

Diagnóstico de la Transición Energética

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS

Energytran





Tabla de Contenido

1. Introducción	2
1.1. Contexto Social	2
1.2. Contexto económico	3
1.3. Contexto de I+D	6
2. Recursos energéticos	10
2.1. América Latina y el Caribe	11
2.2. Europa	15
3. Transición energética y agenda 2030	19
3.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	19
3.2. Objetivo de Desarrollo 7	19
3.3. Objetivo de Desarrollo 9	25
4. Energías renovables	28
4.1. Marco legislativo	29
4.2. América Latina y el Caribe	39
4.3. Europa	42
4.4. Argentina	44
4.5. Chile	47
4.6. Costa Rica	50
4.7. España	53
4.8. México	56
4.9. Portugal	59
5. Hidrógeno verde y litio	61
5.1. Hidrógeno verde	61
5.2. Litio	64
6. Referencias	67



1. Introducción

La transición energética es un ámbito de acción prioritario actualmente por las consecuencias que representa para el futuro. Esta transición supone la sustitución de los sistemas energéticos tradicionales basados en combustibles fósiles por modelos de energía más limpios sostenibles. En un contexto global como el actual, en el que los desafíos del cambio climático, la COVID 19 y las tensiones geopolíticas como la guerra en Ucrania, es esencial entender el progreso, los obstáculos y las ventajas de la transición energética.

El propósito principal de este diagnóstico es ofrecer una perspectiva detallada sobre cómo se está llevando a cabo la transición energética en los países involucrados en el proyecto ENERGYTRAN (Argentina, Chile, Costa Rica, España, México y Portugal). Es importante destacar que la región Iberoamericana se refiere a los países de América Latina y de la Península Ibérica de lengua castellana y portuguesa.

1.1. Contexto Social

En el ámbito internacional, el cambio climático es considerado un gran problema para las sociedades modernas. Su impacto va más allá de las cuestiones ambientales, afectando directamente a la sociedad a nivel global en múltiples aspectos desde la economía hasta el desplazamiento de poblaciones. De hecho, este fenómeno ha sido uno de los impulsores más significativos para la transición energética en todo el mundo. La necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y limitar el calentamiento global ha llevado a una mayor inversión en energías renovables y a la implementación de políticas más estrictas sobre el uso de combustibles fósiles.

En este contexto global, América Latina y el Caribe (ALC) destaca como una de las regiones más afectadas por las consecuencias del cambio climático. Esta realidad ha transformado la transición energética en una combinación de necesidad y oportunidad para ALC. Un claro ejemplo es el "triángulo del litio", compuesto por Argentina, Bolivia y Chile, que alberga el 56% de los recursos mundiales de este elemento. Además, se proyecta que la región pueda satisfacer hasta el 12% de la demanda global de hidrógeno verde para 2050. No obstante, ALC enfrenta desafíos inherentes a la falta de recursos para aprovechar al máximo el potencial de estas tecnologías emergentes.

Por otro lado, la llegada de la pandemia de COVID-19 ha influido en la transición energética. Si bien redujo temporalmente las emisiones de carbono debido a las restricciones y a la reducción de actividad económica, también desvió la atención y los recursos destinados a la transición energética en muchos países. A medida que los países buscan la recuperación económica, existe una oportunidad única para integrar la sostenibilidad y la resiliencia climática en los planes de recuperación.

Por otra parte, la invasión de Rusia a Ucrania ha tenido repercusiones profundas en los mercados globales de energía y alimentos, afectando particularmente a la Unión Europea (UE). Desde mediados de 2021, esta situación ha generado una volatilidad en los precios de la energía, elevando el coste de los combustibles en la UE. Este aumento ha encendido alarmas respecto a la seguridad del suministro energético, más aún después de que Rusia decidiera suspender la entrega de gas a varios Estados miembros de la UE. Como resultado, en 2022, los líderes de la UE acordaron disminuir su dependencia de los combustibles fósiles.

Mientras ALC requieren de colaboración internacional para potenciar su capacidad al máximo, la Unión Europea (UE) enfrenta desafíos como la intermitencia en sus fuentes renovables. Esta situación lleva a un escenario en el que una alianza entre la UE y ALC resulta mutuamente beneficiosa. Esta colaboración debe ser integral, considerando aspectos tecnológicos, sociales y medioambientales.

1.2. Contexto económico

Población en 2021 (millones de personas)

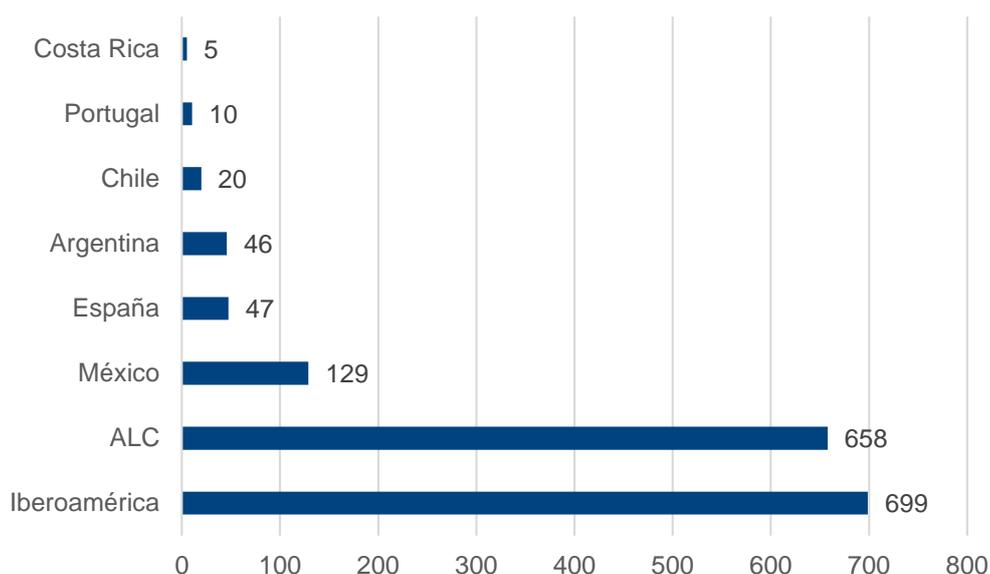


Gráfico 1. Elaboración propia a partir del database: RICYT

Es importante tener en cuenta la población de los distintos países para poder compararlos en términos de desarrollo, calidad de vida y otros factores. En 2021, la región de Iberoamérica tuvo una población de 698,7 millones. Atendiendo a la desagregación de la población por país, se comprueba que México poblaciones el país más poblado con 128,9 millones de personas, seguido de España con 47,4 millones, Argentina con 45,8 millones, Chile con 19,7 millones, Portugal con 10,4 millones y Costa Rica con 5,1 millones.



Evolución PIB per cápita mundial (corrientes US\$)

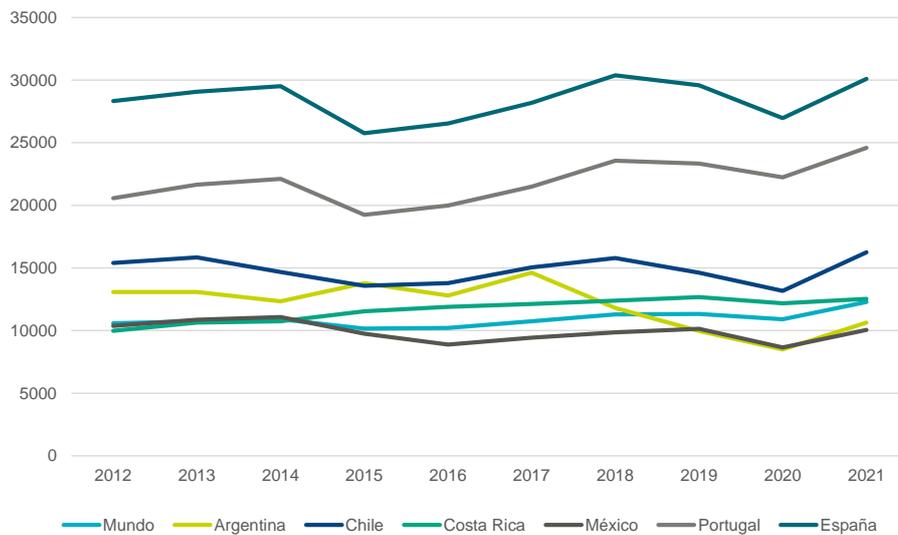


Gráfico 2. Elaboración propia a partir del database: World Development Indicators

Tal y como se observa en el gráfico 2, el PIB mundial tiene una tendencia creciente en la última década, aunque se ha visto afectado por los acontecimientos comentados anteriormente, y muy especialmente por la COVID 19.

Evolución del PIB de ALC e Iberoamérica (millones dólares PPC)

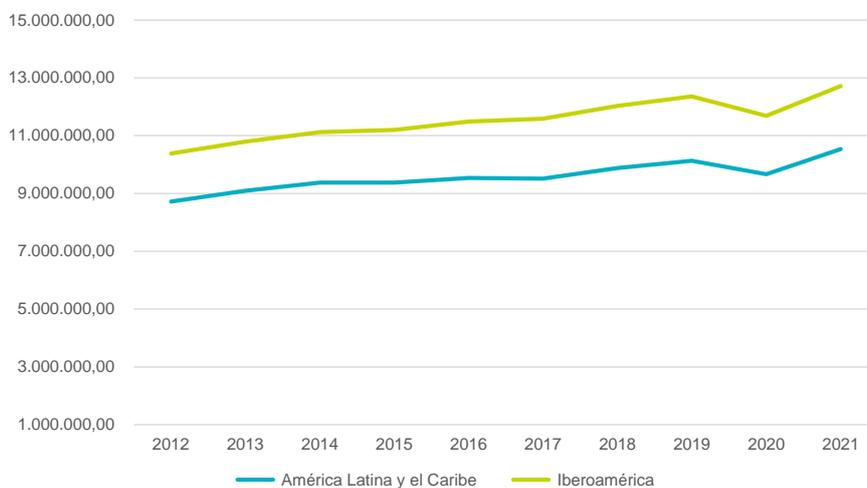


Gráfico 3. Elaboración propia a partir del database: RICYT

El PIB de ALC experimentó un aumento del 20,77% durante el período comprendido entre 2012 y 2021, alcanzando en 2021 un valor superior a los diez millones de dólares en PPC, cifra muy cercana al incremento del 22,47% observado en la región iberoamericana. Como se mencionó previamente, se observa que en 2020 se registró una disminución del PIB con respecto a 2019 en ambos casos por la pandemia COVID 19.



Evolución porcentual del PIB en ALC e Iberoamérica (millones US\$ corrientes PPC, respecto 2012)

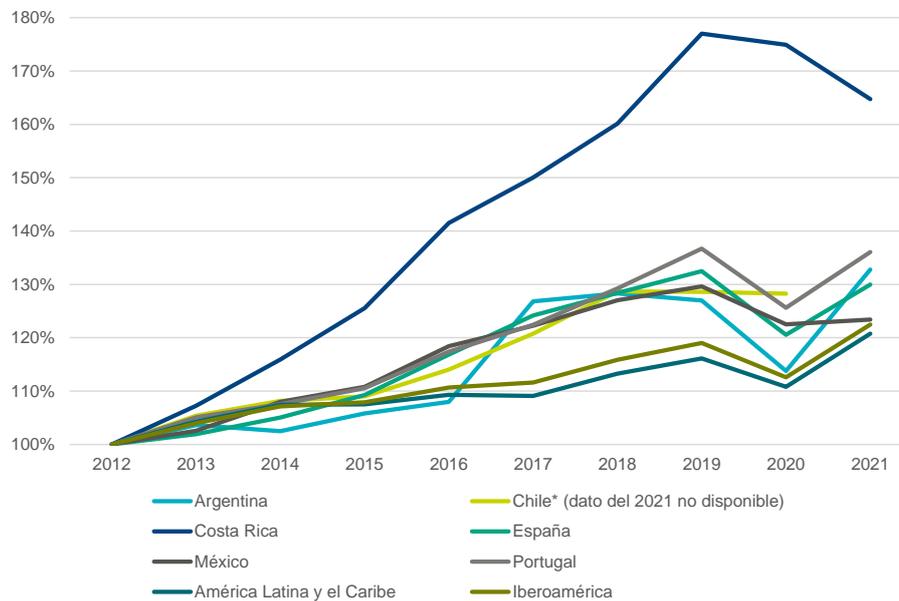


Gráfico 4. Elaboración propia a partir del database: RICYT

El Gráfico 4 muestra que todos los países involucrados en el proyecto Energytran han experimentado un crecimiento superior al 20%. En todos los países se ha registrado una evolución similar, se ha mostrado un crecimiento constante hasta 2019, seguido de una caída en 2020 y una exitosa recuperación en 2021. Es destacable el crecimiento porcentual de Costa Rica, alcanzando en 2019 más del 175% del PIB de 2012. Este país ha sido un modelo de desarrollo sostenido en las últimas décadas, combinando crecimiento económico con políticas verdes y progresivas. Esta identidad ecológica ha sido un pilar en su modelo de desarrollo, influenciando desde su sector turístico hasta la inversión extranjera.



1.3. Contexto de I+D

Recursos económicos destinados a I+D

Distribución del gasto en I+D (PPC) en los países participantes del proyecto, 2021

En el Gráfico 5 se representa la distribución de la inversión en Investigación y Desarrollo

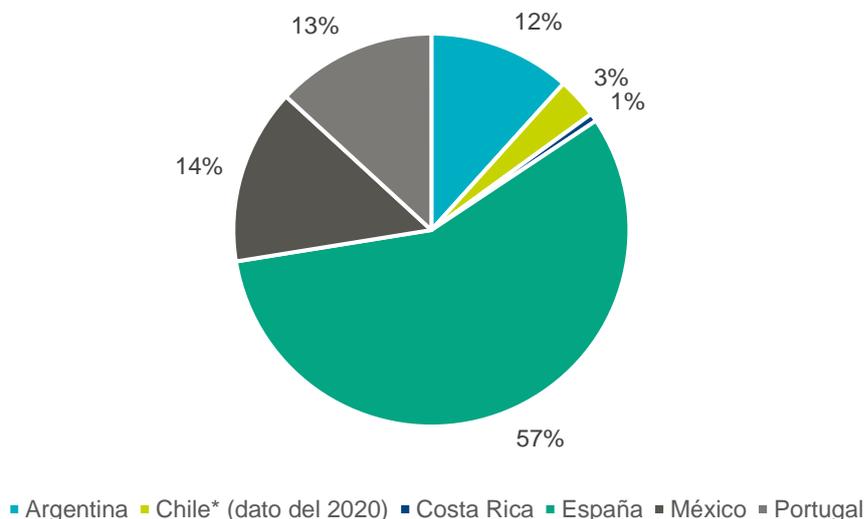


Gráfico 5. Elaboración propia a partir del database: RICYT

(I+D) en los países participantes en el proyecto en el año 2021. De los 93400 euros invertidos por Iberoamérica para el año 2021, el 52% provienen de los 6 países del proyecto (48492 euros). España lidera la inversión en I+D en la región, con casi el 30% del total, seguido por Portugal y México.

Comparativa del gasto en I+D (millones de dólares PPC) en Iberoamérica y ALC (2012-2021)

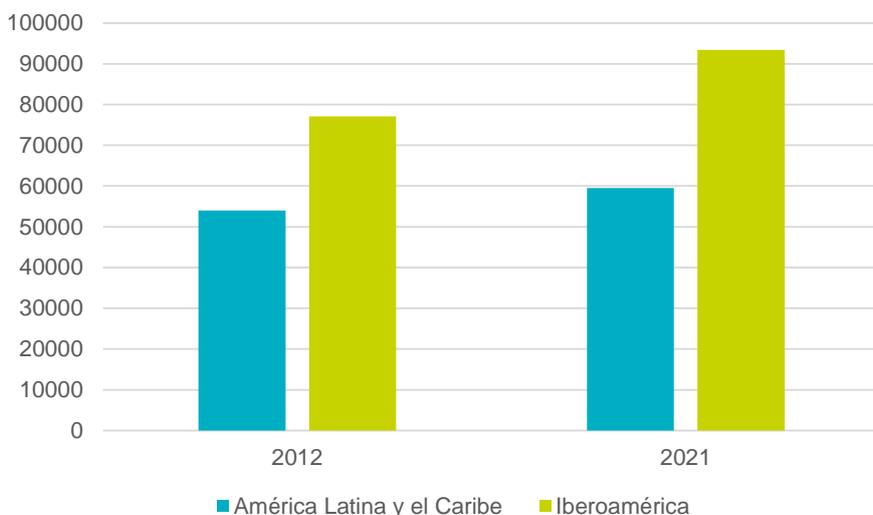


Gráfico 6. Elaboración propia a partir del database: RICYT

Durante el período comprendido entre los años 2012 y 2022, la inversión en I+D en la región de ALC ha experimentado un aumento del 10,16%. La tendencia en la región iberoamericana ha sido aún más pronunciada, logrando un incremento del 21,14% en su inversión en I+D, superando en 2021 los 93 mil millones de dólares.

Evolución del gasto en I+D (millones de dólares PPC, 2012-2021)

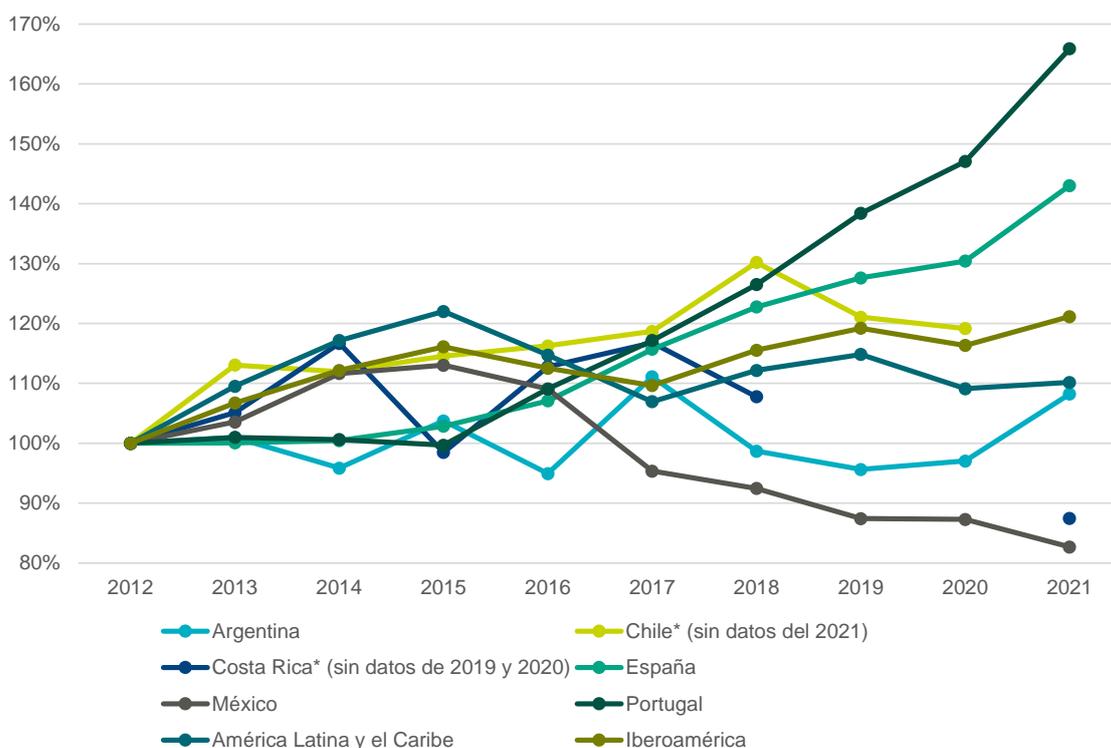


Gráfico 7. Elaboración propia a partir del database: RICYT

A pesar de que la región iberoamericana ha experimentado un crecimiento en la inversión en I+D, este crecimiento no ha sido uniforme ni equitativo entre los diferentes países. Portugal y España han mantenido un crecimiento constante a lo largo de todo el período. Sin embargo, Chile a pesar de mostrar un crecimiento constante en los primeros años, sufrió una caída a partir de 2018. Argentina, por su parte, ha experimentado fluctuaciones a lo largo de todo el período, pero con un incremento constante a partir de 2019. En cuanto a Costa Rica, lamentablemente, no se cuenta con datos fiables y recientes que permitan comprender la disminución en la inversión en I+D entre 2018 y 2021. México presenta un escenario totalmente diferente, ya que después de un crecimiento en la inversión en I+D hasta 2015, ha experimentado una disminución continua, reduciendo su gasto en más del 15% en estos años.

Recursos humanos dedicados a I+D

Evolución de la cantidad de investigadores involucrados en I+D (EJC, 2012-2021)

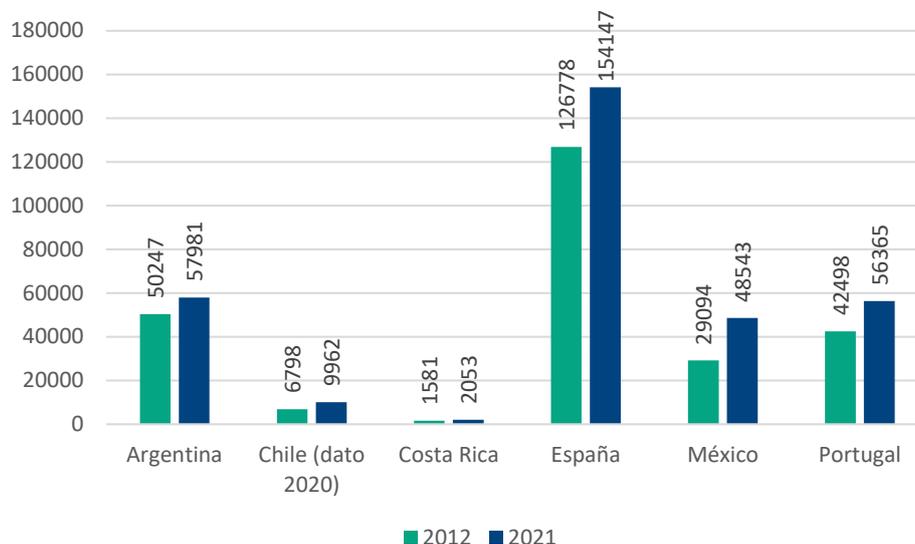


Gráfico 8. Elaboración propia a partir del database: RICYT

Al igual que el gasto en I+D, la distribución de investigadores en los distintos países es desigual. En la región Iberoamericana se han involucrado un total de 634421 investigadores en 2021, incrementándose el número de investigadores un 45% desde 2012. Si se tiene en cuenta únicamente los 6 países participantes, se observa que España lidera el número de investigadores, albergando alrededor del 24,3% del total, lo que equivale a 154.147 investigadores, casi triplicando la cifra del país que le sigue, Argentina, con 57,981 investigadores.

Mapa de posicionamiento de los países participantes en el proyecto según recursos dedicados a I+D con datos de 2021 (Chile dato de 2020)

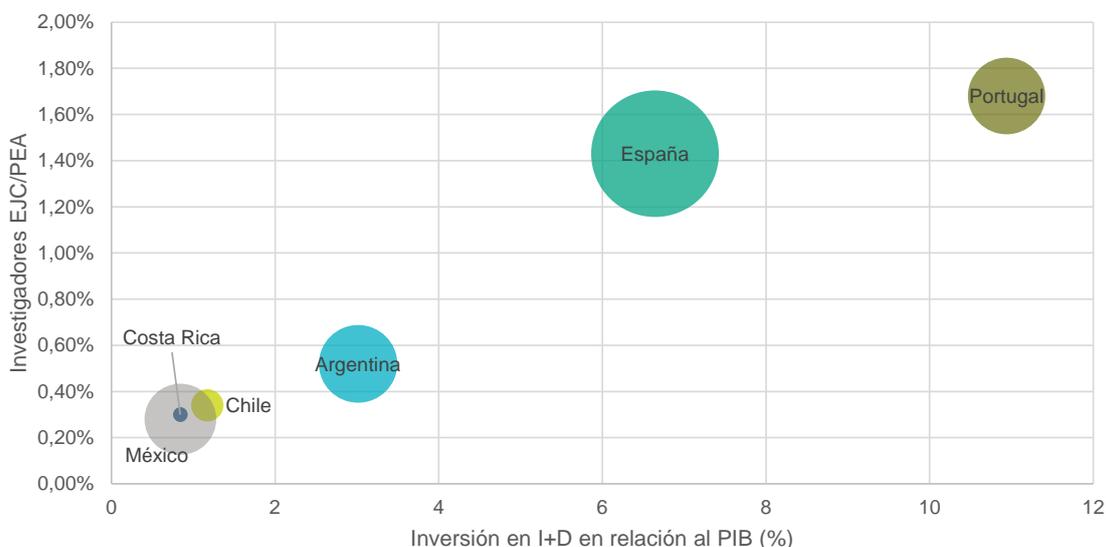


Gráfico 9. Elaboración propia a partir del database: RICYT



Este gráfico representa los países del proyecto Energytran en función de tres variables que sintetizan los recursos financieros y humanos destinados a I+D. El tamaño de las burbujas se corresponde con la inversión en I+D de cada país, el eje horizontal representa la relación entre la inversión en I+D y el PIB, y el eje vertical la cantidad de investigadores por cada mil integrantes de la población económicamente activa (PEA). Los países mejor ubicados según estas variables de análisis, es decir, aquellos más cercanos al cuadrante superior derecho, son Portugal y España. En el caso de México, la proporción de investigadores con respecto a la PEA es menor que la de algunos países con economías de menor tamaño relativo. Argentina, a pesar de su baja inversión en relación con el PIB, logra una posición más favorable en términos de la cantidad de investigadores respecto a la PEA.

