Ilustración realizada por Rachel Niebergal y Calgary Herald.

Cuando se menciona al petróleo, lo primero que se viene a la mente son ciertos combustibles líquidos (naftas y gasoil) y cuando se habla del gas natural, probablemente se piense en la hornalla

de una cocina o la estufa del living, o incluso su uso para la generación de energía eléctrica. Sin embargo, existen muchos otros usos de estos hidrocarburos en todo lo que rodea al ser humano.

Para apreciar la importancia del petróleo y del gas en nuestra calidad de vida, es clave entender cómo estos recursos se transforman en una amplia gama de productos esenciales para los consumidores.

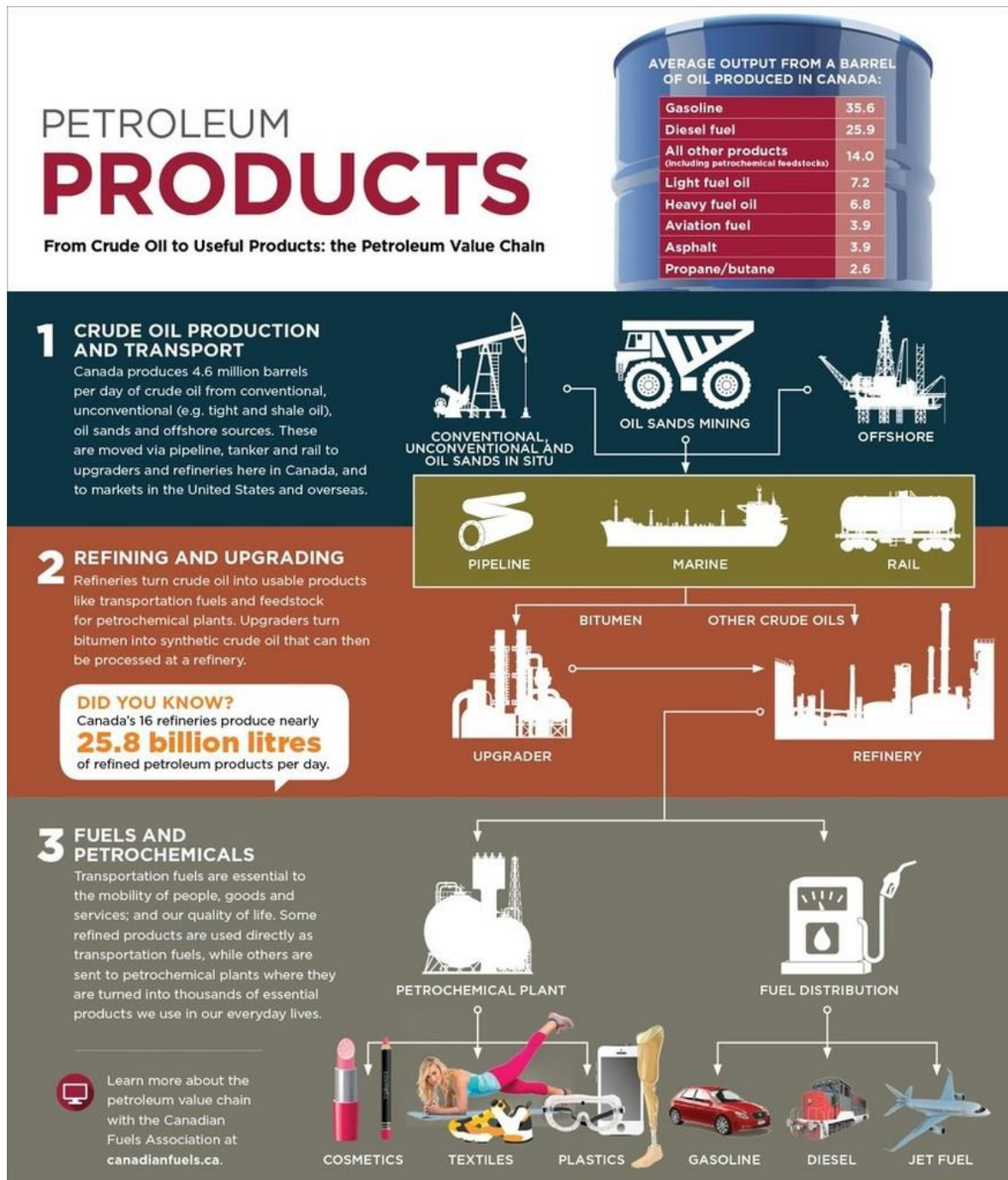


Ilustración 17 – Productos derivados del petróleo: cadena de valor. Los valores indicados en la ilustración corresponden a la producción en Canadá, actualizado el 21/1/21 (CAPP Canada's Oil & Gas Producers, 2020).

Los productos petroquímicos derivados del petróleo y del gas natural hacen posible la fabricación de más de 6.000 productos cotidianos y dispositivos de alta tecnología. Los productos petroquímicos más importantes, incluidos el etileno, el propileno, el acetileno, el benceno y el tolueno, así como los componentes del gas natural como el metano, el propano y el etano, son las materias primas para la producción de muchos de los artículos de uso y dependencia diaria.

MADE FROM OIL AND NATURAL GAS

Literally thousands of products you use and depend on every day are made or made better using **petrochemicals**: plastics and other materials that come from oil and natural gas.

CAN YOU SPOT IT?
Only one of the 30 every-day products shown here is not made using petrochemicals derived from oil and natural gas.
Can you find it?

1 toothbrush	6 smartphone	11 washing machine	16 yoga outfit	21 running shoes	26 saran wrap
2 safety goggles	7 laptop computer	12 ski jacket	17 shampoo	22 carbon-fibre bicycle	27 cotton towels*
3 lipstick	8 rubber gloves	13 wind turbine	18 headphones	23 toy blocks	28 pills
4 airplane	9 crayons	14 dentures	19 garden hose	24 electric piano	29 chemical fertilizer
5 contact lenses	10 helmet	15 fitness tracker	20 syringe	25 kayak	30 electric car

*The only product that doesn't rely on petrochemicals is #27.

Ilustración 18. Ejemplos de productos que derivan de la cadena de valor del petróleo y del gas natural. (CAPP Canada's Oil & Gas Producers, 2020)

A continuación, se mencionan algunos ejemplos de productos de la cadena de valor del gas y petróleo (CAPP Canada's Oil & Gas Producers, 2020):

Electrónica: por sus propiedades aislantes y resistentes al calor, los plásticos y otros productos se emplean en componentes electrónicos, por ejemplo, en parlantes, celulares, computadoras, cámaras, televisores.

Textiles: las telas suelen estar hechas de fibras a base de petróleo, como acrílico, nylon, rayón, poliéster, cuero sintético, elastano. No sólo las prendas de vestir están incluidas en la lista, por ejemplo, podemos mencionar, pañales, toallitas femeninas, medibachas, bolsas de dormir, carpas, paracaídas, incluso carteras y calzado emplean materiales derivados del petróleo por sus propiedades ligeras, duraderas y resistentes al agua.

Artículos deportivos: pelotas de basket, golf, bolsas, cascos, tablas de surf, skis, raquetas de tenis, cañas de pescar, entre otros. Los plásticos se diseñan molecularmente para que los impactos o roturas de estos no generen bordes rectos que puedan producir cortes.

Salud y belleza: productos de cuidado personal como perfumes, secadores de pelo, cosméticos (labiales, bases, rímel, máscaras, delineadores), lociones de manos, pasta de dientes, jabones, crema de afeitar, desodorantes, shampoo, anteojos, lentes de contacto, peines.

Suministros médicos: los plásticos se utilizan en una amplia gama de dispositivos médicos y los productos petroquímicos para productos farmacéuticos. Los productos incluyen equipos hospitalarios, bolsas intravenosas, aspirinas, antihistamínicos, cortisona, miembros artificiales, dentaduras postizas, audífonos, válvulas cardíacas, guantes y muchos más. Durante la pandemia se emplearon para la fabricación de mascarillas y protecciones faciales (plexiglass / acrílicos, resina denominada polimetilmetacrilato).

Productos domésticos: desde materiales de construcción como techos y aislamientos, hasta pisos, ventanas, muebles, electrodomésticos y decoración del hogar, como almohadas, cortinas, alfombras, colchones, lámparas, sillas, pinturas para las paredes. Incluso muchos artículos de cocina cotidianos, incluidos platos, tazas, sartenes antiadherentes, y artículos de limpieza, como detergentes desengrasantes, plaguicidas/ fungicidas, botellas e infinidad de envases, ceras, bolsas.

Otros: caucho, gomas sintéticas, asfaltos, lubricantes, resinas, crayones, adhesivos, solventes, coque, caños y tuberías, revestimientos de cables (PVC), autopartes, ácidos, fertilizantes, desinfectantes, alcoholes, en múltiples artículos para packaging.

Aproximadamente el 45% del consumo de petróleo en Estados Unidos se transforma en combustibles líquidos, mientras que el 55% restante se destina a la industria petroquímica, productos que actualmente no tienen sustitutos escalables. Cabe aclarar que, en un futuro donde emerja notablemente el uso de autos eléctricos, éstos serán fabricados con múltiples componentes que son productos derivados del petróleo y del gas (por ejemplo, plásticos interiores, luces, cinturones de seguridad, tapizados, pedales, ruedas, lubricantes, paragolpes, pintura), e incluso la

infraestructura necesaria para el desarrollo de las energías renovables (por ejemplo, las aspas de turbinas en energía eólica y los paneles solares se fabrican con derivados de hidrocarburos).

En la siguiente ilustración se muestra un diagrama de flujo simplificado de los productos que se obtienen en la industria petroquímica:

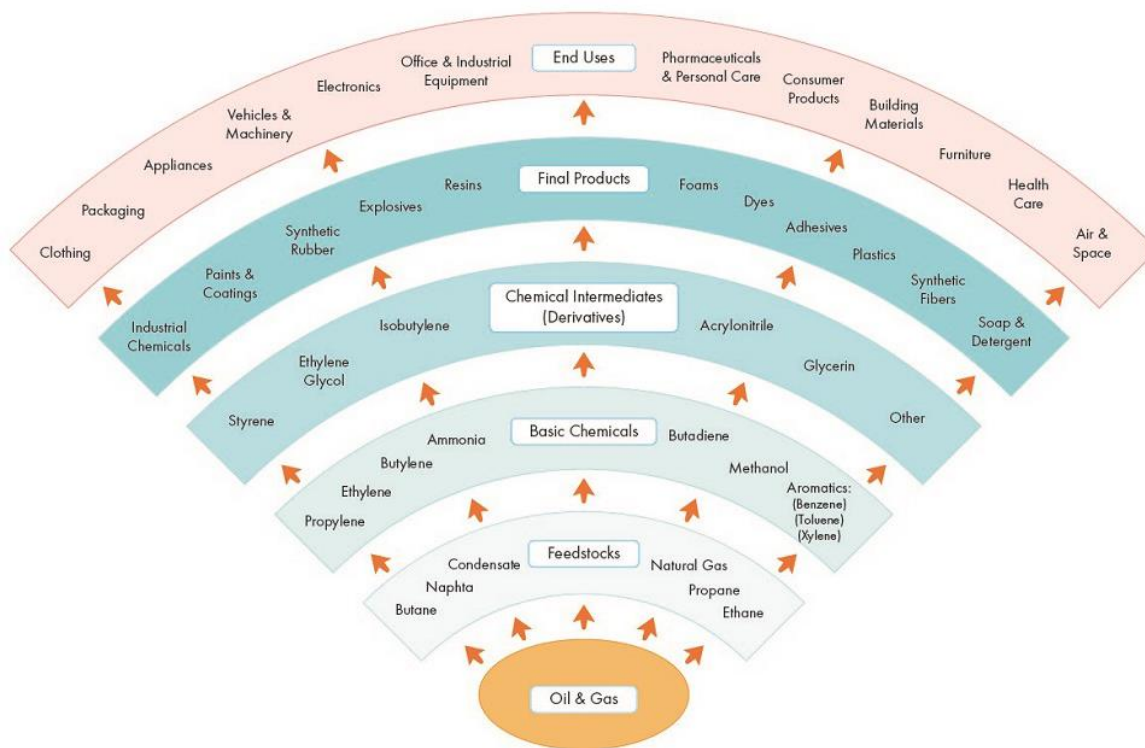


Ilustración 19 - Diagrama de flujo de productos petroquímicos (Canada Energy Regulator, 2018)

Subcapítulo 3.2.: ¿Qué acciones están realizando las principales empresas de petróleo y gas frente al cambio climático y las señales de cambios?

