

Octubre 2026

Elegir la escalera

Estrategias de especialización productiva en energías renovables en el Sur Global

Ana Julia Aneise
Franco Mendoza
Elisabeth Möhle
Tomás Bril Mascarenhas
Joan Manuel Vezzato

Energías renovables

Transiciones verdes

OPEN SOCIETY FOUNDATIONS

fundar

Sobre el proyecto Transiciones verdes

El proyecto Transiciones Verdes se propone contribuir con información, conocimiento aplicado, metodologías, redes de colaboración y recomendaciones de política orientadas a una inserción estratégica del Sur en la transición energética global. Su propósito es claro: que este proceso se convierta en una palanca para avanzar hacia un modelo de desarrollo más justo, equitativo y ambientalmente sostenible.

Sobre la serie Energías Renovables

El presente documento forma parte de la serie Energías renovables, una de las tres verticales del proyecto Transiciones Verdes. Trabajamos para que la transición energética sea una palanca de desarrollo sostenible de las economías del Sur Global. Queremos contribuir a superar el acceso limitado al financiamiento, la debilidad de las capacidades locales y las brechas en la formación de la fuerza laboral.

Sobre Fundar

Somos un centro de innovación en políticas de desarrollo que busca impulsar transformaciones estructurales para la Argentina y Latinoamérica. Creemos que innovar es pensar nuestros problemas desde un punto de vista integral y ofrecer soluciones concretas que puedan ser aplicadas y testeadas de manera situada. Nuestro objetivo es que esas soluciones contribuyan al desarrollo de Argentina y de América Latina. Trabajamos por una región productiva y sustentable, estable, inteligente y conectada, y de bienestar compartido.

Cita sugerida

Aneise, A. J., Mendoza, F., Möhle, E., Bril Mascarenhas, T., Vezzato, J.M. (2026) **Elegir la escalera. Estrategias de especialización productiva en energías renovables en el Sur Global.** Fundar

---

Licencias

Esta obra se encuentra sujeta a una licencia **Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-SinDerivadas Licencia Pública Internacional (CC-BY-NC-ND 4.0)**. Queremos que nuestros trabajos lleguen a la mayor cantidad de personas en cualquier medio o formato, por eso celebramos su uso y difusión sin fines comerciales.

Índice

Puntos de partida 4

Resumen ejecutivo 5

Principales hallazgos 6

El estudio 8

La era de las energías renovables y la electrificación 9

El lugar del Sur Global en las cadenas de valor de las energías renovables 10

Conocer las capacidades para identificar las oportunidades 13

Del diagnóstico a la estrategia de inserción productiva 20

Bibliografía 36

Acerca del equipo autoral 41

1

Puntos de partida

Resumen Ejecutivo

El despliegue de las energías renovables ya no está motorizado únicamente por la agenda ambiental. Su avance combina objetivos climáticos con fundamentos económicos, tecnológicos y geopolíticos que volvieron a la transición un proceso difícilmente reversible. Esa transformación no se expresa sólo en la matriz eléctrica. También dio lugar a un sector productivo cada vez más dinámico, organizado alrededor de las cadenas de valor que sostienen la expansión solar y eólica. Entre 2012 y 2024, las exportaciones globales de bienes asociados a esas cadenas crecieron un 60%, más del doble que el comercio mundial.

Sin embargo, los beneficios industriales de esa expansión se reparten de forma profundamente asimétrica. China concentra más del 80% de la fabricación mundial de paneles fotovoltaicos y el 60% de la manufactura eólica, mientras un grupo reducido de economías avanzadas disputa posiciones en la innovación de frontera. La mayor parte del Sur Global permanece al margen de los eslabones de mayor valor agregado y su inserción se limita a la exportación de materias primas y/o el consumo de tecnología importada.

Este escenario es el resultado de décadas de política industrial sostenida en países desarrollados y, fundamentalmente, de la apuesta temprana, firme y coordinada de China por estos sectores, cuando representaban un riesgo económico considerable. El Sur Global, condicionado por un menor margen fiscal, capacidades estatales más acotadas y urgencias sociales inmediatas, no estuvo en condiciones de replicar esa apuesta.