2. Recursos energéticos

Los recursos energéticos son fundamentales para la sociedad y desempeñan un papel esencial en el desarrollo económico y la calidad de vida de las personas. Estos recursos se dividen en varias categorías:

- Según sean o no renovables. Las **fuentes de energía renovable** son aquellas que se regeneran naturalmente y son sostenibles a largo plazo, como la energía solar, la eólica, la hidroeléctrica, la geotérmica y la biomasa. Estas fuentes de energía no agotan los recursos naturales y tienen un menor impacto ambiental. Sin embargo, las **fuentes de energía no renovable** son aquellas que se agotan con el tiempo y contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales negativos, como los combustibles fósiles y la energía nuclear.
- Según sea la forma de su utilización, es decir, energías primarias o energías secundarias. La **energía primaria** se refiere a aquella que se obtiene directamente de la naturaleza en su forma original, como los combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón), la energía solar, la energía eólica, la biomasa, la energía hidroeléctrica y la geotérmica. Por otro lado, la **energía secundaria** se produce a partir de la conversión de fuentes de energía primaria. Un ejemplo es la energía eléctrica, que se genera a partir de la quema de combustibles fósiles en centrales eléctricas, la energía solar a través de paneles fotovoltaicos, o la energía eólica a través de aerogeneradores, entre otros.
- Según su grado de disponibilidad pueden ser convencionales o en desarrollo. Los **recursos energéticos convencionales** son aquellos que cuentan con una infraestructura establecida (el petróleo, el gas natural, el carbón, la energía nuclear...). Al contrario, **los recursos en desarrollo** son fuentes de energía emergentes o tecnologías que están en proceso de desarrollo como el hidrógeno verde.

Mundialmente, se plantea la necesidad de hacer una transición desde el uso de energías fósiles hacia fuentes más amigables con el medio ambiente, como la energía solar, eólica e hidroeléctrica. Este objetivo, impulsado por la conciencia ambiental y la preocupación por el agotamiento de las reservas de hidrocarburos, como el petróleo y el carbón, ha comenzado a reflejarse en cambios notorios en la matriz energética de las distintas regiones. La necesidad de optar por fuentes de energía menos contaminantes ha convertido la transición energética en un tema recurrente en las agendas intergubernamentales y empresariales que buscan abordar los desafíos actuales en el sector energético. Se busca reemplazar las fuentes de energía fósiles, ya que emiten cantidades significativas de dióxido de carbono y gases de efecto invernadero, lo que acelera el cambio climático y tiene graves consecuencias para el planeta

2.1. América Latina y el Caribe

Los recursos energéticos en América Latina y el Caribe varían significativamente de un país a otro debido a las diferencias geográficas, climáticas y geológicas en la región. Estas divergencias naturales tienen un impacto directo en la disponibilidad y la diversificación de las fuentes de energía que se aprovechan en cada país. A continuación, se va a analizar la producción y consumo de energía en ALC y como se distribuye entre las diferentes fuentes de energía.

Evolución de la producción de energía desde 2012-2021 en ALC (Miles de barriles equivalentes de petróleo)

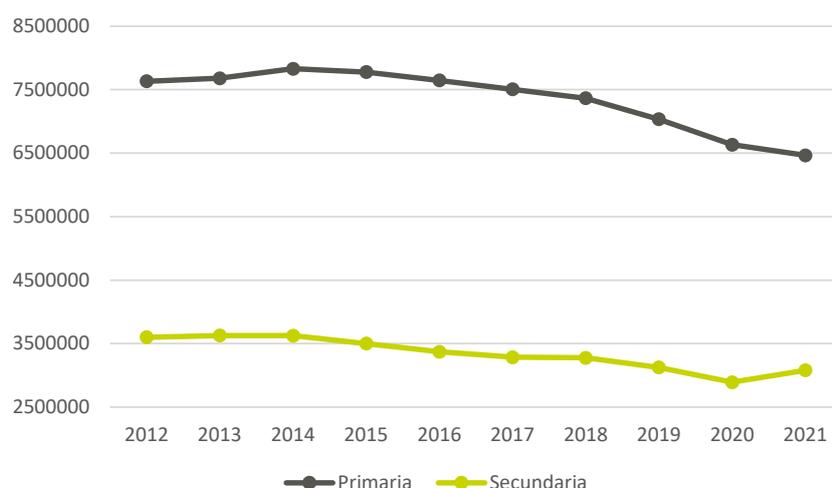


Gráfico 10. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

En ALC la producción de energía primaria duplica a la energía secundaria, siendo en 2021 la energía primaria de 6465385 miles de barriles equivalentes de petróleo y la energía secundaria de 3079670 miles de barriles equivalentes de petróleo.

Producción de energía en 2021 (Miles de barriles equivalentes de petróleo)

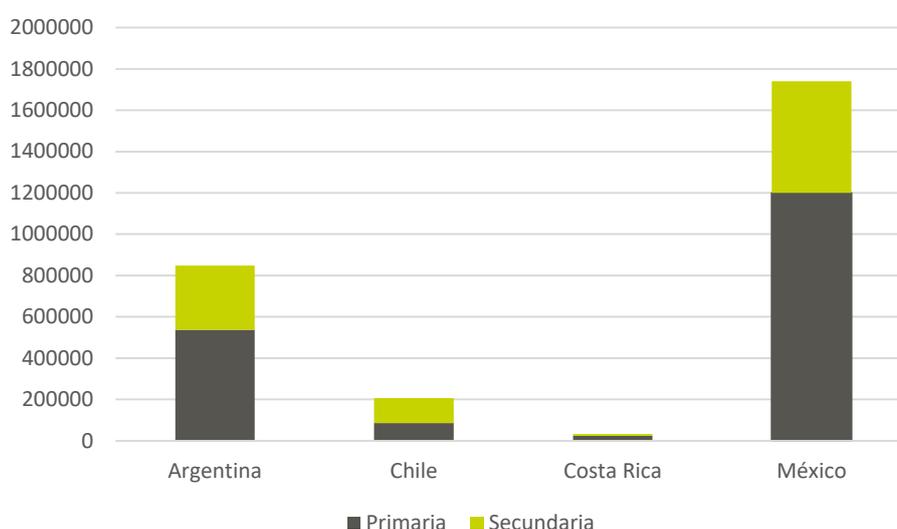


Gráfico 11. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

Si se tiene en cuenta a los 4 países del proyecto que pertenecen a ALC, se observa que México lidera la producción de energía primaria con una cifra de 1.200.658 unidades, mientras que la producción de energía secundaria está liderada por Argentina, con 310.390 unidades.

Distribución producción energía primaria en ALC en 2021 (% , miles de barriles equivalentes de petróleo)

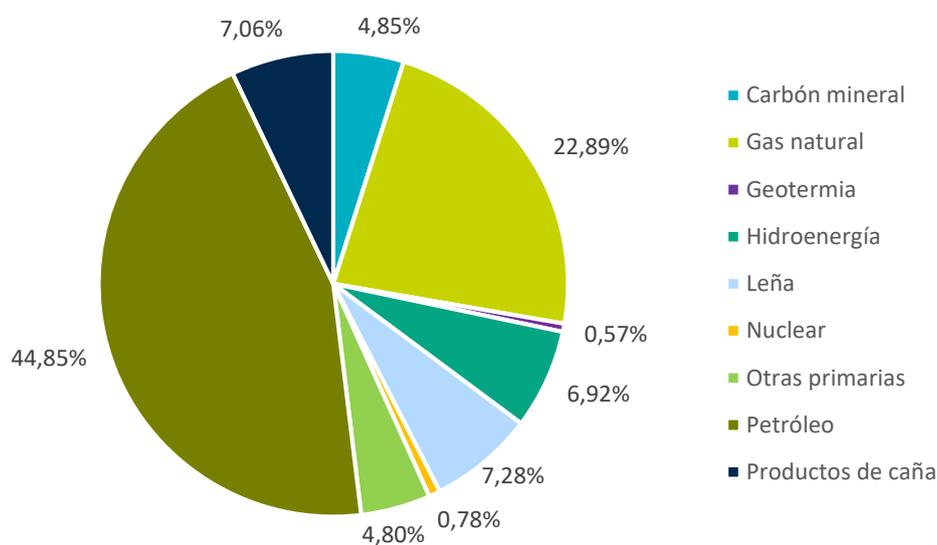


Gráfico 12. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

La matriz energética de América Latina es dependiente de fuentes de energía fósiles, sobre todo del petróleo y sus derivados, del gas natural, y en menor medida, del carbón. En el año 2021, la producción de energía estuvo principalmente impulsada por el petróleo y el gas natural, que juntos representaron la principal fuente de energía en la región. En ese mismo año, la composición total de las fuentes de energía primaria en América Latina se distribuyó de la siguiente manera: alrededor del 45% provino del petróleo, otro 23% del gas natural, el carbón mineral contribuyó con el 5%, la hidroenergía aportó el 7%, mientras que el 30% se compuso de otras fuentes de energía primaria, que incluyen el biogás, la energía solar, la energía eólica, los residuos vegetales y los productos derivados de la caña y la leña. Además, la geotermia y la energía nuclear representaron el 0,6% y el 0,8% respectivamente. En relación con el gas natural, la mayoría se utiliza en las centrales eléctricas para la generación de electricidad, con una parte menor destinada a las refinerías para la producción de derivados del petróleo. Además, fuentes como la hidroenergía, geotermia, energía solar, energía eólica, biogás y otros residuos vegetales también se utilizan como recursos para la generación de electricidad en la región.

Distribución producción energía secundaria en ALC en 2021 (% , miles de barriles equivalentes de petróleo)

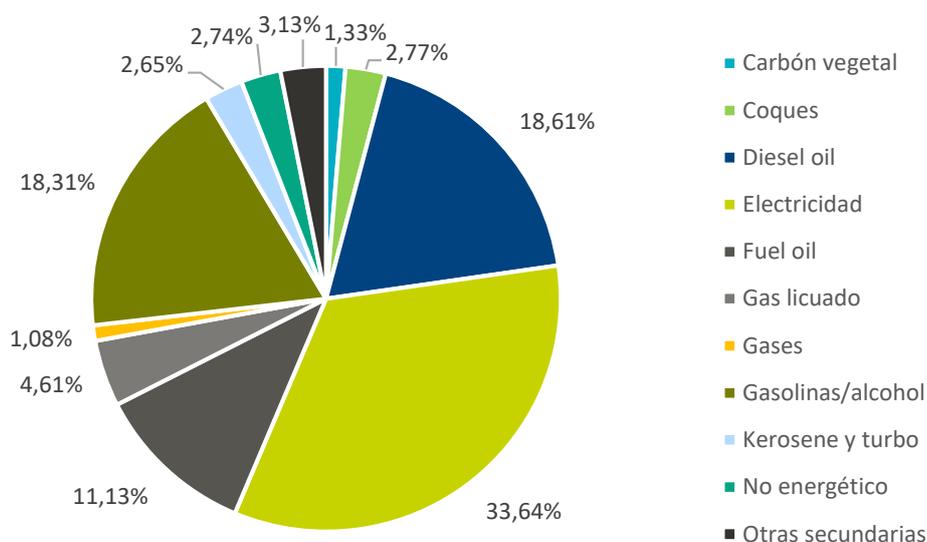


Gráfico 13. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

En cuanto a las energías secundarias, los derivados del petróleo ocuparon una parte sustancial, con más del 50%. La oferta total de electricidad en la región alcanzó el 33%, mientras que el restante se distribuyó entre otras fuentes de energía secundaria derivadas del carbón mineral y otras fuentes renovables.

Evolución del consumo de energía desde 2012-2021 en ALC (Miles de barriles equivalentes de petróleo)

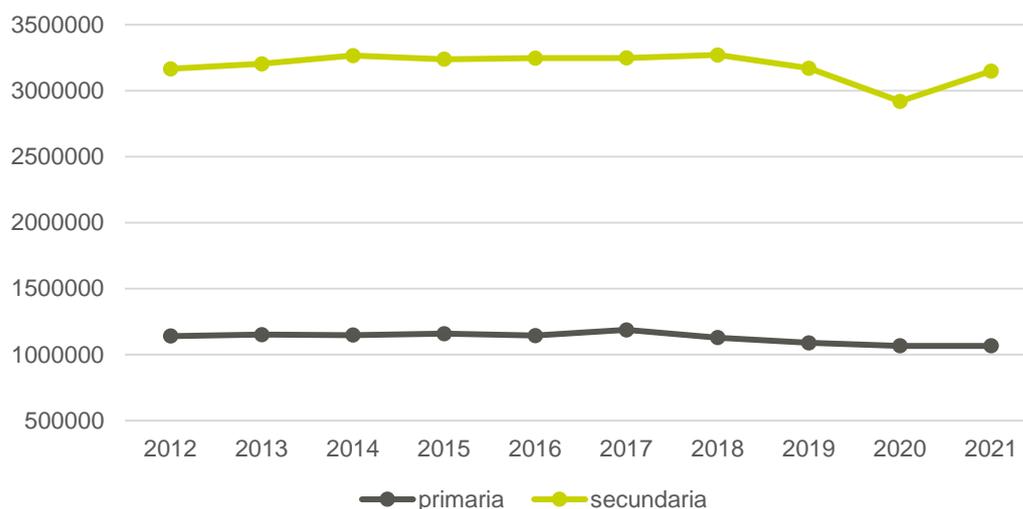


Gráfico 14. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

En lo que respecta al consumo de energía en la región, se puede identificar una marcada dependencia de la energía secundaria, en gran medida proveniente de los derivados del petróleo y la energía eléctrica.

Distribución sectorial del consumo energético final en ALC en 2020

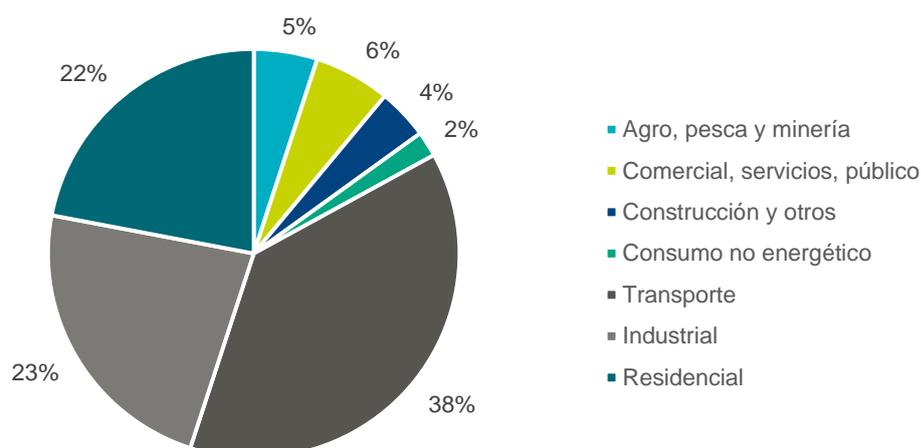


Gráfico 15. OLADE Energy Outlook 2021

Una gran parte del gas natural se destina a la generación de electricidad, mientras que el resto se utiliza directamente en la industria y en el sector residencial. Por otro lado, el petróleo se utiliza principalmente para cubrir las necesidades del sector de transporte, y en menor medida, se emplea en la industria, en el ámbito residencial, comercial, pesquero, agrícola y minero. En el caso de las energías renovables, como la solar, la eólica, el biogás y la biomasa, se destinan principalmente al consumo residencial e industrial.

Evolución del crecimiento del consumo de energía eléctrica, ALC (gigavatios-hora)

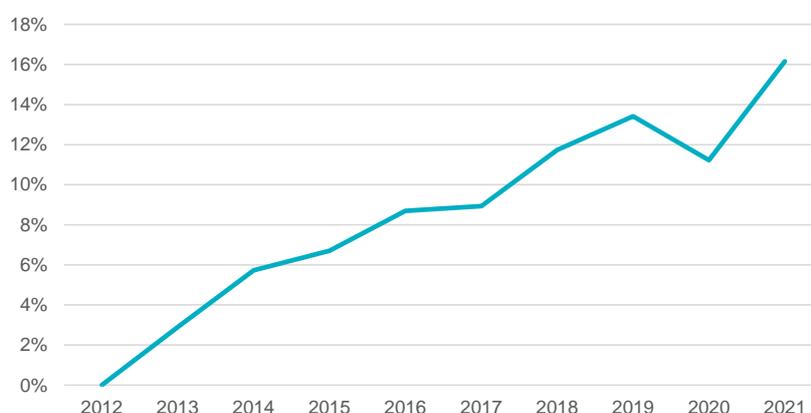


Gráfico 16. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

El consumo de electricidad en 2021 fue de 1377854,8 gigavatios-hora, un 16% más que en 2012. La principal fuente de generación de electricidad en la región es la hidroenergía, seguida por el gas natural, como se ha visto antes, y el petróleo.

Durante el período de confinamiento debido a la pandemia de COVID-19 y el aumento del teletrabajo en 2020, se observó un ligero aumento en el consumo residencial de electricidad, lo que se tradujo en una disminución en el consumo tanto en la industria como en el sector comercial y de servicios, lo que dejó una caída del 2% en el consumo global de energía eléctrica.

2.2. Europa

Europa cuenta con una gran variedad de recursos energéticos que son utilizados para satisfacer sus necesidades energéticas. La UE debido a la reducción del suministro de gas ruso y los altos precios de la electricidad y el gas, propone varias opciones de políticas para abordar esta situación. Sugiere la necesidad de un gran pacto entre los países de la Unión Europea para reducir la demanda de energía, aumentar la oferta, y mantener los mercados energéticos abiertos. Propone limitar los precios mayoristas, maximizar la oferta interna de energía y coordinar esfuerzos para abordar la crisis de manera conjunta. La UE debe actuar como un bloque económico para superar esta crisis y avanzar hacia energías más limpias y asequibles.

Productividad energética Unión Europea (27), España y Portugal entre 2012 y 2021 (euro por kilogramo equivalente de petróleo - KGOE)

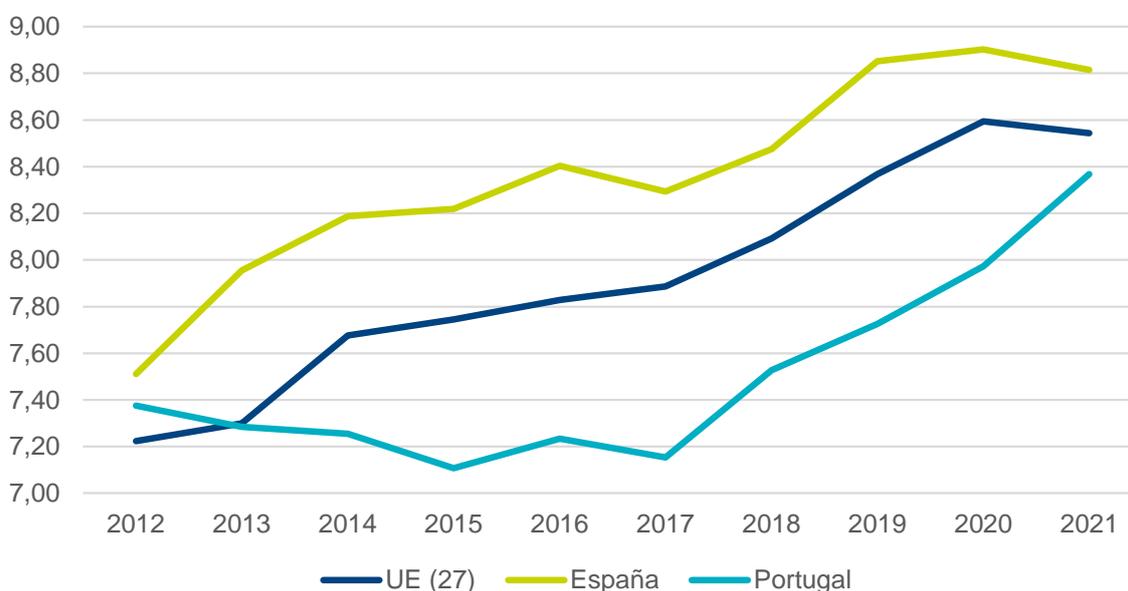


Gráfico 17. Elaboración propia a partir del database: EUROSTAT

La productividad energética, que se define como la división entre el PIB a precios constantes de 2010 y la energía bruta disponible, en la Unión Europea ha aumentado de 7,2 euros por kilogramo equivalente de petróleo en 2012 a aproximadamente 8,6 euros en 2021. Esto significa que la economía de la UE ha sido más eficiente en la producción de valor económico por unidad de energía consumida en ese período. España tiene productividad energética por encima que la media de la UE, alcanzando en 2021 los 8,8 euros por kilogramo equivalente de petróleo, mientras que Portugal tiene una media menor, con aproximadamente 8,4 euros.

Evolución del consumo de energía desde 2012-2021 en Europa (27) (Millones de barriles equivalentes de petróleo)

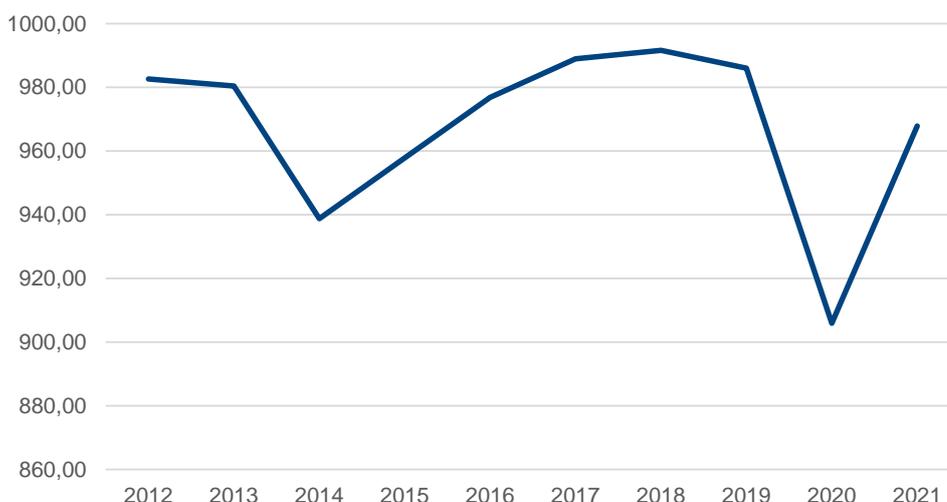


Gráfico 18. Elaboración propia a partir del database: EUROSTAT

A lo largo de esta década, la UE se quiso enfocar en reducir el consumo de energía y aumentar la eficiencia energética, por lo que se desarrollaron políticas de ahorro de energía. Sin embargo, el consumo energético en la UE se alejó de su objetivo de consumo acordado para 2030 en 2021. Concretamente, el consumo energético en la UE de energía primaria, que mide la demanda total de la energía doméstica, alcanzó los 1.309 millones de toneladas equivalentes de petróleo (gráfico 19) y el consumo de energía final, que se refiere a lo que los usuarios realmente consumen al final, alcanzó los 968 Mtoe en 2021 (gráfico 18).