La pandemia por Covid-19 no desalentó el empuje mundial hacia energías más verdes, a pesar de algunas predicciones contrarias. La demanda de los consumidores, las acciones gubernamentales y fuerzas de mercado continúan fomentando el cambio del consumo de la energía primaria hacia opciones renovables y descarbonizadas. Aunque los próximos desarrollos signifiquen cambios para las industrias tradicionales de petróleo y gas, éstos también presentan una oportunidad de adoptar nuevos modelos de negocio que puedan apoyar su recuperación y generar un crecimiento en un futuro de cero emisiones netas (Caron, Gildea, Mayor, & Hayes, 2021).

Las compañías de petróleo y gas consideran que realizar un giro desde el enfoque puro de petróleo y gas a un enfoque de servicios energéticos es un paso efectivo y una solución global a los desafíos que enfrentan y asumir un papel de liderazgo en la innovación verde.

En cada sector industrial se están llevando a cabo acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En 2014, algunas de las principales compañías petroleras y gasíferas crearon la Oil and Gas Climate Initiative (OGCI), que hoy nuclea a las siguientes 12 empresas:



Ilustración 20 - Compañías que integran el Oil and Gas Climate Initiative, OGCI. (Oil and Gas Climate Initiative, 2021)

Este grupo se alinea a los objetivos del Acuerdo de París y reconoce la urgencia real de actuar, apoyando la necesidad de que el mundo avance hacia una emisión neta de carbono igual a cero en el futuro, conocido como carbono neutral. Para ello, en su estrategia, manifiestan que es necesaria una colaboración internacional a los efectos de reducir la emisión de gases de efecto invernadero que genera la industria de petróleo y gas. Las empresas miembro se comprometen a acelerar las transiciones energéticas y apoyan inversiones en tecnologías orientadas a reducir las emisiones de metano y dióxido de carbono, capturar o almacenar dióxido de carbono y energías renovables. Asimismo, buscan acelerar la implementación global de soluciones bajas en carbono en los sectores de energía y transporte (comercial y público), colaborando con los gobiernos y otros inversionistas, acompañando los cambios que surjan en los hábitos de los consumidores y creando nuevas oportunidades de negocio. (Oil and Gas Climate Initiative, 2021).

Adicionalmente, plantean los siguientes cuatro pilares dentro de su estrategia (sep.'21):

1. Hacia operaciones con emisiones netas cero: tienen como objetivo alcanzar emisiones netas cero en sus operaciones¹⁴ como así también aprovechar su influencia para lograr lo mismo en activos no explotados, aportando su conocimiento. Se comprometen a reducir emisiones en el Upstream

¹⁴ Emisiones definidas como “Scope 1” y “Scope 2”, que se refieren a aquellas generadas en los procesos propios de producción, o bien, por terceros que brindan servicios para la producción, respectivamente.

en un 20% al 2025 lo cual implica alcanzar un valor de 17 kg de CO2 equivalente por barril de petróleo equivalente, y lograr rutinas de cero venteos para el 2030. Para ello, la OGCI indica que necesitará acelerar soluciones en búsqueda de mejoras en eficiencias, electrificación, soluciones con hidrógeno, captura, uso y almacenamiento de carbono, medición y eliminación de fugas de metano, bioenergía, entre otros.

2. Liderar la industria de petróleo y gas: representando al 30% de la producción mundial de petróleo y gas, la OGCI se posiciona como grupo líder en la industria del petróleo y gas, a los efectos de impulsar los cambios necesarios para alcanzar los objetivos de casi cero emisiones de metano y reducción de CO2, emisiones directas totales de la industria mundial estimadas en alrededor de 4 gigatoneladas de CO2 equivalente/año.
3. Actuar para ayudar a descarbonizar la sociedad: apoyar el desarrollo e implementación de nuevas soluciones a escala, que permitan a la sociedad alcanzar más rápido emisiones netas cero y economías de carbono circular.
4. Liderazgo para acelerar la transición energética: OGCI reconoce que las empresas tienen diferentes puntos de partida, partes interesadas y obligaciones nacionales, factores que pueden afectar sus estrategias climáticas. OGCI fomentará a que sus miembros actúen, compartan, reflexionen y desarrollen sus estrategias climáticas, enfocando sus acciones individuales y colectivas hacia un futuro de cero emisiones netas consistente con el Acuerdo de París.

Al respecto, se observa que las principales compañías de petróleo y gas a nivel mundial ya están realizando movimientos (Caron, Gildea, Mayor, & Hayes, 2021; Reuters Events, 2022; Reuters, 2021):

Eavor

BP and Chevron-backed Eavor claims to offer the world's first scalable form of clean baseload—and if it can commercialise its Eavor-Loop technology on a global scale, it may be right. The company is one of several pursuing the promising field of deep geothermal power, which could potentially deliver round-the-clock low-carbon energy anywhere in the world. Other companies in this space include Fervo, GreenFire and Sage.

British Petroleum (BP): en septiembre 2020, anunció inversiones en proyectos de energía eólica off-shore por USD 1.000 millones, mediante acuerdos con Equinor. El movimiento es parte de la estrategia net zero para el 2050, incluyendo el incremento de la capacidad en energías renovables de 50 GW en 10 años. Adicionalmente, BP está participando en proyectos de CCUS¹⁵, energía geotérmica e hidrógeno.

Chevron: tiene una capacidad instalada de 65 MW en energías renovables que abastecen instalaciones del Upstream. Adicionalmente invirtió USD 1.000 millones en proyectos de CCUS en Australia y Canadá, y, en 2018, lanzó un fondo de inversión en innovación tecnológica por USD 100 millones, que incluye dentro de sus líneas de desarrollo tecnología para carga de vehículos eléctricos, baterías y captura directa del CO₂ del aire.

¹⁵ CCUS, por Carbon Capture, Use and Storage.

ExxonMobil

Oil major ExxonMobil is leading innovation in CCS after teaming up with researchers at the University of California, Berkeley, to develop metal-organic frameworks for carbon capture. If commercialised, it is thought these materials that could help capture more than 90 percent of the CO₂ produced by natural gas power plants, which are the dominant source of electricity generation today in the United States and many other parts of the world.

ExxonMobil: está invirtiendo más de USD 1.000 millones por año en investigación y desarrollo para la reducción de las emisiones de carbono y en CCS¹⁶. Adicionalmente, la compañía tiene un objetivo de alcanzar una producción de biocombustibles de 10.000 barriles/día para el 2025.

Royal Dutch Shell: invierte entre USD 2.000 – USD 3.000 millones por año en generación de energía solar y eólica, con inversiones adicionales en estaciones de carga eléctrica, hidrógeno e innovaciones en energía limpia, habiendo creado la compañía Shell Renewables and Energy Solutions. Adicionalmente, está realizando acciones con metas de fomentar la descarbonización del sector de transporte marítimo para el 2050. En julio del 2021, inauguró la planta más grande de

electrólisis de hidrógeno de 10 MW en Europa, llamada *Refhyne*, después de dos años de construcción. La planta producirá combustibles verdes, en el marco de un consorcio financiado por la Unión Europea, que planea ampliar sus operaciones comerciales en 100 MW adicionales.

Shell también tiene como objetivo producir combustible de aviación sostenible a partir de electricidad renovable y biomasa, así como desarrollar una planta de gas natural licuado renovable (bio-GNL).

Shell

The shipping industry has a goal of halving carbon emissions by 2050, but there is still little clarity on how this could be achieved. Enter oil giant Shell, which has initiated a dialogue with the industry and in 2020 published a landmark report on decarbonising shipping, in partnership with the consultancy firm Deloitte. Linked to this, Shell has set out an ambition to decarbonise the shipping sector by 2050.

Sonnen

Part of Shell Renewables and Energy Solutions since 2019, German residential battery pioneer Sonnen is one of the leading lights in the development of virtual power plants (VPPs), where distributed assets are linked by software to act as a single generating facility. The VPP capabilities developed by Sonnen and a handful of other storage players are now being harnessed in grids around the world to provide flexibility without the need for costly infrastructure upgrades and buildouts.

Columbia Shipmanagement

Ship management and maritime services provider Columbia Shipmanagement, or CSM, is leading the way in helping to decarbonise maritime transport after signing a memorandum of understanding with oil major TotalEnergies. The two companies are developing a lube oil monitoring, optimisation and supply platform using CSM's Performance Optimization Control Room system, while also looking into alternative propulsion and marine fuel systems.

Total Energies: tiene una capacidad actual de 9 GW de generación de energía baja en carbono, que incluyen 5 GW de energías renovables. Su target al 2050 es alcanzar unos 25 GW generados a partir de energías renovables. En el 2020, la compañía ganó uno de los contratos más grandes de sitios de carga en los Países Bajos, asociado con Groupe PSA y adquirió instalaciones de energía solar en España por 2 GW.

Adicionalmente, Total Energies firmó un memorándum de entendimiento con Columbia Shipmanagement (CSM) a los efectos de liderar la descarbonización del transporte marítimo. Estas compañías se encuentran desarrollando un sistema de control, optimización y suministro de aceites lubricantes y están buscando alternativas de sistemas de propulsión para el transporte marítimo.

Otras grandes empresas relacionadas con la industria de petróleo y gas se encuentran realizando desarrollos en captura, uso y almacenamiento de dióxido de carbono (tanto CCUS como CCS), entre las que se encuentran Equinor, Fluor y Schlumberger.

¹⁶ CCS, por Carbon capture and storage.

En Argentina, YPF presenta el 35% de la producción de hidrocarburos en el país (40% en producción de petróleo y 31% en producción de gas natural), mientras que concentra el 54% del market share de las ventas de combustibles. Es la empresa que lidera el sector de petróleo y gas y los negocios asociados a la cadena de valor de la industria por su integración vertical, por ejemplo, con la industria petroquímica. (YPF, 2022).

