



OBS Business
School

El sector energético en España: hacia una descarbonización sostenible

Victor Ruiz Ezpeleta

Profesor de OBS Business School

Enero, 2024

Partners Académicos:



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

unie*
Universidad

OBSbusiness.school

Autor

➤ **Victor Ruiz Ezpeleta**
*Profesor de **OBS Business School**.*



El profesor Victor Ruiz es Director de Proyectos en la Agencia de Desarrollo Urbano en L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona), organismo que se dedica a gestionar proyectos de distinta índole (infraestructuras, Smart Cities), con proyectos destacados como la construcción de la Línea 9 de metro de Barcelona, la línea de Alta Velocidad Madrid – Barcelona y el soterramiento de la Gran Vía de Barcelona.

Tiene una formación de Master en Ingeniería Civil. UPC. Barcelona, un Programa de Desarrollo Directivo. IESE. Barcelona, es Miembro del colegio de Caminos, Canales y Puertos, Chartered Engineer por el Institute of Civil Engineers de Londres.

Ha conseguido las certificaciones PMP por el Project Management Institute (USA) y Prince2 por Axelos (UK).

Desde 2016 está vinculado a OBS Business School como profesor asociado en el Máster de Project Management en sus ediciones en español e inglés, así como tutor y miembro del tribunal en los Trabajos de Final de Máster.



Índice

| | | |
|--------------------|---|-----------|
| Capítulo 1 | Introducción | 5 |
| Capítulo 2 | Actualidad del sector energético en 2024 en España | 6 |
| Capítulo 3 | Situación en Latinoamérica | 15 |
| Capítulo 4 | La evolución de la energía en China | 22 |
| Capítulo 5 | Caso particular. Los cargadores eléctricos | 28 |
| Capítulo 6 | El papel estratégico del hidrógeno verde en España | 31 |
| Capítulo 7 | El autoconsumo eléctrico como solución complementaria | 36 |
| Capítulo 8 | Energía nuclear | 38 |
| Capítulo 9 | Combustibles fósiles | 41 |
| Capítulo 10 | Energías renovables | 44 |
| Capítulo 11 | La energía geotérmica como complemento adicional | 45 |
| Capítulo 12 | Energía eólica marina: uno de los retos del futuro | 46 |
| Capítulo 13 | La tendencia en 2025 y el futuro próximo | 48 |
| Capítulo 14 | Conclusiones | 50 |
| | Referencias bibliográficas | 51 |



Capítulo 1

Introducción

- ② El pasado año 2024 ha sido el año de la consolidación en España y en Europa de las energías renovables y la apuesta por la descarbonización. En nuestro país se ha superado el 50 % de producción de energía mediante renovables, con un claro avance de la energía solar, de la que España es un país privilegiado y con muchas posibilidades por delante.

Sin perder de vista los conflictos internacionales y el retorno a la presidencia de Donald Trump, con toda la incertidumbre tanto económica como energética que supone en el corto plazo, nos dirigimos a un futuro donde los combustibles fósiles van a ser minoritarios y se abren nuevos retos como la ampliación de las redes eléctricas y sobre todo los puntos de carga para los vehículos eléctricos, que es uno de los puntos claros de mejora.

El informe pretende actualizar datos respecto años anteriores y proponer marcos de actuación para que se siga avanzando hacia un futuro más sostenible y que mejore la calidad de vida de las personas y empresas de nuestro país, sin perder de vista también otros países y analizar los aspectos más importantes de la energía durante 2023 y 2024 con los datos disponibles hasta el momento.



Capítulo 2

Actualidad del sector energético en 2024 en España

- ⊗ La producción de energía renovable ha experimentado un aumento cercano al 11% en un año que marca récords históricos: se registra tanto la mayor generación renovable como la cuota más alta desde que hay datos. La energía solar fotovoltaica asciende al tercer puesto del mix energético, superando al ciclo combinado, mientras que la eólica lidera nuevamente con una participación del 23%.

La demanda eléctrica en España ha aumentado cerca de un 1,5%, y se espera que se cierre el año 2024 con saldo exportador por tercer año consecutivo.

Las renovables, que cierran noviembre con una aportación de 137.785 GWh en todo el 2024, ya superan toda su producción del 2023. Asimismo, la eólica registró el pasado 21 de noviembre su mayor cifra en términos de generación diaria, al anotar 434 GWh, más de la mitad de la generación española de ese día.

El conjunto de renovables peninsulares generaron en noviembre (últimos datos conocidos) 10.352 GWh con los que logró una participación del 53,1% del total de la estructura de producción peninsular. La estructura de generación peninsular de noviembre está liderada también por la eólica, que ha sido responsable del 24,5% del total, seguida de la nuclear con el 18,6%, el ciclo combinado, con el 17,2% y la hidráulica, responsable del 14,2% del total.

Las renovables tienen una previsión en 2024 y 2025 una producción superior a los 149 TWh, su máximo histórico, según estimaciones preliminares de Red Eléctrica. Además, estas energías representarían un 56% del mix, seis puntos porcentuales más que en 2023. Beatriz Corredor, presidenta de Redeia, calificó este avance como un "paso de gigante" hacia el objetivo del 81% en 2030, subrayando su importancia para combatir el cambio climático, reducir costos energéticos y mejorar la autonomía estratégica.

La eólica mantendría su liderazgo con el 23% de la generación, seguida por la nuclear (19%). La fotovoltaica, con un crecimiento notable, ocuparía la tercera posición con un 17% y una producción récord de 45 TWh, desplazando al ciclo combinado al cuarto lugar. Por su parte, la hidráulica cerraría el top 5 con un 13%.

Las tecnologías fósiles, como el ciclo combinado y el carbón, experimentan una caída significativa en 2024, reduciendo su producción un 24%. El carbón, con una participación del 1,1%, registra su nivel más bajo de la historia. Este descenso, combinado con el incremento renovable, permitiría que el 77% de la generación eléctrica sea libre de emisiones, marcando también el mínimo histórico de emisiones de CO₂ con 27 millones de toneladas, un 16,4% menos que en 2023.

El avance renovable se atribuye al aumento de la capacidad instalada, que representa el 64% del parque generador, y a condiciones meteorológicas favorables. Además, el Centro de Control de Energías Renovables (Cecre) ha integrado más del 98% de la producción renovable en la península, superando los estándares europeos. Se ha superado por primera vez en la historia los 70 GW de potencia renovable instalada, lo que supone un gran avance para el futuro de energía verde del país.

En Baleares, el ciclo combinado fue la primera fuente de las islas este mes, con un 75,1%.

La energía renovable generada en la comunidad balear representó un 12,5% del total. La producción renovable balear creció en noviembre un 6,4% respecto al mismo mes del año anterior. Además, durante este mes de noviembre, el enlace submarino entre la Península y Mallorca contribuyó a cubrir el 20,2% de la demanda eléctrica balear.

En cuanto a Canarias, también el ciclo combinado, con un 54,7% del total, fue la primera fuente en noviembre. Las renovables alcanzaron una cuota del 9,2% de la producción al generar 68.852 MWh. Por su parte, la aportación eólica durante este mes ha sido de un 5,8% sobre el total.

En cuanto a la balanza eléctrica, España mantendría un saldo exportador de aproximadamente 10 TWh. La demanda eléctrica nacional crecería un 1%, alcanzando 248 TWh, con un incremento ajustado del 1,6%. En Baleares y Canarias, el aumento bruto de la demanda sería del 0,6%, llegando al 1,2% y 0,9%, respectivamente, tras ajustar factores laborales y climáticos.

El pico de demanda eléctrica en 2024 se registró el 9 de enero, con 38.272 MW.

Figura 01 →

EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA RENOVABLE (MW)

Fuente: REE

Durante 2023 se integraron en el parque generador español aproximadamente 6.300 MW renovables, de los que casi C 5.600 MW corresponden a tecnología solar fotovoltaica, valor máximo histórico.

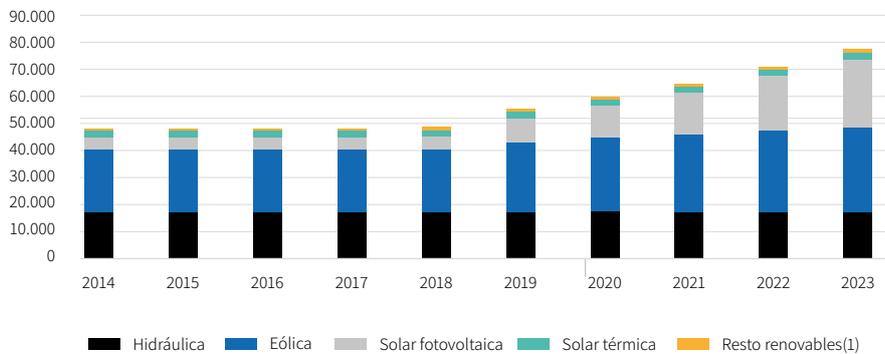
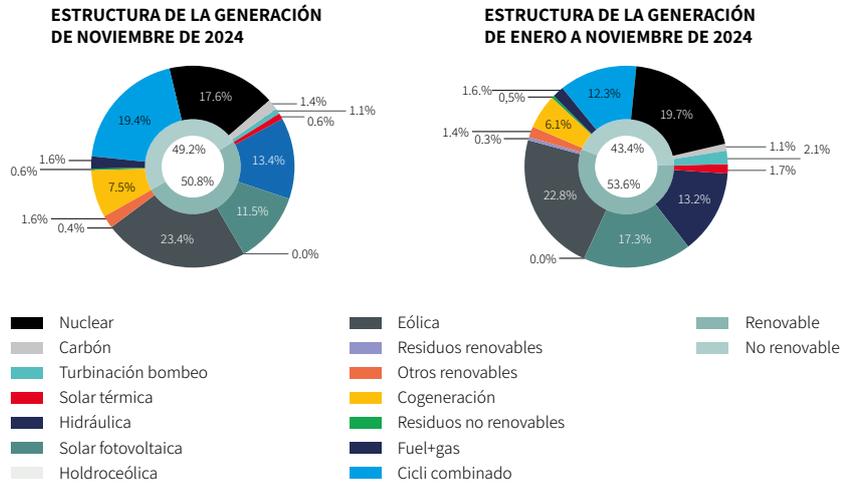


Figura 02 →**ESTRUCTURA DE LA GENERACIÓN DE ENERO A NOVIEMBRE 2024**

Fuente: REE

Datos durante el mes de noviembre de 2024 y el global de enero a noviembre de 2024

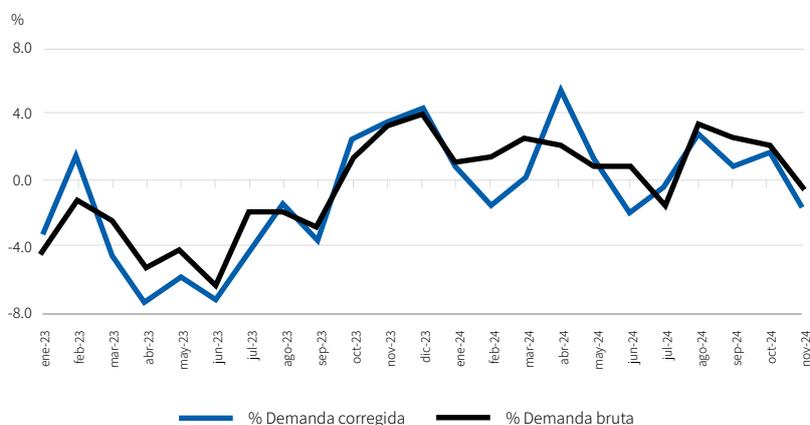


En los once primeros meses del 2024, España ha registrado una demanda acumulada de 225.532 GWh, un 0,7% más que en el mismo periodo de 2023. Una vez tenidos en cuenta los efectos de la laboralidad y las temperaturas, la demanda crece un 1,4% respecto al mismo periodo del año anterior.