Evolución del consumo de energía primaria desde 2012-2021 en Europa (27) (Millones de barriles equivalentes de petróleo)

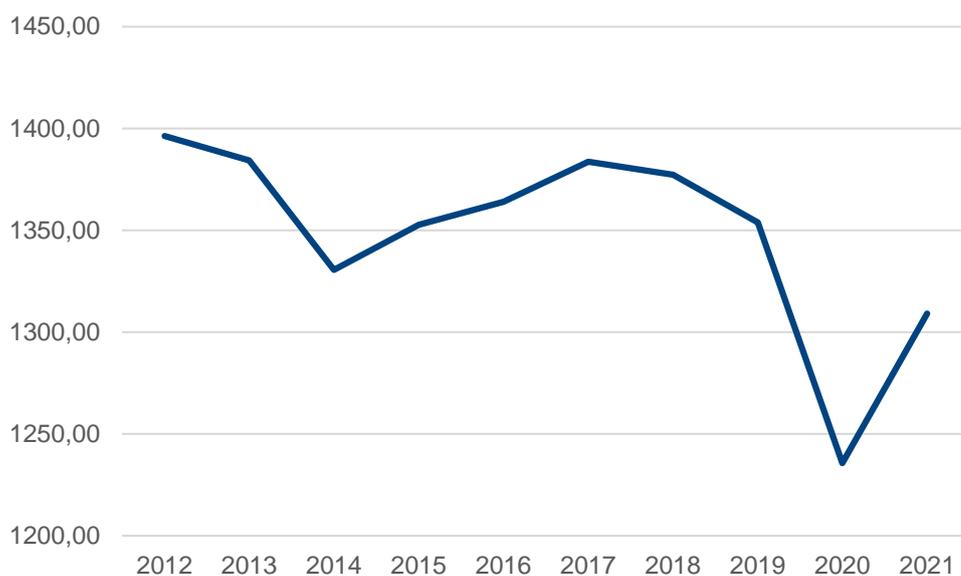


Gráfico 19. Elaboración propia a partir del database: EUROSTAT



El impacto de la pandemia durante el año 2020 supuso una caída en el consumo energético en la UE. Por eso, los datos en 2021 muestran de nuevo un aumento, pero se espera que vuelva a disminuir en 2022 debido al aumento de los precios de la energía, las medidas regulatorias y el agotamiento de los combustibles fósiles. Los objetivos de consumo energético para 2030, establecidos por la Directiva sobre eficiencia energética de la UE, que establece que los objetivos de consumo energético en la UE para 2030 son de no más de 1.128 Mtoe y para el consumo final de energía de no más de 846 Mtoe, aún no se han alcanzado.

Por su parte, tanto el consumo de energía primaria como el consumo de energía final ha disminuido en España y Portugal entre 2012 y 2021. Mientras que el consumo de energía primaria en España disminuyó un 9%, en Portugal lo hizo tan solo un 7%. Es importante tener en cuenta que el consumo de energía primaria en España es aproximadamente un 83% mayor que en Portugal, consumiéndose en España 112,10 Mtoe y en Portugal 19,5 Mtoes en 2021. Lo mismo ocurre con el consumo final de energía, que en la última década se ha reducido un 4% en España y un 2% en Portugal, llegándose a consumir en 2021 80,3 Mtoe en España y 15,7 Mtoe en Portugal.

Precios de la electricidad para los consumidores domésticos en la UE en el segundo semestre de los años 2012-2022 (Kilovatio-hora)

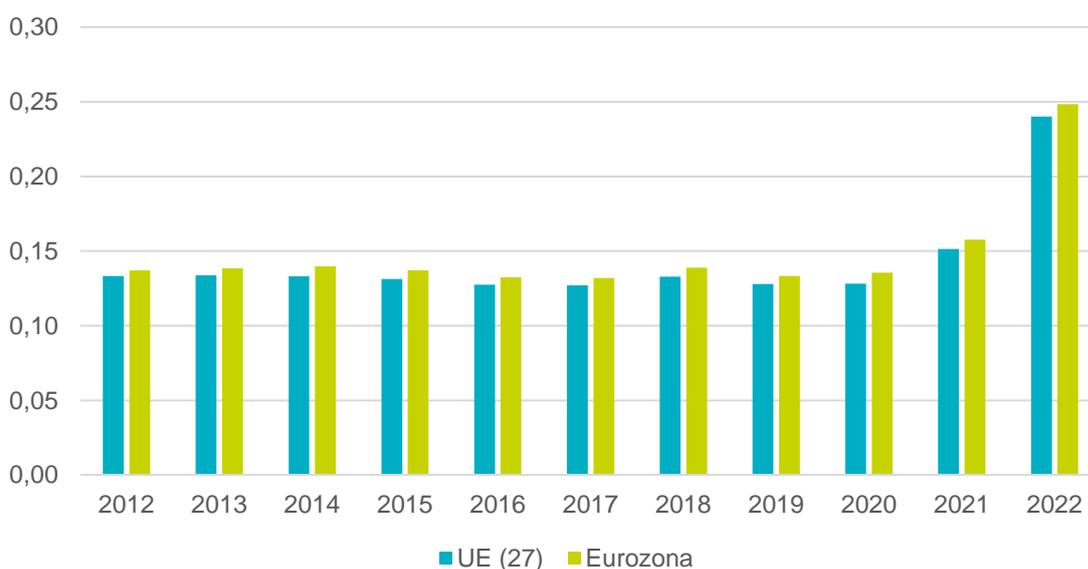
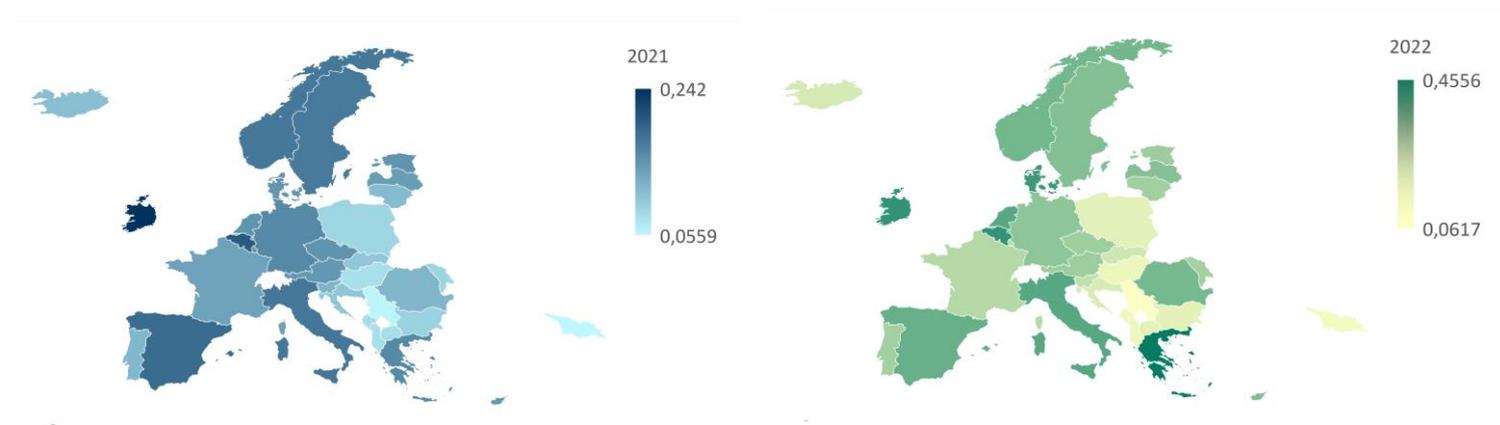


Gráfico 20. Elaboración propia a partir del database: EUROSTAT

Entre 2012 y 2021, los precios han permanecido estables tanto en la Eurozona como en la Unión Europea (27). Sin embargo, por todo lo mencionado anteriormente con relación a la invasión de Ucrania, se disparó en 2022, alcanzó los precios más elevados de la década. Los precios de la Eurozona y la UE no han oscilado demasiado entre sí ya que la mayoría de los miembros de la UE pertenecen a la Eurozona.

Para los consumidores domésticos (consumo anual entre 2 500 kWh a 5 000 kWh), los precios de la electricidad han aumentado un 158% del segundo semestre de 2021 al segundo semestre de 2022. Esta subida de los precios ha afectado a toda la UE en su conjunto, aunque no ha afectado a todos los países de igual manera. En particular, el aumento en España ha sido de un 158%, pasando de 0,1878 al 0,2966 EUR por kWh. De igual manera, en Portugal también se ha experimentado un gran aumento, del 169%, llegando a alcanzar en 2022 los 0,1972 EUR por kWh.

Precios de la electricidad para los consumidores domésticos en la UE en el segundo semestre de 2021 y 2022 (Kilovatio-hora)



Mapa 1. Elaboración propia a partir del database: EUROSTAT

Mapa 2. Elaboración propia a partir del database: EUROSTAT



3. Transición energética y agenda 2030

3.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son 17 objetivos desarrollados en 169 metas específicas que abordan los desafíos globales que se enfrenta, incluida la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, la degradación ambiental, la paz y la justicia. Estos objetivos fueron acordados en 2015 por los miembros de la Asamblea General de las Naciones Unidas. En nuestro caso se utilizan los ODS 7 y 9, ya que tienen relación con la transición energética.

ODS 7: "Energía asequible y no contaminante". El séptimo ODS tiene como objetivo garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. Esto incluye la promoción de fuentes de energía renovable, la eficiencia energética y el acceso universal a servicios energéticos adecuados. La transición energética es un componente clave de este ODS, ya que implica cambiar de fuentes de energía fósil contaminantes a fuentes de energía más limpias y sostenibles.

ODS 9: "Industria, innovación e infraestructura". El noveno ODS se centra en construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. La transición energética está estrechamente relacionada con este objetivo, ya que requiere el desarrollo de infraestructuras que puedan soportar la generación y distribución de energía a partir de fuentes renovables, así como la innovación en tecnologías y prácticas que permitan una transición más efectiva y sostenible.

La transición energética es un tema crucial en el contexto del desarrollo sostenible. La comunidad internacional, a través de los ODS, busca abordar los desafíos energéticos globales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar el acceso a la energía y promover el desarrollo sostenible. Ambos ODS 7 y ODS 9 desempeñan un papel importante en este proceso al abordar aspectos clave de la transición energética.

3.2. Objetivo de Desarrollo 7

En este apartado, se examina la evolución de los países que forman parte del proyecto con relación a las metas del ODS 7.

Meta 7.1

Pretende garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos antes de 2030. Los indicadores proporcionados para evaluar esta meta son el *indicador 7.1.1. Proporción de la población que tiene acceso a la electricidad* y el

indicador 7.1.2. Proporción de la población cuya fuente primaria de energía son los combustibles y tecnología limpios.

La energía debe considerarse un derecho al que todos deben tener acceso para satisfacer necesidades esenciales. Según el Banco Mundial, al menos 789 millones de personas viven sin acceso a electricidad en 2022, y cientos de millones más tienen un suministro insuficiente o poco confiable. El hecho de que aproximadamente el 9% de la población mundial no tenga acceso a la electricidad dificulta la transición energética no se puede dar por completada, ya que el sistema energético sigue excluyendo a parte de la población.

En América Latina y el Caribe, se observa un aumento en el acceso a la electricidad tanto en áreas rurales como urbanas entre 2012 y 2021, gráfico 21. En 2012, la proporción de acceso a la electricidad en áreas rurales fue del 86.2%, mientras que en áreas urbanas fue del 99.3%. Para el año 2021, estas cifras mejoraron, con un acceso del 96.5% en áreas rurales y del 99.5% en áreas urbanas. Este aumento indica un avance en la electrificación de la región, aunque aún existen desafíos para garantizar un acceso más amplio y equitativo en áreas rurales.

Comparativa de la proporción de población con acceso a la electricidad en ALC entre 2012 y 2021 (zona rural y urbana) (%)

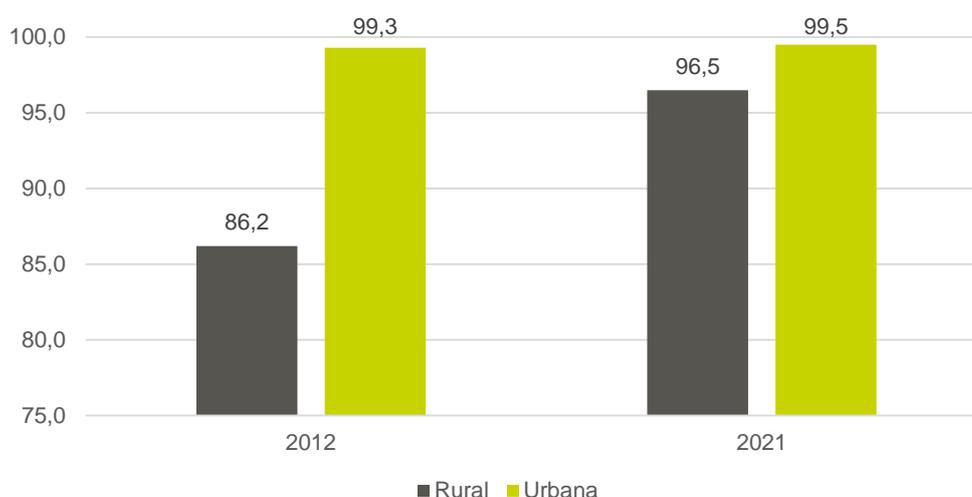


Gráfico 21. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

Los valores indicados en el gráfico 22 muestran la evolución de la proporción de la población en cada país que tiene acceso a la electricidad en los años 2012 y 2021. Alcanzándose el 100% en los 6 países participantes en 2021, lo que significa que el total de la población en estos países tiene acceso a este servicio esencial. En Europa, no ha habido variaciones en la década entre 2012 y 2021, situándose la mayoría de los países en el 100%.

Comparativa de la proporción de población con acceso a la electricidad entre 2012 y 2021 (ALL AREAS) (%)

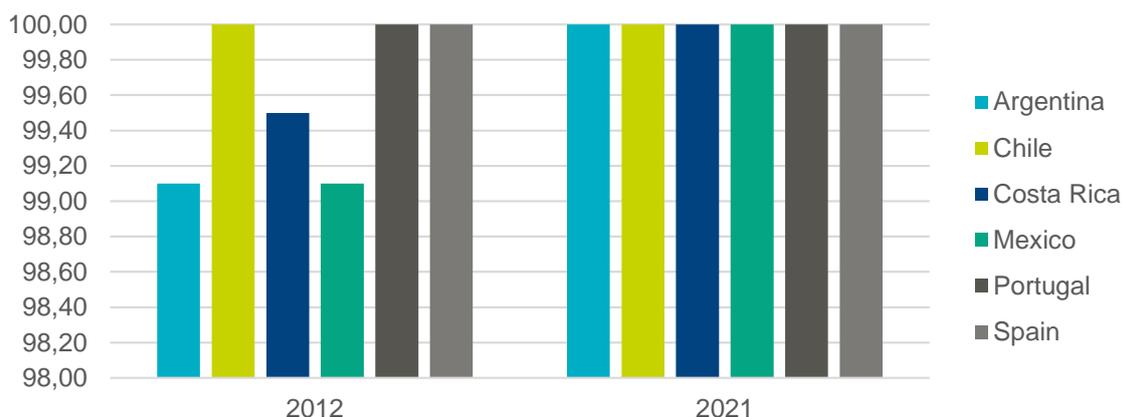


Gráfico 22. Elaboración propia a partir del database: World Bank, UNSD

Sin embargo, es importante tener en cuenta que, a pesar de los altos porcentajes de acceso a la electricidad, aún existen desafíos en áreas rurales o comunidades marginadas donde el acceso puede ser limitado. ALC todavía tiene un reto por delante para reducir la desigualdad y avanzar en el desarrollo sostenible.

Proporción de la población cuya fuente primaria de energía son los combustibles y tecnología limpios (%)

País	Zona	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Argentina	ALLAREA	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
	RURAL	94	95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
	URBAN	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
Chile	ALLAREA	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
	RURAL	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
	URBAN	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
Costa Rica	ALLAREA	>95	94	94	94	95	>95	>95	>95	>95	>95
	RURAL	93	82	>95	84	85	85	86	87	>95	88
	URBAN	82	>95	83	>95	>95	95	>95	>95	88	>95
México	ALLAREA	85	94	52	85	54	92	85	85	84	85
	RURAL	94	52	94	53	85	85	56	56	58	91
	URBAN	52	85	84	93	93	54	92	92	91	59
Portugal	ALLAREA	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
	RURAL	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
	URBAN	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
España	ALLAREA	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
	RURAL	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95
	URBAN	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95	>95

Tabla 1. Elaboración propia a partir de datos del database: Global Health Observatory, World Health Organisation

Los datos representan la proporción de la población cuya fuente primaria de energía son los combustibles y tecnología limpios en los distintos países del proyecto, diferenciando las áreas geográficas (ALLAREA, RURAL y URBAN) entre 2012 y 2021. Los valores se expresan como porcentajes o indican si la proporción es mayor del 95%.

En general, la mayoría de los países mantienen un alto porcentaje de población que utiliza combustibles y tecnologías limpias como fuente primaria de energía, especialmente en áreas urbanas. Sin embargo, algunos países, como Costa Rica y México, experimentan fluctuaciones en estas cifras a lo largo de este periodo.

Meta 7.2

El objetivo principal para 2030 es aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas. El principal indicador que esta meta es el *indicador 7.2.1. Proporción de la energía renovable en el consumo final total de energía*

Proporción de la energía renovable en el consumo final total de energía (%)

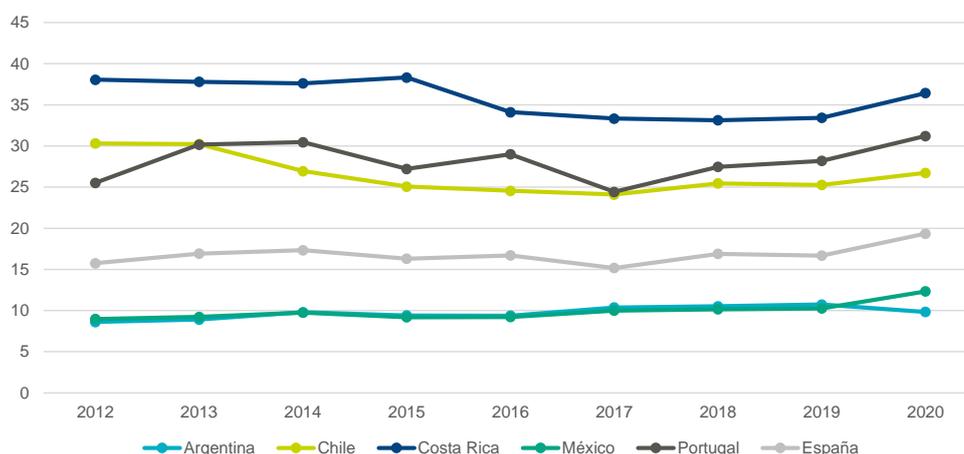


Gráfico 23. Elaboración propia a partir del database: IEA, World Energy Balances, UNSD

Estos datos representan la proporción de energía renovable en el consumo final total entre 2012 y 2020. Costa Rica, Chile y Portugal ha demostrado un compromiso creciente con el uso de fuentes de energía renovable, con tasas de crecimiento notables en algunos casos. Cabe destacar el caso de Costa Rica, que mostró un alto compromiso con la energía renovable, con porcentajes consistentemente altos en todo el período. La proporción varió entre el 33,13% en 2018 y el 38,33% en 2015, lo que demuestra un enfoque constante en fuentes de energía limpias. Sin embargo, Argentina se mantuvo relativamente baja durante este período, oscilando entre el 8,61% en 2012 y el 10,74% en 2019. México, por su parte, comenzó alrededor del 8,97% en 2012, pero mostró un aumento constante en la proporción de energía renovable a lo largo de los años, alcanzando el 12,33% en 2020. Por otro lado, España comenzó en 2012 con una proporción de energía renovable del 15,75% y, aunque hubo fluctuaciones a lo largo de los años, llegó al 19,35% en 2020.

Meta 7.3

Para 2030 se quiere llegar a duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética. Se cuenta con el *indicador 7.3.1. Intensidad energética medida en función de la energía primaria y el producto interno bruto (PIB)* para evaluar el progreso.

La intensidad energética es una medida que evalúa cuánta energía se utiliza para producir una unidad de PIB, lo que refleja la eficiencia energética de un país. Esta medida refleja cómo estos países utilizan la energía en relación con su producción económica. Los valores más bajos indican una mayor eficiencia energética, lo que es

deseable para reducir la dependencia de la energía y promover la sostenibilidad ambiental.

Intensidad energética medida en función de la energía primaria y el PIB (megajulios por PIB expresado en PPA constante de 2017)

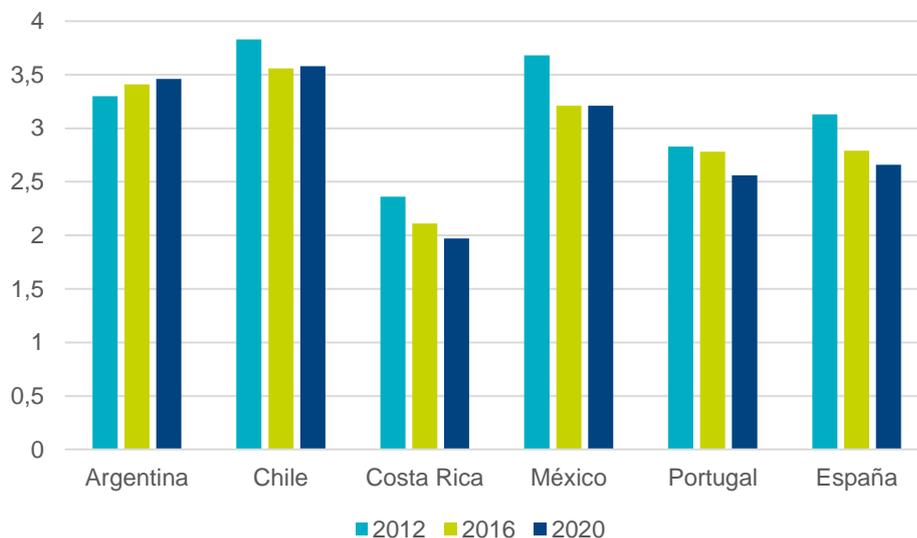


Gráfico 24. Elaboración propia a partir del database IEA, World Energy Balances

México y España experimentan una tendencia a la disminución de la intensidad energética, lo que sugiere una mayor eficiencia energética en la generación del PIB. Chile y Argentina tienen valores ligeramente más altos, mientras que Portugal tiene una intensidad energética más baja en general. Como en ocasiones anteriores, destaca Costa Rica que tiene una intensidad mucho más baja en comparación con el resto de los países, lo que implica mayor eficiencia energética.

Meta 7.a.

De aquí a 2030, se pretende aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias. Para ello, se ha establecido el *indicador 7.a.1. Corrientes financieras internacionales hacia los países en desarrollo para apoyar la investigación y el desarrollo de energías limpias y la producción de energía renovable, incluidos los sistemas híbridos.*

El apoyo financiero internacional destinado a proyectos e iniciativas relacionado con la energía limpia y renovable en estos países ha disminuido en 2021 y la causa principal es la crisis sanitaria. Tras la pandemia por la COVID 19 la mayoría de los recursos financieros fueron destinados a la recuperación de la crisis, dejando de lado las energías limpias y renovables.

Corrientes financieras internacionales hacia los países en desarrollo para apoyar la investigación y el desarrollo de energías limpias y la producción de energía renovable, incluidos los sistemas híbridos (en millones de dólares estadounidenses constantes de 2020)

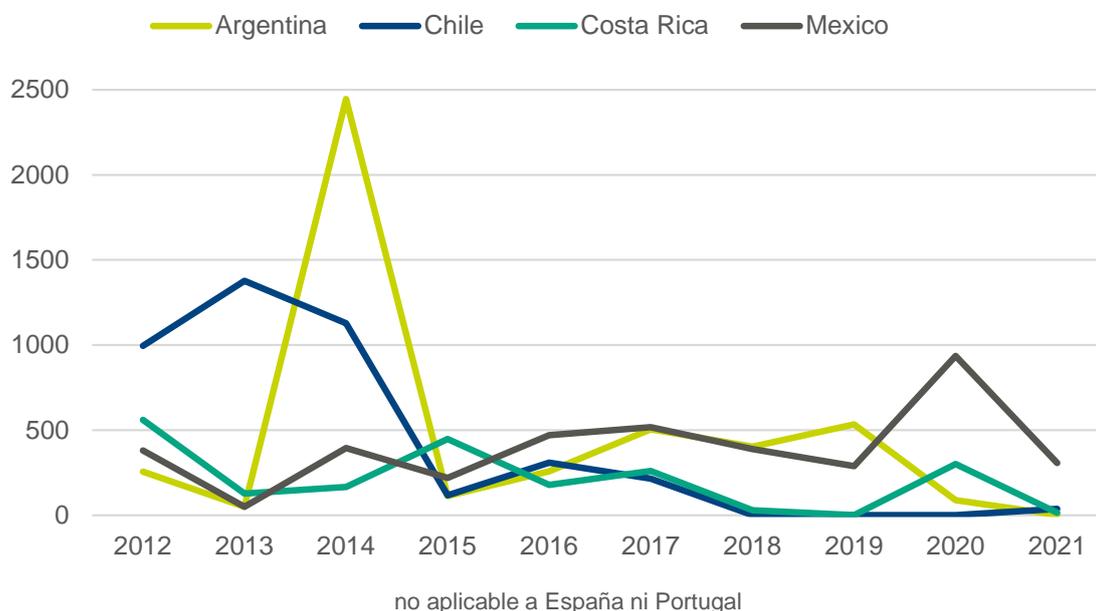


Gráfico 25. Elaboración propia a partir del database: DAC, OECD e IRENA

Meta 7.b.