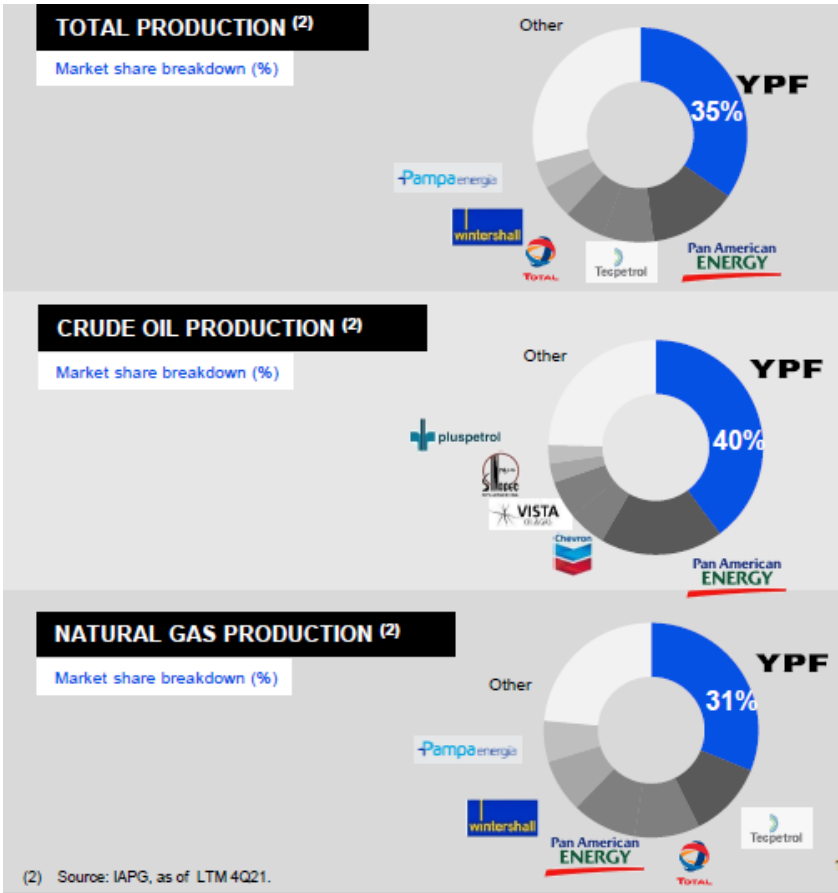


Gráfico 36 – Market share de la producción de petróleo y gas en Argentina. (YPF, 2022)

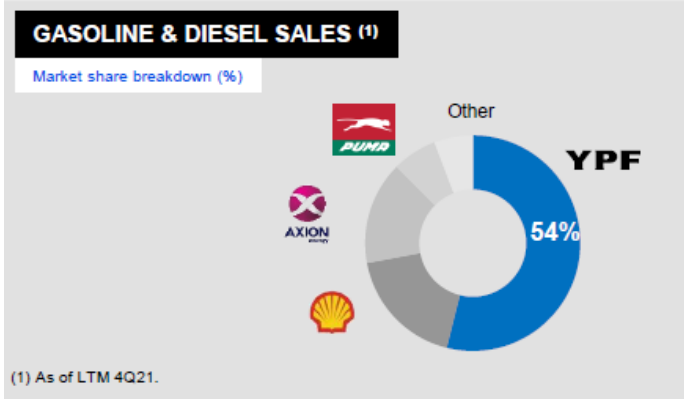
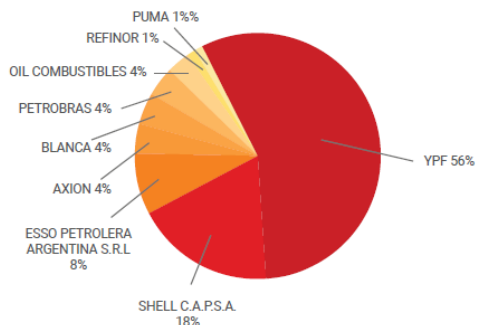


Gráfico 37 – Market share de ventas de combustibles en Argentina. (YPF, 2022). Aclaración: actualmente la participación en el mercado de compañía Shell corresponde a Raizen Energía.

Participación por empresa en ventas de combustibles



Ventas por provincia 2018



Gráfico 38 – Participación por empresa en ventas de combustibles y apertura de las ventas por provincia, 2018. (Secretaría de Energía, 2018)

La compañía está dando claras señales y tomando acciones para liderar las transiciones energéticas en el país, como parte de su eje estratégico.

Sergio Afrontti (2021), CEO & miembro del Directorio de YPF S.A., el **26/8/21** publicaba en el diario La Nación:

El contexto de pandemia y sus consecuencias sociales y económicas, así como el compromiso de la Argentina de ser carbono neutral para 2050, catalizan de manera particular estos retos hacia un camino de transiciones energéticas justas, que no debería dejar a nadie atrás.

El objetivo de descarbonizar las economías está redefiniendo no sólo la producción de energía, **sino también toda la cadena de valor asociada y los patrones de consumo.** (...) Ese es nuestro rol dentro del Grupo de Energía y Eficiencia de Recursos del Business 20 Italia 2021, el capítulo empresarial del G20, al cual YPF fue invitada como «cochair», siendo la única empresa latinoamericana y única compañía de petróleo y gas en la mesa de liderazgo. El trabajo (...) gira en torno a tres ejes: cómo acelerar las transiciones energéticas para **contar con un sistema carbono neutral para 2050**, de acuerdo con los compromisos asumidos por numerosos países y en línea con el Acuerdo de París; cómo promover políticas para una transición sustentable e inclusiva; y cómo impulsar la preservación del ambiente.

Desde YPF estamos participando activamente en este debate para incluir algunos puntos o visiones que hacen a las realidades de las **economías emergentes, que en general tienen un menor impacto que los países desarrollados en las emisiones de carbono totales (la Argentina representa el 0,5% y América Latina el 5%),** o que ya cuentan con matrices energéticas comparativamente más limpias (la matriz argentina está basada en más del 50% en gas natural).

Es importante impulsar, por supuesto, nuevas energías como las renovables y otras soluciones energéticas aún más innovadoras. Pero también es vital enfocarnos en **hacer la producción de petróleo y gas más eficiente en emisiones y uso de recursos**, e incorporar mecanismos de compensación, ya que, de acuerdo con todos los escenarios energéticos globales, **los hidrocarburos nos seguirán acompañando durante varias décadas**, no solo en virtud de su rol como combustibles, sino también como insumos en la química, la construcción, la medicina, la siderurgia y el agro, entre otros. Es importante recordar que en el caso de la Argentina representan, especialmente a través de Vaca Muerta, uno de los motores más importantes para su desarrollo. Al respecto, la ventana de oportunidad es angosta, debemos aprovecharla aquí y ahora, acelerando la producción de manera competitiva, eficiente y sostenible, para contribuir a la reconstrucción del país y al bienestar de todos los argentinos. (párr. 1 - 5).

YPF adicionalmente, cuenta con una participación accionaria en las siguientes empresas afiliadas. A través de YPF Luz e Y-Tec está realizando acciones relacionadas con la transición energética, por su participación en generación de energía eléctrica mediante energías renovables (principalmente eólica) y en investigación y desarrollo de baterías de litio y tecnologías con hidrógeno, respectivamente; mientras que ha iniciado acciones de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en sus operaciones (concentradas en el Upsteam):

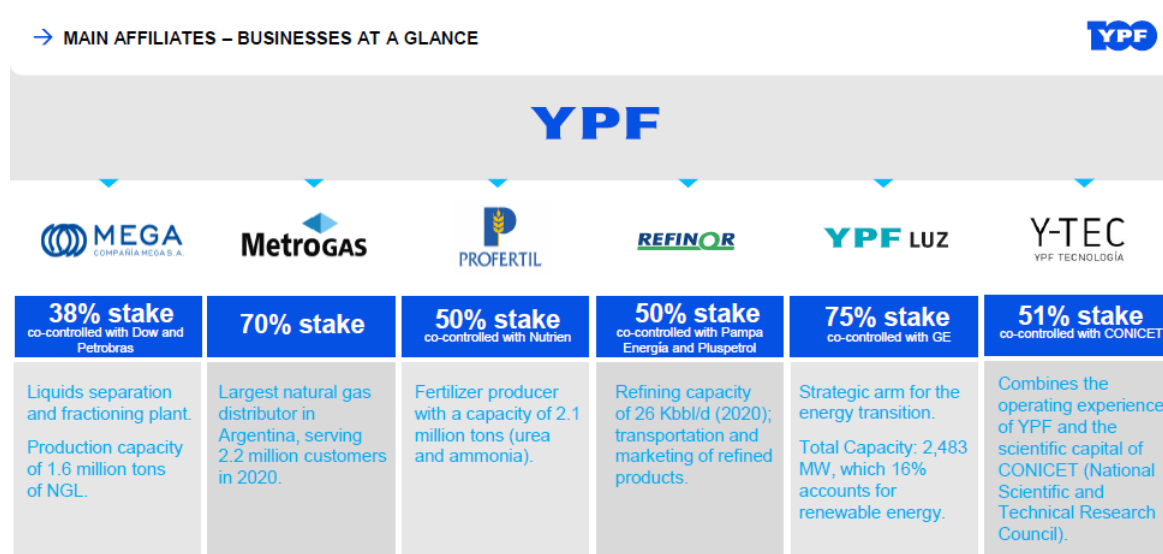


Ilustración 21 – Participación accionaria de YPF en compañías afiliadas. (YPF, 2022).

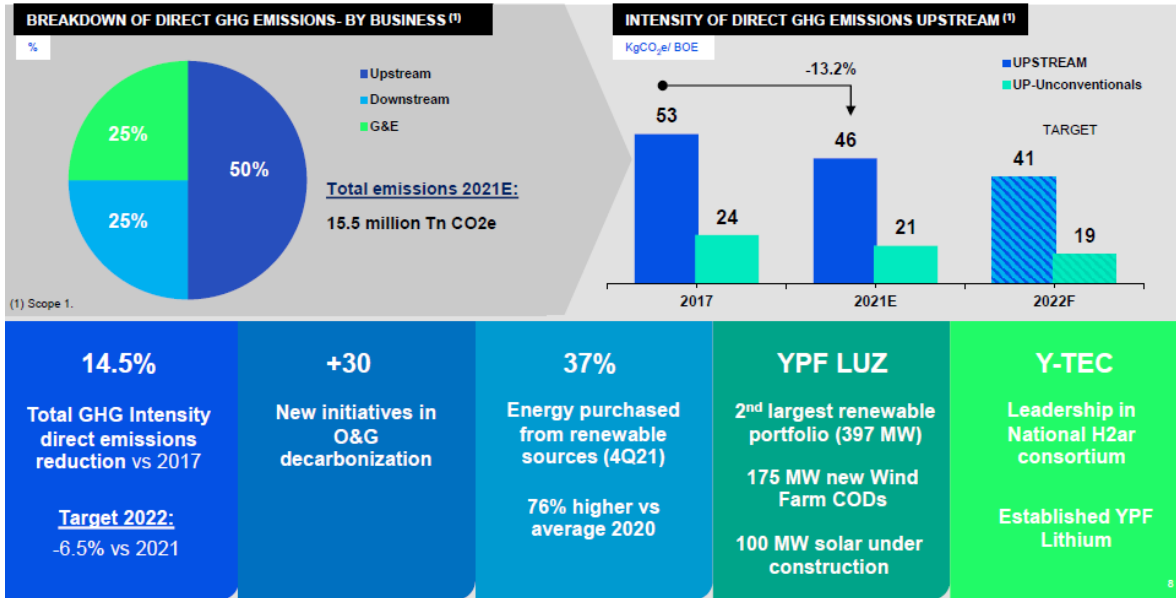


Ilustración 22 – YPF, acciones sobre emisiones de gases de efecto invernadero y transiciones energéticas. (YPF, 2022)