A nivel peninsular y una vez tenidos en cuenta los efectos de laboralidad y temperatura, la demanda ha sido un 0,6% menos que en noviembre de 2023. En las Islas Baleares, la demanda de electricidad en noviembre ha sido un 3,5% superior a la del mismo mes de 2023, una vez tenidos en cuenta los efectos de laboralidad y temperaturas. Por su parte, en el archipiélago canario, la demanda de energía eléctrica aumentó un 2,3% respecto al mismo mes de 2023, teniendo en cuenta los efectos de laboralidad y las temperaturas.

Figura 03 →**EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA NACIONAL 2023 Y 2024**

Fuente: REE



Producción por comunidades autónomas

Las comunidades autónomas de Castilla y León, Castilla-La Mancha, Andalucía, Aragón, Galicia y Extremadura continúan siendo las principales impulsoras de la transición energética en España, con notables diferencias en comparación con otras regiones del país. Juntas, estas seis comunidades generaron más del 82% de la energía renovable producida en España durante 2023 y 2024, según los datos de Red Eléctrica de España.

Castilla y León sigue al frente de la producción con 23.308 GWh en 2023 y se esperan cifras similares en 2024, lo que representó más del 17% de toda la energía renovable generada en el país. De hecho, esta comunidad no solo cubrió sus necesidades energéticas, sino que también registró un excedente superior a los 10.000 GWh, el cual fue exportado a otras regiones. Castilla y León provee a otras comunidades energía de la cual pueden aprovecharse para reducir su huella de carbono.

Por otro lado, Castilla-La Mancha, que es la segunda comunidad con mayor producción de energía limpia en España, generó 19.073 GWh, lo que representa más del 14% de la producción total del país y un 164% de sus necesidades que también hacen de la comunidad una exportadora de energía en términos generales.

Andalucía, Aragón y Galicia produjeron cantidades similares de energía renovable en 2023, en torno a los 18.000 GWh. Sin embargo, a pesar de esta producción, Andalucía solo pudo satisfacer un 43% de sus propias necesidades eléctricas, mientras que Aragón y Galicia tuvieron excedentes, hecho evidente si tenemos en cuenta las poblaciones y extensiones de las comunidades.

Finalmente, Extremadura produjo 13.430 GWh, lo que representó más del 10% de la energía renovable generada en España. A pesar de ocupar el sexto puesto en la clasificación, debido a su baja industrialización y bajo consumo, Extremadura fue la comunidad con mayor excedente en relación con su demanda interna. Si fuera posible almacenar la energía, la comunidad podría abastecerse durante casi tres años con la producción de 2023.

En contraste, otras regiones como Cantabria, Madrid, Baleares, Euskadi, La Rioja y Canarias generaron solo el 3,7% de la energía renovable en el país. El caso más extremo es el de Madrid, que con su producción anual solo podría cubrir su demanda eléctrica durante seis días. Madrid repite como comunidad deficitaria al igual que otras y debe tenerse en cuenta para planes de mejora. En el mismo ámbito, Euskadi lo haría durante 22 días y las Islas Baleares alcanzarían un mes de consumo.

Las grandes diferencias en la generación de energía renovable entre las comunidades autónomas de España se explican, en primer lugar, por la superficie territorial y la densidad de población. Mientras Castilla y León y Extremadura cuentan con una densidad de 25 habitantes por kilómetro cuadrado, la Comunidad de Madrid alcanza 856 personas por km², 34 veces más. Además, la demanda energética industrial juega un papel relevante, especialmente en regiones como Euskadi o Catalunya, motores tradicionales del país.



En el caso particular de Madrid, que tiene la menor producción renovable del país junto con Cantabria, se observa un cambio de tendencia. En los últimos años, la región ha comenzado a aprobar un mayor número de proyectos. Se han autorizado recientemente 1.079 MW de renovables, a la que se suman parques en la frontera con Toledo que producirán también renovables en la zona de Madrid. Se espera que siga creciendo significativamente en los próximos años. Aun así, comunidades como Castilla y León (2.500,2 MW), Castilla-La Mancha (2.371,9 MW) y Aragón (2.336,7 MW) lideran en potencia autorizada en el último trimestre, concentrando más de la mitad de la capacidad total.

Sin embargo, los grandes proyectos renovables no están exentos de polémica. Organizaciones ecologistas y comunidades locales critican el impacto paisajístico y los escasos beneficios económicos que dejan en las áreas donde se instalan. Según Rosa Pardo, portavoz de la Alianza Energía y Territorio (ALIENTE), la falta de planificación estatal y autonómica ha permitido que las empresas elijan los lugares más convenientes para ellas, sin considerar los efectos ambientales o sociales. "Esto ha generado un desequilibrio en la producción de energía renovable entre comunidades. Las compañías han optado por los territorios con más facilidades, sin planificación adecuada, sin diálogo social... No tiene sentido que haya parques fotovoltaicos en terrenos agrícolas mientras las naves y zonas industriales siguen sin placas solares", critica Pardo.

Los excesos cometidos por grandes empresas en la implementación de proyectos renovables han provocado que la justicia española ordene el desmantelamiento de la mayor planta solar de Europa, situada en Usagre, Badajoz, tras declarar ilegal la expropiación de los terrenos donde se encuentra.

Desde la Alianza Energía y Territorio (ALIENTE), también se critica el modelo de transición energética adoptado en España, que prioriza grandes parques gestionados por empresas y fondos de inversión sobre alternativas como el autoconsumo, modelo predominante en países como Alemania. "El autoconsumo beneficia directamente a la ciudadanía, mientras que en España se favorecen los intereses económicos de grandes corporaciones, sin generar rendimientos significativos para las comunidades locales", señalan desde la organización.

Frente a esta situación, diversas organizaciones y partidos políticos regionales abogan por aumentar los incentivos económicos para las comunidades locales. Proponen que los territorios excedentarios reciban una compensación justa por su contribución a la producción energética. Es una solución que se está tratando y podría reducir las desigualdades entre comunidades con compensaciones para las mejoras de los territorios.

Figura 04 →

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE Y SU CONSUMO EN LAS COMUNIDADES EXCEDENTARIAS

Fuente: REE

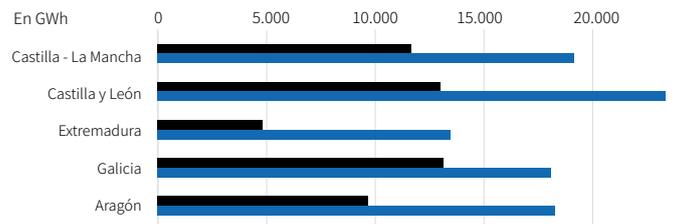


Figura 05 →

DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Fuente: REE

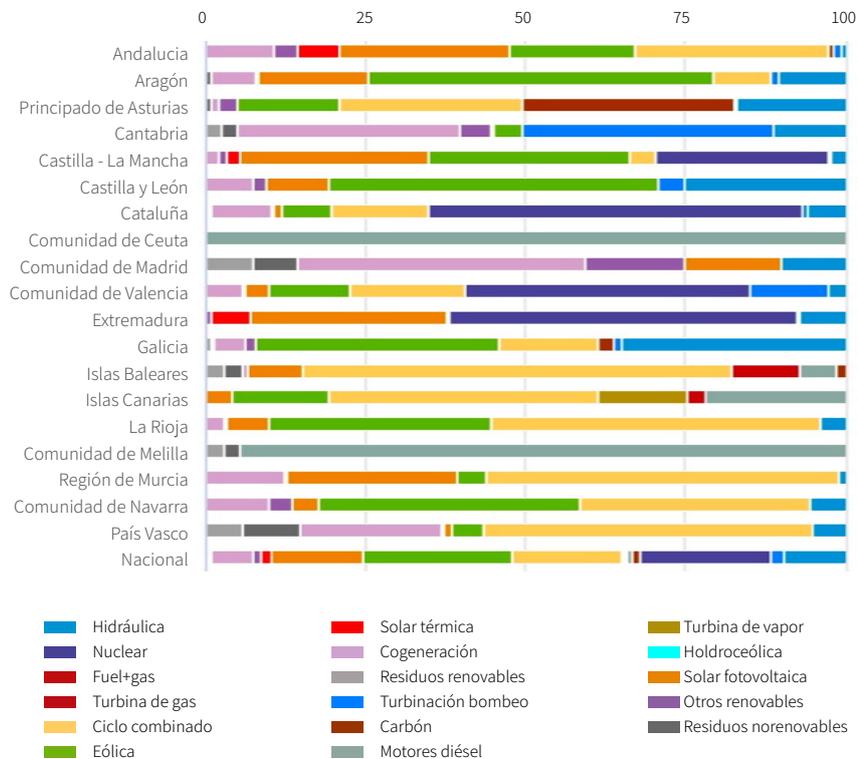


Figura 06 →

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN RENOVABLE Y NO RENOVABLE EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Fuente: REE



Figura 07 →

POTENCIA INSTALADA EN RENOVABLE RESPECTO LA POTENCIA TOTAL EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Fuente: REE

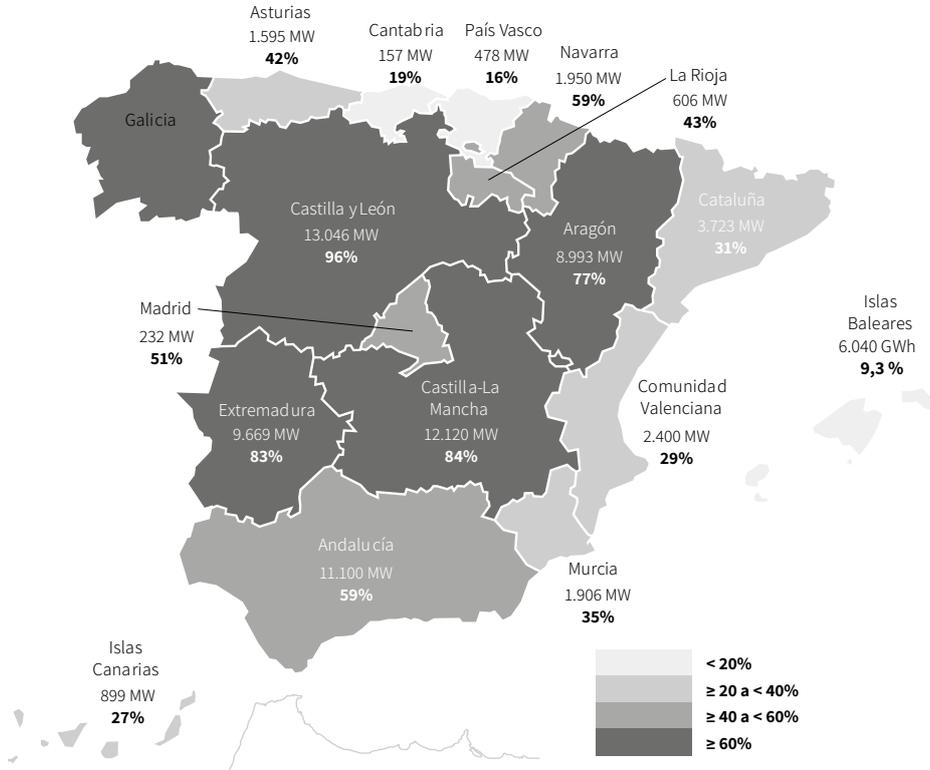
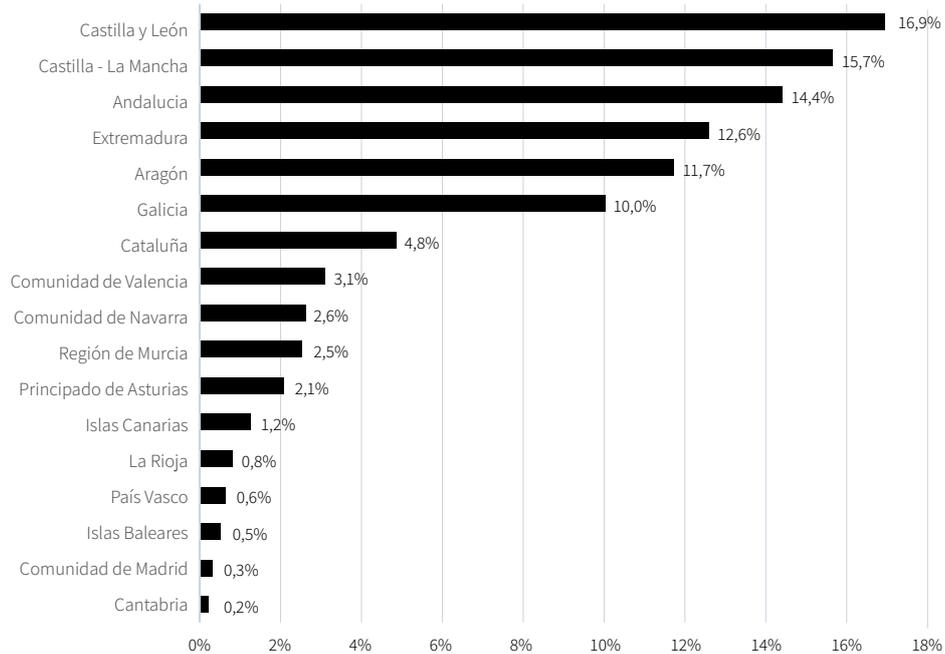


Figura 08 →

PARTICIPACIÓN DE POTENCIA RENOVABLE RESPECTO AL TOTAL DE ESPAÑA EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Fuente: REE



An aerial photograph of a large, curved dam structure spanning a deep valley. The dam is a massive concrete wall with a curved top. The valley is filled with dense green forest, and the water behind the dam is a deep blue. The foreground shows rocky terrain and some sparse vegetation.