Antes de 2030 se busca ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo. Se puede medir la evolución de esta meta con el *indicador 7.b.1. Capacidad instalada de generación de energía renovable en los países en desarrollo (expresada en vatios per cápita)*.

En el año 2021, Argentina, Chile, Costa Rica y México demostraron un compromiso significativo hacia la generación de energía renovable. Estos países presentaron una capacidad instalada diversificada, con una fuerte presencia de fuentes de energía hidroeléctrica, eólica y solar. En particular, la hidroeléctrica desempeñó un papel destacado en la mayoría de estos países, contribuyendo de manera sustancial a la generación de energía eléctrica, tal y como se ve en el *Gráfico 26*.

Capacidad instalada de generación de energía renovable en los países en desarrollo en 2021 distribuida por fuente de energía y país (expresada en vatios per cápita)

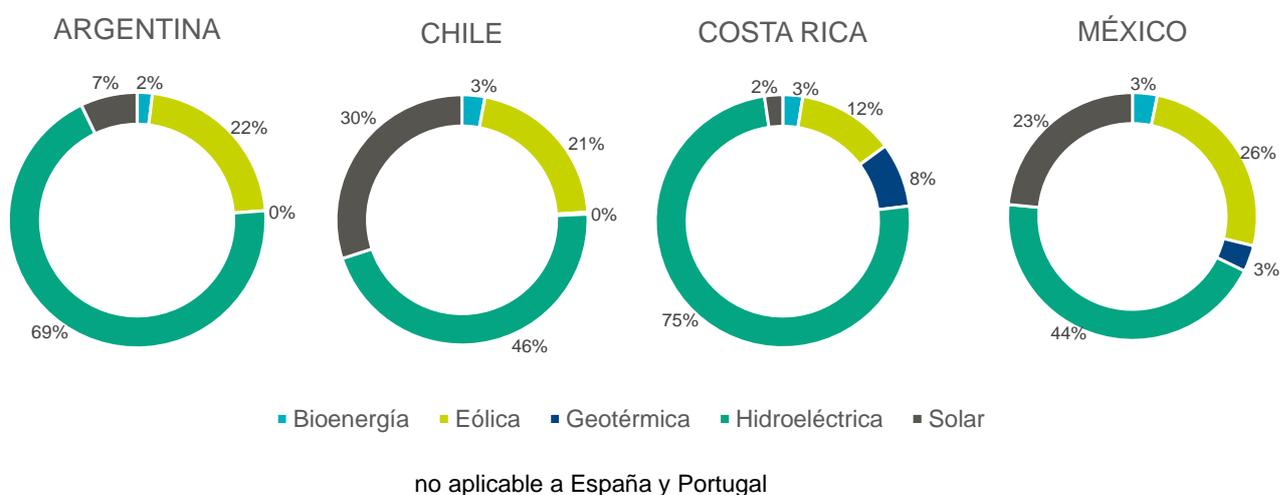


Gráfico 26. Elaboración propia a partir del database: Renewable electricity generating capacity from IRENA's electricity capacity. Population data from the United Nations World Population Prospects.

3.3. Objetivo de Desarrollo 9

A continuación, se examina la evolución de los países que forman parte del proyecto con relación a las metas del ODS 9. Se estudian dos metas que tienen un enfoque relacionado con la transición energética.

Meta 9.4

La primera meta pretende de aquí a 2030 modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, con eficiencia en el uso de los recursos y bajas en carbono. Para medir la evolución de esta meta se cuenta con el *indicador 9.4.1. Emisiones de CO2 por unidad de valor añadido*.

Al estar relacionado con el uso de infraestructuras sostenibles tiene sentido que Costa Rica sea el país que menos emite por unidad de valor añadido, ya que como se ha visto es el país más sostenible de los 6 participantes en el proyecto. Por el contrario, se observa que México duplica (0,25 kg de CO₂) en 2020 las emisiones de CO₂ de Costa Rica (0,13 kg de CO₂).

Emisiones de CO2 por unidad de valor añadido (kilogramo de CO2 base 2015 dólares)

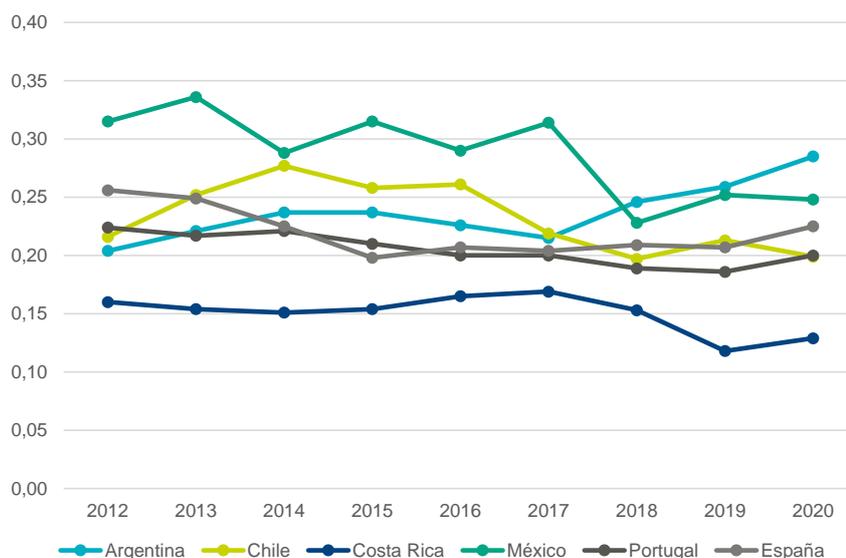


Gráfico 27. Elaborado a partir del database: UNIDO e IEA

Meta 9.b

En segundo y último lugar, se va a estudiar la meta cuyo objetivo es desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas las regiones afectadas por conflictos y fragilidad, de aquí a 2020 y para ver el progreso se cuenta con el *indicador 9.b.1. Proporción del valor añadido por la industria de media y alta tecnología en el valor añadido total de la industria.*

Proporción del valor añadido por la industria de media y alta tecnología en el valor añadido total de la industria (%)

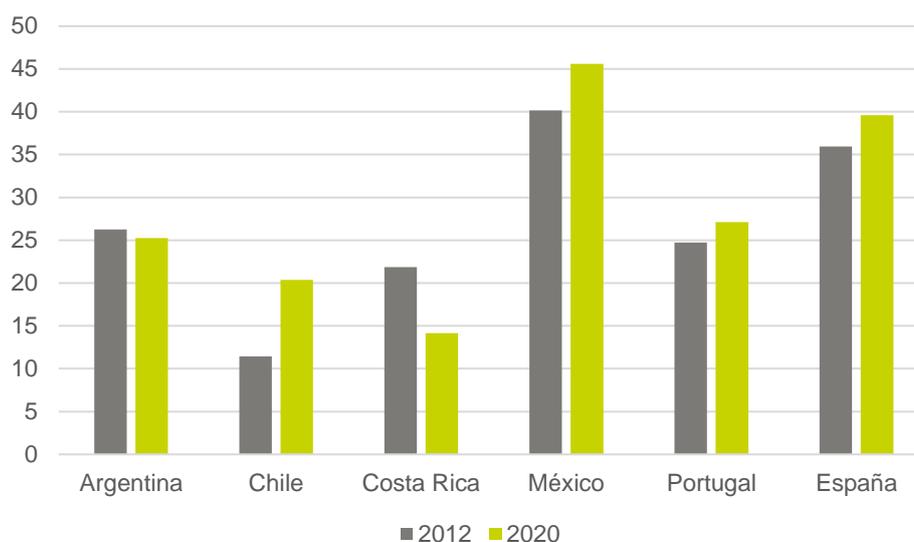


Gráfico 28. Elaborado a partir del database: UNIDO



El gráfico 28 muestra la proporción del valor agregado de la manufactura de tecnología media y alta en relación con el valor total añadido en varios países a lo largo de los años. En Argentina, la proporción fluctuó, disminuyendo de 26,27% en 2012 a 23,9% en 2019, aunque experimentó un aumento en 2020 alcanzando el 25,26%. Chile experimentó variaciones significativas, desde 11,44% en 2012 hasta 20,37% en 2020, con grandes fluctuaciones lo largo del período. Costa Rica también experimentó un descenso general, pasando de 21,87% en 2012 a 14,16% en 2020. México, por otro lado, mantuvo una tendencia al alza, con un aumento constante del 40,15% en 2012 al 45,6% en 2020. Portugal mostró cierta estabilidad en torno al 24-25%, con un aumento en 2020 (27,13%). España experimentó fluctuaciones menores, oscilando entre 35,95% y 39,58% durante el período analizado.



4. Energías renovables

Las energías renovables, como ya se ha visto en los apartados anteriores, son fuentes de energía que se obtienen de fuentes naturales y sostenibles que se renuevan de manera constante. Estas fuentes de energía son una alternativa importante a los combustibles fósiles, que son finitos y contribuyen al cambio climático.

Hoy en día, existen varios problemas relacionados con la producción y el uso de energía que afectan a nivel global. Si bien las energías renovables, como la solar y la eólica, son una fuente de energía limpia y sostenible, su principal desafío es su intermitencia. La generación de energía solar depende de las condiciones climáticas y la hora del día, mientras que la generación eólica depende del viento. Esto hace que a veces no estén disponibles cuando se necesita energía, lo que requiere soluciones de almacenamiento de energía y redes eléctricas más inteligentes.

Por otro lado, la producción de energía a partir de fuentes no renovables, como los combustibles fósiles, continúa dañando el medio ambiente. La emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación del aire y del agua, la degradación de los ecosistemas y el agotamiento de recursos naturales son problemas graves asociados con la extracción y la quema de combustibles fósiles. La generación de energía nuclear, aunque es una fuente de energía baja en emisiones de carbono, plantea preocupaciones en términos de seguridad, especialmente de accidentes nucleares.

Además, la producción de energía a menudo requiere grandes cantidades de agua, ya sea para enfriar plantas de energía térmica o para la extracción de petróleo y gas. En muchas regiones del mundo, la escasez de agua es un problema creciente, lo que hace que la generación de energía sea una competidora por los recursos hídricos necesarios para la agricultura y el abastecimiento de agua potable.

La dependencia de países o regiones de fuentes de energía específicas, como el petróleo o el gas natural, puede tener implicaciones geopolíticas significativas y dar lugar a conflictos. Diversificar las fuentes de energía y promover la independencia energética son objetivos clave para abordar este problema. Esto se ha visto muy reflejado en Europa tras la invasión de Ucrania.

Otro gran problema es la desigualdad significativa en el acceso a la energía. Millones de personas carecen de acceso a una fuente de energía fiable y asequible, lo que limita sus oportunidades económicas y de desarrollo, como se ha visto antes, hoy en día hay más de 700 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad.

Para abordar estos problemas, se están realizando esfuerzos a nivel global para impulsar la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles, mejorar la eficiencia energética, desarrollar tecnologías de almacenamiento de energía y promover



la adopción de energías renovables. Además, se están implementando políticas y acuerdos internacionales para abordar el cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, así como el establecimiento de marcos regulatorios.

4.1. Marco legislativo

Europa

La estrategia europea contra el cambio climático, enmarcada dentro del **Pacto Verde** propuesto en diciembre de 2019, constituye un pilar fundamental para el crecimiento económico de la Unión Europea (UE). Este enfoque aborda diversas áreas, como clima, medio ambiente, energía, transporte, industria, agricultura y finanzas sostenibles, con el objetivo de llevar a la UE hacia una transición ecológica y lograr la neutralidad climática para 2050.

La política climática europea se determina a través de varios paquetes legislativos, como el **Paquete 2020 de Energía y Cambio Climático** y el **Marco de Energía y Clima a 2030**. Estos responden a la apuesta europea por descarbonizar la economía y construir una UE resistente al cambio climático.

Destacan instrumentos clave, como la **Ley Europea del Clima**, aprobada en junio de 2021, que establece la meta de neutralidad climática para 2050 y el "**Objetivo 55**" ("Fit for 55"), que responde a la ambición de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 55% para 2030, elevar la cuota de renovables en el consumo de energía final por encima del 32% , mejorar la eficiencia energética en al menos un 32,5% y tomar medidas urgentes para alcanzar un objetivo mínimo del 10 % de las interconexiones de electricidad en 2020 y del 15 % en 2030. Esta ley también insta un mecanismo de seguimiento y evaluación, así como un Consejo Científico Consultivo Europeo sobre Cambio Climático.

Los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero incluidos en el marco a 2030, suponen los objetivos a los que la Unión Europea se compromete en el contexto del Acuerdo de París, y están recogidos en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) que la UE ha enviado a Naciones Unidas.

En el ámbito de la adaptación al cambio climático, la UE adoptó la **Estrategia Europea de Adaptación**, actualizada en 2021, para construir una sociedad resistente al cambio climático.

El **Reglamento (UE) 2018/1999** establece un mecanismo de gobernanza para la Unión de la Energía y la Acción por el Clima, con el propósito de lograr los objetivos generales de la Unión, especialmente en el marco de actuación 2030 en clima y energía. En conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), exige que la Unión y sus Estados miembros elaboren, actualicen

y divulguen inventarios nacionales de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI), con mecanismos específicos para su estimación.

Además, establece requisitos para la información sobre políticas, medidas nacionales, proyecciones de emisiones y absorciones, y garantiza la comunicación de información relacionada con la adaptación al cambio climático. También enfatiza la provisión de ayuda a países en desarrollo y la transparencia en el uso de ingresos de subastas de derechos de emisión en el ámbito del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE.

Emisiones CO2 respecto a 1990 (%)

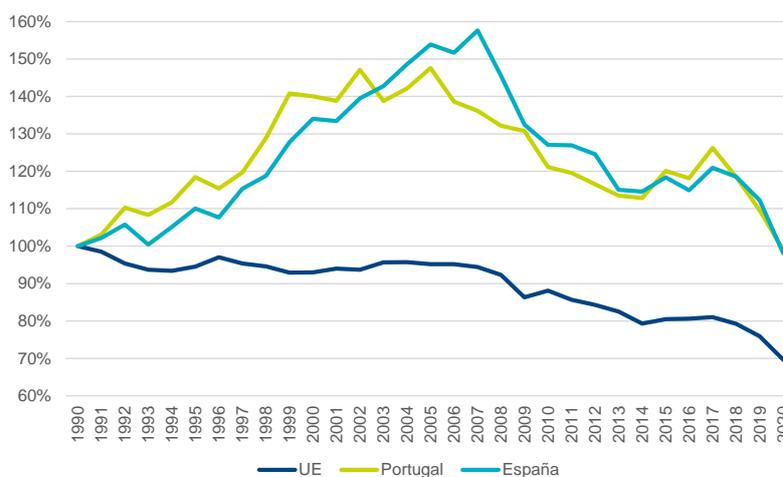


Gráfico 29. Elaboración propia a partir del database: WORLD BANK

En 2020, tanto la Unión Europea como los dos países europeos participantes en el proyecto Energytran han conseguido emitir menos CO2 que en 1990, en el caso de España un 2% menos, emitiéndose 270311 kt de CO2 equivalente y en Portugal un 1%, emitiéndose 55640,71 kt de CO2 equivalente. Mientras que en la UE ha habido una tendencia a la disminución de las emisiones desde 1990, en España y Portugal no ha sido hasta principios de los 2000 cuando esta disminución ha empezado a suceder. Se observa en especial una gran bajada en el año 2020, pero no es un año concluyente ya que con la llegada de la COVID 19 se paralizó la actividad económica y la disminución de emisiones viene determinada, en gran parte, por la reducción de las emisiones en el transporte y por el descenso en la demanda de energía eléctrica.

España

El marco de la política energética y climática en España está determinado por la Unión Europea (UE) que a su vez responde a los requerimientos del Acuerdo de París alcanzado en 2015 para dar una respuesta internacional y coordinada al reto de la crisis climática.



A nivel nacional, el Gobierno presentó en febrero de 2019 el **Marco Estratégico de Energía y Clima**, una herramienta fundamental para lograr la descarbonización de la economía española. Este Marco se compone de tres piezas clave:

Por un lado, la **Ley de Cambio Climático y Transición Energética** (Ley 7/2021) que tiene como objetivo asegurar que España cumpla con los compromisos del Acuerdo de París, adoptado el 12 de diciembre de 2015, firmado por España el 22 de abril de 2016 y publicado en el "Boletín Oficial del Estado" el 2 de febrero de 2017. La ley busca facilitar la descarbonización de la economía española, promoviendo su transición hacia un modelo circular que garantice el uso racional y solidario de los recursos.

Por otro lado, el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030** es un plan estratégico que abarca la década 2021-2030 y que sienta las bases para lograr la neutralidad climática a mediados de siglo. Este plan establece objetivos cuantitativos para áreas clave como emisiones de GEI, energías renovables, eficiencia energética y generación eléctrica.

En cuanto a los objetivos específicos, el PNIEC propone para España, en relación con los objetivos de la UE:

- Reducción del 23% de las emisiones de GEI respecto a 1990.
- Mejora del 39,5% en eficiencia energética.
- 42% de energías renovables en el consumo final de energía.
- 74% de generación eléctrica proveniente de fuentes renovables.

Además, el PNIEC busca reducir la dependencia energética, generar ahorro en la balanza comercial y fomentar inversiones significativas, con un impacto positivo en el empleo, la investigación y desarrollo, y la mejora de la salud, con especial atención a la pobreza energética.

La tercera pieza clave que compone el Marco es la **Estrategia de Transición Justa**, que busca asegurar una transición ecológica equitativa y socialmente beneficiosa, priorizando la creación de empleo y la mejora de la competitividad durante este proceso. Enfocada en la maximización de oportunidades de empleo de acuerdo con las directrices de la OIT y el Acuerdo de París, se concreta a través de los Convenios de Transición Justa, que detallan planes integrales en áreas donde la transición energética podría afectar negativamente a la actividad económica. Esta estrategia, respaldada por la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, tiene objetivos que abarcan desde la igualdad de oportunidades hasta la evaluación y mejora de instrumentos de apoyo estatal, promoviendo políticas de apoyo coordinadas y minimizando impactos adversos en áreas vulnerables mediante acciones urgentes y apoyo técnico y financiero.

Además, España cuenta con una **Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo**, que establece la meta de reducir emisiones en un 90% para 2050.



Frente a tensiones geopolíticas y desafíos del mercado, se implementa el **Plan +SE** (Más Seguridad Energética) para brindar seguridad frente a los precios de la energía y contribuir a la seguridad de suministro de la Unión Europea.

Por todo ello, España ha establecido un paquete de medidas estructurales para abordar los desafíos actuales, respaldado por una planificación a medio y largo plazo que brindará mayor predictibilidad y seguridad a las inversiones. Este conjunto de medidas estratégicas se apoya en diversas iniciativas para identificar y abordar los retos y oportunidades en diversos sectores y tecnologías. El enfoque se centra en impulsar la transición energética, proporcionando señales apropiadas y anticipando adecuadamente las necesidades del país en este proceso transformador.

Adicionalmente, se aborda la pobreza energética con la **Estrategia nacional contra la pobreza energética** que integra todas las actuaciones en curso y se implementa el **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia** (PRTR), que está enfocado en mitigar el impacto de la pandemia mediante la utilización de fondos de financiación de la Unión Europea, específicamente del programa Next Generation EU. El PRTR establece que casi el 40% de las inversiones se destinarán a la transición ecológica.

Portugal

La **Lei n.º 98/2021**, establece las Bases de la Ley del Clima. Esta normativa, se alinea con el Reglamento de la UE (2021/1119), es decir, con la "Ley Europea del Clima".

Varios instrumentos que ya habían sido aprobados sirvieron de base para esta ley, como **“Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050”**; **“Plano Nacional Energia e Clima 2030”**; **“Estratégia Nacional para Adaptação às Alterações Climáticas”**; y **“Programa de Ação para Adaptação às Alterações Climáticas”**. No obstante, algunos artículos de la nueva ley establecen objetivos más ambiciosos que en los documentos previamente citados.

La Ley n.º 98/2021 en primer lugar, se compromete a lograr la Neutralidad Climática para 2050, un objetivo establecido por la UE. Además, se contempla la posibilidad de adelantar esta meta a 2045. Además, establece metas de reducción de emisiones, excluyendo el uso de suelo y bosques, con reducciones del 55% para 2030, entre el 65% y el 75% para 2040, y al menos el 90% para 2050.

La Ley de Bases del Clima también aborda objetivos específicos para guiar la acción climática en Portugal. En este sentido, se busca promover la transición a una economía sostenible, garantizar la justicia climática protegiendo a las comunidades más vulnerables, y asegurar una reducción sostenible de las emisiones de gases de efecto invernadero. además, se incentiva el uso de energías renovables, se impulsa la economía circular para mejorar la eficiencia energética y de recursos. También, se

incorporan aspectos relacionados con la biodiversidad y ecosistemas, con medidas para proteger y dinamizar la regeneración de la biodiversidad.

América Latina y el Caribe

En América Latina y el Caribe, existe una gran variabilidad en el desarrollo del marco normativo en materia de eficiencia energética. En 2021, doce países de la región ya contaban con leyes vigentes en este ámbito, mientras que otros cinco estaban discutiendo proyectos de ley relacionados.

Los 193 países más la Unión Europea que han firmado el Acuerdo de París cuentan con al menos una ley o política sobre cambio climático. Sin embargo, destaca la diversidad de enfoques y la ausencia de un formato único para todos. Por ello, en el caso ALC, se va a examinar directamente las Leyes Marco de Cambio Climático (LMCC) adoptadas por Argentina, Chile, Costa Rica y México.

Emisiones CO2 respecto a 1990 (%)

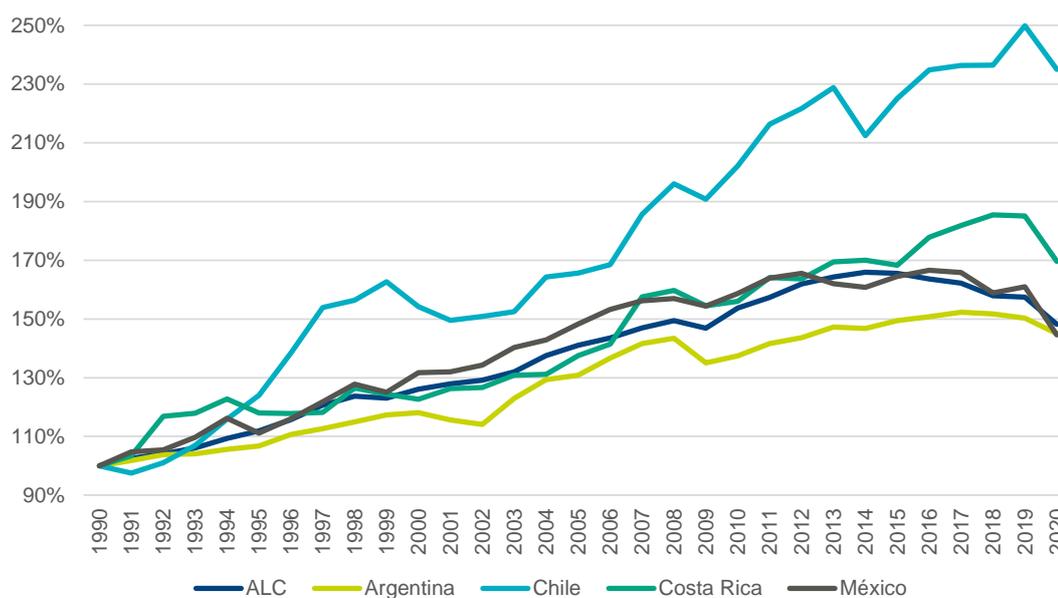


Gráfico 30. Elaboración propia a partir del database: WORLD BANK

Al contrario que en Europa, ALC desde 1990 ha tenido una tendencia al alza. ALC en 2020 emitió un 148% de CO2 respecto a 1990, llegándose a emitir 3064546 kt de CO2 equivalente. La tendencia en el resto de los países es muy similar a la general de América Latina y el Caribe a excepción de Chile.