En cuanto a energías renovables, actualmente la capacidad instalada de YPF Luz es de 397 MW, que representa un 16% de la capacidad instalada total (2.483 MW):

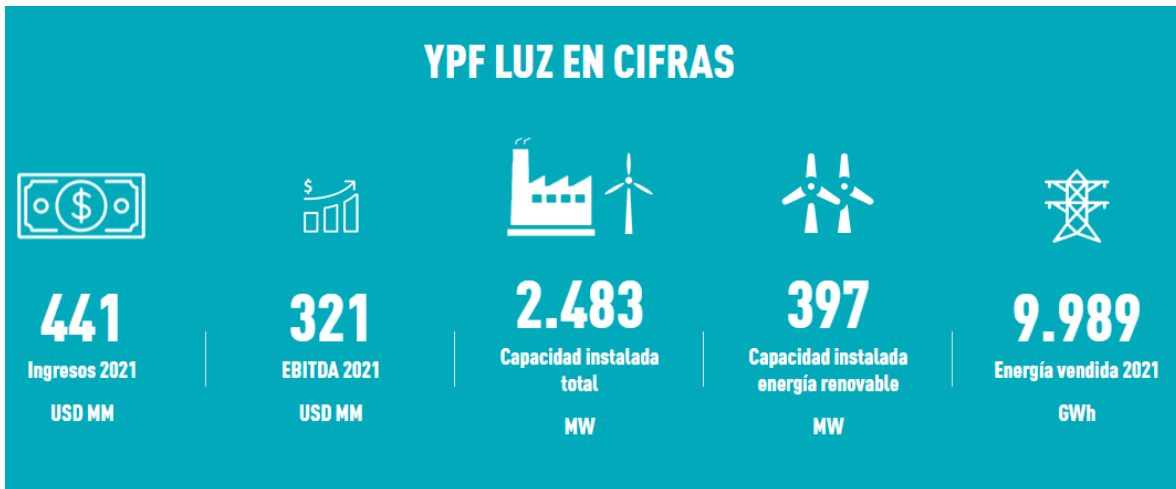


Ilustración 23 – YPF Luz en cifras. (YPF Luz, 2022).

Durante el 2021, YPF Luz aumentó un 10,4% su capacidad instalada (alcanzando los 2.483 MW) y un 42,3% el EBITDA. La venta total de energía fue de 9.989 GWh (+34,4% vs 2020) que dio ingresos de USD 441 millones (+46,4% vs 2020); la venta de energía renovable fue 1.202 GWh, 76,3% mayor que el año anterior (YPF Luz, 2022).

En agosto 2021 YPF anunciaba que, a través de YPF Luz, el 25% de la demanda eléctrica de la compañía durante el primer semestre del año fue abastecido de energías renovables:

La compañía a través de YPF Luz tiene en operación el parque eólico Manantiales Behr, en la provincia de Chubut, y Los Teros en el partido bonaerense de Azul, proyectos de los cuales proviene parte de su energía consumida y desde los cuales abastece a terceras empresas a través de contratos a largo plazo.

(...) con el comienzo de operación del parque eólico Cañadón León, ubicado en la provincia de Santa Cruz, el 37% de la demanda eléctrica de YPF quedará cubierta por energías renovables. (ámbito, 2021, párr.. 4 - 5).

En diciembre 2021, YPF Luz comenzó la operación de su tercer parque eólico, Cañadón León, ubicado al Noreste de la Provincia de Santa Cruz (localidad de Cañadón Seco), sumando una capacidad instalada adicional de 123 MW de energía renovable.

Cañadón León cuenta con un factor de capacidad de 53%, uno de los niveles de eficiencia más altos del mundo, y evita la emisión de más de 312.000 toneladas de dióxido de carbono por año. Cuenta con 29 aerogeneradores instalados en una superficie total de 1870 hectáreas.

El parque demandó una inversión de más de 180 millones de dólares y es el primer proyecto Renovar de YPF Luz, al cual se destinan 101,52MW de capacidad instalada para provisión de CAMMESA, mientras 21,15MW se destinarán al Mercado a Término de Energías Renovables (MATER). (YPF Luz, 2022, párr.. 6 - 7).

Para la financiación del parque eólico Cañadón León, YPF Luz levantó USD 64,6 millones emitiendo en el mercado local de capitales dos Obligaciones Negociables (ON), que se inscriben dentro de un plan global de financiamiento a mediano plazo por hasta USD 1.500 millones, aprobado por el directorio de la empresa. (Cronista, 2021).

Por otra parte, en junio 2021, YPF anunció la creación de la empresa YPF Litio S.A., sociedad destinada al desarrollo del litio en Argentina como mineral y de su cadena de valor, incluyendo la incursión en el sector minero y en el desarrollo de la tecnología para la fabricación de baterías a baja escala industrial en una planta de producción en Ensenada, que se inaugurará en el segundo semestre de 2022.

En una primera etapa, la planta de YPF Litio producirá en baja escala industrial. Las primeras baterías se utilizarán para impulsar colectivos eléctricos. Se trabajará a un ritmo de producción de 13 Mw/hora por año, lo que equivale a las baterías de unos 45 colectivos eléctricos.

El objetivo a mediano y largo plazo es convertirse en la primera Gigafactoría de la Argentina, con fabricación de baterías a gran escala industrial. (Cristófolo, 2021, párr. 2 - 3).

La estrategia de YPF se llevará adelante a través de la nueva empresa YPF Litio S.A y del centro de investigación y desarrollo Y-Tec, en sociedad con el Conicet y la Universidad Nacional de La Plata. (Cristófolo, 2021).

En cuanto a la promoción de la cadena de valor del hidrógeno, en julio 2020:

Y-TEC, la compañía de tecnología de YPF y el CONICET, lanzó el Consorcio para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno en Argentina (H2ar), una iniciativa única la región, que busca conformar un espacio de trabajo colaborativo entre empresas integrantes de la cadena de valor del hidrógeno.

El consorcio H2ar permitirá, a las empresas socias, tener acceso a información de frontera, potenciará la generación de capacidades técnicas propias y posibilitará crear negocios innovadores.

Y-TEC lidera la iniciativa por tener una posición de referencia en la materia, consolidada por un equipo interdisciplinario, en permanente articulación con el sistema científico y tecnológico argentino. (Economis, 2020, párr. 1 - 3).

Las transiciones energéticas pueden verse como una oportunidad para el sector de petróleo y gas, tanto para las compañías operadoras, como aquellas que pertenecen a la industria, dado que dichas empresas tienen un gran conocimiento en toda la cadena energética, en ingeniería, en producción, transporte, ciencia y tecnología. Este expertise puede ser una gran ventaja en tanto las compañías tengan un perfil de proveedoras de servicios y soluciones integrales de energía. Por ejemplo, el conocimiento de cómo operar en un ambiente off-shore podría considerarse una oportunidad de desarrollar un mercado de servicios o incluso emplear instalaciones on-shore y off-shore inactivas en cuanto a su equipamiento, infraestructura e incluso personal, para su uso en otros tipos de energías, como por ejemplo la eólica off-shore.

Adicionalmente, por su gran experiencia en la industria química y petroquímica pueden contribuir a diversas aplicaciones del hidrógeno, y por su conocimiento en manejo de instalaciones en complejos industriales podrían dar soluciones en cuanto al uso de catalizadores para la captura de carbono, soluciones químicas y neutralización de emisiones. Incluso, las compañías podrían emplear instalaciones para transportar hidrógeno (ej. ductos), sobre todo en países con una gran infraestructura desarrollada.

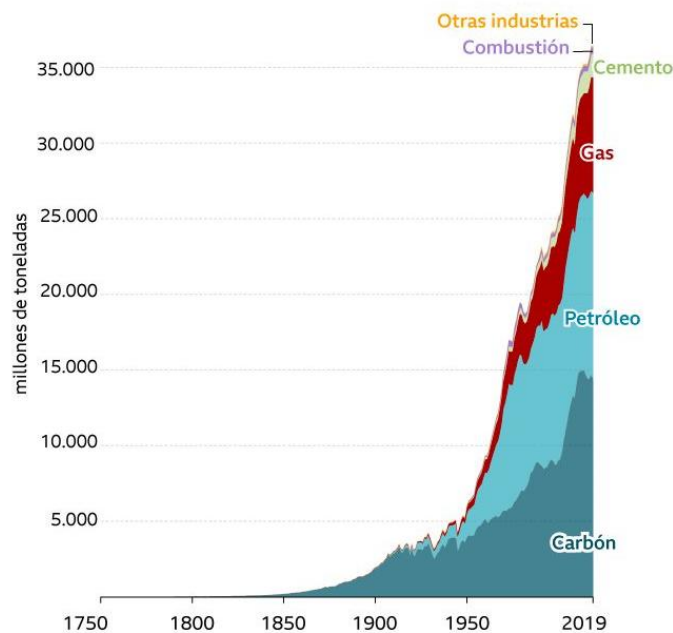
Por otra parte, las grandes redes de estaciones de servicio podrían emplearse para la construcción de sitios de soluciones integrales de energía para la carga eléctrica tanto de vehículos y por qué no, emplear almacenes o grandes depósitos como sitios de carga eléctrica de camiones.

Finalmente, durante las transiciones energéticas podrían capturar beneficios impositivos relacionados con la investigación y desarrollo y proyectos “verdes”.

Subcapítulo 3.3.: ¿Cómo podría ser un futuro del sistema energético nacional?

Partiendo de un escenario donde se tienda a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, las fuentes de energía existentes en la actualidad que generan más cantidad de emisiones se irán primero reemplazando por otras opciones, es decir, inicialmente se desplazará el uso del carbón, luego el petróleo y finalmente el gas. Estos combustibles generan dióxido de carbono cuando se produce su combustión o quema.

Emisiones de CO₂ por quema de combustibles fósiles



Fuente: Global Carbon Project

BBC

Ilustración 24 – Emisiones de CO₂ por tipo de combustible (BBC, 2021).

En Argentina, como se detalló en el Capítulo 1, la generación de energía mediante el uso de carbón representa un 1,4% del aporte a la oferta interna total de energía, por lo cual no resulta ser un problema para el país ni un desafío en cuanto a su reemplazo futuro (a nivel mundial, el uso del carbón para la generación de energía eléctrica ronda el 35%). Las instalaciones que empleen carbón para generación de energía eléctrica dejarán de emplearse y el sistema nacional deberá tomar esa caída de la oferta de otra fuente de energía más limpia.