Capítulo 3

Situación en Latinoamérica

América Latina está destinada a desempeñar un papel crucial en la transición energética global, gracias a su vasta extensión territorial, población y abundancia de recursos naturales. La región no solo cuenta con una riqueza significativa en combustibles fósiles y fuentes de energía renovable, sino también con depósitos esenciales de minerales críticos necesarios para las tecnologías limpias.

Desde los biocombustibles en Brasil y la energía hidroeléctrica en países como Brasil, Venezuela, México, Colombia, Argentina y Paraguay, hasta los recursos solares y eólicos de alta calidad en Brasil, México, Chile y Argentina, la región tiene una diversidad energética destacable. Además, América Latina lidera la producción de minerales como el cobre y el litio en Chile, Perú y Argentina, esenciales para las tecnologías de almacenamiento y energía limpia. En paralelo, países como Venezuela, Brasil, Colombia, Argentina, México y Guyana continúan aprovechando sus extensos recursos de petróleo y gas natural, fortaleciendo su posición como contribuyente clave en la seguridad energética global y los objetivos climáticos.

Liderazgo en Energías Renovables

La región sobresale en el uso de energías renovables. En 2023, el 62% de la electricidad generada en América Latina provino de fuentes renovables, superando ampliamente el promedio mundial del 30%, según el Global Electricity Review del grupo Ember. Este liderazgo se debe principalmente a las hidroeléctricas, que representan el 43% de la matriz eléctrica regional. Además, las energías solar y eólica han crecido, alcanzando un 14% de la generación total, un aumento significativo desde el 11% registrado en 2015.

Una Matriz Energética Diversificada

A pesar de este liderazgo en renovables, los combustibles fósiles todavía representan dos tercios de la matriz energética regional, aunque esta cifra es inferior al promedio mundial del 80%. En la generación de electricidad, las fuentes renovables aportan un 60%, y la energía hidroeléctrica constituye el 45% del suministro eléctrico regional. Países como Costa Rica y Paraguay destacan por generar casi toda su electricidad a partir de fuentes limpias.

El transporte, sin embargo, sigue dependiendo en gran medida del petróleo, aunque la región duplica la media mundial en el uso de biocombustibles para el transporte terrestre. En términos globales, América Latina y el Caribe representa solo el 5% de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía desde 1971, mientras que su contribución al PIB mundial fue del 9% en el mismo periodo.

Perspectivas Energéticas de América Latina

El informe Latin America Energy Outlook 2023 ofrece una visión integral sobre las tendencias energéticas y climáticas en la región. Analiza tres escenarios clave:

- Escenario de Políticas Declaradas (STEPS): Refleja las políticas actuales y sus implicaciones.
- Escenario de Compromisos Anunciados (APS): Considera que todos los compromisos climáticos y energéticos, incluidos los objetivos de emisiones netas cero, se cumplen a tiempo. Este escenario abarca los compromisos de 16 países, que representan el 60% de las emisiones de CO₂ de la región y dos tercios de su PIB.
- Escenario de Emisiones Netas Cero para 2050 (NZE): Traza una vía para la descarbonización completa del sistema energético a mediados de siglo.

El Potencial de las Energías Renovables

América Latina y el Caribe tienen uno de los sectores eléctricos más limpios del mundo. Las energías renovables ya representan más del 60% de la generación de electricidad en la región, una cuota que se espera que aumente a dos tercios en 2030 y al 80% en 2050 con las políticas actuales.

La energía hidroeléctrica sigue siendo la columna vertebral del suministro eléctrico en países como Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Paraguay y Venezuela. Aunque su crecimiento futuro será limitado debido a preocupaciones ambientales y sociales, la hidroeléctrica seguirá siendo una fuente crucial de flexibilidad en el sistema eléctrico.

En paralelo, la energía solar fotovoltaica y la eólica están experimentando un crecimiento acelerado. Su participación en la generación eléctrica se duplicará para 2030 y alcanzará el 40% en 2050. Países como Brasil, México, Chile y Argentina lideran el desarrollo de estas tecnologías, impulsando el cambio hacia un futuro más sostenible.

Escenarios de Transformación Energética

Bajo el APS, América Latina puede superar los objetivos establecidos por el STEPS, logrando una cuota de renovables del 70% para 2030 y más del 90% para 2050. Mientras tanto, el gas natural seguirá desempeñando un papel importante en la generación de electricidad hasta 2030, mientras que el carbón y el petróleo disminuirán rápidamente.

Hacia un Futuro Sostenible

América Latina y el Caribe tienen una oportunidad única para consolidarse como líderes en la transición energética global. Su abundancia de recursos renovables, combinada con políticas estratégicas y compromisos climáticos, puede transformar el sector energético, impulsar el crecimiento económico y contribuir significativamente a los objetivos globales de sostenibilidad.

La Integración Regional y el Futuro Energético de América Latina y el Caribe

La integración regional en el sector energético de América Latina y el Caribe ofrece ventajas significativas en términos de seguridad, costes y resiliencia a medida que evoluciona la matriz eléctrica de la región. Aunque los beneficios de esta integración son ampliamente reconocidos, el comercio transfronterizo de electricidad sigue siendo limitado, a pesar de los avances en interconexiones bilaterales y centrales eléctricas de propiedad conjunta.

Un análisis reciente destaca que una integración más profunda permitirá:

- 1. Reducir necesidades de flexibilidad:** La conexión entre países con diferentes porcentajes de energía eólica y solar permite equilibrar la variabilidad inherente de estas fuentes.
- 2. Optimizar los recursos:** Un acceso más amplio a los recursos disponibles mejora la capacidad de respuesta del sistema eléctrico.
- 3. Mejorar la resiliencia climática:** Vincular zonas con demandas y climas diversos aumenta la capacidad para adaptarse a condiciones cambiantes.

Crecimiento de la Demanda Eléctrica

La electricidad está adquiriendo un rol central en la economía de la región, siendo la forma de energía de más rápido crecimiento. Según proyecciones, la demanda eléctrica aumentará un 90% para 2050 bajo las políticas actuales y un 180% si se cumplen todos los compromisos y objetivos climáticos. Este crecimiento duplicará el porcentaje de electricidad en el consumo final total.

Los principales factores que impulsan este aumento en la demanda son:

- **Producción de hidrógeno:** Un actor clave en el escenario de compromisos anunciados (APS).
- **Electrificación de edificaciones:** Incluyendo electrodomésticos y sistemas de aire acondicionado.
- **Transporte eléctrico:** Se proyecta que habrá cerca de 16 millones de vehículos eléctricos en las carreteras para 2030.
- **Industria limpia:** Sectores como la siderurgia, aluminio y productos químicos adoptarán procesos más sostenibles.

Evolución de la Matriz Energética

A pesar de los avances hacia las energías renovables, los combustibles fósiles seguirán desempeñando un papel en la matriz energética de América Latina, aunque con un peso relativo en disminución. Actualmente representan el 67% de la matriz energética, pero se espera que esta cifra baje al 63% en 2030 y al 54% en 2050.

- **Petróleo:** Seguirá dominando el transporte, aunque crecerá de manera modesta debido a la mayor penetración de biocombustibles y vehículos eléctricos.
- **Gas natural:** Su uso aumentará, impulsado por la demanda de industrias químicas y siderúrgicas en países como México, Argentina y Brasil.
- **Carbón:** Experimentará una disminución en su demanda en el sector eléctrico, particularmente en países como Chile, Brasil y México, aunque su uso en la industria mitigará parcialmente esta caída.

El Papel de las Energías Renovables

La expansión de las energías renovables será el motor principal para satisfacer la nueva demanda de energía. La proporción de renovables en la matriz energética pasará del 28% en 2022 a más del 40% en 2050. Este crecimiento se debe a:

- La expansión de la generación de electricidad renovable, liderada por la energía eólica y solar.
- La duplicación del uso de biocombustibles en el transporte.
- El aumento del uso de bioenergía en sectores industriales.

Países Líderes en Energías Renovables

Chile y **Brasil** se destacan como referentes en el uso de energías renovables:

- **Brasil:** Es el segundo país a nivel mundial, después de China, en crecimiento de energía eólica, alcanzando un 13% de participación en su matriz eléctrica en 2023, un salto significativo desde el 3,7% de 2015. Su capacidad solar también aumentó de manera notable, pasando del 0,01% en 2015 al 7,3% en 2023.
 - Este avance ha sido impulsado por iniciativas como el Programa de Incentivo a Fuentes Alternativas de Energía (Proinfa), creado tras la crisis eléctrica de 2001, que promovió subastas para proyectos de energía eólica y solar.
- **Chile:** Lidera en la generación solar, con un 20% de participación en su matriz eléctrica, destacándose a nivel global. Este crecimiento fue impresionante, al pasar de representar el 1,9% en 2015 al 20% en 2023.



Los Retos de Países Rezagados

Países como **Ecuador**, **Colombia**, **Guatemala** y **Perú** han tenido un crecimiento menor en la adopción de energías eólica y solar. Por ejemplo:

- Ecuador apenas alcanzó un 0,7% en su matriz eléctrica, y Colombia un 1,4%.
- Estas cifras contrastan con el promedio regional, lo que resalta la necesidad de políticas más sólidas para fomentar inversiones en renovables.

Factores Clave en el Desarrollo Renovable

1. Complementariedad Solar-Hidroeléctrica:

La región tiene una ventaja natural al combinar energía solar con hidroeléctrica.

Durante sequías, la energía solar puede compensar la reducción en la generación hidroeléctrica, proporcionando flexibilidad al sistema eléctrico.

2. Políticas Energéticas:

Según Dave Jones, del grupo Ember, la diferencia entre los avances de Brasil y Chile frente a la lentitud en países como México radica en las políticas gubernamentales. Este caso es especialmente significativo, siendo el único país del G20 con un gran aumento de emisiones relacionadas con la generación eléctrica. Además, sufrió una caída del 42% en la generación hidroeléctrica debido a sequías, lo que llevó a un incremento en el uso de carbón.