El caso de Chile llama especial atención ya que desde 1990 sus emisiones se han llegado a duplicar, alcanzando su pico en 2019 que emitió un 250% más que en 1990, este año se emitieron 113466,5 kt de CO2 equivalente. La contaminación en Chile es resultado de diversas fuentes, destacando la quema de leña residencial, emisiones industriales y del sector energético, así como la contribución del transporte.

Argentina está debatiendo un Proyecto de Ley de eficiencia energética que se conoce como el **Plan Nacional de Eficiencia Energética de la Argentina** (PlaNEEAR). Aunque aún no se ha especificado el año de presentación, este proyecto establece metas ambiciosas para reducir el consumo energético, equivalente a 23 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MMt CO₂e). El proyecto tiene una perspectiva mínima de 15 años desde su implementación y debe ser revisado, evaluado y, eventualmente, modificado cada 5 años.

El PlaNEEAR propone la creación de cuatro programas distintos:

- Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (ProUREE): Dirigido a promover prácticas eficientes en el uso de la energía.
- Programa Nacional de Etiquetado y Estándar Mínimo de Eficiencia Energética (ProNEEM): Orientado a establecer estándares y etiquetas para productos y bienes que indiquen su eficiencia energética. Se plantea una meta específica para que, para el año 2030, el 40% del consumo de energía residencial corresponda a productos etiquetados o calificados energéticamente.
- Programa de Etiquetado de Eficiencia Energética en Viviendas (ProdEV): Enfocado en la eficiencia energética específica en el ámbito residencial.
- Programas de fomento destinados al desarrollo del Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) en la MiPyME: Diseñados para impulsar prácticas eficientes en pequeñas y medianas empresas.

El proyecto aborda varios sectores de consumo, incluyendo edificación residencial, transporte, comercial, industrial y público. Los fondos asignados para este proyecto provienen del Fondo Fiduciario para el Desarrollo de la Generación Distribuida (FODIS).

Por otro lado, en cuanto al Marco Legal del Cambio Climático en Argentina, la **Ley N°27.520**, establece los lineamientos fundamentales para la protección ambiental en Argentina, con el objetivo de garantizar acciones adecuadas para la adaptación y mitigación del cambio climático a nivel nacional. Designa al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como la autoridad nacional encargada de su implementación.

El **Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático** comprende las estrategias, medidas y políticas desarrolladas para cumplir con los objetivos de la ley. Además, se contemplan mecanismos financieros, como la incorporación de créditos presupuestarios anuales y la promoción de incentivos fiscales y crediticios para productores y consumidores comprometidos con tecnologías sostenibles.

En términos de participación ciudadana, la Ley del Cambio Climático establece la obligatoriedad de promover procesos participativos a nivel jurisdiccional para definir las mejores acciones de adaptación y mitigación.



Aunque la ley no aborda directamente conceptos como transición justa, transición energética, y justicia climática, incorpora enfoques transversales de género en el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático. También reconoce la importancia de identificar vulnerabilidades y establecer medidas de adaptación para sectores vulnerables. A pesar de no mencionar expresamente compromisos internacionales, se reconoce en documentos complementarios la importancia de alinear acciones con las Contribuciones Nacionalmente Determinadas y las Estrategias a Largo Plazo.

El marco regulativo de los proyectos de Energías Renovables (EERR) en Argentina ha experimentado transformaciones significativas desde la promulgación de la **Ley N° 27.191** en octubre de 2015, que es la modificación de la Ley 26190 (Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía Eléctrica). Esta legislación, junto con la reglamentación del Régimen de Fomento Nacional, estableció el Programa RenovAr y el Mercado a Término de Energía Eléctrica de Fuente Renovable (MATER). Sin embargo, las crisis macroeconómicas a partir del segundo trimestre de 2018 generaron obstáculos financieros para los proyectos adjudicados, ya que la obtención de financiamiento inicial se volvió más desafiante.

Las dificultades para llevar a cabo proyectos de EERR, que requieren inversiones considerables, llevaron a la reconsideración de estimaciones iniciales. Se implementaron medidas para mitigar los impactos de las crisis, como la posibilidad de prórrogas y la suspensión temporal de plazos para Contratos de Abastecimiento de Energía (PPA). La **Resolución N° 551/2021** permitió la confirmación de prioridad de despacho en el MATER mediante pagos en pesos argentinos.

Además de la legislación ya citada, Argentina cuenta también con la Ley 25.019 que se centra en la energía eólica y solar, promoviendo y regulando estas fuentes. La Ley 26.093 regula la producción y uso sustentables de biocombustibles. Además, la Ley 25.675, conocida como Ley General del Ambiente, establece los presupuestos mínimos para la protección ambiental. Entre muchas otras leyes, se incluyen la Ley 26.331 sobre la protección de bosques nativos, la Ley 26.639 para la preservación de glaciares, y la Ley 24.051 que aborda la gestión de residuos peligrosos.

Chile

Chile ha implementado dos leyes de eficiencia energética, la primera **Ley N° 20.402** (en 2009) que otorga al Ministerio de Energía la facultad de etiquetar y establecer estándares mínimos de eficiencia energética. Esta ley también crea la "Agencia Chilena de Eficiencia Energética" con el propósito de estudiar, evaluar, promover, informar y desarrollar iniciativas relacionadas con la diversificación, ahorro y uso eficiente de la energía. La segunda, **Ley N° 21.305** (en 2021), tiene como objetivo promover el uso



racional y eficiente de los recursos energéticos. Los sectores de consumo contemplados en las leyes son: público, industrial, transporte y edificaciones.

En el marco de estas leyes, Chile ha establecido el **Plan Nacional de Eficiencia Energética**, el cual debe ser elaborado cada 5 años. El Ministerio de Energía tiene la capacidad de actualizar metas, planes, programas y acciones, evaluando el cumplimiento a mitad y al final del plazo del plan. El plan debe incluir metas a corto, mediano y largo plazo, así como los planes necesarios para alcanzarlas. La ley también exige una meta de reducción del 10% en la intensidad energética del país para 2030 basada en el año 2019, y una meta del 4% de reducción en la intensidad energética para los Grandes Consumidores de Energía (CCGE) durante el periodo del plan. Los informes de evaluación del Plan Nacional de Eficiencia Energética deben ser compartidos con las Comisiones de Minería y Energía del Senado y de la Cámara de Diputados, sometiéndose así a la revisión del poder legislativo.

Respecto a la Ley Marco de Cambio Climático en Chile, publicada bajo el número **21.455**, se establece una sólida base para abordar los desafíos del cambio climático en el país. El Ministerio del Medio Ambiente se designa como la autoridad encargada de la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.

La legislación incorpora diversas herramientas para la adaptación y mitigación del cambio climático. Entre ellas se encuentra la Estrategia Climática, que abarca presupuestos nacionales y sectoriales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) hasta 2030 y 2050. Además, se contemplan los NDC, Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación, Reportes de Acción Nacional de Cambio Climático, Planes de Acción Regional y Comunal, así como Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas. De igual manera, La Planificación Energética de Largo Plazo (o también conocida como PELP, por sus siglas), es un proceso establecido entre los artículos 83° a 86° de la Ley General de Servicios Eléctricos y regulado en el Decreto N°134, que aprueba el Reglamento de Planificación Energética de Largo Plazo.

En términos financieros, la ley requiere al Ministerio de Hacienda desarrollar la Estrategia Financiera de Cambio Climático, coordinando contribuciones del sector público y privado. También se menciona el uso del Fondo de Protección Ambiental para financiar proyectos concretos de mitigación y adaptación.

El marco legal establece el Sistema Nacional de Acceso a la Información y Participación Ciudadana sobre Cambio Climático, administrado por el Ministerio del Medio Ambiente. Este sistema promueve la participación ciudadana en la elaboración y seguimiento de instrumentos de gestión del cambio climático.



En relación con la justicia climática, la normativa destaca la equidad en las políticas públicas, buscando una asignación justa de cargas, costos y beneficios, con énfasis en género y atención a sectores vulnerables.

Costa Rica

La **Ley N° 7.447**, promulgada en 1994, establece la regulación del uso racional de la energía en Costa Rica. Su objetivo es consolidar la participación del Estado en la promoción y ejecución gradual de un programa de uso racional de la energía. Además, busca establecer mecanismos para lograr la eficiencia energética, sustituyendo métodos cuando sea beneficioso para el país, siempre considerando la protección del ambiente. Los sectores de consumo incluidos en esta ley son el comercial, el transporte y la edificación.

Posteriormente, en el año 2002, mediante la **Ley N.°8219**, la Asamblea Legislativa de Costa Rica aprobó el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Este protocolo, suscrito en 1998, ratifica la voluntad del país de comprometerse con acciones concretas para abordar el cambio climático.

México

México incorpora en su **Ley de Transición Energética** tres instrumentos de planificación: la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, el Programa Especial de la Transición Energética y el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE).

La Ley de Transición aborda el aprovechamiento sustentable de la energía, energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica. la estrategia de transición debe tener componentes a largo y mediano plazo, actualizándose cada tres años, mientras que el Programa Especial debe ser revisado anualmente.

Por otra parte, la **Ley General de Cambio Climático**, promulgada en 2012 y actualizada en 2018, es la legislación central para abordar el cambio climático en México. La aplicación a nivel federal recae en la SEMARNAT y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. La LMCC establece herramientas de adaptación y mitigación, destacando la Estrategia Nacional, el Programa, la Política Nacional de Adaptación, las contribuciones determinadas a nivel nacional y los programas de las Entidades Federativas.

La LMCC asigna una sección extensa a los mecanismos financieros, incluyendo instrumentos económicos y la creación del Fondo para el Cambio Climático. En relación con la participación pública, la LMCC fomenta la involucración de la sociedad en la



planificación y ejecución de la política nacional, y establece un Sistema de Información sobre el Cambio Climático.

Aunque la LMCC no aborda expresamente la transición justa, la migración climática, la transición energética y la justicia climática, destaca la necesidad de políticas e incentivos para tecnologías de bajas emisiones. La norma incorpora principios de sustentabilidad, respeto a los derechos humanos y equidad de género en la formulación de políticas y programas, replicando los objetivos y metas de la NDC y la LTS como obligaciones legales.

La LMCC establece objetivos específicos de reducción de gases de efecto invernadero para 2030 y 2050, y menciona propuestas legislativas para reformar el marco legal actual. En cuanto a litigios climáticos, aunque han sido limitados en los tribunales, existen antecedentes significativos, como casos de Greenpeace y el Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA).

4.2. América Latina y el Caribe

Proporción de la oferta de energía primaria renovable en ALC en 2020 (que requiere o no requiere combustión), por tipo de fuente (%)

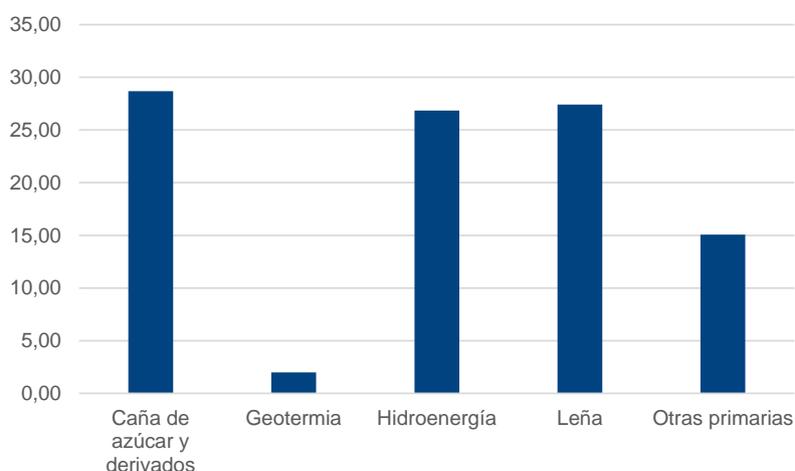


Gráfico 31. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

En 2020, en América Latina y el Caribe, la caña de azúcar y derivados representó el 28,67%, evidenciando la relevancia de los biocombustibles en la región. Además, la geotermia contribuyó con un 2,01%, subrayando la exploración de fuentes energéticas más sostenibles. La hidroenergía y la leña jugaron papeles importantes con el 26,83% y el 27,40%, respectivamente, reflejando la explotación de recursos naturales renovables para la generación de electricidad. Otras primarias, hace referencia a otras fuentes como la solar y la eólica, alcanzaron el 15%.

Evolución de la proporción de la oferta de energía primaria renovable en ALC (que requiere o no requiere combustión), por tipo de fuente

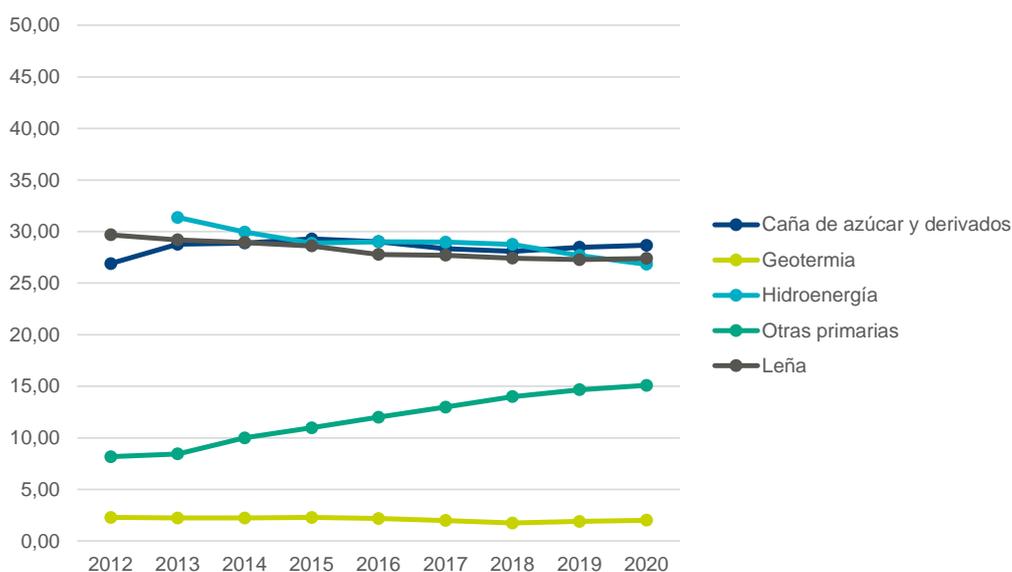


Gráfico 32. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

Durante el período de 2012 a 2020, la evolución de la proporción de la oferta de energía primaria renovable en América Latina y el Caribe revela tendencias específicas en diversas fuentes. La caña de azúcar y derivados experimenta un aumento constante, como se ha visto en el gráfico anterior, alcanzando el mayor porcentaje de fuente renovable en la oferta de energía primaria en 2020. La geotermia mantiene una participación estable alrededor del 2%. La hidroenergía, aunque disminuye del 31,37% en 2013 al 26,83% en 2020, sigue siendo significativa. La leña muestra una pequeña disminución. Por último, el aumento constante en "otras primarias" hasta alcanzar el 15,08% en 2020 señala una diversificación de la matriz energética hacia fuentes no especificadas, posiblemente impulsada por la exploración de opciones más limpias y renovables en la región.

Proporción renovable de la oferta energética primaria (%)

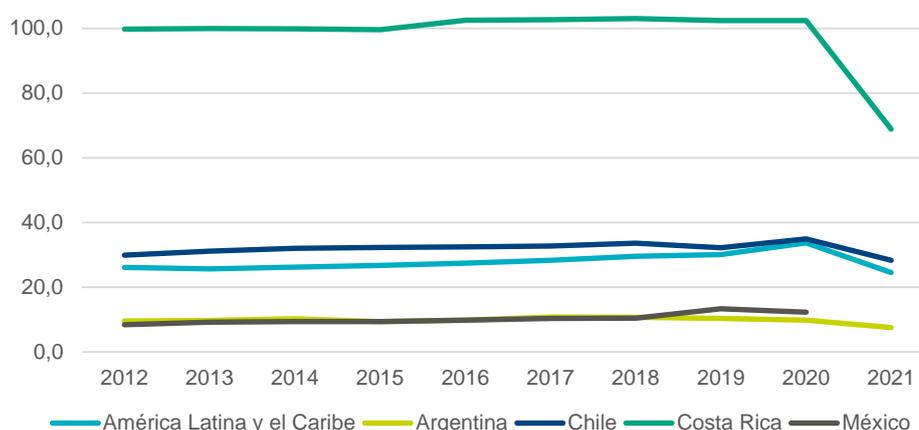


Gráfico 33. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

En 2012, ALC registró una proporción del 26,1%, y esta cifra aumentó gradualmente hasta alcanzar un máximo del 33,6% en 2020.

Al analizar a nivel de países, se observan variaciones. Por ejemplo, Argentina mostró una proporción del 9,8% en 2020, con una ligera disminución desde el 10,7% en 2017. En contraste, Chile experimentó un aumento constante, alcanzando el 34,9% en 2020. México también ha mostrado ligeros avances, aumentando su proporción renovable del 8,6% en 2012 al 13,3% en 2020. Costa Rica destaca significativamente con proporciones cercanas al 100%, evidenciando un sólido compromiso con las energías renovables.

La proporción renovable de la oferta energética total en América Latina y el Caribe al igual que la oferta energética primaria ha experimentado un crecimiento constante. En general, estos datos subrayan la tendencia positiva hacia una mayor proporción de energía renovable en la oferta energética total de la región, con variaciones entre los

países que pueden atribuirse a políticas, inversiones y condiciones específicas del mercado energético.

Proporción renovable de la oferta energética total (%)

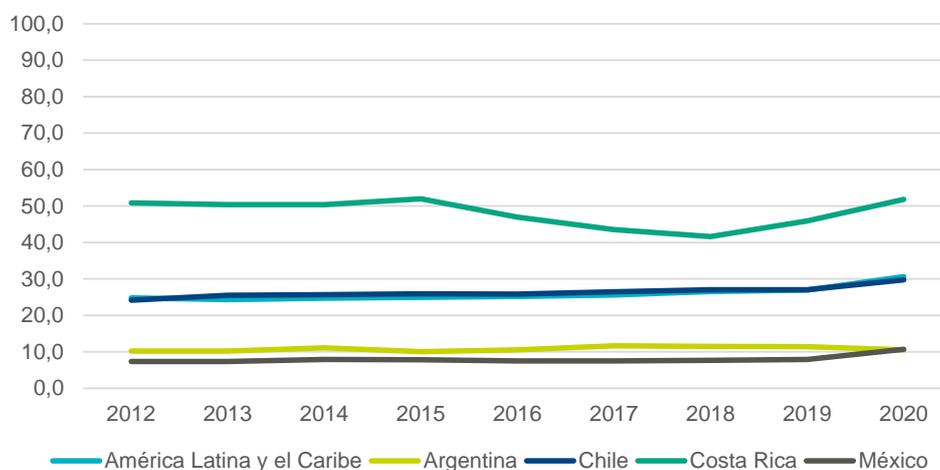


Gráfico 34. Elaboración propia a partir del database: CEPAL

La proporción de energía renovable en el consumo final total de energía en América Latina y el Caribe se ha estudiado en la meta 7.2. del ODS 7. A nivel regional, se observa un aumento progresivo. Mientras que Argentina, por su parte, ha experimentado fluctuaciones modestas, Chile se ha mantenido estable. Costa Rica, por otro lado, ha mantenido niveles relativamente altos y México, aunque ha mostrado un crecimiento constante, aún se encuentra en niveles comparativamente bajos.

4.3. Europa

Por su parte Europa pretende convertirse en el primer continente climáticamente neutro del mundo de aquí a 2050, como se ha visto con el Pacto Verde Europeo.

Entre 2012 y 2021, la UE experimentó un aumento significativo en la producción de energía a partir de fuentes renovables, especialmente la energía eólica y solar. La energía nuclear y la energía hidroeléctrica también siguieron siendo fuentes importantes de generación de energía en la región.

La utilización de energía renovable ha llevado a la UE a reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en torno a un 3 % en 2022, alcanzando una reducción del 32,5 % en comparación con los niveles de 1990., en parte debido a la disminución de la producción de energía a partir de carbón. Además, La UE redujo drásticamente su dependencia de los combustibles fósiles rusos eliminando gradualmente las importaciones de carbón, reduciendo las importaciones de petróleo en un 90 % y disminuyendo las importaciones de gas de 155 000 millones de metros cúbicos en 2021 a alrededor de 80 000 millones en 2022 y a unos 40 000-45 000 millones en 2023.

Evolución del porcentaje de energía procedente de fuentes renovables (% del consumo final bruto de energía)

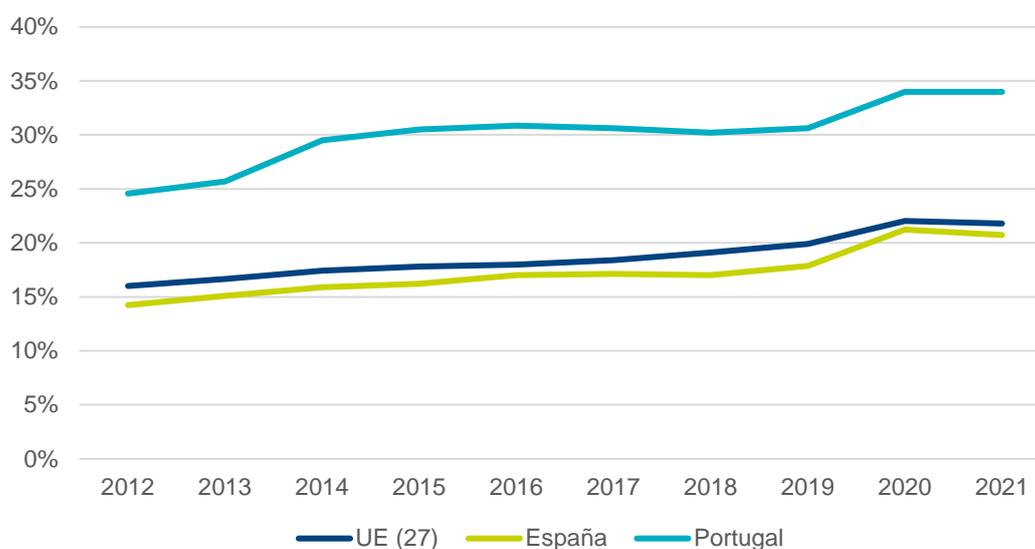


Gráfico 35. Elaboración a partir de EUROSTAT

Según las estimaciones tempranas de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), en 2022, el 22,5% de la energía consumida en la Unión Europea provino de fuentes renovables, un ligero aumento con respecto a 2021. Este incremento se atribuyó principalmente al crecimiento significativo de la energía solar y a una reducción en el consumo de energía no renovable debido a los altos precios de la energía. Se espera que la proporción de energías renovables en Europa continúe aumentando, pero alcanzar la nueva meta del 42.5% para 2030 requerirá más que duplicar las tasas de implementación de renovables de la última década y una profunda transformación del sistema energético europeo.



Aunque el 22,5% de energía renovable en la UE en 2022 representa un máximo histórico, la tasa de crecimiento de las renovables ha disminuido desde 2020. El consumo de renovables creció modestamente en 1,4 millones de toneladas equivalentes de petróleo entre 2021 y 2022, impulsado principalmente por un aumento sustancial en la generación de energía solar (+28%). Por el contrario, las fuentes no renovables experimentaron una reducción significativa (-2%), vinculada a los altos precios del gas (como ya se ha visto) y cierres nucleares, aumentando así la participación relativa de las renovables en el consumo total de energía.

En 2022, el mayor índice de penetración de renovables se dio en el sector eléctrico, representando el 40,7% de toda la electricidad generada en la UE. Le siguieron los sectores de calefacción y refrigeración con una participación de renovables del 23,2%. El sector del transporte tuvo una participación de renovables del 8,7%.

Entre las fuentes de energía renovable, la biomasa sólida es la más grande con un 41% del suministro total de energía renovable en Europa en 2021, seguida por la energía eólica (13%), la hidroeléctrica (12%), biocombustibles líquidos (8%) y biogás (6%). Las bombas de calor y la energía fotovoltaica solar representan menos del 6% cada una, pero son las fuentes de más rápido crecimiento, aumentando más del 13% entre 2020 y 2021.