En cuanto al petróleo, que ronda el 28% del aporte a la oferta interna total de energía, necesariamente debería ser reemplazado por fuentes de energía más limpias. Por tal razón, se podría pensar un futuro en donde no se emplee fuel oil y gas oil para la generación de energía eléctrica y el reemplazo de los combustibles fósiles empleados para el transporte (vehículos, camiones, transporte público, trenes de pasajeros y carga) por soluciones que no generen emisiones, sector que en Argentina representa el 30,9% del consumo final de energía (valores del 2018) y que es una de las principales fuentes de emisiones de dióxido de carbono.

En el país, el principal consumo de combustibles se encuentra concentrado en las principales zonas pobladas, detalladas en los siguientes mapas (Secretaría de Energía, 2018). Se podría pensar en un futuro donde los grandes centros urbanos hayan desarrollado la infraestructura eléctrica necesaria para la promoción de vehículos eléctricos en reemplazo de los combustibles fósiles.

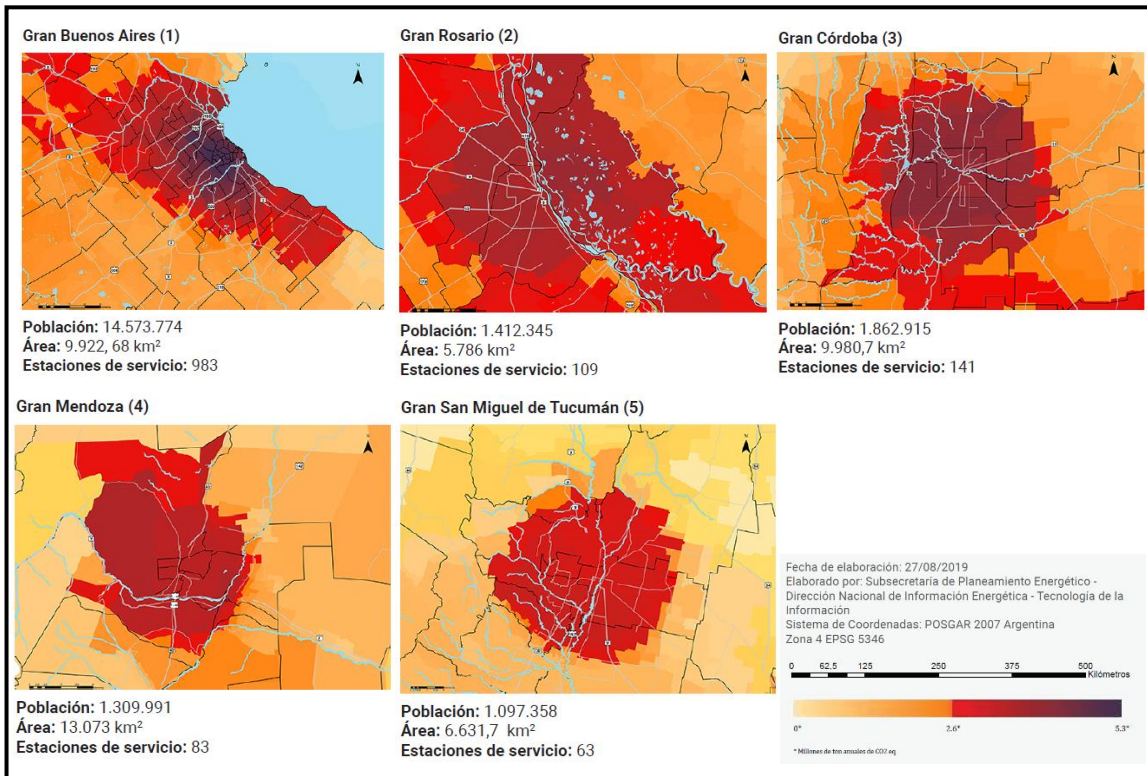


Ilustración 25 – Emisiones de CO2 calculadas a partir de ventas al público de combustibles líquidos de EESS año 2018 (Secretaría de Energía, 2018)

El transporte en ese futuro será libre de combustibles fósiles y se visualiza la descarbonización del sector, pero no por eso desaparecerá el uso del petróleo: la humanidad seguirá construyendo y necesita de infraestructuras que dependen de los derivados del petróleo como, por ejemplo, rutas construidas con asfalto, productos resultantes de la petroquímica, e incluso electrodos de carbono (provenientes del coque de las refinerías) empleados en el proceso de producción de metales como el aluminio.

Si los combustibles fósiles presentan una caída de su demanda (en primer lugar las naftas y luego el gas oil), el petróleo y toda su cadena de valor, necesariamente deberá reformular sus procesos de producción en sus refinerías (configuraciones y tecnologías), a los efectos de maximizar su integración con la industria petroquímica, desarrollar a su vez tecnologías para evitar la liberación de gases a la atmósfera durante los procesos de producción (añadiendo tecnologías de captura y almacenamiento de carbono a las instalaciones emisoras de carbono, ej. recupero en sistemas de gases de antorcha y venteos en sitios de producción del upstream) y mejorar sus eficiencias energéticas (ej. sistemas eficientes de recuperación de calor en corrientes de procesos y reducción de uso de vapor). En ese escenario, se podría seguir empleando petróleo habiendo reducido su combustión y, por ende, reducción de las emisiones. Adicionalmente, será necesario la recuperación de residuos y generar economías circulares en la cadena de valor.

Otros combustibles derivados del petróleo, por ejemplo, combustible de aviación o jet, el gas oil para transporte pesado, marítimo, aviación y grandes maquinarias (ej. agrícolas, mineras), hoy no tienen un claro sustituto, pero por las tendencias y desarrollos hasta el momento, pareciera que

serán reemplazados por soluciones con GNL en primera instancia (en cuanto al transporte marítimo) y luego probablemente por combustibles sintéticos o electro-combustibles y derivados del hidrógeno.

En cuanto al gas natural, será el combustible que ayude a atravesar las transiciones energéticas por ser la fuente de energía más limpia y con mayor porcentaje de uso en nuestro país, pero finalmente, tenderá a ser reemplazado como fuente de energía eléctrica por las energías del futuro, y sus moléculas deberán trasladarse al igual que el petróleo hacia la industria petroquímica (principalmente para la producción de fertilizantes), para lograr una integración vertical y acompañar posibles caídas en su demanda para uso de generación de energía eléctrica. En lo que respecta a la generación de energía eléctrica para las industrias el hidrógeno es el principal sustituto que se visualiza actualmente.

En el camino, la industria debe mejorar sus procesos de producción, buscando mayores eficiencias, y reducción de emisiones en sus operaciones y desarrollando negocios asociados a la captura, uso y almacenamiento de dióxido de carbono, el cual tendrá nuevos mercados por su transformación físico-química en otros productos necesarios para el desarrollo de las actividades humanas (por ejemplo, actualmente se conoce su uso en la industria alimenticia, farmacéutica y medicina, fabricación de biocombustibles, cultivo de algas como fuente de energía renovable, producción de cemento, apagar incendios, conservantes de alimentos, insecticidas, entre otros).

En cuanto al sector residencial y el uso de energía como fuente de calor (calefacción y cocción de alimentos), dado que nuestro país tiene desarrollado una gran infraestructura y conocimiento en gas, podría imaginarse el reemplazo del gas natural para uso residencia por soluciones con hidrógeno y adicionalmente, de manera híbrida, con el uso de energías renovables en instalaciones residenciales (alto potencial solar en el norte del país y eólica en la provincia de Buenos Aires y en el sur del país).

Por otra parte, en el contexto de las transiciones energéticas, Argentina debe explotar el mega yacimiento de recursos no convencionales Vaca Muerta lo antes posible, y prepararse para aprovechar un futuro decrecimiento mundial de la demanda de hidrocarburos fósiles. De esta manera, el país podría crecer económicamente, transformándose en exportador de gas natural en los próximos años (mercado internacional de GNL) y usar esos fondos para reinvertir en la industria a los efectos de impulsar la transformación que requiere la cadena de valor del petróleo y gas para lograr un desarrollo sostenible y a largo plazo (ej. adecuar la infraestructura y las cadenas de producción, sistemas de transporte de energía eléctrica, parques solares o eólicos, desarrollo y producción de hidrógeno verde).

En ese marco, Apud (2022) indicaba que el país se encuentra en un estado de urgencia porque:

... si Argentina no logra ser competitiva en el mercado mundial del gas natural en su forma de LNG o gas natural licuado antes de 10 años, quedará afuera. De ser así, quedará un remanente desaprovechado de gas, solamente en Vaca Muerta, equivalente a más de tres PBI actuales considerando un precio del gas de USD 4 el MBTU.

(...) Vaca Muerta es el yacimiento de shale gas más importante del país que provee cerca de la mitad del gas que se consume en la Argentina. Representa el 67% del total del shale gas argentino y está ubicado en el corazón de la industria petrolera argentina. Concentra la actividad de las principales compañías del mundo, y la experiencia acumulada en los últimos 10 años en la explotación de shales, de gas y petróleo las hace competitivas a nivel internacional.

(...) La industria está en condiciones de encarar ese proyecto exportador que reducirá la cantidad de HC (hidrocarburo) que inevitablemente quedará bajo tierra si no aprovechamos la oportunidad que nos presenta esa acotada transición energética previa al fin de la era del petróleo.” (párr. 8 -10).

Adicionalmente, este escenario conlleva un gran desafío para la Argentina, dadas las dificultades para acceder a fuentes de inversión actuales, de la magnitud de las requeridas para la transición energética. Por ejemplo, el desarrollo en logística e infraestructura que necesita el país para ser parte de las transiciones energéticas mundiales como exportador de GNL (ductos, plantas de licuefacción y puertos, etc.), implican inversiones que rondan los USD 15 mil millones anuales (Apud, 2022), para lo cual no alcanza con únicamente apuntar a tomar líneas de crédito “verdes”.

RECOMENDACIONES

La comunidad internacional asumió la necesidad de descarbonizar la producción y uso de la energía, atribuyendo el calentamiento global a las emisiones de dióxido de carbono, provenientes de la quema de carbón y de combustibles fósiles. Adicionalmente, se observa que las sociedades democráticas le exigen a los gobiernos y a los mercados una desaceleración del calentamiento global.

Ante tales señales, la exigencia por impulsar transiciones energéticas ya son una realidad y se espera aumente en el transcurso de las próximas décadas, lo cual implica un cambio en las matrices energéticas de los países (independientemente de las proyecciones de aumento del consumo energético derivado del crecimiento poblacional y del desarrollo de los países).

Al respecto, toman relevancia aquellos escenarios en los cuales se tienda a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto implica que las fuentes de energía actuales que generan más cantidad de emisiones serán reemplazadas primero por otras opciones más limpias, es decir, inicialmente se desplazará el uso del carbón, luego el petróleo y finalmente el gas.

En Argentina, la generación de energía mediante el uso de carbón representa un 1,4% del aporte a la oferta interna total de energía, por lo cual, no resulta ser un problema para el país ni un desafío en cuanto a su reemplazo futuro. Sin embargo, dado que, a nivel mundial, el uso del carbón para la generación de energía eléctrica ronda el 35%, esto presenta una oportunidad para el país, que podría abastecer con gas natural licuado a aquellos países que necesiten dejar atrás al uso del carbón para la generación de energía eléctrica (principalmente China e India) y de esta manera realizar un aporte concreto a la reducción de gases de efecto invernadero mundial.