Perspectivas y Desafíos

En general, América Latina ha evitado una dependencia excesiva del carbón, como ocurre en Asia. Sin embargo, la creciente demanda de electricidad presenta retos importantes. Es crucial que la región:

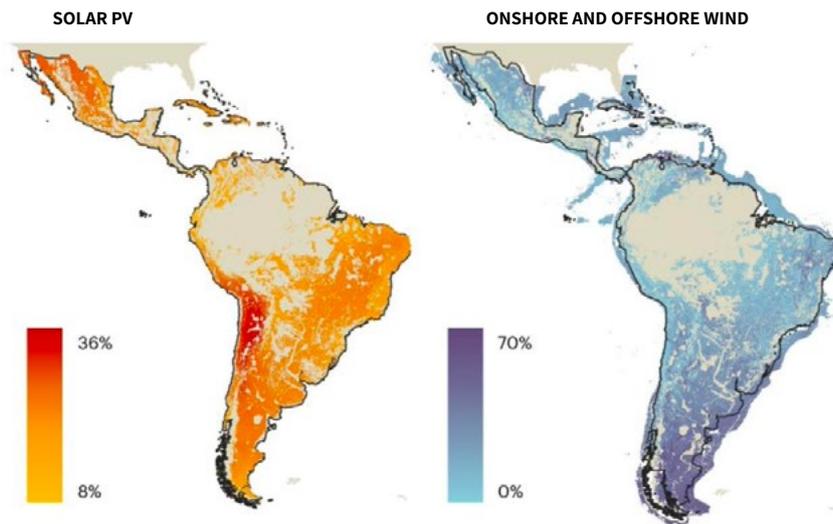
- Invierta en energías renovables para evitar depender de importaciones de gas.
- Fortalezca políticas públicas que faciliten la transición energética y promuevan la innovación en tecnologías limpias.

El camino hacia un sistema energético sostenible requiere decisiones estratégicas y colaboración regional. Con inversiones adecuadas y un enfoque en renovables, América Latina y el Caribe pueden consolidar su posición como líderes globales en la transición energética.

Figura 09 →

Fuente: IEA

FACTORES DE CAPACIDAD PROMEDIO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y EÓLICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2022





Capítulo 4

La evolución de la energía en China

- ④ China, como principal actor en la economía global y mayor consumidor de energía, está desempeñando un papel crucial en la transición hacia un sistema energético sostenible. En las últimas décadas, el país ha realizado avances notables en el desarrollo de energías renovables, liderando en capacidad instalada de energía eólica y solar, pero también enfrenta desafíos significativos relacionados con su alta dependencia del carbón y la creciente demanda energética.

Es cierto que existe la imagen de China como país contaminante y por el momento es cierto (es de los países más contaminantes junto con Estados Unidos), pero también dada su extensión y población es un candidato de hecho a tener una posición predominante también en las energías limpias.

China se consolida como el principal actor global en la producción de energía renovable, según el último informe del Global Energy Monitor (GEM). Con una capacidad de 180 gigavatios (GW) de energía solar y 159 GW de energía eólica, el gigante asiático acumula un total de 339 GW, superando con creces los 40 GW actualmente en construcción en Estados Unidos.

El informe destaca que esta capacidad renovable podría abastecer completamente a Corea del Sur, la 14a economía más grande del mundo. De hecho, entre marzo de 2023 y marzo de 2024, China instaló más capacidad solar que la que sumó en los tres años anteriores combinados, superando al resto del mundo en instalaciones solares durante 2023.

China avanza a pasos agigantados hacia sus metas energéticas. Se prevé que alcance los 1.200 GW de capacidad instalada de energía eólica y solar para finales de 2024, logrando este hito seis años antes de lo planeado inicialmente por el gobierno.

China se ha comprometido a alcanzar el pico de sus emisiones de carbono antes de 2030 y lograr la neutralidad de carbono para 2060. Este objetivo requiere una transformación profunda de su modelo energético, actualmente altamente dependiente del carbón, la principal fuente de energía del país.

Sin embargo, este liderazgo no está exento de controversias. Tanto Washington como Bruselas han acusado a Pekín de prácticas de competencia desleal en el sector de las renovables y de fomentar un "exceso de capacidad industrial" en la fabricación de paneles solares.

Liderazgo en Energías Renovables

China ha consolidado su posición como líder mundial en la generación de energía limpia. Durante 2023, el país registró el mayor crecimiento global en energía eólica, seguida por la solar, con un rápido aumento en su participación en la matriz energética nacional.

- **Eólica:** En la última década, la capacidad instalada de energía eólica en China ha crecido exponencialmente, alcanzando niveles récord en generación eléctrica.
- **Solar:** China también ha avanzado significativamente en la generación de electricidad solar, invirtiendo en grandes parques solares y fomentando instalaciones a pequeña escala.

El impulso hacia estas fuentes renovables ha sido respaldado por políticas de subsidios, incentivos fiscales y un marco regulatorio sólido que fomenta la inversión privada y pública.

China se ha convertido en el mayor mercado mundial de energía eólica gracias a sus abundantes recursos eólicos, especialmente en las zonas norte y oeste. A finales de 2023, el país había instalado más de 300 GW de capacidad eólica, superando su objetivo de 2020 y estableciendo nuevos récords anuales de instalaciones en el proceso.

Con proyectos como el parque eólico marino Jiangsu Rudong que se suman a la combinación de fuentes de energía renovable de China, el desarrollo de parques eólicos marinos también se ha acelerado. La energía eólica marina es una parte esencial de la transición energética de China, ya que tiene muchos beneficios, como menos conflictos por el uso de la tierra y mayores velocidades del viento.



La construcción de enormes parques solares, como el Parque Solar del Desierto de Tengger de 1,5 GW, que cubre un área de más de 1.200 kilómetros cuadrados, es un ejemplo de la historia de éxito de la energía solar de China. Para aprovechar al máximo este recurso renovable, el país también ha estado invirtiendo en tecnologías solares de vanguardia, como plantas de desalinización alimentadas con energía solar y parques solares flotantes.

El panorama energético de China incluye desde hace mucho tiempo la energía hidroeléctrica, que ofrece una fuente de electricidad fiable y baja en carbono. Algunos de los proyectos hidroeléctricos más grandes del mundo, como la presa de las Tres Gargantas de 22,5 GW, se encuentran en China. Aproximadamente el 18 por ciento de la generación total de electricidad de China en 2023 provino de la energía hidroeléctrica.

Aunque la energía hidroeléctrica tiene muchas ventajas, también tiene sus inconvenientes, como los efectos sobre el medio ambiente y el desplazamiento de las comunidades. Es una tarea difícil que exige una planificación cuidadosa y la participación de las partes interesadas para lograr un equilibrio entre estas preocupaciones y la demanda de energía limpia. La construcción de grandes presas ha supuesto millones de desplazados, poblaciones inundadas y patrimonio cultural histórico perdido para siempre.

La integración de la energía renovable en la red nacional es uno de los principales desafíos que enfrenta el sector de energía renovable de China, a pesar de sus impresionantes logros. Como la energía solar y eólica son intermitentes, se necesitan soluciones avanzadas de gestión de la red y almacenamiento de energía para garantizar un suministro constante y confiable de electricidad.

La conversión de energía a gas, las baterías de iones de litio y el almacenamiento hidroeléctrico por bombeo son tres ejemplos de tecnologías de almacenamiento de energía que son esenciales para enfrentar este desafío. Con la intención de construir 30 GW de capacidad de almacenamiento para 2025, China ha estado haciendo inversiones significativas en almacenamiento de energía. La optimización del uso de la energía renovable y el aumento de la resiliencia de la red también se verán muy facilitados por el desarrollo de redes inteligentes y tecnología digital.

El requisito de eliminar gradualmente las centrales eléctricas de carbón, que todavía representan una parte considerable de la matriz energética de China, presenta otra dificultad. Aunque el país ha avanzado en la reducción del uso de carbón, será necesario un cambio más enérgico hacia el abandono de los combustibles fósiles para alcanzar la neutralidad de carbono. Para evitar perturbaciones económicas y proporcionar una transición justa para los trabajadores de la industria del carbón, este cambio debe gestionarse adecuadamente.

China es líder en energía renovable, lo que tiene efectos significativos en el mercado energético mundial. Como el mayor emisor de gases de efecto invernadero del mundo, sus acciones son esenciales para cumplir los objetivos climáticos globales. Además de reducir su propia huella de carbono, el país da un ejemplo a seguir para otros países con su dedicación a la energía renovable.

Además, el sector de energía renovable de China es ahora un motor clave tanto de la creación de empleo como de la expansión económica. Hoy, el país lidera el mundo en la exportación de tecnologías de energía renovable, como baterías, turbinas eólicas y paneles solares. China ahora tiene un papel destacado en el sector mundial de energía renovable, lo que le da una influencia considerable en las negociaciones internacionales sobre el clima.

La revolución de la energía renovable en China es una prueba del poder de la innovación tecnológica, la planificación estratégica y el liderazgo visionario. Aunque todavía quedan obstáculos por superar, los éxitos del país en materia de energía hidroeléctrica, eólica y solar demuestran que es posible alcanzar un futuro energético sostenible. China está sirviendo de inspiración a medida que amplía los límites de la energía renovable.

China no sólo está abordando sus problemas medioambientales, sino que también está sentando las bases para un futuro más limpio, más verde y más rico mediante la adopción de energías renovables. Para garantizar una transición fluida hacia un sistema energético sostenible que beneficie a todos, la comunidad internacional debe tomar nota de los esfuerzos de China y ayudar a la causa.

Dependencia del Carbón y Retos de la Transición

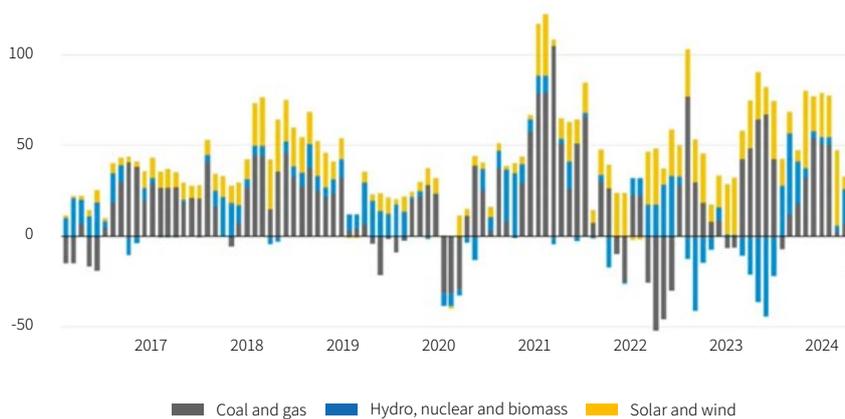
A pesar de estos logros, el carbón sigue siendo una parte predominante de la matriz energética china. En 2023, el país fue responsable del mayor aumento en la generación de electricidad a base de carbón, debido en parte a condiciones climáticas adversas como sequías, que limitaron la producción hidroeléctrica.

Esta dependencia plantea desafíos para los objetivos climáticos de China, incluidos sus compromisos de alcanzar el pico de emisiones antes de 2030 y lograr la neutralidad de carbono para 2060. Para abordar estos desafíos, el gobierno está adoptando estrategias como la modernización de plantas de carbón para hacerlas más eficientes y el desarrollo de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono.

Figura 10 →

AVANCE DE LAS RENOVABLES FRENTE AL CARBÓN EN CHINA

Fuente: China Electricity Council



Complementariedad de las Fuentes Renovables

Un aspecto destacado del sistema energético chino es la complementariedad entre las fuentes renovables. La energía solar y eólica están desempeñando un papel crucial en la diversificación del suministro eléctrico, particularmente en momentos de escasez de recursos hidroeléctricos.

Además, la infraestructura avanzada de redes eléctricas de China, incluyendo sistemas de almacenamiento y transmisión de alta capacidad, permite una integración más eficiente de las energías renovables.

Políticas y Futuro Energético

El gobierno chino ha establecido ambiciosos planes para aumentar la participación de las energías renovables en su matriz energética:

- En 2025, se espera que el 20% del consumo total de energía primaria provenga de fuentes limpias.
- Para 2060, la proporción de combustibles fósiles se reducirá drásticamente, mientras que las energías renovables dominarán la generación eléctrica.

Sin embargo, alcanzar estas metas requerirá superar desafíos clave, como la gestión de la creciente demanda eléctrica y la reducción de las emisiones del transporte y la industria pesada.