En el estadio actual de la transición energética, con China dominando las cadenas de valor de energía limpia y el Norte Global disputando activamente una posición estratégica, los países en desarrollo enfrentan un desafío crecientemente complejo: cómo insertarse y capturar valor en las cadenas renovables sin destinar recursos a políticas industriales costosas y poco efectivas y, además, acceder a los beneficios energéticos de una transición rápida.

Teniendo en cuenta que los países tienen capacidades heterogéneas y los eslabones de la cadena de renovables ofrecen oportunidades dispares en términos de upgrading, empleo, autonomía tecnológica o captura de valor, la pregunta de política pública central es: ¿qué trayectorias de inserción (qué "escaleras") resultan plausibles y qué intervenciones se requieren para su desarrollo, dado el perfil productivo actual de cada país?

Este documento aporta un marco analítico para identificar esas trayectorias de inserción en las cadenas de valor de energías limpias para países del Sur Global, con foco en aquellas que pueden construirse a partir de las capacidades productivas existentes. Para ello, realiza un diagnóstico de las capacidades de los países en las cadenas de valor solar fotovoltaica y eólica, combinando indicadores de fortaleza exportadora actual con medidas de proximidad productiva a nuevos segmentos, siguiendo herramientas de Complejidad Económica (Hidalgo y Hausmann, 2009). A partir de este diagnóstico, el trabajo desarrolla una tipología de perfiles de inserción productiva y propone un conjunto de trayectorias posibles para los países del Sur Global, orientadas a traducir su posición actual en estrategias de política que mejoren su participación en las cadenas de valor.

Principales hallazgos

La expansión solar y eólica no depende de que cada país "apueste" o no por las renovables. Responde a fundamentos tecnológicos, económicos y geopolíticos que ya están reconfigurando el sistema energético. La pregunta para la política pública no es si conviene participar, sino qué beneficios en términos de empleo, exportaciones, renta, capacidades y autonomía capturar y cómo hacerlo. Los cinco hallazgos que siguen explican por qué esa respuesta difiere entre países y qué condiciones amplían o limitan las oportunidades de captura de valor.

1 Las cadenas de valor renovables son globales aunque profundamente asimétricas.

Casi todos los países participan de las cadenas de valor de energía solar y eólica, pero con perfiles de inserción desiguales en intensidad y sofisticación. En el segmento solar, 13 de los 15 países con mayor capacidad exportadora son economías de ingreso alto; en el eólico el perfil exportador es más abierto, aunque persiste el predominio de los países desarrollados. Las oportunidades de diversificación están geográficamente más extendidas que las fortalezas exportadoras actuales, aunque se concentran principalmente en actividades de menor complejidad. Esta asimetría productiva global refleja décadas de política industrial en el Norte Global y una apuesta temprana y masiva de China que la mayoría del Sur Global no pudo replicar ni en tiempo ni en escala. El resultado es una estructura en la que los componentes de mayor complejidad se concentran en un conjunto reducido de economías, mientras gran parte del Sur Global ocupa posiciones periféricas, de baja intensidad exportadora y escasa capacidad de captura de valor.

2 La heterogeneidad del Sur Global exige pensar en múltiples "escaleras" hacia el *upgrading* productivo

El Sur Global no es un bloque homogéneo dentro de las cadenas de valor de energías renovables. En él conviven proveedores *upstream* mayormente apalancados en la exportación de materias primas (Chile, Perú, Sudáfrica); ensambladores dependientes, integrados a redes transnacionales de producción lideradas por empresas extranjeras y concentrados en las etapas finales de fabricación (Vietnam, Malasia, Tailandia en la cadena solar); diversificados intermedios, con capacidades manufactureras distribuidas en varios segmentos aunque sin la escala ni la profundidad tecnológica de los líderes (México en la cadena eólica, India y Turquía en la cadena solar); e inserciones marginales, con fortalezas exportadoras muy limitadas en las cadenas de renovables (Paraguay, Argentina, Bangladesh y buena parte del África subsahariana). Sólo un número reducido de países del Sur Global alcanza perfiles de integración de alta capacidad, como India y Turquía en la cadena eólica. No existe una única "escalera" hacia una inserción más sofisticada, sino que se despliegan trayectorias distintas según el punto de partida.