En cuanto al petróleo, que ronda el 28% del aporte a la oferta interna total de energía del país, necesariamente debería ser reemplazado por fuentes de energía más limpias. Por tal razón, se podría pensar un futuro en donde no se emplee fuel oil y gas oil para la generación de energía eléctrica y el reemplazo de los combustibles fósiles (naftas y gas oil) empleados para el transporte por soluciones que no generen emisiones netas o las reduzcan. Cabe mencionar que el sector transporte (vehículos, camiones, transporte público, trenes de pasajeros y carga) en Argentina representa el 30,9% del consumo final de energía y que es una de las principales fuentes de emisiones de dióxido de carbono.

Si los combustibles fósiles presentan una caída de su demanda (en primer lugar, las naftas y luego el gas oil), el petróleo y toda su cadena de valor, necesariamente deberá reformular sus procesos de producción en sus refinerías (configuraciones y tecnologías), a los efectos de maximizar su integración con la industria petroquímica. Adicionalmente, deberá desarrollar tecnologías para evitar la liberación de gases a la atmósfera durante los procesos de producción (añadiendo tecnologías de captura y almacenamiento de carbono a las instalaciones emisoras de carbono, ej. recupero en sistemas de gases de antorcha y venteos en sitios de producción del upstream) y mejorar sus eficiencias energéticas (ej. sistemas eficientes de recuperación de calor en corrientes de procesos y reducción de uso de vapor). En ese escenario, se podría seguir empleando petróleo

para derivados que sean materia prima de la industria petroquímica y química, habiendo reducido su combustión y, por ende, disminución de las emisiones. Adicionalmente, será necesario la recuperación de residuos y generar economías circulares en la cadena de valor.

Otros combustibles derivados del petróleo, por ejemplo, combustible de aviación (o jet) y el gas oil para transporte pesado, marítimo, aviación y grandes maquinarias (ej. agrícolas, mineras), hoy no tienen un claro sustituto. Sin embargo, dadas las tendencias y desarrollos hasta el momento, pareciera que serán reemplazados por soluciones con GNL en primera instancia (en cuanto al transporte marítimo) y luego probablemente por combustibles sintéticos o electro-combustibles y derivados del hidrógeno.

En cuanto al gas natural, será el combustible que ayude a atravesar las transiciones energéticas por ser la fuente de energía más limpia y con mayor porcentaje de uso en nuestro país, pero finalmente, tenderá a ser reemplazado su uso como fuente de energía eléctrica por las energías del futuro, y sus moléculas deberán trasladarse, al igual que el petróleo, hacia la industria petroquímica (principalmente para la producción de fertilizantes). De esta manera, se lograría una integración vertical que acompañe posibles caídas en la demanda de gas natural como combustible para la generación de energía eléctrica. En lo que respecta a la generación de energía eléctrica para las industrias, el hidrógeno es el principal sustituto que se visualiza actualmente.

En cuanto al sector residencial y el uso de energía como fuente de calor (calefacción y cocción de alimentos), dado que nuestro país tiene desarrollado una gran infraestructura y conocimiento en gas, podría imaginarse el reemplazo del gas natural para uso residencial por soluciones con hidrógeno y adicionalmente, de manera híbrida, con el uso de energías renovables en instalaciones residenciales.

Como se mencionó, en el camino de las transiciones energéticas, la industria de petróleo y gas debe mejorar sus procesos de producción, buscando mayores eficiencias, reducción de emisiones en sus operaciones y maximizar su integración vertical en la industrial. En ese sentido, se visualiza que además debería desarrollar nuevos negocios asociados a la captura, uso y almacenamiento de dióxido de carbono. La transformación físico-química del dióxido de carbono en otros productos necesarios para el desarrollo de las actividades humanas tiene un alto potencial (por ejemplo, actualmente se conoce su uso en la industria alimenticia, farmacéutica y medicina, fabricación de biocombustibles, cultivo de algas como fuente de energía renovable, producción de cemento, apagar incendios, conservantes de alimentos, insecticidas, entre otros).

Finalmente, cabe desatar que, las transiciones energéticas en general presenta otros desafíos, como ser el uso de recursos no renovables que son insumos de las energías renovables (ej. minerales y productos químicos empleados en el proceso de extracción y purificación de los minerales) y de las nuevas tecnologías que prometen ese futuro sostenible (el hidrógeno deberá expandirse masivamente en un periodo corto de tiempo, reducir sus costos para que sea económicamente viable y adecuarse al uso sostenible del agua, recurso escaso en muchos sitios del mundo).

Adicionalmente, la humanidad debe prever cómo realizará la gestión de los residuos que generen las nuevas industrias para ser realmente sustentable y no seguir posponiendo este compromiso pendiente que tiene con el planeta.

CONCLUSIONES

Ya sea por la presión poblacional ante cambios climáticos o por la búsqueda de la seguridad energética, el mundo debe hacer una transición en la forma de producción y uso de la energía hacia esquemas menos perjudiciales para el medio ambiente. En ese sentido, las empresas “petroleras” ahora son compañías energéticas, lo cual queda demostrado no sólo en los cambios de sus nombres que realizan con fines de marketing, sino también en los negocios en los que comienzan a incursionar fuertemente.

En ese contexto, y considerando los recursos energéticos y patrones de consumo con los que cuenta la Argentina, el país tiene oportunidades no sólo de alcanzar niveles de emisión más reducidos a través del reemplazo de combustibles fósiles, sino también de contribuir a la reducción de emisiones vía exportaciones, para que otros países reemplacen combustibles altamente nocivos para el medio ambiente como el carbón por excedentes de Gas Natural producidos por la Argentina.

Por otra parte, cabe mencionar que cualquier proyección de modificaciones profundas en la matriz energética actual conlleva desafíos tecnológicos, económicos y políticos, que implican décadas, algunos consideran entre 30 y 50 años.

Argentina tiene serios problemas en su macroeconomía, con grandes dificultades para acceder a fuentes de inversión, de la magnitud de las requeridas para la transición energética. Por ejemplo, el desarrollo en logística e infraestructura que necesita el país para ser parte de las transiciones energéticas mundiales como exportador de GNL (ductos, plantas de licuefacción y puertos, etc.), implican inversiones que rondan los USD 15 mil millones anuales, para lo cual no alcanza con únicamente apuntar a tomar líneas de crédito “verdes”.

En el contexto de las transiciones energéticas, Argentina debe explotar el mega yacimiento de recursos no convencionales Vaca Muerta lo antes posible, y prepararse para aprovechar un futuro decrecimiento mundial de la demanda de hidrocarburos fósiles. De esta manera, el país podría crecer económicamente, transformándose en exportador de gas natural en los próximos años (mercado internacional de GNL) y usar esos fondos para reinvertir en la industria a los efectos de impulsar la transformación que requiere la cadena de valor del petróleo y gas para lograr un desarrollo sostenible y a largo plazo (ej. adecuar la infraestructura y las cadenas de producción, sistemas de transporte de energía eléctrica, parques solares o eólicos, desarrollo y producción de hidrógeno verde).

Adicionalmente, dado que la actividad petrolera en la Argentina no es ajena a la macroeconomía ni a la política, para funcionar adecuadamente y desarrollarse con las inversiones necesarias, requiere de reglas estables en el mediano y largo plazo, como así también de compromisos entre los diferentes actores que garanticen el cumplimiento de las obligaciones contraídas.

En consecuencia, no es posible pensar un proyecto exportador del gas de Vaca Muerta a escala internacional con una mirada a corto plazo. Uno de los principales desafíos de Argentina es contar

con una política de desarrollo y plan estratégico e integral en energía a largo plazo, que haga posibles los cambios de fondo requeridos.

Si no es posible el desarrollo del sector en esa instancia, menos oportunidades tiene la industria petroquímica, al final de la cadena de producción. Cabe mencionar, que dicha industria se ilusionó con el descubrimiento del yacimiento Vaca Muerta porque anteriormente el cuello de botella para su crecimiento estaba principalmente supeditado a la falta de materias primas.

Dado que la definición de políticas, leyes o regulaciones como así también la no definición de estrategias de país a largo plazo, impactan en las operaciones de las compañías y su futuro, las empresas y todos los sectores interesados deben más que nunca alinear todos sus esfuerzos para llegar a acuerdos que beneficien a la mayor cantidad posible de partes, construir consensos y compromisos que trasciendan a las gestiones actuales y próximas, tanto en el ámbito público como en el privado.

LISTA DE REFERENCIAS

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2019). Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- Affronti, S. (20 de Mayo de 2021). *Una mirada regional sobre las transiciones energéticas*. Obtenido de La Nación: <https://www.lanacion.com.ar/economia/una-mirada-regional-sobre-las-transiciones-energeticas-nid20052021/>
- Allison, E., & Mandler, B. (2018). *American Geosciences Institute, AGI*. Obtenido de https://www.americangeosciences.org/sites/default/files/AGI_PE_Introduction_web_final.pdf
- ámbito. (18 de Agosto de 2021). *YPF líder del mercado local en la utilización de renovables*. Obtenido de <https://www.ambito.com/negocios/energias-renovables/ypf-lider-del-mercado-local-la-utilizacion-renovables-n5254587>
- ámbito. (25 de Enero de 2022). *Avanza ley de electromovilidad*. Obtenido de ámbito: <https://www.ambito.com/autos/autos/avanza-ley-electromovilidad-n5357556>
- Apud, E. J. (28 de Marzo de 2022). *La Nación*. Obtenido de El gas verde de Vaca Muerta: <https://www.lanacion.com.ar/opinion/el-gas-verde-de-vaca-muerta-nid28032022/>
- Balza, L., Carvajal, P., Madrigal Martínez, M., Montanez, L., & Sucre, C. (18 de Mayo de 2020). *Energía para el Futuro - BID*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-crisis-de-los-precios-de-petroleo-ante-el-covid-19-recomendaciones-de-politica-para-el-sector-energetico/>
- BBC. (6 de Noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-59013521>
- Bhutada, G. (9 de Febrero de 2022). *Charted: Lithium Production by Country (1995-2020)*. Obtenido de Visual Capitalist: <https://www.visualcapitalist.com/charted-lithium-production-by-country-1995-2020/>
- Cabello, L. (26 de Agosto de 2021). *Fotoelectrocatalisis, el proyecto de innovación de Repsol y Enagás que simplifica la electrolisis, busca novio*. Obtenido de pv magazine: <https://www.pv-magazine.es/2021/08/26/fotoelectrocatalisis-el-proyecto-de-innovacion-de-repsol-y-enagas-que-simplifica-la-electrolisis-busca-novio/>
- Canada Energy Regulator. (17 de Octubre de 2018). *Market Snapshot: Petrochemical products in everyday life*. Obtenido de <https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/energy-markets/market-snapshots/2018/market-snapshot-petrochemical-products-in-everyday-life.html?=&wbdisable=true>
- CAPP Canada's Oil & Gas Producers. (Febrero de 2020). Obtenido de <https://www.capp.ca/>