Hacia una Transición Energética Sostenible

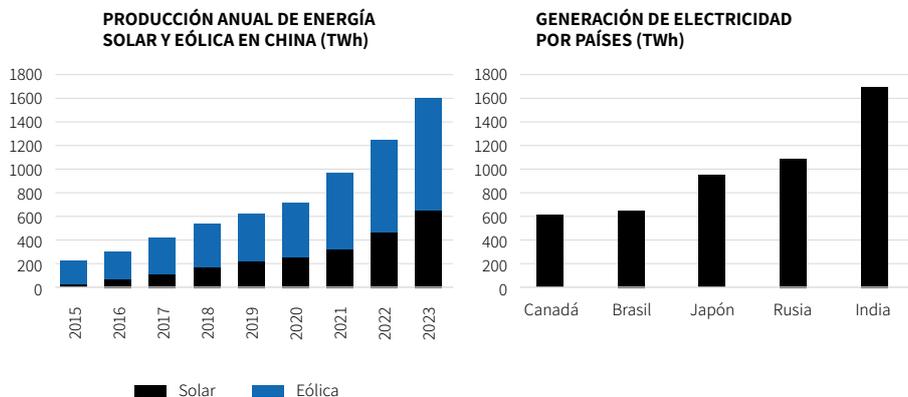
China está en una posición única para liderar la transición energética global. Su combinación de recursos naturales, avances tecnológicos y capacidad de inversión masiva lo colocan como un referente en la adopción de energías limpias.

El éxito de su transición no solo será crucial para alcanzar sus propios objetivos climáticos, sino también para influir en la estabilidad energética y ambiental a nivel mundial. Con un enfoque estratégico y la colaboración internacional, China puede transformar su sector energético y allanar el camino hacia un futuro más sostenible.

Figura 11 →

PRODUCCIÓN ANUAL DE ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA EN CHINA. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN OTROS PAÍSES

Fuente: Ember Climate, Bloomberg e informes de la industria





Capítulo 5

Caso particular. Los cargadores eléctricos

La Comisión Europea ha establecido un ambicioso objetivo para cumplir la meta de puntos de recarga en 2030: instalar 3,5 millones de puntos de recarga eléctrica para 2030. Este plan busca acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica, aunque el ritmo actual de despliegue de infraestructura plantea desafíos significativos.

El aumento en la popularidad de los vehículos eléctricos (VE) contrasta con los obstáculos en la disponibilidad y fiabilidad de las estaciones de recarga. Según la Asociación de Constructores Europeos de Automóviles (ACEA), en 2023 habrá más de 630.000 puntos de recarga públicos en la Unión Europea, con un 61% concentrado en Alemania, Francia y los Países Bajos. En ese mismo año, se estima que tres millones de vehículos eléctricos estarán en circulación en la región.

Fiabilidad: el talón de Aquiles de las estaciones de recarga

Un informe reciente de una empresa finlandesa especializada en recarga de vehículos eléctricos señala que una de cada tres operaciones de recarga experimenta fallos técnicos. Los problemas más comunes incluyen errores en la comunicación entre las unidades de carga y los sistemas de gestión (47% de los casos) y fallos en los mecanismos de bloqueo de los cables (44%). Estas dificultades podrían desincentivar el uso de vehículos eléctricos y hacer que algunos conductores consideren volver a los motores de combustión interna.

Regulaciones para mejorar la infraestructura

En 2023, el Consejo Europeo adoptó el Reglamento sobre Infraestructuras de Combustibles Alternativos (AFIR), diseñado para impulsar la electrificación del transporte y reducir las emisiones de CO₂ en un 55% para 2030. Entre sus disposiciones, se exige que los cargadores rápidos de 50 kW o más permitan pagos con tarjeta, mientras que los cargadores de menor potencia podrán usar códigos QR.

No obstante, la ACEA calcula que serán necesarios al menos 8.8 millones de puntos de recarga para cubrir la demanda proyectada en 2030, más del doble de la meta fijada por la Comisión Europea. Alcanzar los 3.5 millones requerirá instalar 410,000 cargadores anualmente, casi tres veces el ritmo actual.

La urgencia de un marco político efectivo

Aunque el AFIR proporciona directrices, su implementación depende de los Estados miembros, que deben adaptarlas a sus políticas nacionales. Según Gerd Leutner, socio de CMS Berlín, los países de la UE tienen hasta finales de 2024 para presentar sus planes nacionales: "La clave está en establecer un marco político sólido que facilite la inversión y desarrollo de infraestructura".

La tecnología también juega un papel crucial. Nuevos cargadores, como el presentado por Project EV en Reino Unido, ofrecen hasta 1 MW de potencia y capacidades de carga bidireccional (V2G), lo que podría generar ingresos adicionales para flotas comerciales electrificadas.

El camino hacia 2030

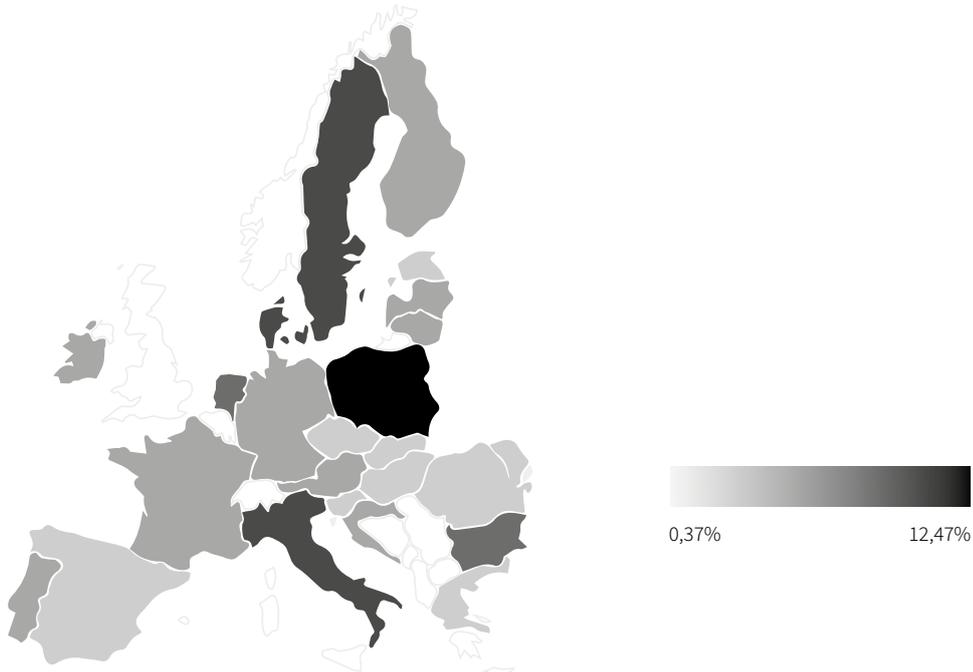
El AFIR también establece que, a partir de 2025, deberán instalarse estaciones de recarga rápida de al menos 150 kW cada 60 km en los principales corredores de transporte europeos. Sin embargo, la proporción actual de cargadores rápidos es limitada: solo uno de cada ocho puntos de recarga públicos cumple con esta categoría.

Si bien la Unión Europea ha logrado avances importantes en la electrificación del transporte, aún enfrenta retos significativos. Para que la movilidad eléctrica sea una realidad accesible y sostenible, será necesario acelerar el desarrollo de infraestructura y garantizar su fiabilidad, sentando así las bases para un futuro más limpio y conectado.

Figura 12 →

Fuente: European
Alternative Fuels
Observatory (October 2024)

FLOTA DE TURISMOS (M1) Y FURGONETAS (N1)
PROPULSADOS POR COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS (BEV,
PHEV, H2, GLP, GNC, GNL) COMO PORCENTAJE DE LA
FLOTA TOTAL EN 2022.





Capítulo 6

El papel estratégico del hidrógeno verde en España

- ⊗ El hidrógeno verde se ha convertido en un componente crucial en la transición energética de España hacia la neutralidad climática y la descarbonización de la economía. Gracias a su capacidad para generar energía sin emisiones de carbono, este recurso resulta esencial en sectores difíciles de electrificar y en sistemas energéticos aislados.

¿Qué es el hidrógeno verde?

Se denomina hidrógeno verde al producido mediante electricidad proveniente de fuentes renovables, utilizando agua como materia prima a través de un proceso llamado electrólisis. En este proceso, una corriente eléctrica descompone el agua en oxígeno e hidrógeno con ayuda de electrodos. Además, el hidrógeno obtenido mediante reformado de biogás o conversión bioquímica de biomasa también se considera renovable, siempre que cumpla con los estándares de sostenibilidad establecidos.

España como líder en hidrógeno verde

España se posiciona como un referente en la producción y uso de hidrógeno verde, gracias a los ambiciosos objetivos establecidos en su Hoja de Ruta del Hidrógeno. Este plan contempla la instalación de una capacidad de electrólisis de 4 GW para 2030, junto con la producción de hasta 70.000 toneladas anuales de hidrógeno renovable. A largo plazo, para 2050, se proyecta alcanzar la neutralidad climática con la integración total de este recurso en el sistema energético nacional.

Beneficios y desafíos del hidrógeno verde

El desarrollo del hidrógeno verde en España ofrece múltiples beneficios, entre ellos la creación de empleo en sectores tecnológicos e innovadores, el fortalecimiento de la competitividad industrial y el posicionamiento como líder internacional en tecnologías sostenibles. Sin embargo, también enfrenta desafíos importantes, como los elevados costos iniciales, la necesidad de infraestructura específica y la implementación de un marco regulatorio adecuado.

Instrumentos de apoyo para alcanzar las metas

Para superar estos retos y cumplir los objetivos, España ha diseñado una serie de instrumentos de apoyo:

- Subvenciones y financiación pública, enfocadas en proyectos de investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías relacionadas con el hidrógeno.
- Incentivos fiscales, destinados a promover inversiones privadas e innovación en el sector.
- Colaboración internacional, a través de la participación en proyectos europeos y globales para el intercambio de conocimientos y recursos.

Un paso hacia la sostenibilidad

La apuesta por el hidrógeno verde reafirma el compromiso de España con la lucha contra el cambio climático y la transformación hacia un sistema energético 100 % renovable. Este esfuerzo no solo contribuirá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también impulsará el crecimiento económico sostenible y el liderazgo en la transición energética global.

El proyecto H2Med: Un corredor estratégico para el hidrógeno verde en Europa

El proyecto H2Med es una ambiciosa iniciativa transeuropea destinada a conectar la red de transporte de hidrógeno de la Península Ibérica con el noroeste de Europa. Su objetivo es garantizar un suministro asequible de hidrógeno verde al continente para 2030. Este proyecto, impulsado por España, Francia y Portugal con el respaldo de Alemania, cuenta con la colaboración de los operadores de redes de transporte (TSO) de estos países: Enagás, GRTgaz, REN, Teréga y OGE.

El 20 de octubre de 2022, en el contexto del Consejo de la Unión Europea, los líderes de España, Francia y Portugal acordaron acelerar la creación de nuevas interconexiones energéticas. Como parte de este compromiso, se planteó un corredor de energía verde que unirá los tres países con la red energética europea. Entre las principales infraestructuras destacan la interconexión entre Celorico da Beira (Portugal) y Zamora (España) y un ducto submarino que enlazará Barcelona con Marsella, facilitando el transporte de hidrógeno renovable desde la Península Ibérica hacia el norte y centro de Europa.

Este compromiso fue reafirmado en la Cumbre Euromediterránea del 9 de diciembre de 2022 en Alicante, con el respaldo de la presidenta de la Comisión Europea, Ursula von der Leyen.

Cooperación técnica y acuerdos estratégicos

Desde octubre de 2022, los operadores de infraestructuras Enagás, GRTgaz, REN y Teréga trabajan en estrecha colaboración con sus gobiernos, aportando asesoramiento técnico para el desarrollo del proyecto H2Med. Este esfuerzo se formalizó mediante la firma de un Memorandum de Entendimiento (MoU), que establece la cooperación conjunta de los países participantes para garantizar que la infraestructura esté operativa en 2030.