4.4. Argentina

La situación de Argentina en relación con las energías renovables se ha respaldado por un marco legal y regulatorio que establece políticas de Estado enfocadas en el fomento y desarrollo sostenible. La Ley 27.191, tiene como objetivo alcanzar el 20% de la demanda eléctrica abastecida por fuentes renovables en 2025.

En Argentina, los programas clave que han impulsado el desarrollo de proyectos de Energías Renovables (EERR) son el Programa RenovAr y el MATER. El Programa RenovAr, iniciado en mayo de 2016, adjudicó Contratos de Abastecimiento de Energía Eléctrica (PPA) por un total de 4.725 MW, aproximadamente el 10% de la capacidad instalada en Argentina. El impulso inicial de la generación renovable en Argentina provino de este programa. Estas licitaciones fueron cruciales para el desarrollo de proveedores y la instalación de parques de generación verde en todo el país. Además, el MATER, establecido durante la segunda ronda del Programa RenovAr, ha permitido acuerdos directos entre actores privados para el abastecimiento de energía renovable, especialmente entre grandes usuarios, ya que existe una gran necesidad de asegurar energía de fuente limpia a precios estables y competitivos. Empresas de diversos sectores están optando por abastecerse directamente de energía renovable, mediante la compra de energía limpia generada por parques eólicos y solares, e incluso asociándose para construir sus propios proyectos.

Sin embargo, aunque Argentina tiene un gran potencial de energía renovable, no ha alcanzado sus objetivos en comparación con otros países de América Latina. El crecimiento de la generación renovable se ve limitado por la capacidad insuficiente de las líneas de alta tensión para transportar la energía producida por nuevos proyectos. La crisis macroeconómica y los problemas derivados de la pandemia del COVID-19 han creado un entorno de incertidumbre, afectando la atracción de inversores y poniendo en riesgo proyectos en desarrollo. Además, la falta de conciencia ciudadana sobre las ventajas de las tecnologías de energías renovables actúa como un obstáculo significativo. La información asimétrica y la percepción de altos costos iniciales desalientan estas tecnologías, a pesar de su rentabilidad a largo plazo. El acceso desigual a las energías renovables también emerge como un desafío, ya que las barreras económicas generan una brecha socioeconómica.

El conflicto entre Rusia y Ucrania se presenta como una oportunidad para que el gobierno destine fondos al desarrollo de energías renovables y garantice la seguridad del suministro a largo plazo. Y aunque, la falta de capacidad de transporte y la imposibilidad de importar se presentan como problemas, las empresas están explorando diversas formas de financiamiento, incluida la participación como socios en proyectos de generación renovable y la compra de Obligaciones Negociables.

Se destaca que, en diciembre de 2021, había 187 proyectos en operación, sumando una potencia instalada de 5.181,7 MW. Se desglosan los proyectos en diferentes categorías: eólica, solar, bios y pequeñas centrales hidroeléctricas (PAH).

Desglose de los 187 proyectos habilitados

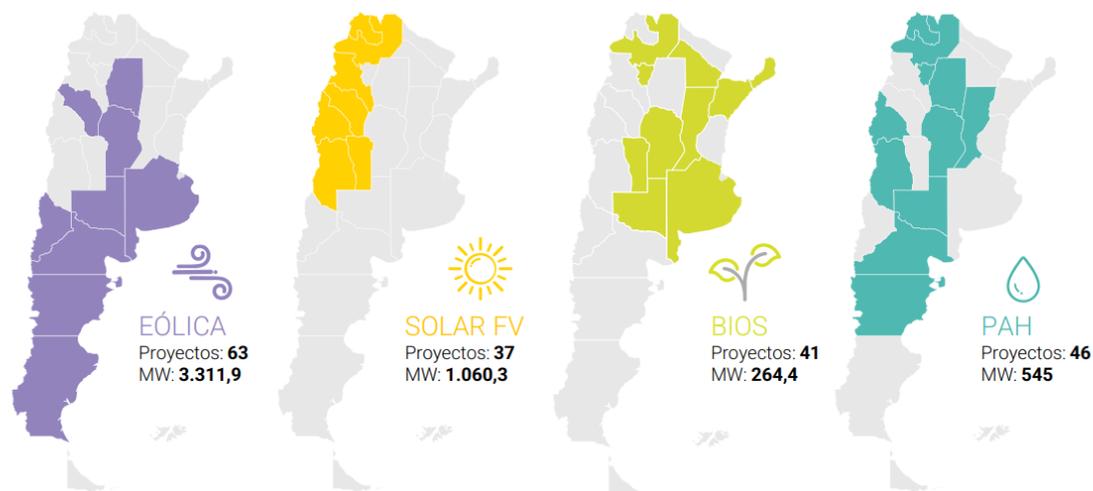


Ilustración 1. Energías Renovables (2021) del Ministerio de Economía de Argentina

La distribución de la potencia instalada por regiones destaca la contribución de la Patagonia mediante generación eólica, seguida por Buenos Aires, donde también destaca la energía bios. Otras regiones, como el NOA y Cuyo, se caracterizan por la generación solar, mientras que el NEA destaca en biomasa.

Suministro total de energía en 2015 y 2020 en Argentina (TJ)

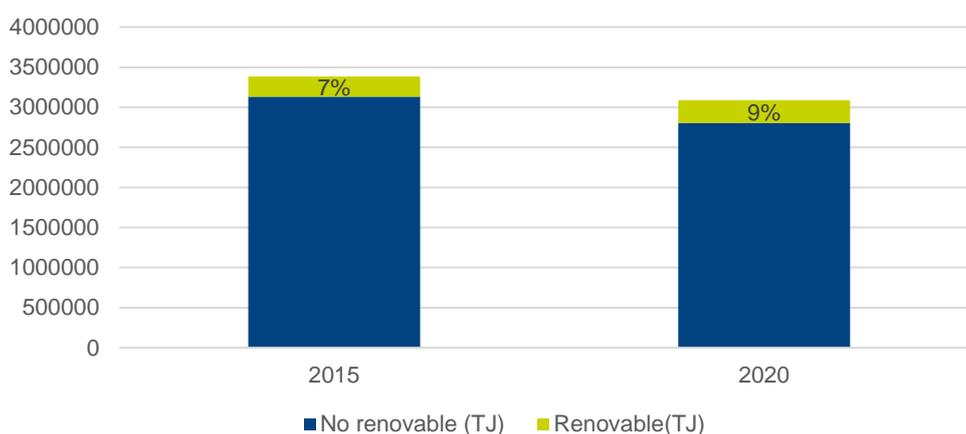
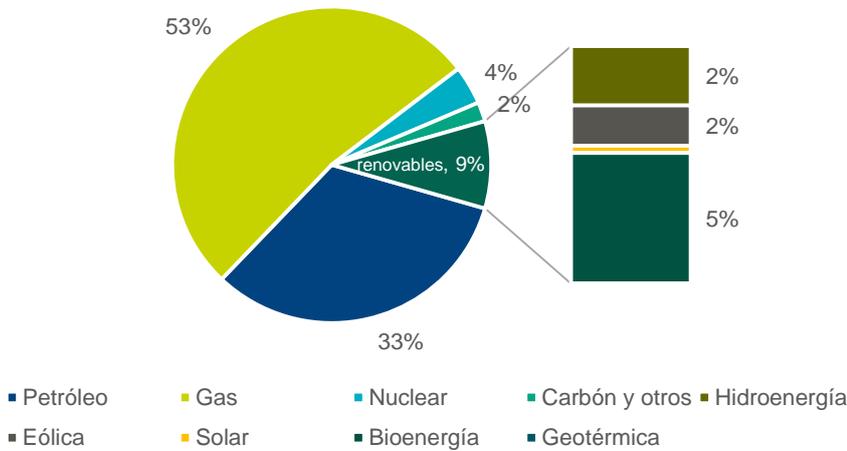


Gráfico 36. Fuente: IRENA

En los últimos 5 años el suministro de energía renovable ha pasado de un 7% a un 9%, siendo la bioenergía la fuente más destacable en Argentina. El suministro de energía se redujo desde 2015 a 2020, pero como se ha mencionado antes, no es concluyente el dato de 2020 por la COVID 19 y su parón en la actividad económica.

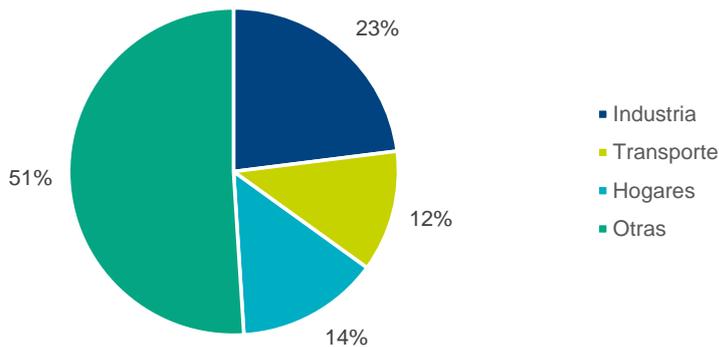
Distribución del suministro total de energía en Argentina 2020 (%)



Si se toma el 9% proveniente de energía renovable, se observa que más de la mitad viene suministrada directamente por la bioenergía (55%), la siguiente fuente más común en el suministro es la hidroenergía (25%), seguida por la energía eólica (17%).

Gráfico 37. Fuente: IRENA

Distribución del consumo de energía renovable en Argentina 2020 (%)



La energía renovable se consume un 23% por la industria, un 12% por el transporte y un 14% por el consumo de los hogares.

Gráfico 38. Fuente: IRENA

Distribución de la generación de electricidad en 2021 en Argentina (%)

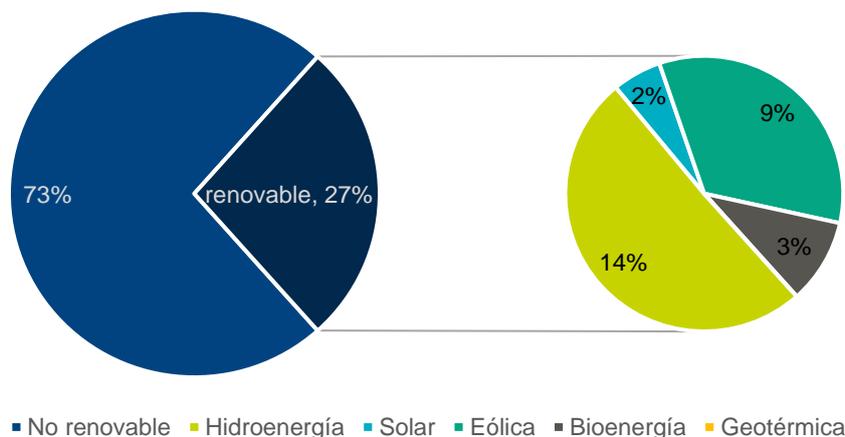


Gráfico 39. Fuente: IRENA

Centrándose ahora en la generación de electricidad, tan sólo el 22% proviene de fuentes renovables. Concretamente, el 14% proviene de hidroenergía y el otro 14% restante de otras fuentes de energía eólica, bioenergía y energía solar.



4.5. Chile

Chile se ha propuesto ser carbono neutral para el año 2050, lo que implica un gran esfuerzo en la adopción de tecnologías limpias y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Impulsar la innovación y las capacidades tecnológicas en el sector energético es crucial para aprovechar los recursos renovables y desarrollar nuevas tecnologías. Se han implementado diversas leyes y regulaciones para promover la eficiencia energética, el uso de energías renovables y la reducción de la contaminación. La Política Energética Nacional en Chile enfatiza la importancia de la participación ciudadana. El Estado, a través de esta política, actúa como articulador de compromisos, orientando objetivos y planificando el desarrollo energético.

El hidrógeno verde se presenta como una oportunidad para convertir a Chile en exportador de energía limpia, como ya se verá más adelante. Lo que ha llevado al país a que a nivel internacional se haya consolidado su posición como actor destacado en las negociaciones climáticas, fortaleciendo lazos con países como Alemania y Estados Unidos. Su atractivo para la inversión en energías renovables ha aumentado sustancialmente.

La estrategia de transformación energética en Chile se basa en tres propósitos clave. Primero, liderar la transición energética para alcanzar un desarrollo sustentable y superar la crisis climática; segundo, mejorar la calidad de vida en el día a día de las personas desde la energía; y tercero, buscar una nueva identidad productiva para Chile, centrándose en el desarrollo económico inclusivo y sostenible.

Estos propósitos se sustentan en dos pilares fundamentales: establecer un sistema energético resiliente y eficiente, y construir políticas públicas de manera innovadora y adaptativa.

Las metas ambiciosas incluyen la generación eléctrica al 100% cero emisiones en 2050 y la reducción del 60% de emisiones de gases de efecto invernadero para el mismo año. La política busca un desarrollo sustentable, participativo, territorial, inclusivo e intercultural, respetando derechos humanos y diversidad cultural, con actualizaciones cada cinco años para adaptarse a cambios y paradigmas.

El mayor desafío es la contaminación en ciudades, que ha llegado a suponer graves problemas de salud en las personas. Chile, como ya se vio, llegó a emitir en 2019 un 250% más de lo que emitía en 1990 y actualmente es uno de los países de ALC que más contaminan. Este problema se pretende abordar con nuevas tecnologías, voluntad y regulación, buscando garantizar acceso eléctrico permanente, disminuir brechas y promover equidad. Santiago, una de las ciudades más contaminadas de América Latina, ha implementado medidas como la prohibición del uso residencial de ciertos calefactores y restricciones al uso de automóviles para mejorar la calidad del aire. La electromovilidad es clave, pero enfrenta barreras como el alto precio de los vehículos

eléctricos y la insuficiente red de carga. A pesar de estos desafíos, Chile impulsa la electromovilidad con proyectos de almacenamiento de energía y licitaciones para fortalecer infraestructuras y tecnologías nacionales. En esa línea, el sistema de transporte público del país pretende abandonar el petróleo y sus derivados.

Con el objetivo de contribuir a este compromiso de manera costo-efectiva, se pretende no exceder el presupuesto sectorial de emisiones para 2030, según lo establecido en la Estrategia Climática de Largo Plazo (PELP). La PELP es un proceso integral que proyecta la demanda y oferta energética del país para tres escenarios energéticos de largo plazo:

- Recuperación Lenta Post Covid (RECUPERACIÓN)
- Rumbo a la Carbono Neutralidad al 2050 (CARBONO NEUTRALIDAD)
- Acelerando la Transición Energética (TRANSICIÓN ACELERADA)

Suministro total de energía en Chile en los años 2015 y 2020 (TJ)

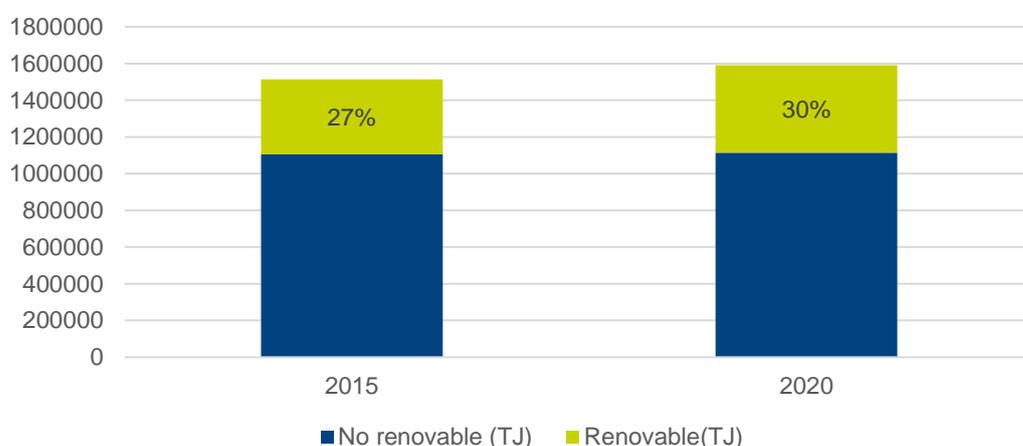


Gráfico 40. Fuente: IRENA

En el periodo transcurrido desde 2015 hasta 2020, el porcentaje de energía renovable suministrada paso de un 27% a un 30% y el suministro total de la energía aumento alcanzando en 2020 casi los 1600000 TJ.

Distribución del suministro total de energía en 2020 en Chile (%)

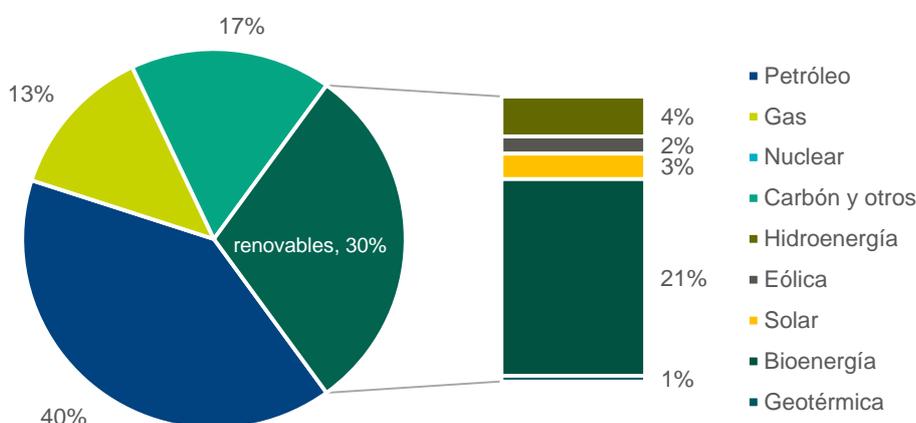


Gráfico 41. Fuente: IRENA

En cuanto al suministro total de las energías renovables, el 21% proviene de la bioenergía. Aunque la capacidad instalada muestra que la energía solar es predominante, gracias a su posición geográfica. Chile avanza en el desarrollo del hidrógeno verde, promoviendo la adopción de la electromovilidad y mejorando la eficiencia energética.

Distribución de la generación de la electricidad en Chile en 2021 (%)

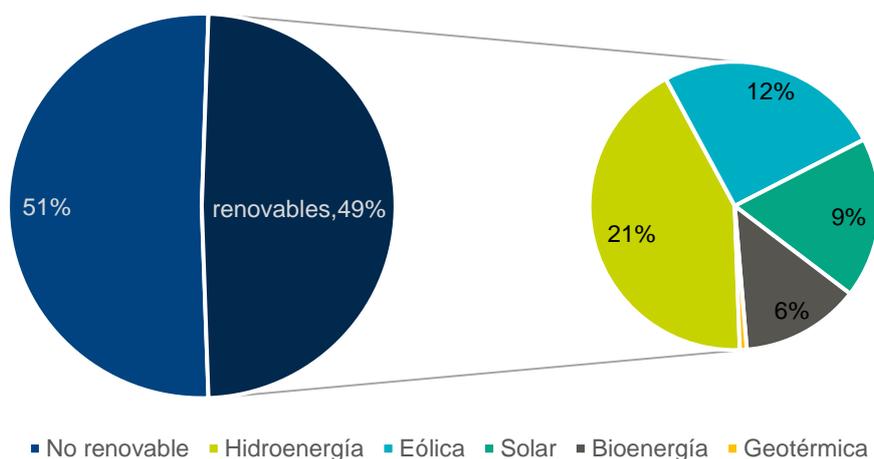


Gráfico 42. Fuente: IRENA

En Chile, la mayor parte de la energía renovable se dedica a la electricidad, el 21% de la generación de la electricidad se debe a las fuentes hidroeléctricas, el 12% a la energía eólica, el 9% a la energía solar y el resto a la bioenergía y geotermia. En 2020, el 18% de la energía renovable fue destinada a los hogares, mientras que el 27% se destinó a la industria.

Distribución del consumo de la energía renovable en Chile en 2020 (%)

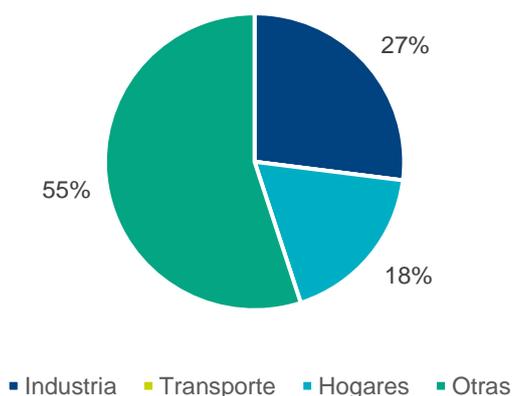


Gráfico 43. Fuente: IRENA

El mapa de la Ilustración 2. Fuente: PELP representa el potencial total de generación eléctrica renovable en gigavatios para las tecnologías consideradas en el análisis de planificación energética de largo plazo (PELP) 2023-2027 en Chile.

Potenciales de Energías Renovables PELP esperadas 2023-2027

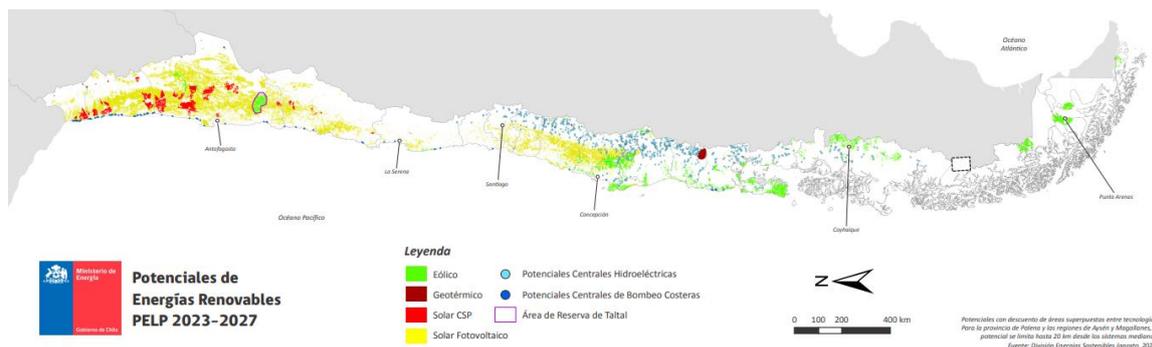


Ilustración 2. Fuente: PELP

El mapa de potencial técnico renovable para todas las regiones de Chile considera variables ambientales y territoriales. Se prioriza el potencial según tecnologías, destacando eólica, geotermia, solar CSP y solar FV. El potencial total para la planificación energética se resume en solar FV: 2,086 GW, eólica: 81 GW, solar CSP: 152 GW, geotermia: 4 GW, hidroeléctrica: 10 GW y bombeo Hidráulico: 42 GW.

4.6. Costa Rica

Costa Rica ha demostrado que la diversificación de su matriz energética y la apuesta decidida por las fuentes renovables son clave para lograr altos niveles de sostenibilidad y resiliencia. La visión a largo plazo del país, evidenciada en sus planes hasta 2030 y, en algunos casos, hasta 2050, destaca el compromiso continuo con la sostenibilidad ambiental y el crecimiento económico. Además, el énfasis en la resiliencia climática y la reducción de emisiones ha posicionado a Costa Rica como un ejemplo inspirador a nivel mundial en la transición hacia un futuro energético más sostenible. En 2015 ya más de la mitad del suministro total de la energía se debía a las fuentes renovables, alcanzando en 2020 el 55%.

Suministro total de la energía en Costa Rica en 2015 y 2020 (TJ)

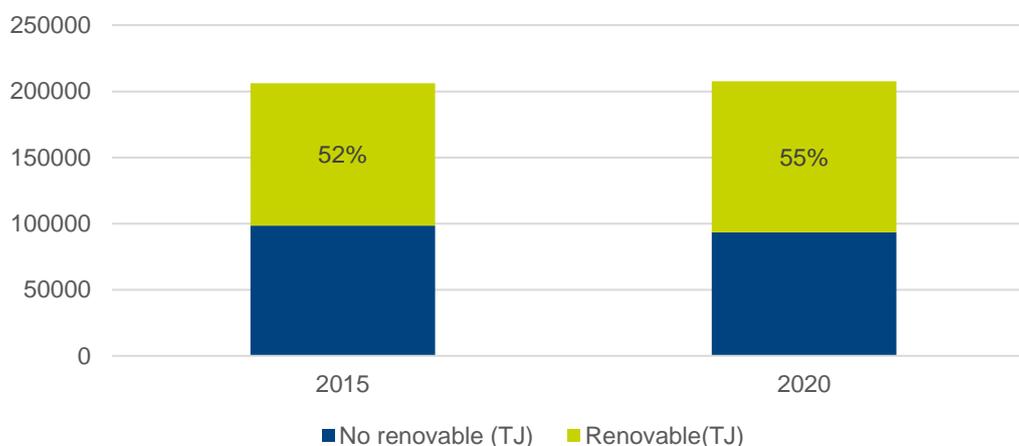


Gráfico 44. Fuente: IRENA

Costa Rica ha destacado como líder en el campo de las energías renovables, logrando cubrir casi la totalidad de su demanda eléctrica mediante fuentes sostenibles. Este logro se ha impulsado a través de un enfoque integral que abarca desde la diversificación de las fuentes de generación hasta la conciencia ambiental y una planificación estratégica a largo plazo.