- Caron, K.-P., Gildea, A., Mayor, R., & Hayes, M. (Febrero de 2021). *The green, electric future of oil and gas*. Obtenido de KPMG: <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2021/01/the-green-electric-future-of-oil-and-gas.html>
- Clarksons. (9 de Abril de 2021). *Shipping Intelligence Weekly*. Obtenido de Clarksons Reseach Portal: www.clarksons.net/portal
- Cristófalo, C. (7 de Septiembre de 2021). *Motor 1.com*. Obtenido de Nació YPF Litio: la petrolera argentina fabricará baterías para vehículos eléctricos: <https://ar.motor1.com/news/535802/nacio-ypf-litio-la-petrolera-argentina-baterias-para-vehiculos-electricos/>
- Cronista. (26 de Agosto de 2021). *YPF Luz levantó u\$s 65 millones para energías renovables y refinanciar deuda*. Obtenido de <https://www.cronista.com/economia-politica/ypf-luz-levanto-us-65-millones-para-energias-renovables-y-refinanciar-deuda/?register=google>
- Deshmukh, A., & Smith, M. (1 de Diciembre de 2021). *Visual Capitalist*. Obtenido de Visualizing Global Per Capita CO2 Emissions: <https://www.visualcapitalist.com/visualizing-global-per-capita-co2-emissions/>
- Diamante, S. (24 de Abril de 2020). *La clave de la crisis. Dónde se almacena el petróleo en la Argentina*. Obtenido de La Nación: <https://www.lanacion.com.ar/economia/capacidad-al-limite-donde-se-almacena-petroleo-nid2356746/>
- Dumas, J., & Ryan, D. (2019). *Transición energética 2050: hacia una versión compartida de la transición energética argentina al 2050, propuesta de objetivos y metas*. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires y Banco Interamericano de Desarrollo.
- EconoJournal. (2 de Julio de 2021). *Guzmán aseguró que los organismos multilaterales deben readecuar sus líneas de crédito para financiar la transición energética*. Obtenido de EconoJournal: <https://econojournal.com.ar/2021/07/guzman-aseguro-que-los-organismos-multilaterales-deben-readecuar-sus-lineas-de-credito-para-financiar-la-transicion-energetica/>
- Economis. (10 de Julio de 2020). *YPF lanza consorcio para desarrollar un nuevo combustible con bajas emisiones de carbono*. Obtenido de <https://economis.com.ar/ypf-lanza-consorcio-para-desarrollar-un-nuevo-combustible-con-bajas-emisiones-de-carbono/>
- El Cronista. (25 de Agosto de 2021). Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Retenciones-al-petroleo-y-gas-financiarian-la-transicion-energetica-en-Argentina-20210825-0124.html>
- El Economista. (13 de Mayo de 2020). *Proponen una reforma energética integral*. Obtenido de El Economista: <https://eleconomista.com.ar/negocios/proponen-una-reforma-energetica-integral-n34033>
- El Inversor Energético & Minero. (Enero de 2021). *El Presidente recibió a empresarios chinos que invertirán en autos eléctricos y explotación de litio*. Obtenido de El Inversor Energético & Minero: <http://www.elinversorenergetico.com/el-presidente-recibio-a-empresarios->

chinos-que-invertiran-en-autos-electricos-y-explotacion-de-litio/?utm_term=0_80878854d5-e9f4d634ed-5080533

- El País. (s.f.). *Cumbre del Clima*. Obtenido de <https://elpais.com/especiales/2019/el-co2-en-el-cambio-climatico/>
- EnergíaOn. (23 de Abril de 2020). *Ya son tres las refinerías que pararon en el país*. Obtenido de Río Negro: <https://www.rionegro.com.ar/ya-son-tres-las-refinerias-que-pararon-en-el-pais-1333405/>
- Euromonitor International. (22 de Febrero de 2021). *Build Back Better: Living in a Climate Emergency*. Obtenido de <https://www.euromonitor.com/article/build-back-better-living-in-a-climate-emergency>
- Euromonitor International. (18 de Enero de 2022). *Las 10 principales tendencias globales de consumo para 2022*. Obtenido de <https://go.euromonitor.com/white-paper-EC-2022-Top-10-Global-Consumer-Trends-SP.html>
- Futuro verde. (20 de Octubre de 2017). Obtenido de La relación entre el CO2 y las altas temperaturas, en gráficas: <https://futuroverde.org/2017/10/la-relacion-entre-el-co2-y-las-altas-temperaturas-en-graficas/>
- Gandini, N. (21 de Abril de 2020). *La respuesta táctica de cada petrolera para sobrellevar la crisis de demanda*. Obtenido de EconoJournal: <https://econojournal.com.ar/2020/04/la-respuesta-tactica-de-cada-petrolera-para-sobrellevar-la-crisis-de-demanda/>
- García Pastormerlo, P. (6 de Noviembre de 2021). *En qué lugar de la Argentina se producirá hidrógeno verde, la fuente de energía más pura del mundo*. Obtenido de La Nación: <https://www.lanacion.com.ar/economia/en-que-lugar-de-la-argentina-se-producira-hidrogeno-verde-la-fuente-de-energia-mas-pura-del-mundo-nid06112021/>
- GenuGreen. (9 de Julio de 2012). *Bio-based products over Petroleum-based products*. Obtenido de <https://denmarkusmgreentour.wordpress.com/2012/07/09/bio-based-products-over-petroleum-based-products/>
- Global Carbon Project. (2020). Obtenido de <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>
- Google. (Marzo de 2022). *Think with Google*. Obtenido de https://about.google/intl/es_ALL/stories/year-in-search-2021/trends/climate-change/?month=may
- Google Trends. (12 de Marzo de 2022). Obtenido de <https://trends.google.es/trends>
- Grupo Banco Mundial. (2022). *Datos de libre acceso del Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/region/mundo>
- Healing Earth. (s.f.). *Historia del uso de la energía*. Obtenido de <https://healingearth.ijep.net/es/energia/historia-del-uso-de-energia>
- Huergo, E. (19 de Julio de 2021). *Agrositio*. Obtenido de <https://www.agrositio.com.ar/noticia/217733-unilever-probara-etiquetas-de-huella-de>

419/insights/tendencias-de-consumo/sustentabilidad-que-esperan-los-consumidores-de-las-marcas/

- Ministerio de Energía. (s.f.). *Curso de capacitación docente. Uso responsable y eficiencia energética*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capacitacion_a_docentes_sobre_uso_responsable_de_la_energia_0.pdf
- Ministerio de Energía y Minería. (2015). *Balance Energético Nacional 2015. Documento metodológico*. Obtenido de <https://datosgober.github.io/energia/>
- Ministerio de Transporte Argentina. (Julio de 2021). *Seguridad Vial*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/12/ansv_reportes_semanales_de_siniestralidad_2021_primer_semestre.pdf
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. París.
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Noticias ONU Cambio Climático. (4 de Noviembre de 2021). *La COP26 vislumbra el fin del carbón*. Obtenido de United Nations, Climate Change: <https://unfccc.int/es/news/la-cop26-vislumbra-el-fin-del-carbon>
- Oil and Gas Climate Initiative. (Septiembre de 2021). Obtenido de <https://www.ogci.com/>
- Our World in Data. (2019). Obtenido de <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-energy-use>
- Our World in Data. (15 de Diciembre de 2021). *Visual Capitalist*. Obtenido de <https://www.visualcapitalist.com/cp/a-global-breakdown-of-greenhouse-gas-emissions-by-sector/>
- Planelles, M. (28 de Junio de 2020). *España desconecta siete centrales térmicas y arranca el proceso para enterrar el carbón*. Obtenido de El País: <https://elpais.com/sociedad/2020-06-28/espana-desconecta-siete-termicas-y-arranca-el-proceso-para-enterrar-el-carbon.html>
- Quinson, T., & Benhamou, M. (19 de Mayo de 2021). *Bloomber Green*. Obtenido de <https://www.bloomberg.com/graphics/2021-wall-street-banks-ranked-green-projects-fossil-fuels/>
- Reuters. (2 de Julio de 2021). *Shell opens 10 MW hydrogen electrolyser at Wesseling site of German refinery*. Obtenido de <https://www.reuters.com/business/energy/shell-opens-10-mw-hydrogen-electrolyser-wesseling-site-german-refinery-2021-07-02/>
- Reuters Events. (2022). *Global energy transition: the top 100 innovators*. Obtenido de <https://reutersevents.com/>
- Roca, J. A. (23 de Abril de 2021). *La solar y la eólica pueden satisfacer hasta 100 veces más la demanda mundial de energía*. Obtenido de El periódico de la energía:

<https://elperiodicodelaenergia.com/la-solar-y-la-eolica-pueden-satisfacer-hasta-100-veces-mas-la-demanda-mundial-de-energia/>

Secretaría de Energía. (Octubre de 2016). *Balance Energético Nacional 2015. Documento Metodológico*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>

Secretaría de Energía. (2018). Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/informacion-geografica-energia/mapa-emisiones-CO2>

Secretaría de Energía, A. (Enero de 2022). *Balances Energéticos Nacionales*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>

Todo Noticias. (8 de Agosto de 2021). *Volvo instalará 50 cargadores para autos eléctricos en Argentina*. Obtenido de TN Clarín: <https://tn.com.ar/autos/novedades/2021/08/08/volvo-instalara-50-cargadores-para-autos-electricos-en-la-argentina/>

YPF. (22 de Marzo de 2022). *YPF- Centro de inversores*. Obtenido de <https://www.ypf.com/inversoresaccionistas/Paginas/presentaciones.aspx>

YPF Luz. (Marzo de 2022). Obtenido de <https://www.ypf.com/YPFHoy/YPFSalaPrensa/Paginas/Noticias/YPF-Luz-inauguro-su-tercer-parque-eolico.aspx#:~:text=Ca%C3%B1ad%C3%B3n%20Le%C3%B3n%20cuenta%20con%20un,superficie%20total%20de%201870%20hect%C3%A1reas.>

YPF S.A. (2021). *Reporte de Sustentabilidad 2020*. Obtenido de <https://sustentabilidad.ypf.com/>

APÉNDICES

Apéndice A: Información complementaria del Capítulo 1.

A continuación, se presentan los datos empleados en los gráficos de Oferta Interna de Energía Primaria, Secundaria y Consumo de Energía en Argentina (Secretaría de Energía, 2022), incluidos en el Capítulo 1.

Tabla 5 – Aporte de la Oferta Interna de Energía Primaria en Argentina, en miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo.

Año	Gas Natural de Pozo	Petróleo	Energía Hidráulica	Energía Nuclear	Resto	OFERTA INTERNA PRIMARIA
2000	34.926	26.208	3.100	1.775	2.821	68.830
2001	34.392	25.291	3.982	2.030	2.593	68.288
2002	34.303	24.273	3.858	1.716	2.330	66.480
2003	37.827	25.160	3.638	2.213	2.586	71.424
2004	41.469	25.987	3.281	2.379	3.023	76.138
2005	41.650	25.912	3.683	2.089	3.092	76.427
2006	43.109	27.450	4.102	2.217	3.066	79.945
2007	43.818	29.196	3.403	2.142	3.316	81.875
2008	44.136	28.564	3.391	2.189	4.304	82.584
2009	41.775	26.002	3.782	2.282	4.034	77.874
2010	41.256	26.461	3.644	2.283	5.077	78.720
2011	40.215	25.678	3.429	1.910	5.811	77.045
2012	42.569	26.444	3.194	1.854	5.783	79.845
2013	40.374	26.328	3.583	1.850	5.694	77.830
2014	40.321	26.316	3.562	1.280	6.428	77.908
2015	41.964	26.786	3.530	2.204	5.721	80.205
2016	42.882	25.591	3.250	2.224	6.113	80.060
2017	43.348	25.043	3.459	1.745	6.682	80.277
2018	40.196	23.434	3.500	1.850	6.514	75.494
2019	42.051	23.711	3.001	2.200	6.229	77.191
2020	38.577	20.797	2.608	2.778	5.798	70.558

Tabla 6 – Porcentaje por fuente al aporte de la Oferta Interna de Energía Primaria en Argentina.