El 15 de diciembre de 2022, los cuatro operadores presentaron H2Med como candidato a Proyecto de Interés Común (PIC), en conformidad con la regulación TEN-E (Redes Transeuropeas de Energía). Esta designación permite optar a financiación de la Unión Europea para proyectos de infraestructura clave.

La adhesión de Alemania y el fortalecimiento del proyecto

En enero de 2023, Alemania se unió oficialmente al proyecto, reforzando su alcance. El presidente francés, Emmanuel Macron, junto al canciller alemán, Olaf Scholz, anunció que Alemania se convertiría en un socio clave de H2Med, ampliando su conexión para incluir al país germano en este corredor estratégico, con apoyo financiero de la Unión Europea.

Más adelante, el 18 de octubre de 2023, durante un evento de presentación en Berlín, se confirmó la incorporación del operador alemán OGE al proyecto. Esta adhesión subraya la importancia de H2Med para Alemania, al consolidar un corredor confiable que facilite la importación de hidrógeno verde hacia el país.

H2Med: Un paso crucial hacia la sostenibilidad energética

El proyecto H2Med representa un avance significativo en los esfuerzos por descarbonizar Europa y promover el uso del hidrógeno renovable como fuente clave de energía. Su desarrollo no solo fomentará la integración energética entre países, sino que también reforzará el liderazgo europeo en la transición hacia un sistema energético sostenible y resiliente.

Figura 13 →

RUTAS DE HIDRODUCTOS EN EUROPA

Fuente: H2medproject.com

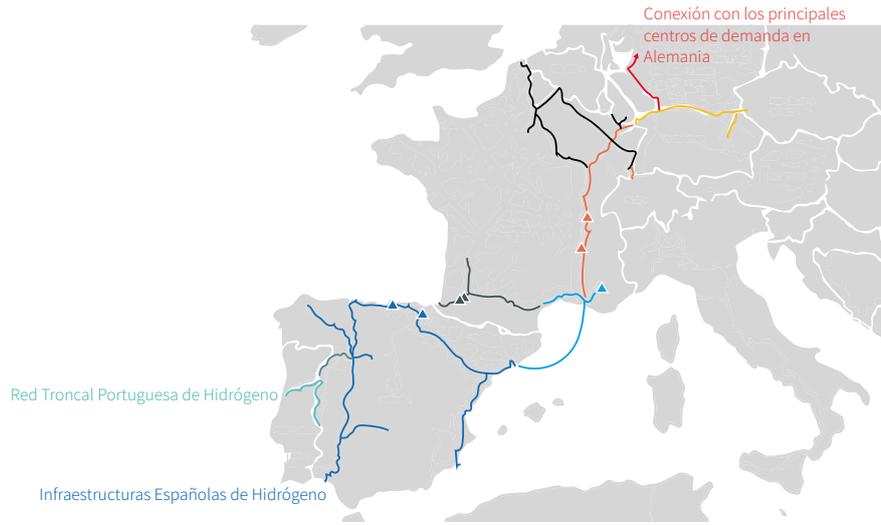


Figura 14 →

EL PROYECTO H2MED

Fuente: H2medproject.com

- H2med: Cel-Za
- H2med: Bar-Mar
- Columna vertebral española del hidrógeno EJE 1
- Columna vertebral española del hidrógeno EJE 2
- Posibles almacenes de hidrógeno



CelZa: Uniendo Portugal y España a través del hidrógeno verde

El proyecto CelZa consiste en la construcción de un hidroduto de 248 kilómetros que conectará Celorico da Beira, en Portugal, con Zamora, en España. Esta infraestructura integrará las redes troncales de hidrógeno que ambos países están desarrollando. La gestión del proyecto estará dividida entre los operadores de redes de transporte (TSO) de cada país: REN en Portugal será responsable de 162 kilómetros, mientras que Enagás gestionará los 86 kilómetros restantes en España.

Diseñado exclusivamente para el transporte de hidrógeno, CelZa se convertirá en el principal canal de exportación de este recurso energético, producido en Portugal a partir de fuentes renovables como la energía solar y eólica.

BarMar: Hidrógeno verde entre España y Francia

BarMar es otro proyecto estratégico que contempla la creación de un hidroduto marítimo de 450 kilómetros que enlazará Barcelona (España) con el centro industrial de Fos-sur-Mer, cerca de Marsella (Francia). Este enlace será fundamental para exportar hidrógeno producido en Portugal y España a partir de fuentes renovables, como la energía solar y eólica, hacia Francia y el resto de Europa.

La infraestructura permitirá que el hidrógeno llegue a la red troncal francesa, conectándose posteriormente con la red alemana y otras regiones del noroeste europeo. Este sistema asegura el suministro de hidrógeno renovable a costos competitivos, consolidando a la Península Ibérica como un proveedor clave en la transición energética europea.

Figura 15 →

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN EL PROYECTO H2MED

Fuente: H2medproject.com

| Especificaciones técnicas | | |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------|
| | CelZa | BarMar |
| Tuberías | | |
| Longitud | 248 km | 450 km |
| Diametro | 28" | 28" ó 42" |
| Profundidad máxima | / | 2.600 m |
| Presión de funcionamiento | hasta 100 bares | hasta 210 bares |
| Estación compresora | | |
| Potencia | 24,6 MW | Hasta 140 MW |
| Capacidad máxima de transmisión | 0,75 Mt | 2 Mt |
| Presupuesto | ≈ 350 millones de € | ≈ 2.135 millones de € |



Capítulo 7

El autoconsumo eléctrico como solución complementaria

El autoconsumo eléctrico permite a individuos y empresas generar su propia energía renovable mediante la instalación de sistemas como paneles solares fotovoltaicos u otras tecnologías en sus viviendas, negocios o comunidades. Esta modalidad cubre parte del consumo energético con electricidad generada in situ, lo que reduce la factura eléctrica, disminuye la dependencia de las fluctuaciones en los precios de la electricidad y contribuye a la reducción de emisiones contaminantes al limitar el uso de combustibles fósiles.

Actualmente, el autoconsumo es una opción legal, técnicamente viable y económicamente rentable en España. Además, la eliminación del conocido "impuesto al sol" ha impulsado su adopción.

Componentes y funcionamiento del autoconsumo

Una instalación de autoconsumo incluye sistemas de generación como paneles solares o mini generadores eólicos, junto con equipos electrónicos (inversores, conectores, protecciones eléctricas) y un contador, que en muchos casos es el mismo que ya posee el usuario. Adicionalmente, pueden incorporarse baterías y sistemas de gestión para controlar la producción y el consumo a través de aplicaciones móviles o plataformas web.

El sistema está conectado a la red eléctrica, permitiendo consumir la energía generada directamente cuando está disponible. Durante las horas sin generación (por ejemplo, por la noche), se recurre a la red eléctrica. Además, el excedente de energía generado puede volcarse a la red, lo que genera compensaciones en la factura eléctrica o ingresos por la venta de energía.

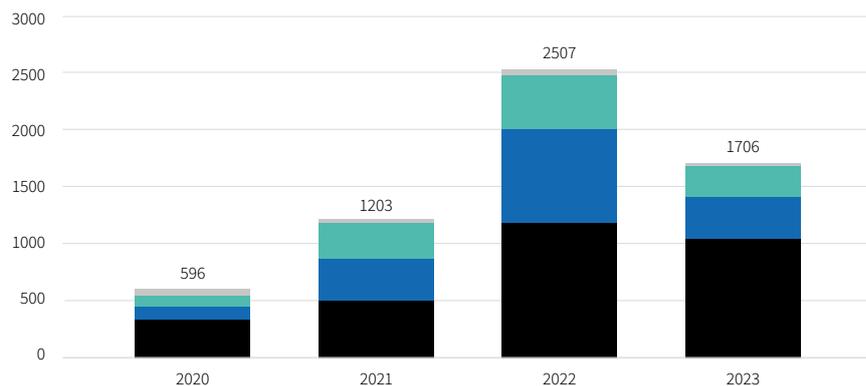
El auge del autoconsumo en España en 2023

Según datos de la Unión Española Fotovoltaica (UNEF), en 2023 se añadieron 1.706 MW de nueva capacidad de autoconsumo en España. El sector industrial lideró este crecimiento con 1.020 MW instalados, seguido del sector residencial (372 MW), el comercial (291 MW) y sistemas aislados (23 MW). Aunque se registró una disminución del 32 % en la tasa de crecimiento respecto a 2022, el incremento del 42 % en comparación con 2021 refleja un avance significativo.

UNEF destaca que este crecimiento se vio impulsado por factores coyunturales como los altos precios de la energía derivados de la crisis en Ucrania y las ayudas incluidas en los Fondos de Recuperación tras la pandemia. No obstante, factores como la percepción de precios energéticos más bajos, el aumento de la inflación y la finalización de algunas ayudas han ralentizado la adopción del autoconsumo, según José Donoso, director general de UNEF.

Figura 16 → POTENCIA INSTALADA EN AUTOCONSUMO HASTA 2023

Fuente: energías-renovables.com



Es cierto que en los primeros trimestres del año 2024 el autoconsumo ha seguido descendiendo, pero parece que ha tocado suelo se han propuesto medidas para poder revertir esta tendencia, como el autoconsumo colectivo, donde es importante eliminar los obstáculos que limitan el autoconsumo colectivo en España, considerado clave para cumplir con la Hoja de Ruta de Autoconsumo. Para alcanzar los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), es esencial alinear los esfuerzos de comercializadoras, distribuidoras e instituciones públicas y ofrecer soluciones que se adapten al entorno urbano del país.

El autoconsumo alcanza casi 7 GW de capacidad instalada

España ya acumula 6.955 MW de capacidad de autoconsumo, acercándose a los objetivos revisados en el PNIEC en 2023, que buscan acelerar la transición energética. A pesar de la desaceleración del crecimiento, el autoconsumo sigue siendo una opción rentable tanto para hogares como para empresas, proporcionando estabilidad económica frente a crisis geopolíticas.



Capítulo 8

Energía nuclear

- ⊙ Este tipo de energía sigue funcionando a pesar de las múltiples oposiciones y alternativas, pero es y en los próximos años seguirá siendo una fuente fiable de producción de energía.

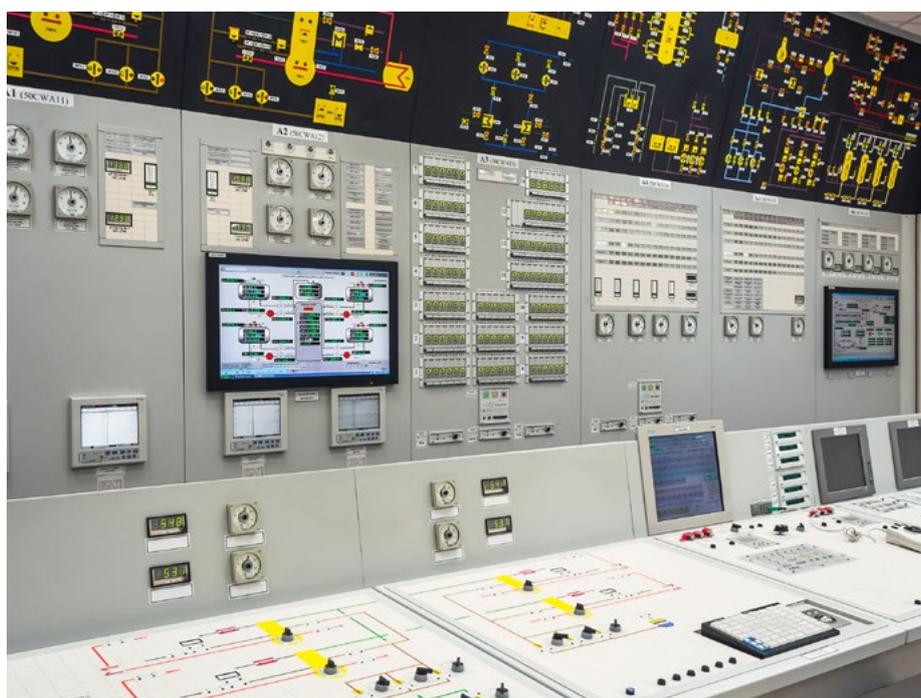
La energía nuclear necesita de combustibles radioactivos para la generación de energía eléctrica. Si bien una vez puesta en marcha no se genera contaminación a nivel de CO_2 (las columnas de humo blanco que vemos en las centrales nucleares es vapor de agua), el proceso de construcción es costoso (requiere unos altos niveles de seguridad) y está el inevitable tema de los residuos radioactivos, ya que el material utilizado debe ser sustituido y desechado en unas condiciones muy específicas.