3 La cadena eólica ofrece más puntos de entrada que la solar

Las diferencias tecnológicas y logísticas entre las cadenas abren oportunidades muy distintas. La cadena solar, caracterizada por componentes modulares, livianos y transportables que China escaló y abarató masivamente, se cierra hacia arriba: en el segmento entre subcomponentes y bienes finales, los países con fortaleza exportadora se reducen un 71%, y la diversificación hacia eslabones terminales casi desaparece para el Sur Global. En contraste, la cadena eólica depende de componentes de gran tamaño y alto costo logístico, lo que empuja la producción cerca del punto de instalación y preserva nichos de proveedores regionales. Esto no elimina del todo las barreras a la inserción, en tanto turbinas y componentes de precisión siguen concentrados en firmas de economías avanzadas.

4 Una estrategia industrial en energías renovables debe identificar espacios de resignación

Tan importante como elegir dónde intervenir para avanzar en la cadena de valor es identificar dónde resignar participación. Esto implica identificar los segmentos donde conviene importar de manera eficiente antes que forzar la producción local sin condiciones para hacerlo de manera competitiva, y a costa de elevados costos que no se traducen en una acumulación proporcional de capacidades. En esos casos, suele resultar más efectivo concentrar los esfuerzos productivos en servicios y segmentos con menores barreras de entrada. La advertencia vale también para los países con mayor potencial de inserción, ya que contar con oportunidades en algunos eslabones no implica tenerlas en toda la cadena.

5 Los servicios son una vía transversal de captura de valor subestimada

El debate sobre política industrial suele concentrarse en la manufactura de equipos, pero los servicios necesarios para su despliegue, como ingeniería, instalación, operación, mantenimiento, monitoreo y software, son tan críticos como los bienes. Tienen barreras de entrada más bajas, generan empleo calificado más difícil de relocalizar y ofrecen demanda de largo plazo. Capitalizarlos exige política activa y bien calibrada, como licitaciones que distingan servicios de alto y bajo valor, formación técnica atada a la demanda real de proyectos, y apoyo a la internacionalización de firmas, sobre todo en software y servicios intensivos en conocimiento.

2

El estudio

Elegir la escalera. Estrategias de especialización productiva en energías renovables en el Sur Global

La era de las energías renovables y la electrificación

La energía solar y eólica dejaron de ser una promesa tecnológica para convertirse en el eje del sistema energético que emerge. Su expansión responde a la necesidad de descarbonizar la economía global; en particular, el sector eléctrico, que representa casi un tercio de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (OWID, 2026). Para limitar el calentamiento a 1,5 °C, las emisiones netas deben llegar a cero hacia 2050, y las fuentes bajas en carbono abastecer entre el 70% y el 85% de la electricidad mundial (IPCC, 2018).

Pero la expansión de las energías renovables no obedece sólo a lo ambiental. La energía solar y la eólica producen electricidad, un vector energético más eficiente en muchos usos finales, y además sus costos cayeron hasta volverlas la opción más barata para sumar capacidad de generación en buena parte del mundo (IPCC, 2022; IRENA, 2026; EMBER, 2025). Esta combinación de presión climática, avance tecnológico y competitividad económica explica su expansión incluso ante shocks económicos, tensiones geopolíticas o cambios de ciclo político.

El avance de las energías renovables tiene un impacto transformador en los entramados productivos. Su peso todavía es moderado, con entre el 1% y el 4% del PIB en las cuatro mayores economías, y 16,6 millones de empleos en 2024, el 0,47% del empleo global (IEA, 2025; IRENA, 2026; OIT, 2026). Pero su relevancia estructural es mayor. Es un sector con demanda sostenida, alto contenido tecnológico y fuertes economías de escala y aprendizaje, que abarata costos a medida que se expande. Y al proveer energía más barata, limpia y segura, mejora la competitividad del conjunto de la economía, reduce la dependencia de combustibles importados y habilita estrategias de localización industrial como el *powershoring*[1].