Distribución de la generación de electricidad en Costa Rica en 2021 (%)

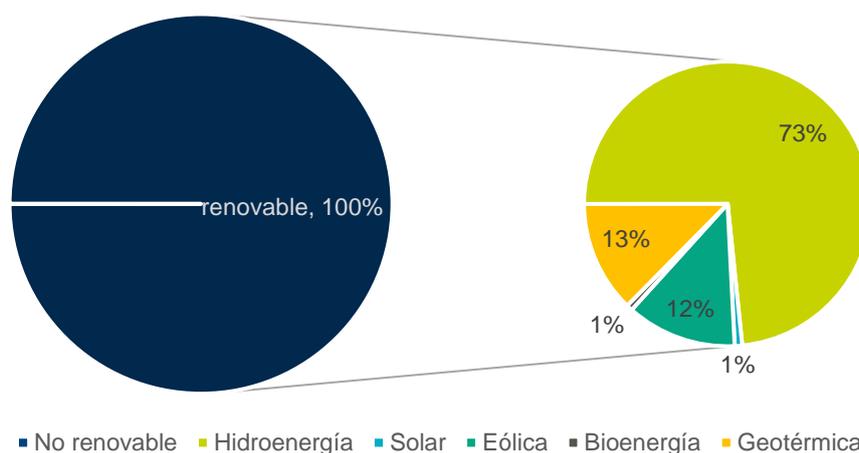


Gráfico 45. Fuente: IRENA

El énfasis histórico en las energías renovables en Costa Rica, desde el siglo XIX con la hidroelectricidad para iluminar San José, ha llevado a una matriz eléctrica diversificada. La hidroelectricidad en 2021 constituyó aproximadamente el 73% de la generación eléctrica del país. Costa Rica cuenta con una topografía montañosa y una red de ríos que proporciona un potencial significativo para la generación de electricidad a través de plantas hidroeléctricas. Por otro lado, Costa Rica es uno de los países con mayor potencial geotérmico en el mundo debido a su ubicación en el Anillo de Fuego del Pacífico. Aproximadamente el 13% de la electricidad del país se genera mediante plantas geotérmicas. Esta tecnología aprovecha el calor interno de la Tierra para producir vapor y, a su vez, generar electricidad. La tercera fuente de energía más común en Costa Rica es la energía eólica, que representa alrededor del 12% de la matriz energética. Se han instalado parques eólicos en diversas regiones del país, aprovechando los vientos favorables para generar electricidad de manera sostenible. Finalmente, la energía solar y la biomasa contribuyen en menor medida, pero son fuentes en constante crecimiento.

La estabilidad en las tarifas eléctricas de Costa Rica se ha mantenido gracias a su matriz energética basada en fuentes renovables, evitando así los impactos de los aumentos en los precios internacionales del petróleo. A diferencia de otros países afectados por la crisis en Ucrania, Costa Rica no ha experimentado perturbaciones en sus precios eléctricos.

Este enfoque no solo promueve la estabilidad, sino que también destaca cómo la sostenibilidad ambiental atrae inversiones, contribuyendo a forjar una distintiva "marca país" de sostenibilidad. Esta marca sostenible unida a la gran posibilidad de generación de hidrógeno verde es la que ha llevado al país a la posibilidad de colaboración internacional, adquiriendo nuevas tecnologías y ampliando las capacidades y conocimientos.

Distribución del suministro total de energía en 2020 en Costa Rica (%)

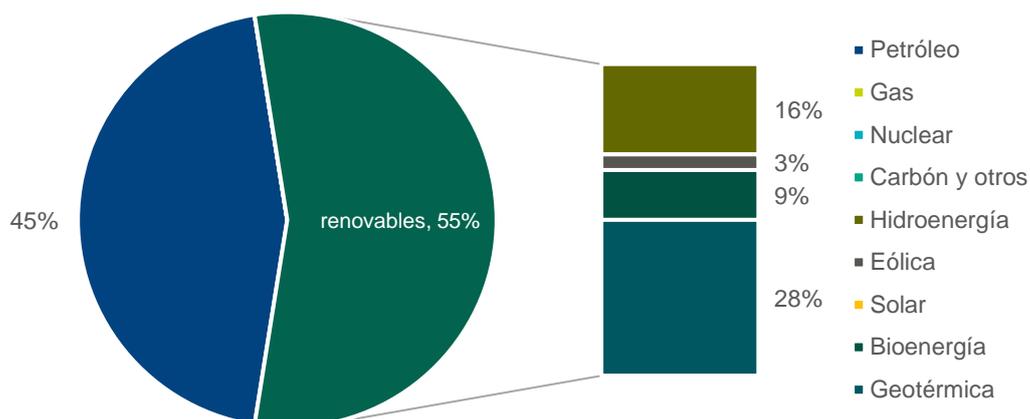


Gráfico 46. Fuente: IRENA

Como se ha mencionado antes, gracias a su topografía, la energía en 2020 vino principalmente suministrada por energía renovable, en particular, por energía geotérmica (28%) e hidroenergía (16%).

Distribución de la energía renovable en Costa Rica en 2020 (%)

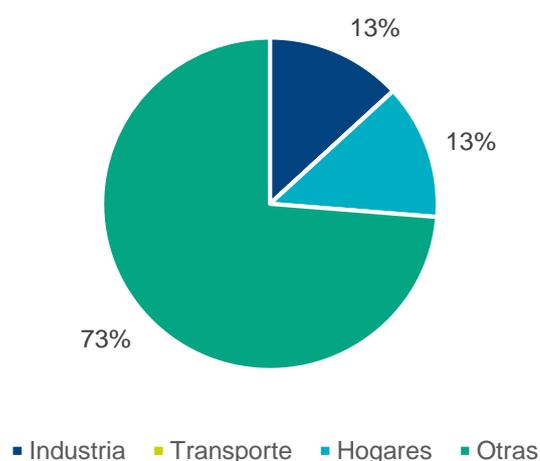


Gráfico 47. Fuente: IRENA

El 13% de la energía renovable se consume en la industria y otro 13% va destinado a los hogares, es decir, se destinan 21.446 TJ a la industria y 21.651 TJ a los hogares.

4.7. España

España ha experimentado un notable crecimiento en la implementación de energías renovables en las últimas décadas. Tras la crisis energética, debido a la invasión de Ucrania, se ha acelerado la necesidad de depender de fuentes renovables.

Suministro total de energía en España en los años 2015 y 2020

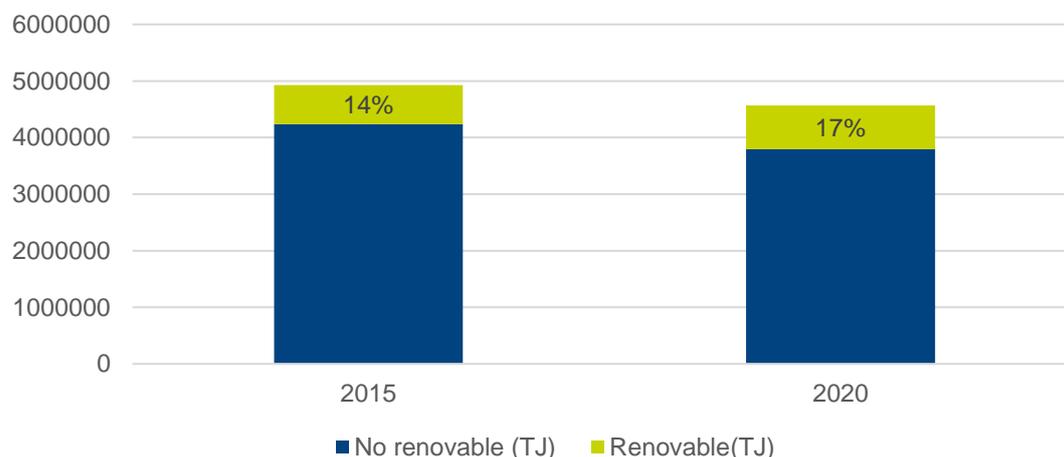


Gráfico 48. Fuente: IRENA

El suministro total de energía estuvo cubierto en un 17% por fuentes renovables en 2020, un 3% más que en 2015. Y el consumo de dicha energía fue en parte destinado a hogares (20%), industria (18%) y transporte (5%).

Distribución del consumo de la energía renovable en 2020 en España (%)

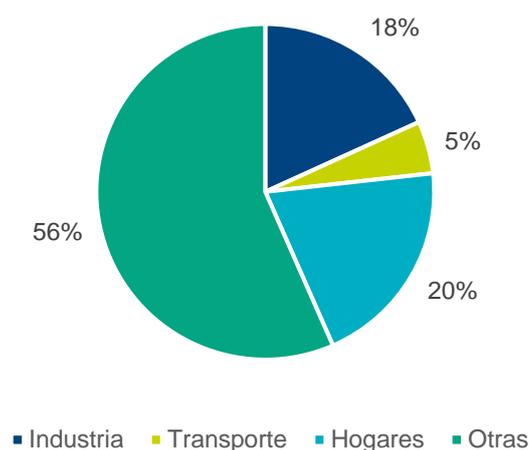


Gráfico 49. Fuente: IRENA

En el año 2021, la generación eléctrica bruta a partir de fuentes renovables en España representó el 46% del total de la generación eléctrica. A pesar de la reducción en la demanda de energía primaria debido a la situación sanitaria y económica, el sector de las energías renovables eléctricas experimentó un incremento absoluto, alcanzando la cifra máxima de la serie histórica.



La generación renovable por tecnología se desglosa en el gráfico de la derecha, destacando que la tecnología eólica fue la más popular, cubriendo el 23% del total. La tecnología hidráulica ocupó el segundo lugar con un 11%, seguida de la solar con un 10%.

Distribución de la generación de electricidad en 2021 en España (%)

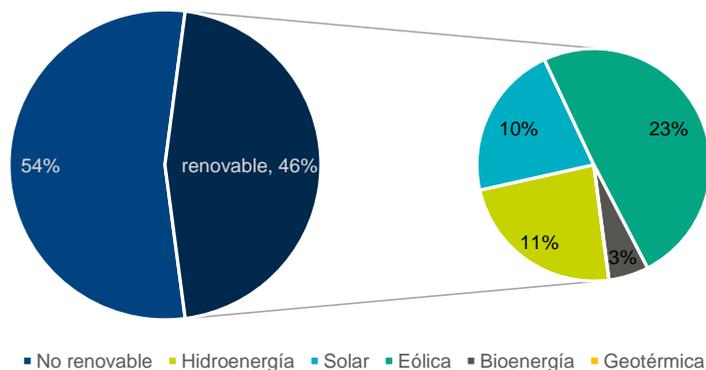


Gráfico 50. Fuente: IRENA

La generación renovable por tecnología se desglosa en el gráfico de la derecha, destacando que la tecnología eólica fue la más popular, cubriendo el 23% del total. La tecnología hidráulica ocupó el segundo lugar con un 11%, seguida de la solar con un 10%.

Distribución del suministro total de energía en España en 2020 (%)

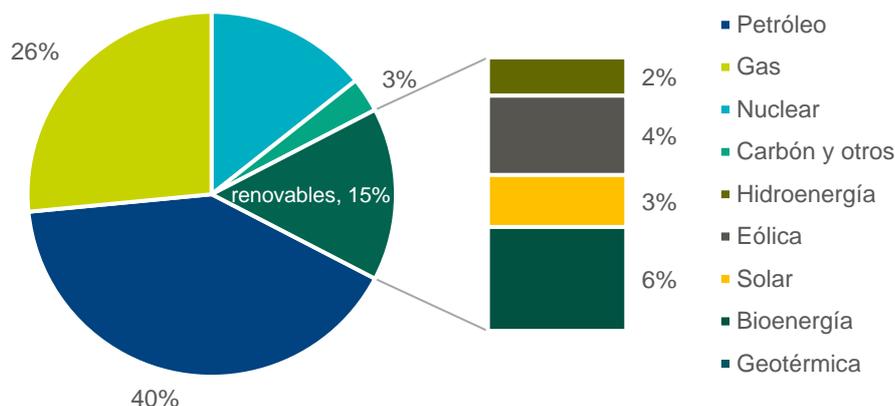


Gráfico 51. Fuente: IRENA

España es uno de los líderes europeos en energía eólica. La energía generada a través de aerogeneradores ha experimentado un crecimiento significativo, contribuyendo de manera sustancial a la matriz energética del país. La ubicación geográfica de España, con extensas áreas con vientos favorables, ha facilitado el desarrollo de parques eólicos tanto en tierra como en el mar. La radiación solar en España es abundante, lo que ha llevado a un fuerte impulso en la energía solar fotovoltaica. La instalación de paneles solares en plantas solares y en sistemas distribuidos en edificios ha permitido aumentar

la capacidad de generación de energía solar. Además, España ha sido pionera en la tecnología de concentración solar, que utiliza espejos o lentes para concentrar la luz solar y generar electricidad. Aunque la contribución de la energía hidroeléctrica es menor en comparación con décadas anteriores, sigue siendo una fuente importante de generación de electricidad. España cuenta con diversas plantas hidroeléctricas, algunas de las cuales se han modernizado para mejorar su eficiencia. La biomasa, que implica el uso de residuos orgánicos y materiales renovables para generar energía, también tiene presencia en España. Se utilizan residuos forestales, agrícolas y urbanos para la producción de electricidad y calor en instalaciones específicas. España está explorando el potencial de la energía generada a partir de fuentes marinas, como las corrientes y las olas. Aunque aún se encuentra en las etapas iniciales, hay proyectos piloto que buscan aprovechar el gran potencial de las energías marinas.

El compromiso de España con las energías renovables se ha fortalecido a través de políticas gubernamentales, objetivos de energía renovable y participación en iniciativas europeas. Además, la transición hacia un sistema eléctrico más sostenible ha llevado a inversiones significativas en tecnologías limpias y a la creación de empleo en el sector de las energías renovables.

Distribución energías renovables por Comunidad Autónoma

Comunidad Autónoma	Solar Fotovoltaica	Solar Termoeléctrica	Eólica	Hidráulica	Biomasa	Residuos
Andalucía	19%	44%	17%	3%	39%	0%
Aragón	4%	0%	5%	4%	1%	13%
Asturias	0%	0%	2%	2%	6%	30%
Baleares	2%	0%	0%	0%	0%	10%
Canarias	3%	0%	2%	0%	0%	0%
Cantabria	0%	0%	0%	1%	2%	3%
Castilla La Mancha	21%	13%	15%	8%	12%	0%
Castilla y León	10%	0%	28%	12%	10%	0%
Cataluña	5%	1%	7%	23%	4%	2%
Ceuta y Melilla	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Comunidad Valenciana	7%	2%	6%	0%	1%	3%
Extremadura	13%	39%	0%	0%	6%	0%
Galicia	0%	0%	13%	34%	11%	14%
La Rioja	2%	0%	1%	2%	0%	0%
Madrid	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Murcia	10%	1%	1%	1%	1%	0%
Navarra	4%	0%	2%	9%	7%	0%
País Vasco	0%	0%	0%	2%	2%	24%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 2. Fuente CNMC (Libro de la Energía 2020)

La distribución de la potencia renovable varía considerablemente a lo largo del territorio nacional, dependiendo de la tecnología utilizada. Las regiones con mayor exposición solar, como Andalucía, Murcia, Extremadura y las dos Castillas, albergan una

concentración significativa de potencia solar fotovoltaica. Por otro lado, la potencia de la tecnología solar termoeléctrica se encuentra principalmente en tres comunidades autónomas: Andalucía, Extremadura y Castilla-La Mancha. En cuanto a la generación eólica, esta se concentra principalmente en la meseta central, mientras que Cataluña y Galicia destacan por albergar más de la mitad de la potencia hidráulica.

4.8. México

El gobierno mexicano ha establecido objetivos ambiciosos en términos de energías renovables, con el propósito de diversificar la matriz energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Se han implementado políticas y programas para fomentar la inversión en proyectos de energía limpia y promover la sustentabilidad en el sector energético.

Suministro total de energía en México en 2015 y 2020 (TJ)

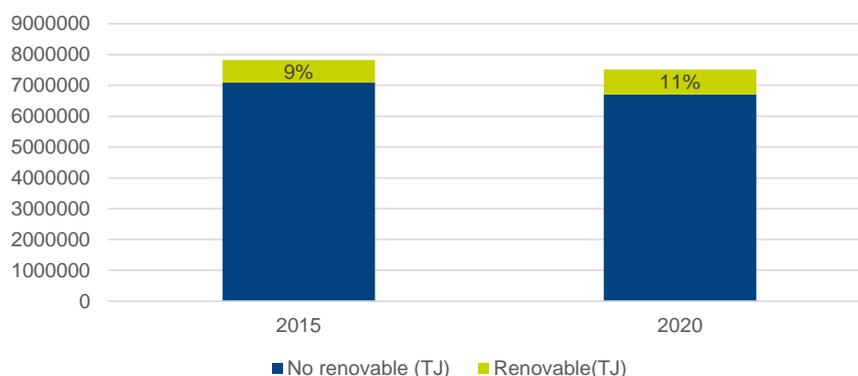


Gráfico 52. Fuente: IRENA

En 2020 el suministro de energía renovable alcanzaba el 11% frente al 9% que alcanzó en 2015. El suministro total disminuyó en estos 5 años.

En cuanto al consumo de la energía renovable, se observa que aproximadamente la mitad de las energías renovables van destinadas a la industria y a los hogares.

Distribución del consumo de energía renovable en 2020 en México (%)

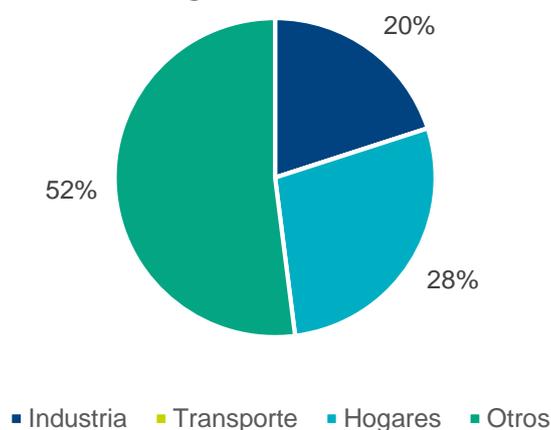


Gráfico 53. Fuente: IRENA

México cuenta con condiciones geográficas favorables para la generación de energía eólica, especialmente en regiones como el Istmo de Tehuantepec y la Península de

Yucatán. La utilización de biomasa para la generación de energía también ha sido la mayor tendencia en México, empleándose residuos agrícolas, forestales y de otras fuentes orgánicas para producir electricidad y calor de manera sostenible. Además, la radiación solar abundante en gran parte del territorio mexicano ha impulsado el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica, construyéndose parques solares y plantas fotovoltaicas. El país ha aprovechado su potencial para aumentar la capacidad de generación de electricidad a partir de la luz solar. Aunque la contribución de la energía hidroeléctrica es menor en comparación con otras fuentes, México cuenta con plantas hidroeléctricas que aprovechan ríos para generar electricidad. Finalmente, destacar que México es uno de los países con mayor potencial geotérmico en el mundo. La energía geotérmica, obtenida del calor interno de la Tierra, se ha utilizado en proyectos específicos, como la planta geotérmica de Cerro Prieto en Baja California.

Distribución del suministro total de energía en México, 2020 (%)

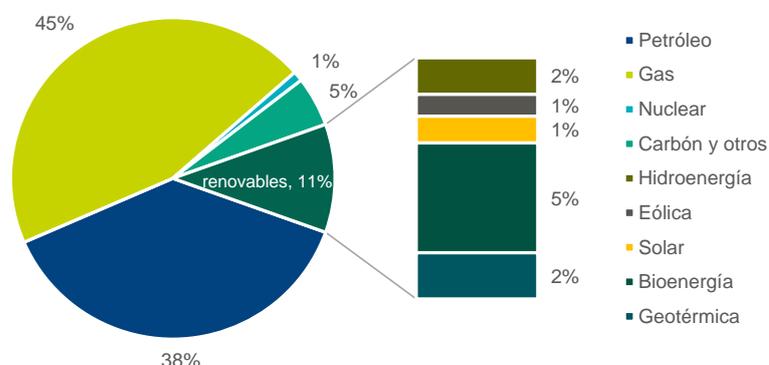


Gráfico 54. Fuente: IRENA

A diferencia del resto de países, México genera electricidad únicamente con un 21% procedente de fuentes renovables, 9% correspondiente a hidroenergía, un 10% procedente de eólica y solar y un 2% restante procedente de bioenergía y geotermia.

Distribución de la generación de electricidad en 2021 en México (%)

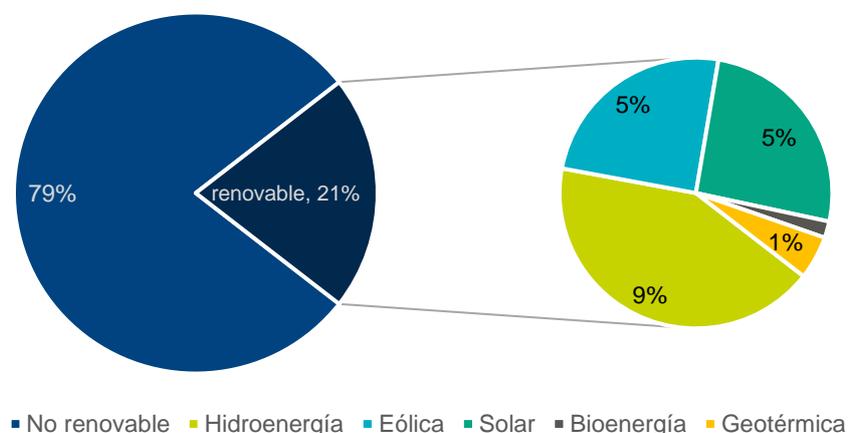
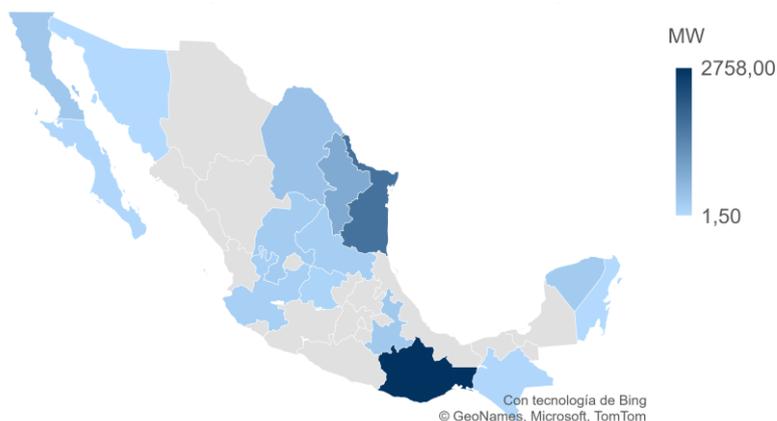


Gráfico 55. Fuente: IRENA

En la actualidad, México cuenta con aproximadamente 70 parques eólicos operativos, que albergan más de 3.200 turbinas o aerogeneradores según datos de la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE). Aunque se ha observado un crecimiento constante en la instalación durante la última década, la consecución de la meta nacional del 35 % de energía renovable para el año 2024 no parece garantizada.

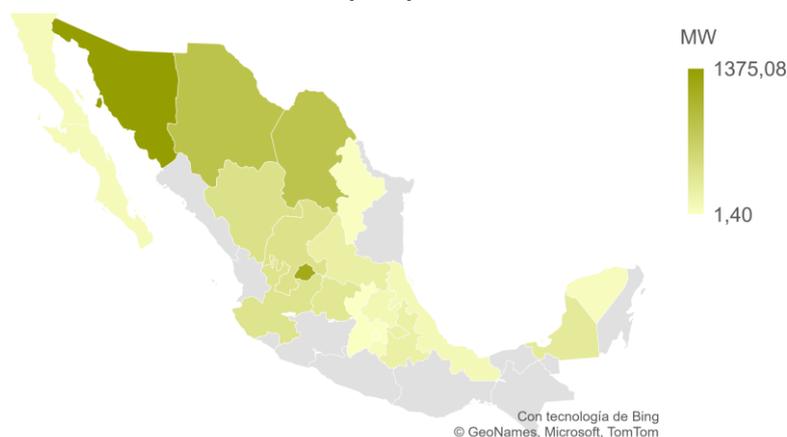
Parques eólicos en México en 2023 (capacidad instalada en MW)



Mapa 3. Fuente: AMDEE

Simultáneamente, existen más de 100 parques solares operativos en México, según ASOLMEX, siendo los municipios de Sonora el que más MW genera (1375,08 MW), seguido de Aguascalientes, que genera 1201,50MW. La capacidad instalada de energía solar fotovoltaica experimentó prácticamente un duplicado en el periodo 2019-2021, según la Secretaría de Energía (SENER). No obstante, al igual que la energía eólica, el crecimiento futuro de la energía solar presenta incertidumbres.