Entre 1996 y 2015, los ciudadanos pagaron a las eléctricas algo más de 5.700 millones de euros (unos 1.300 solo en intereses) mediante sobrecostes en el recibo de la luz como indemnización por la paralización del programa nuclear en España tras la llegada al poder del PSOE en 1982. La Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional (Losen) de 1994 estableció una compensación para las empresas afectadas por las inversiones ya realizadas. Así, Iberdrola, Sevillana (más tarde absorbida por Endesa), Unión Fenosa (hoy parte de Naturgy) y Endesa recibieron un total de casi 4.400 millones de euros.

Actualmente, siguen produciendo energía eléctrica cinco centrales nucleares en España, con una potencia instalada de 7.398 MW. En el año 2022, sus siete reactores en activo generaron casi 55.983,50 GWh según el foro nuclear.

Algunas centrales se están acercando al final de su vida útil, pero está por ver cómo se pueden sustituir dentro de la producción de energía eléctrica. El problema de los residuos radioactivos provoca mucho rechazo social, y se plantea su eliminación total como fuente de energía en el futuro.

Mucho se ha hablado y se sigue comentando cuál es el papel que debe jugar la energía nuclear en la producción energética de España y otros países. Debido a antecedentes desagradables como el de Chernobyl o Fukushima, esta fuente de energía no goza de buena reputación, hasta el punto que algunos países como Alemania la suprimen por ley, y desde abril de 2023 ya no forman parte de la red de energía eléctrica. El problema sigue radicando en el uso del carbón, que existe la previsión de seguir reduciéndolo por ejemplo con plantas creadas en tiempo récord de Gas Natural licuado (LNG) pero estas soluciones necesitan tiempo.



Es obvio que la energía nuclear genera unos problemas de fondo importantes, como son los residuos radioactivos y el componente de seguridad ante ataques terroristas. Es cierto que los dos problemas están controlados y es difícil que se produzcan, pero también es cierto que en caso de producirse el impacto es de magnitudes muy importantes. Como toda energía, tiene sus ventajas e inconvenientes, y éstos pesan mucho sobre el futuro de la energía nuclear. Las zonas de acopio de residuos, que en algunos países se han ubicado en interiores de montañas o cavernas profundas, permanecerán durante siglos y es una herencia para generaciones futuras que está por ver si la tecnología del futuro permitirá un reaprovechamiento o un trato más seguro de estos residuos.

Ahora mismo el aporte de la energía nuclear en el abanico energético español es importante, ya que una quinta parte de la energía que se consume es producida por las centrales nucleares. De hecho, es la única energía que lleva doce años consecutivos produciendo más del 20 % de la energía. Si queremos eliminarla, debemos dar una alternativa fiable y segura, ya que las renovables no son constantes, y las provenientes de hidrocarburos tienen que ir desapareciendo por los efectos contaminantes.

Nuevas tecnologías, como los reactores rápidos, pueden ser una solución para alargar esta fuente de energía, donde se pueden aprovechar mejor la energía, siendo más eficientes que las centrales existentes.

También se pueden poner en funcionamiento en los próximos años reactores nucleares de cuarta generación, que ofrecen sensibles ventajas respecto a los diseños existentes como los que funcionan en España y prácticamente en todo el mundo. Estos generadores optimizan el uso del combustible, con lo que sería necesario mucho menos combustible que el actual para la generación de energía, y por consiguiente menos residuos radioactivos, y un tema muy importante también que es la seguridad y fiabilidad de los reactores, que en el caso de tener algún problema sería necesario tomar medidas únicamente en el área ocupada por la central. Esto supondría un paso muy importante para poder mejorar la utilización de esta controvertida fuente de energía en el mundo, evitando las imágenes de accidentes mencionados en la historia de la energía nuclear.

En este año 2023 no hay previsiones que proyectos similares se implementen en España. En Francia se están planteando implementar nuevos reactores nucleares y prolongar la vida de los existentes para depender menos de las energías fósiles.

Otra solución, que no es realmente nuclear, pero sí produce reacciones nucleares, es la generación de energía mediante fusión nuclear. A diferencia de las centrales convencionales, donde se libera energía mediante fisión (“rotura” de átomos), la fusión es un proceso donde a muy altas temperaturas pueden unirse átomos generando una gran cantidad de energía. Este proceso no genera residuos nucleares y es una energía limpia e inagotable, pudiendo solucionar el problema de la energía para siempre. El problema es que está en una fase muy embrionaria, se avanza poco a poco (con el proyecto ITER por ejemplo) y estamos a algunas décadas que pueda ser operativo a nivel comercial y llegue a nuestras casas y comercios.

De evolucionar positivamente sería la fuente de energía que solucionaría de una vez por todas el problema de la generación y además de forma limpia, pero como está lejos en el tiempo debemos tratarla en paralelo junto con otras soluciones que abastezcan a la sociedad actual. El siguiente paso, que ahora mismo podemos mencionarlo cercano a la ciencia ficción, sería la fusión fría, ya que los experimentos que se están llevando a cabo necesitan temperaturas muy altas (millones de grados centígrados), que complican mucho la fabricación de generadores, y por tanto si se pudiera rebajar considerablemente la temperatura a la que tienen lugar estos fenómenos, como elevar la temperatura de los superconductores (que necesitan temperaturas muy bajas) daría a nuestra civilización un nivel jamás visto en la historia y permitiría aspirar a metas mucho más altas, a nivel de sostenibilidad, igualdad, acceso a los servicios, etc.

The background of the slide features a silhouette of an oil pumpjack against a sunset sky. The sky transitions from a deep blue at the top to a bright orange and yellow near the horizon. The pumpjack's long arm and counterweight are prominent in the upper left, while the base and other structural elements are visible in the lower half. The overall scene is industrial and atmospheric.

Capítulo 9

Combustibles fósiles

En 2021, las importaciones de crudo a España ascendieron a cerca de 63,6 millones de toneladas. Los principales países exportadores de crudo al mercado español fueron, en este orden, Estados Unidos, Nigeria, México, Brasil y Libia.

Las importaciones brutas aumentaron un 7,5% en España. Estados Unidos (29%) lideró las importaciones por primera vez frente a Argelia (24%), Nigeria (14%), Rusia (12%) y Francia (4%).

Las importaciones de GNL marcaron su máximo histórico 319 TWh, un 71% del suministro, y procedieron de dieciocho orígenes diferentes.

Las importaciones por gasoducto, en su mayoría de Argelia, cayeron un 32% respecto a 2021.

España tiene la ventaja respecto a otros países de la UE de la infraestructura existente para la entrada de gas procedente de Argelia vía Almería (proveniente directamente de Argelia) o Tarifa (de Argelia vía Marruecos, actualmente sometida a cierres por el conflicto político entre Argelia y Marruecos), así como las estaciones, plantas de regasificación y almacenamiento de gas que permiten que sea mucho menor el impacto del suministro proveniente de Rusia. Es cierto que existen tensiones políticas ahora mismo entre y España, pero es de común interés para ambos países y la Unión Europea un acuerdo estable y duradero para seguir abasteciendo el continente con gas mientras siguen creciendo los parques de energías renovables.

Figura 17 →

LA 'AUTOPISTA' DEL GAS EN ESPAÑA

Fuente: Enagás



Y en cuanto al carbón, la Decisión 2010/787/UE del Consejo, de 10 de diciembre de 2010, estableció el 31 de diciembre de 2018 como fecha límite para el cierre de las explotaciones mineras no competitivas, de acuerdo con un plan de cierre autorizado por la Comisión Europea. Esto supuso el fin de la minería del carbón en España, aunque algunas centrales térmicas se siguen sirviendo de las importaciones para generar energía eléctrica. En todo caso, la electricidad generada con carbón representó menos del 2% en 2022. Esta es una fuente que debe desaparecer de la Unión Europea, pero el problema actual de suministro de gas y petróleo con Rusia está haciendo que aumente la producción mediante carbón en algunos países europeos, hecho que va en la línea opuesta a los objetivos climáticos de la Unión, y por eso deben buscarse soluciones rápidas para eliminar este combustible de la producción de energía eléctrica, y a la vez plantea el reto en países como Polonia, que por un lado siguen teniendo muchas calefacciones con carbón, y tienen una industria minera importante para recolocar los puestos de trabajo que se perderán.





Capítulo 10

Energías renovables

- ② El consumo de energía renovable en España alcanzó en 2022 los 120.359 GWh, de acuerdo con datos del foro nuclear, produciéndose un leve descenso provocado por la disminución de la hidroeléctrica (los embalses han registrado descensos significativos).

Como se ha explicado anteriormente, la electricidad generada con fuentes de energía renovables en España se aproxima ya al 50% de la producción total, superando en algunos meses de 2023 este valor.

Las diferentes fuentes de energía renovable generan electricidad sin apenas emisiones ni residuos, y por lo tanto se consideran, limpias. Sin embargo, la tecnología para producirlas necesita de ciertos materiales que, en muchas ocasiones, son escasos en el planeta, y esto es nuevamente un reto ante el que nos enfrentamos. Los llamados metales raros, como el neodimio (utilizado en los imanes de las turbinas eólicas) o el germanio (usado como conductor en los paneles solares), son recursos limitados, y su demanda no deja de crecer.

Algunos son incluso más conocidos, como el litio o el cobalto, pero no por ello más abundantes. En los próximos años, **si no existen alternativas y su demanda continúa al alza, su precio podría dispararse**, amenazando la sostenibilidad de las energías renovables.

Cuando hablamos de energías limpias y renovables, debemos considerar todo el ciclo, tanto de producción de los materiales, como de emisión y costes económicos. Es evidente que nada es gratis ni tiene impacto cero, pero dentro del abanico de posibilidades, las ventajas superan en mucho los inconvenientes y es por esto que se deben apostar por este tipo de energías y mediante la tecnología seguir superando los retos que van apareciendo.



Capítulo 11

La energía geotérmica como complemento adicional

Esta fuente de energía, relativamente moderna, es limpia, sin emisiones de CO₂, renovable y sostenible. Proporciona calor que genera electricidad y calefacción. Su uso no ha dejado de crecer en los últimos años. Estados Unidos es su mayor productor e Islandia el mejor ejemplo de sus ventajas, pero unos 90 países tienen capacidad para generarla de forma estable y masiva.

Este tipo de industria energética necesita de recursos geotermales, es decir, un lugar en las profundidades de la corteza terrestre donde el calor del planeta convierta el agua líquida en vapor, liberando energía. La inversión necesaria para las perforaciones depende de encontrar o no esta fuente geotermal.

A sunset over the ocean with wind turbines on the horizon. The sky is filled with orange and yellow clouds, and the water is a deep blue. Wind turbines are visible on the horizon line.

Capítulo 12

Energía eólica marina: uno de los retos del futuro

Los parques eólicos en el mar son otra de las grandes apuestas de la industria de las energías renovables. España es una potencia eólica global, tanto en fabricación de equipos como en generación de energía; con 27,5 GW de potencia instalada en tierra firme, es el quinto país del mundo, por detrás de China, EEUU, Alemania e India según los datos recogidos por el IDAE.

La eólica marina es una tecnología clave en la UE, donde crecerá desde los 12 GW actuales hasta los 60 GW en 2030, según la “Estrategia UE sobre las Energías Renovables Marinas” de la Comisión Europea. En España existen distintos problemas en el litoral, como la elevada profundidad de las aguas territoriales, donde las tecnologías de los proyectos actuales permiten cimentaciones hasta los 50 metros de profundidad, hecho que está dificultando la instalación de distintos parques.