Año	Gas Natural de Pozo, %	Petróleo, %	Energía Hidráulica, %	Energía Nuclear, %	Resto, %
2000	51%	38%	5%	3%	4%
2001	50%	37%	6%	3%	4%
2002	52%	37%	6%	3%	4%
2003	53%	35%	5%	3%	4%
2004	54%	34%	4%	3%	4%
2005	54%	34%	5%	3%	4%
2006	54%	34%	5%	3%	4%
2007	54%	36%	4%	3%	4%
2008	53%	35%	4%	3%	5%
2009	54%	33%	5%	3%	5%

Año	Gas Natural de Pozo, %	Petróleo, %	Energía Hidráulica, %	Energía Nuclear, %	Resto, %
2010	52%	34%	5%	3%	6%
2011	52%	33%	4%	2%	8%
2012	53%	33%	4%	2%	7%
2013	52%	34%	5%	2%	7%
2014	52%	34%	5%	2%	8%
2015	52%	33%	4%	3%	7%
2016	54%	32%	4%	3%	8%
2017	54%	31%	4%	2%	8%
2018	53%	31%	5%	2%	9%
2019	54%	31%	4%	3%	8%
2020	55%	29%	4%	4%	8%

Tabla 7 –Oferta Interna de Energía Secundaria en Argentina, en miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo.

Año	Gas Distribuido por Redes	Diesel Oil + Gas Oil	Energía Eléctrica	Motonafta Total	Resto	OFERTA INTERNA SECUNDARIA
2000	25.581	8.251	6.693	3.579	9.577	53.681
2001	23.642	9.145	6.772	3.261	9.229	52.049
2002	22.824	8.534	6.628	2.745	8.907	49.638
2003	25.211	8.938	7.079	2.419	10.160	53.807
2004	27.574	9.591	7.533	2.456	11.311	58.465
2005	28.976	10.317	7.990	2.288	11.287	60.857
2006	30.056	10.983	8.526	2.880	11.794	64.238
2007	32.089	12.439	8.935	3.450	12.575	69.487
2008	32.132	12.370	9.394	4.382	13.811	72.089
2009	31.178	11.268	9.415	4.055	11.126	67.042
2010	31.274	12.821	9.861	4.712	13.824	72.492
2011	33.443	13.421	10.337	5.231	13.335	75.767
2012	34.428	12.510	10.577	5.577	14.258	77.349
2013	35.516	13.743	10.768	5.959	13.568	79.555
2014	35.265	12.573	11.232	5.793	14.842	79.705
2015	35.954	13.317	11.740	6.299	14.793	82.102
2016	36.257	13.369	11.721	6.457	14.123	81.926
2017	36.794	12.896	11.446	7.022	13.193	81.351
2018	36.838	11.097	11.409	6.387	12.439	78.170
2019	35.190	10.598	11.124	6.176	12.039	75.128
2020	32.784	9.757	11.061	4.493	11.297	69.392
PROMEDIO	31.572	11.330	9.535	4.553	12.261	69.252
MÁXIMO	36.838	13.743	11.740	7.022	14.842	82.102
MÍNIMO	22.824	8.251	6.628	2.288	8.907	49.638

Tabla 8 - Consumo final de energía en Argentina, en miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo.

Año	NO ENERGÉTICO	RESIDENCIAL	COMERCIAL Y PÚBLICO	TRANSPORTE	AGROPECUARIO	INDUSTRIA	CONSUMO FINAL
2000	2.610	9.457	3.179	10.821	2.637	11.214	39.917
2001	2.666	9.167	3.261	11.333	3.166	10.937	40.531
2002	2.736	8.944	3.156	10.493	2.920	10.455	38.705
2003	3.168	9.302	3.353	10.953	3.082	11.499	41.356
2004	3.469	9.560	3.531	11.768	3.433	11.746	43.505
2005	3.656	10.170	3.699	12.160	3.597	12.264	45.544
2006	3.681	10.361	3.701	13.006	3.812	13.222	47.783
2007	3.627	12.065	4.149	14.081	4.161	12.811	50.894
2008	4.416	11.741	4.126	14.792	4.042	12.847	51.964
2009	3.472	11.664	4.173	13.587	3.626	11.826	48.348
2010	3.766	13.117	4.236	14.936	3.956	12.163	52.174
2011	2.963	13.388	4.387	15.753	4.098	12.966	53.555
2012	3.247	13.990	4.489	15.636	3.881	12.421	53.663
2013	2.867	14.714	4.667	16.884	4.308	12.791	56.232
2014	3.641	14.651	4.555	16.016	3.927	13.261	56.051
2015	3.103	14.738	4.913	16.880	4.047	13.687	57.369
2016	3.047	15.394	4.611	16.846	3.962	12.968	56.828
2017	3.363	14.266	4.682	17.431	4.031	12.623	56.395
2018	3.209	14.112	4.636	17.338	3.605	13.140	56.041
2019	3.258	13.653	4.400	17.218	3.645	13.514	55.687
2020	3.294	13.605	4.136	13.184	3.354	13.246	50.819

Tabla 9 - Consumo final de energía en Argentina, aporte de cada sector en porcentajes.

Año	NO ENERGÉTICO	RESIDENCIAL	COMERCIAL Y PÚBLICO	TRANSPORTE	AGROPECUARIO	INDUSTRIA
2000	7%	24%	8%	27%	7%	28%
2001	7%	23%	8%	28%	8%	27%
2002	7%	23%	8%	27%	8%	27%
2003	8%	22%	8%	26%	7%	28%
2004	8%	22%	8%	27%	8%	27%
2005	8%	22%	8%	27%	8%	27%
2006	8%	22%	8%	27%	8%	28%
2007	7%	24%	8%	28%	8%	25%
2008	8%	23%	8%	28%	8%	25%
2009	7%	24%	9%	28%	8%	24%
2010	7%	25%	8%	29%	8%	23%
2011	6%	25%	8%	29%	8%	24%
2012	6%	26%	8%	29%	7%	23%
2013	5%	26%	8%	30%	8%	23%
2014	6%	26%	8%	29%	7%	24%
2015	5%	26%	9%	29%	7%	24%
2016	5%	27%	8%	30%	7%	23%
2017	6%	25%	8%	31%	7%	22%
2018	6%	25%	8%	31%	6%	23%
2019	5,9%	24,5%	7,9%	30,9%	6,5%	24,3%
2020	6%	27%	8%	26%	7%	26%

Apéndice B: Información complementaria del Capítulo 2.



Gráfico 39 – Evolución del PIB mundial (USD a precios actuales) y Población total. Consulta realizada el 25/2/22 (Grupo Banco Mundial, 2022).

Apéndice C: Información complementaria del Capítulo 3.

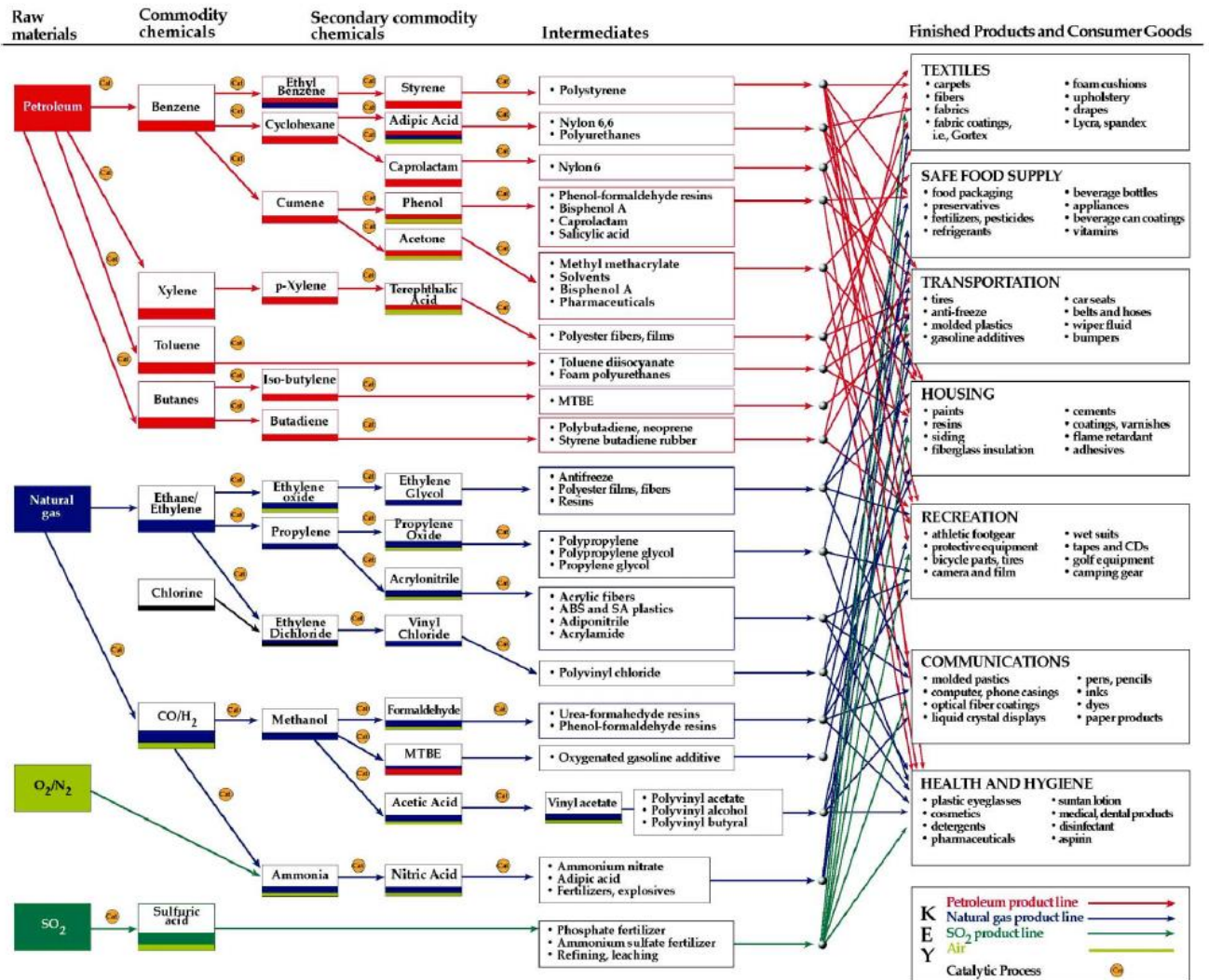


Gráfico 40 – Ejemplo de diagrama de productos petroquímicos según su materia prima derivada del petróleo y gas. (GenuGreen, 2012)