Parques solares en México en 2023 (MW)



Mapa 4. Fuente: ASOLMEX

Es importante destacar, como explica detalladamente el documento Energías renovables en México publicado por IEXE, que la producción local de equipos para el sector eólico es prácticamente inexistente, ya que componentes como aerogeneradores, palas y torres eólicas son abastecidos en su mayoría por grandes compañías productoras internacionales.

4.9. Portugal

Portugal ha estado trabajando activamente en el desarrollo de fuentes de energía renovable en los últimos años. El país ha realizado inversiones significativas en tecnologías sostenibles y ha establecido objetivos ambiciosos para aumentar la participación de las energías renovables en su matriz energética. Más de un cuarto del suministro energético de 2020 era procedente de las energías renovables.

Suministro total de energía en los años 2015 y 2020 en México (TJ)

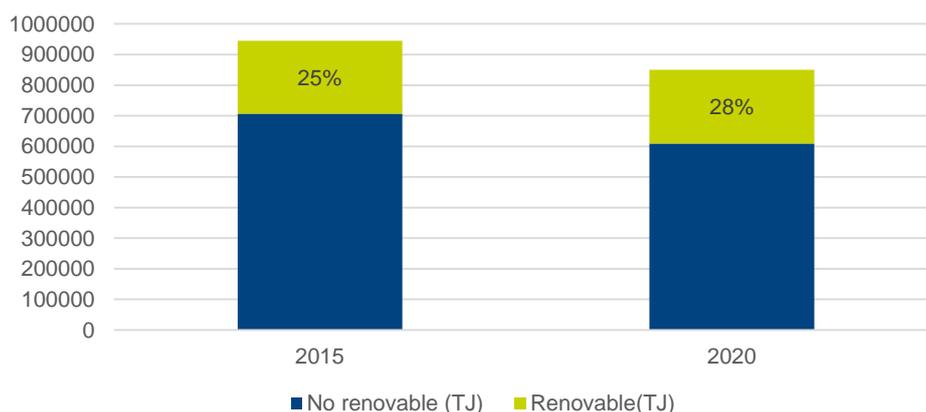


Gráfico 56. Fuente IRENA

Portugal ha presentado un ambicioso borrador actualizado de sus metas climáticas a la Unión Europea, reflejando un compromiso firme hacia la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático. El Plan Nacional de Energía y Clima (PNEC) revisado establece objetivos sustanciales para 2030, incluyendo una capacidad instalada de energía solar de 20,4 GW y una significativa producción de hidrógeno ecológico. Este plan marca un salto significativo desde las metas previas, reafirmando la intención de Portugal de abandonar la dependencia del gas natural para 2040 y lograr la neutralidad de carbono para 2045, cinco años antes de su compromiso inicial. En parte, se han adelantado las metas debido a la invasión de Ucrania y el gran aumento de precios que ha conllevado.

Distribución del suministro total de energía en 2020 en Portugal (%)

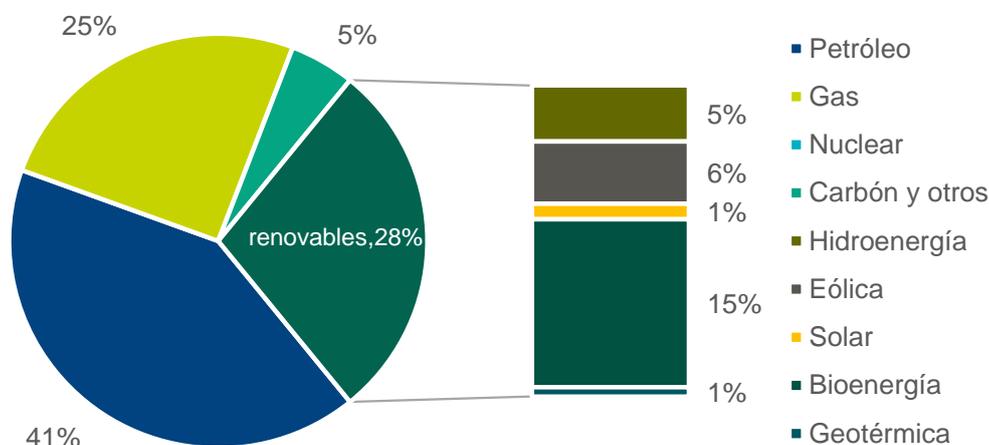


Gráfico 57. Fuente: IRENA

Portugal ha experimentado un crecimiento significativo en la capacidad de generación de energía eólica en los últimos años. De igual manera, dada la geografía montañosa y la presencia de ríos, la energía hidroeléctrica ha sido una fuente tradicional y continua de generación de energía en Portugal.

Destacar que la energía renovable en 2020 se consumió un 24% en industria, un 20% en hogares y un 3% en transporte.

Distribución del consumo de energía renovable en 2020 en Portugal (%)

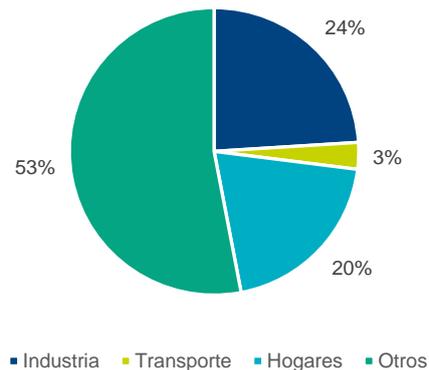


Gráfico 58. Fuente: IRENA

En 2021, se informó que el 62% de la electricidad generada en Portugal provino de fuentes renovables, siendo principalmente eólica e hidráulica. Estos datos colocan a Portugal en uno de los países de la Unión Europea con mayor consumo eléctrico proveniente de fuentes renovables.

Distribución de la generación de electricidad en 2021 en Portugal (%)

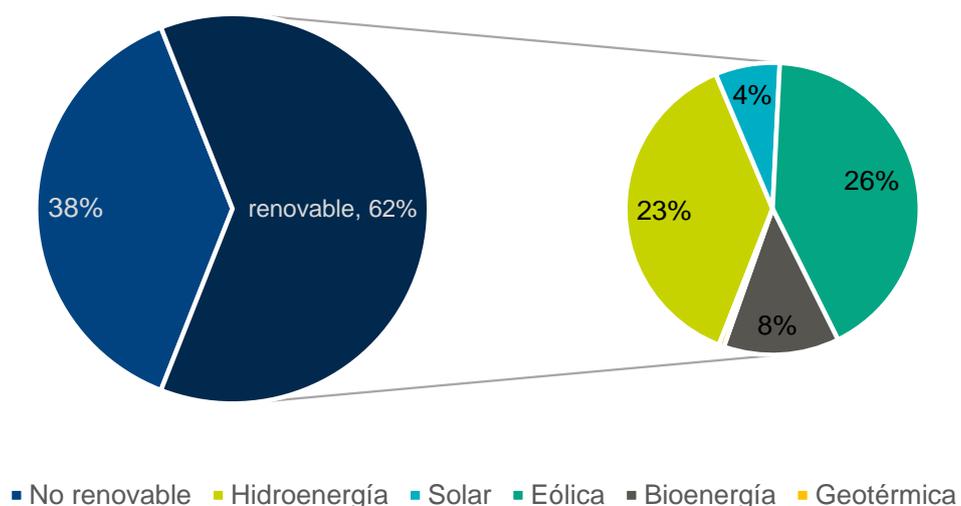


Gráfico 59. Fuente: IRENA

5. Hidrógeno verde y litio

La importancia estratégica del litio y del hidrógeno verde se centra en abordar la intermitencia en la producción de energías renovables, como la solar y la eólica, al ser componentes clave en el almacenamiento de electricidad, a través de baterías y tecnologías de hidrógeno. A pesar de su relevancia, ambos enfrentan barreras técnicas significativas, siendo el litio desafiado por la complejidad del crecimiento proyectado en comparación con la oferta esperada, y el hidrógeno verde aún no maduro como tecnología. La resolución de estos desafíos se basa en el conocimiento y su papel central en el desarrollo y adaptación de tecnologías locales. La cooperación iberoamericana se destaca como crucial para la investigación y desarrollo tecnológico, ofreciendo una oportunidad para avanzar en la transición energética mediante la colaboración en capacidades e investigación.

5.1. Hidrógeno verde

Producción de hidrógeno

La investigación científica sobre la producción de hidrógeno verde en Iberoamérica no solo representa una nueva oportunidad para la región como productora de este recurso, sino también la posibilidad de participar activamente en la creación de tecnologías que agreguen valor a sus ventajas naturales.

Red iberoamericana de colaboración científica en la producción de hidrógeno



Ilustración 3. El Estado de la Ciencia 2022

La investigación científica sobre la producción de hidrógeno, principalmente mediante electrólisis con energías renovables, ha experimentado un crecimiento global significativo entre 2012 y 2021. China lidera esta investigación a nivel mundial, seguido por Estados Unidos. En Iberoamérica, se observa un crecimiento en la producción

científica, representando el 8% a nivel mundial, aunque con una tendencia decreciente. La colaboración internacional, especialmente entre España, Brasil y México, es destacada, pero aún se enfrenta a desafíos. De hecho, centrándose en los 6 países participantes en el proyecto, se observa que, aunque los 6 países han colaborado en relación con la producción de hidrógeno, no lo han hecho en la misma medida, siendo los principales focos iberoamericanos España y México.

Pilas de hidrógeno

Red iberoamericana de colaboración científica en pilas de hidrógeno



Ilustración 4. El Estado de la Ciencia 2022

En el desarrollo de pilas de combustible de hidrógeno, la situación es similar. Aunque se observa un crecimiento continuo, la participación de Iberoamérica representa solo el 6% de la producción mundial. Sin embargo, la intensa colaboración regional entre España, Brasil y México sugiere un potencial para fortalecer los lazos y aumentar la contribución a nivel global. Al igual que ocurre con la producción de hidrógeno, los 6 países han participado, pero no en la misma medida.

Patentes

En cuanto a patentes asociadas a la electrólisis para la producción de hidrógeno, la concentración mundial está en manos de países tecnológicamente avanzados, siendo España el único país iberoamericano con presencia significativa. De igual manera, en patentes relacionadas con pilas de combustible de hidrógeno, la concentración es alta en países líderes tecnológicos, con escasa participación de países iberoamericanos.

Patentes PCT asociadas a hidrógeno

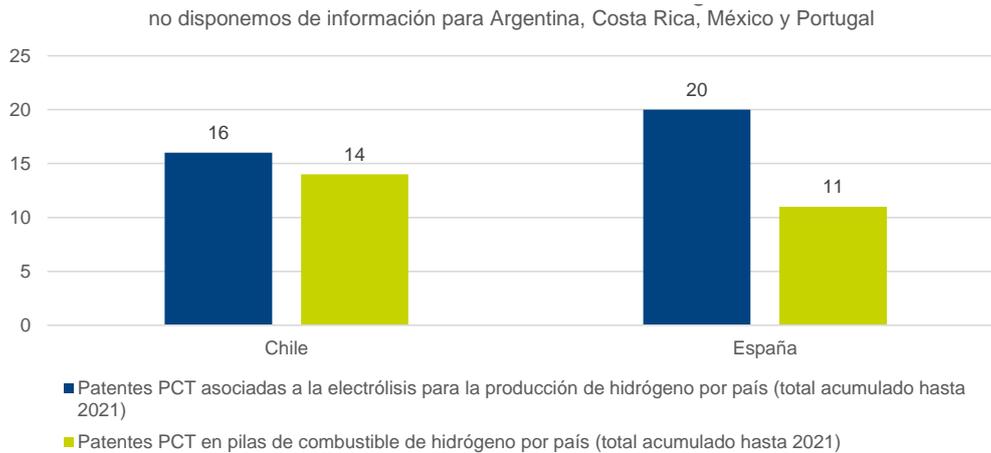


Gráfico 60. Elaboración a partir de SCOPUS

Publicaciones

En ambos campos, la falta de conexión de algunos países limita la estructura de la red de colaboración iberoamericana, además de que la participación de los países es muy desigual. Teniendo en cuenta únicamente el número de publicaciones desarrolladas por los países participantes en el proyecto, destaca a España con un total de 1218 publicaciones sobre la producción de hidrógeno y 2274 sobre pilas de hidrógeno, seguida de México con algo menos de la mitad de las publicaciones de España (578 producción de hidrógeno y 863 sobre pilas de hidrógeno). Por otro lado, se tiene a Costa Rica que entre 2012 y 2021 tan sólo desarrollo 11 publicaciones sobre producción de hidrógeno y 6 sobre pilas. A pesar de la importancia estratégica de estas tecnologías, la región enfrenta el desafío de aumentar su participación y colaboración para aprovechar plenamente estas oportunidades en la transición energética.

Publicaciones hidrógeno verde

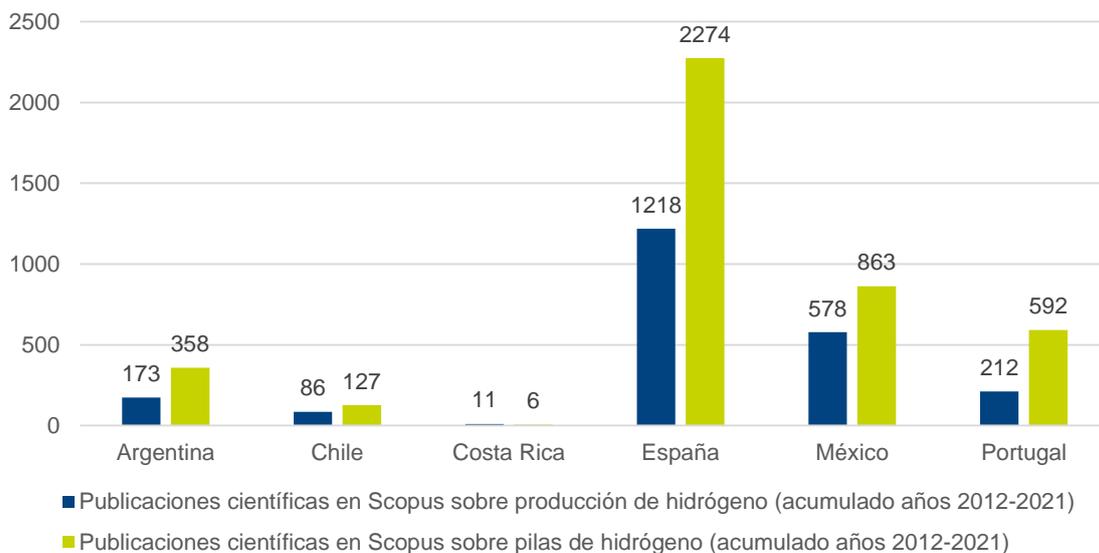


Gráfico 61. Elaboración a partir de datos de SCOPUS

5.2. Litio

El litio se destaca como un metal crítico para la transición energética debido a su papel insustituible en las baterías para la electromovilidad. El "triángulo del litio" (Argentina, Bolivia y Chile) posee el 56% de los recursos mundiales. El litio ha experimentado un cambio significativo en su demanda, pasando de usos industriales a ser esencial en la electromovilidad. Los países del triángulo del litio buscan asegurar un suministro estable del recurso en un escenario de crecimiento acelerado.

En Bolivia y Chile, el litio se considera un recurso estratégico no concesible a privados, mientras que en Argentina queda enmarcado en una regulación federal abierta al capital privado. Es decir, Bolivia sigue una política fuertemente controlada por el Estado, Argentina tiene un enfoque federal con altos costos de coordinación, mientras que Chile ha adoptado un enfoque híbrido con participación tanto del sector privado como del Estado.

Principales características de los marcos normativos en el triángulo del litio

Dimensión	Argentina	Chile	Bolivia
Normativa específica para el litio o general para la minería	General para la minería (con legislación específica a nivel provincial)	Litio recurso estratégico Normativa específica	Litio recurso estratégico Normativa específica
Régimen de gobernanza de litio (centralizado o federal)	Federal	Centralizado	Centralizado
Cobertura de la normativa	Actividades vinculadas a la explotación del recurso	Actividades vinculadas a la explotación del recurso con reserva de cuota para la industrialización	Actividades vinculadas a la explotación e industrialización del recurso
Modalidades de explotación al recurso	Concesión a empresas privadas Jujuy: participación accionaria de empresa del Estado provincial	Contratos entre CORFO y privados	Empresa pública

Ilustración 5. El Estado de la Ciencia 2022

Minería de litio

La minería de litio es fundamental en la transición energética, ya que se utiliza en las baterías de ion de litio. Estas baterías son cruciales para el almacenamiento de energía en tecnologías renovables y vehículos eléctricos, permitiendo la integración efectiva de fuentes intermitentes como la solar y la eólica en las redes eléctricas, al igual que el hidrógeno. Con la creciente adopción de vehículos eléctricos y el impulso hacia una energía más sostenible, la demanda de litio ha experimentado un notable aumento.

Red iberoamericana de colaboración científica sobre minería de litio



Ilustración 6. El Estado de la Ciencia 2022

Baterías de litio

En cuanto a las baterías de litio, la investigación científica ha experimentado un crecimiento impresionante a nivel mundial. China lidera en este campo, seguida por Estados Unidos y Corea del Sur. En Iberoamérica, España sobresale con una producción significativa, seguida de Brasil, Portugal, México y Argentina. La colaboración regional se centra en los países más productivos en esta área, y la densidad de colaboración es relativamente baja.

Red iberoamericana de colaboración científica sobre baterías de litio



Ilustración 7. El Estado de la Ciencia 2022



Patentes

En cuanto a las patentes de litio, se registra un aumento notorio a partir de 2017, liderado por Japón, China y Estados Unidos a nivel mundial. Sin embargo, la participación de Iberoamérica en patentes es muy limitada y no se dispone de información.

Publicaciones

En la minería de litio, se observa un aumento significativo en la producción científica a nivel mundial a partir de 2016, especialmente en el triángulo del litio. Iberoamérica destaca con el 10% de la producción mundial, con un enfoque significativo en ciencias sociales y efectos socioambientales.

Publicaciones sobre litio

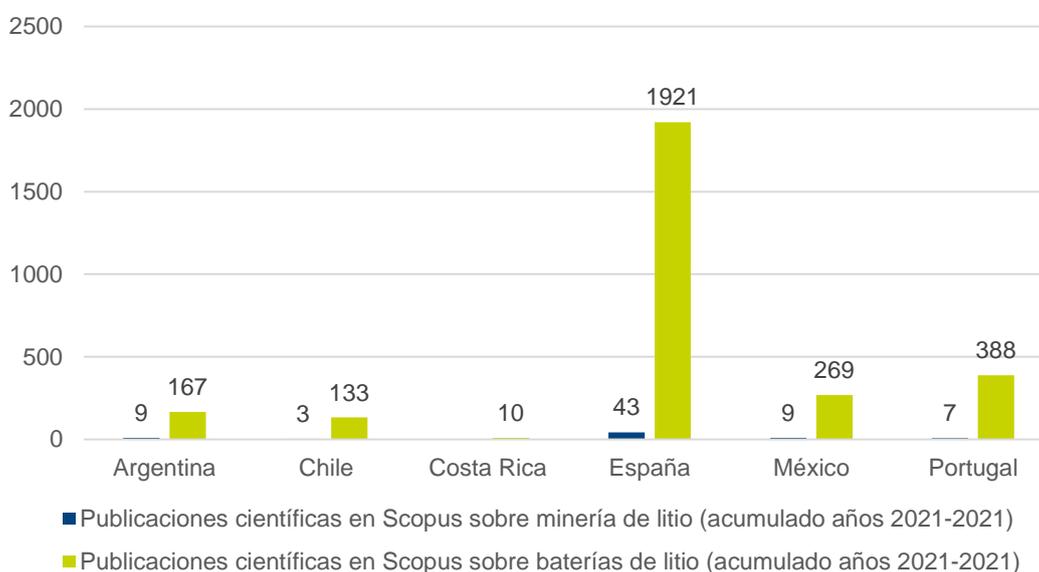


Gráfico 62. Elaboración a partir de datos de SCOPUS

España lidera la región en publicaciones científicas y colaboración internacional, acumulando un total de 43 publicaciones en 2021. Sin embargo, se aprecia que la mayoría de los países participantes en el proyecto han desarrollado publicaciones acerca de la minería del litio.

En el ámbito de las baterías de litio, la investigación a nivel mundial se ha multiplicado más de cuatro veces entre 2012 y 2021. Iberoamérica contribuye con aproximadamente el 6% de la producción global, liderada por España, seguida por Brasil, Portugal, México y Argentina.

6. Referencias

- Ricyt. (2010, 11 septiembre). Indicadores – RICYT.
<https://www.ricyt.org/category/indicadores/>
- Caribe, C. E. P. A. L. Y. E. (s. f.). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
<https://www.cepal.org/es>
- *Intelligo*. (s. f.).
<https://www.explora-intelligo.info/>
- *Database - Eurostat*. (s. f.). Eurostat.
<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- *IRENA – International Renewable Energy Agency*. (2023).
<https://www.irena.org/>
- OEI | Argentina | Publicaciones | El Estado de la Ciencia: Principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2022. (s. f.). Organización de Estados Iberoamericanos.
<https://oei.int/oficinas/argentina/publicaciones/el-estado-de-la-ciencia-principales-indicadores-de-ciencia-y-iberoamericanos-interamericanos-2022>
- *Energías renovables*. (2023, 21 noviembre). Argentina.gob.ar.
<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables>
- *Estadísticas y Balances energéticos*. Ministerio para la Transición ecológica y el reto demográfico (MITECO).
[Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - Balances energéticos \(energia.gob.es\)](https://www.miteco.es/ministerio-para-la-transicion-ecologica-y-el-reto-demografico-balances-energeticos)
- *UNSDG*. (s. f.).
<https://unstats.un.org/sdgs/dataportal/database>
- *OECD*. (s. f.). *OECD statistics*. © OECD.
<https://stats.oecd.org/>
- *World Bank Open Data*. (s. f.). World Bank Open Data.
<https://data.worldbank.org/>
- *Legislation - Energy - Eurostat*. (s. f.). Eurostat.
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/legislation>
- *Leyes de Eficiencia Energética en Latinoamérica y El Caribe* (2019, septiembre). Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)
[Leyes de Eficiencia Energética en Latinoamérica y El Caribe \(olade.org\)](https://www.olade.org/publicaciones/leyes-de-eficiencia-energetica-en-latinoamerica-y-el-caribe)
- *Leyes de Eficiencia Energética en Latinoamérica y El Caribe* (2021, diciembre). Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)
[LEYES-espanol-digital.pdf \(olade.org\)](https://www.olade.org/publicaciones/leyes-de-eficiencia-energetica-en-latinoamerica-y-el-caribe)
- *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030* (2020, enero). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)
[pniecCompleto_tcm30-508410.pdf \(miteco.gob.es\)](https://www.miteco.es/ministerio-para-la-transicion-ecologica-y-el-reto-demografico-plan-nacional-integrado-de-energia-y-clima-2021-2030)

- 
- 
- *Marco Estratégico de Energía y Clima.* (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
<https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/marco-estrategico-energia-clima.html>
 - *Informe sobre las leyes marco de cambio climático en América Latina (2022).* Fundación Sustentabilidad Sin Fronteras.
[INFORME SOBRE LAS LEYES MARCOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA \(trust.org\)](#)
 - *Transición Energética de Chile Política Energética Nacional (Actualización 2022).* Ministerio de Energía, Gobierno de Chile.
[pen_2050 - actualizado marzo 2022 0.pdf \(chileagenda2030.gob.cl\)](#)
 - *Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) Periodo 2023-2027 (2021, agosto).* Ministerio de Energía, Gobierno de Chile.
[pelp2023-2027 informe preliminar.pdf \(energia.gob.cl\)](#)
 - World Health Organization. (s. f.).
<https://apps.who.int/gho/data/?theme=main>
 - *Press corner.* (s. f.). European Commission - European Commission.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_5188