Esta solución también plantea problemas como indican especialmente instituciones ecologistas, pero se debe buscar el equilibrio y aprovechar las ventajas que tienen los más de 6.000 km de litoral español.

Se necesita más investigación y proyectos que en un futuro inmediato permitan aumentar la eficiencia de esta fuente que permitiría sustituir muchos de los aportes de las energías contaminantes.





Capítulo 13

La tendencia en 2025 y el futuro próximo

España se ha fijado como objetivo que, para 2025, el 55 % de su electricidad provenga de fuentes renovables. Este compromiso no solo refuerza la sostenibilidad energética, sino que también posiciona al país con una ventaja económica, ya que se estima que la energía será un 60 % más económica en comparación con Francia y Alemania.

Para lograrlo, el Gobierno ha implementado políticas y subsidios destinados a incentivar inversiones en tecnologías limpias, previendo un aumento significativo en la capacidad instalada de energía solar y eólica.

Hidrógeno verde: una pieza clave en la transición energética

El hidrógeno verde está emergiendo como un pilar fundamental en la descarbonización de sectores industriales y de transporte. Un ejemplo de ello es la inversión de 60 millones de euros para la construcción de una planta de producción de hidrógeno verde en Villarrasa, Huelva. Este proyecto se suma a otros desarrollos que buscan consolidar la posición de España en el mercado del hidrógeno renovable.

Crecimiento proyectado de la energía solar y eólica

De cara a 2025, se espera que la capacidad de generación de energía solar alcance los 30 GW y la eólica los 40 GW, fortaleciendo la infraestructura renovable del país y acercando a España a sus objetivos climáticos.

Retos y oportunidades para las energías renovables en España

Aunque España avanza con paso firme en la transición energética, el sector enfrenta desafíos que deben ser abordados para garantizar un desarrollo sostenible y eficiente.

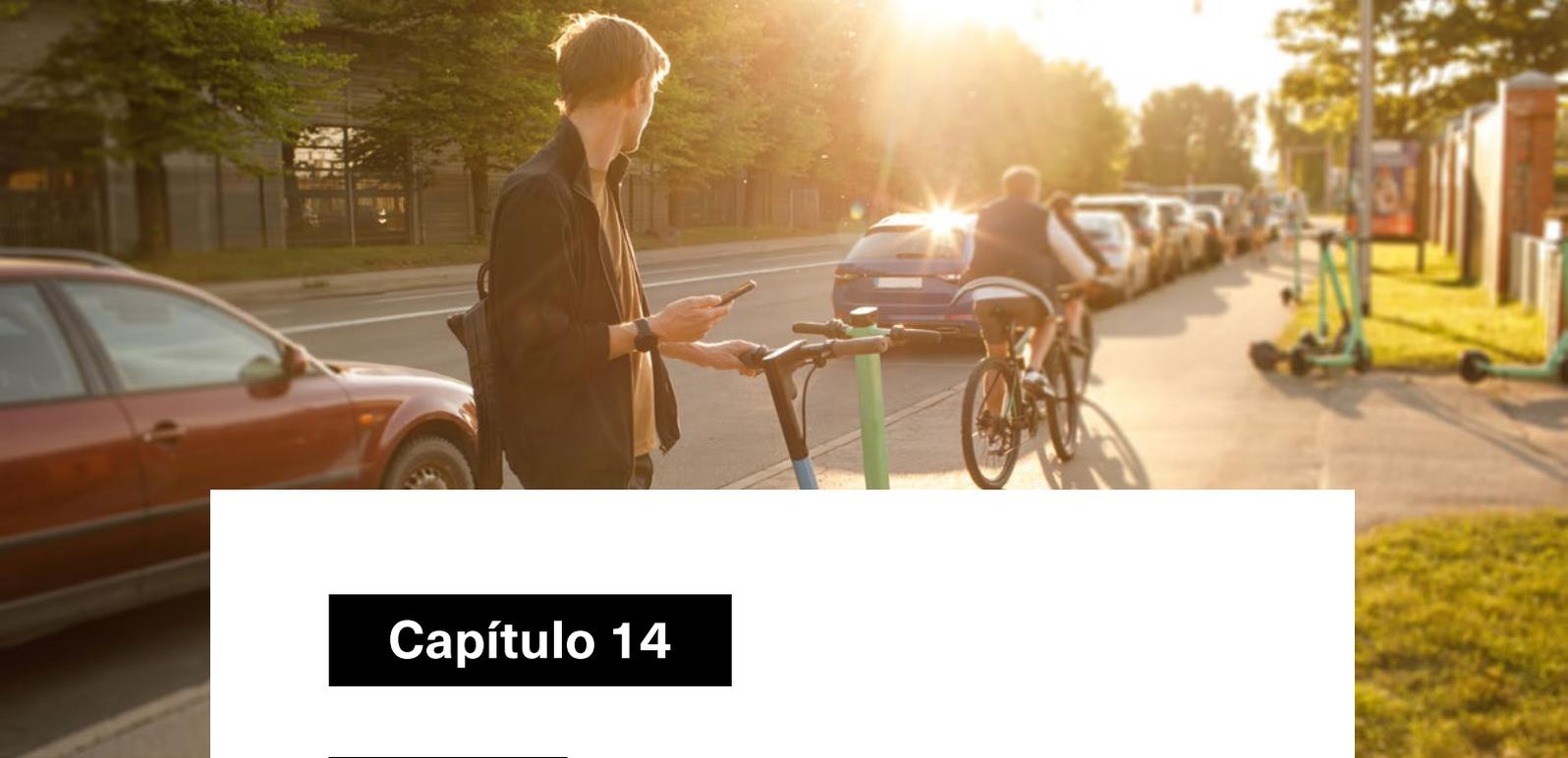
Desafíos actuales

- Mejorar la infraestructura de la red eléctrica para soportar el crecimiento de las energías renovables.
- Resolver las limitaciones asociadas a la intermitencia de fuentes como la solar y la eólica mediante tecnologías avanzadas de almacenamiento y gestión.

Oportunidades futuras

- Promover tecnologías innovadoras como el hidrógeno verde y la energía marina, que pueden diversificar la matriz energética del país.
- Convertir a España en un centro estratégico de exportación de energía renovable en Europa, aprovechando su abundante irradiación solar y recursos eólicos.
- Fomentar la colaboración entre el sector público y privado para acelerar la implementación de nuevas tecnologías y aumentar la capacidad instalada de energías limpias.

El consumo debe racionalizarse para poder encontrar el equilibrio energético buscado. Proyectos que se están llevando a cabo como el de sectorización y consumo al uso en grandes edificios e industrias colaborarán en gran medida a estabilizar la demanda energética y reducir el uso de combustibles fósiles.



Capítulo 14

Conclusiones

La composición de generación de energía está compuesta por distintas fuentes (hidrocarburos, nuclear, solar, eólica, etc.), unas de manera más tradicional que otras pero que deben complementarse unas a otras para poder satisfacer todas las demandas que se suceden en el país.

España ya supera el porcentaje del 50 % de producción en renovables, pero no es suficiente y se debe aumentar por los motivos conocidos tanto medioambientales para la transición energética como geopolíticos y económicos para ser más independientes de los países productores de combustibles fósiles y poder convertirse en un país exportador de energía. En latinoamérica la situación es muy parecida, si bien existen ya países con una independencia energética total o con un alto porcentaje de creación de energía limpia.

La práctica totalidad de los países está apostando fuertemente por aumentar su generación energética mediante renovables, y esto debe cambiar radicalmente el panorama de la electricidad en los próximos años.

La Unión Europea sigue confiando e invirtiendo en nuevos proyectos como los de la fusión nuclear para poder solucionar el déficit histórico energético que tiene. Es cierto que los proyectos cuestan tiempo y dinero, pero son imprescindibles para poder dar un impulso y un cambio de modelo del consumo de la energía que cada vez es más obligado por la situación mundial.

No podemos tampoco olvidar que la energía sirve a la sociedad y no al revés. Por lo tanto, todas las personas que componen la sociedad deben beneficiarse, aunque por desgracia existen problemas de suministro o de poder afrontar el recibo de la energía en una parte de la población, generando pobreza y la exclusión social. Las administraciones deben velar también por una regulación y protección justa y equilibrada.

Referencias bibliográficas

- 1. Domínguez, D.** (2024, octubre 4). Seis comunidades produjeron el 80% de la energía renovable en España en 2023. climatica.coop. <https://climatica.coop/seis-comunidades-80-energia-renovable-espana-2023/>
- 2. EITB.** (2024, julio 12). China, líder en la producción de energía renovable a nivel mundial. EITB <https://www.eitb.eus/es/noticias/economia/detalle/9541318/china-lider-en-produccion-de-energia-renovable-a-nivel-mundial/>
- 3. Energía renovable: distribución por CC. AA. de la generación eléctrica en 2023.** (s/f). Statista. Recuperado el 8 de enero de 2025, de <https://es.statista.com/estadisticas/993842/distribucion-porcentual-de-la-generacion-electrica-renovable-en-espana-por-ccaa/>
- 4. Europa Press Motor.** (2024, septiembre 19). España precisa el triple de puntos de recarga para cubrir la demanda de coches eléctricos en 2030. Europa Press Motor. <https://www.europapress.es/motor/sector-00644/noticia-espana-precisa-triple-puntos-recarga-cubrir-demanda-coches-electricos-2030-20240919113524.html>
- 5. Generación total.** (s/f). Sistemaelectrico-ree.es. Recuperado el 7 de enero de 2025, de <https://www.sistemaelectrico-ree.es/informe-del-sistema-electrico/generacion/generacion-de-energia-electrica/generacion-total-de-energia-electrica>
- 6. H2med - El proyecto H2med.** (s/f). H2medproject.com. Recuperado el 10 de enero de 2025, de <https://h2medproject.com/es/el-proyecto-h2med/>
- 7. La revolución de las energías renovables en China.** (s/f). Ewind.com. Recuperado el 8 de enero de 2025, de <https://www.ewind.com/2024/09/25/la-revolucion-de-las-energias-renovables-en-china/>
- 8. Molina, P. S. (2024, diciembre 3).** Las renovables han generado el 50,8% de la electricidad en noviembre en España. pv magazine España. <https://www.pv-magazine.es/2024/12/03/las-renovables-han-generado-el-508-de-la-electricidad-en-noviembre-en-espana/>
- 9. Noticias, P.** (2024, julio 25). Presente y futuro de las energías renovables. Grupo Solarlighting. <https://gruposolarlighting.es/evolucion-de-energias-renovables-espana/>
- 10. Redeia.** (s/f). Las energías renovables generan el 56% del 'mix' eléctrico español en 2024. Red Eléctrica. <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2024/12/las-energias-renovables-generan-el-56-del-mix-electrico-espanol-2024>
- 11. Resumen ejecutivo – Latin America Energy Outlook – Analysis.** (s/f). IEA. Recuperado el 8 de enero de 2025, de <https://www.iea.org/reports/latin-america-energy-outlook-2023/executive-summary?language=es>

12. Roca, J. A. (2024, julio 13). La energía limpia china empuja al carbón a una cuota mínima récord del 53% en mayo de 2024. El Periódico de la Energía. <https://elperiodicodelaenergia.com/la-energia-limpia-china-empuja-al-carbon-a-una-cuota-minima-record-del-53-en-mayo-de-2024/>

13. UNEF. (2024, enero 18). En 2023 se instalaron en España 1.706 MW de autoconsumo fotovoltaico. UNEF. <https://www.unef.es/es/comunicacion/comunicacion-post/en-2023-se-instalaron-en-espana-1706-mw-de-autoconsumo-fotovoltaico>

14. ¿Qué es el autoconsumo? (s/f). Idae.es. Recuperado el 10 de enero de 2025, de <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/oficina-de-autoconsumo/que-es-el-autoconsumo>

15. ¿Qué es el hidrógeno verde? (s/f). Gob.es. Recuperado el 10 de enero de 2025, de <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-hidrogeno-verde-beneficios-impacto-espana-prtr>



OBS Business
School

School of **Business
Administration
& Leadership**

School of **Innovation
& Technology
Management**



 Planeta Formación y Universidades