Esto ya se refleja en el comercio. Entre 2012 y 2024, las exportaciones de bienes de las cadenas solar y eólica crecieron cerca de un 60%, contra el 27% promedio del resto del comercio mundial (CEPII-BACI; UNCTAD, 2025). El ecosistema no se agota,

1 Estrategia de relocalización de actividades productivas intensivas en energía hacia países o regiones que ofrecen electricidad limpia y de bajo costo, con el objetivo de reducir la huella de carbono de la cadena de suministro y, a la vez, aprovechar ventajas de costo energético.

además, en fabricar paneles y aerogeneradores, sino que incluye a los servicios necesarios para su expansión, como el desarrollo de proyectos, ingeniería, financiamiento, instalación, operación y mantenimiento. A diferencia de los bienes transables, muchas de esas actividades se realizan cerca de los proyectos y dependen de capacidades locales, lo que abre oportunidades para países con más barreras de entrada en la manufactura (Lema et al., 2025; Hansen et al., 2021).

De esta manera, la expansión de las energías renovables abre una ventana de oportunidad para el desarrollo productivo. Sin embargo, esta oportunidad es bastante más acotada y exigente que hace una década. El sector se ha consolidado, las capacidades industriales se concentran en pocos países —con China a la cabeza— y los beneficios se reparten de manera desigual. El espacio para la inserción productiva hoy en las cadenas de renovables es estrecho y segmentado: varía notablemente según el eslabón, la tecnología y, sobre todo, las capacidades acumuladas existentes en cada país. Como resultado, algunos países disponen de margen para desarrollar la manufactura de componentes y otros, el procesamiento de materiales; mientras que la mayoría de los países tiene oportunidades en los servicios asociados. Para que la oportunidad se traduzca en desarrollo efectivo, la condición fundamental es reconocer esta heterogeneidad y diseñar estrategias ajustadas.

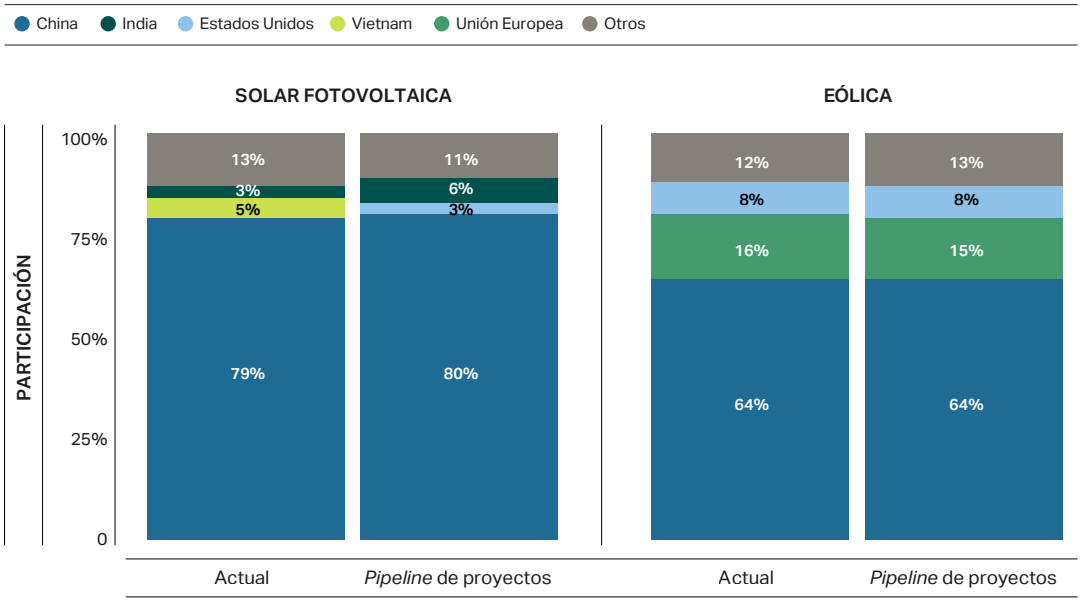
El lugar del Sur Global en las cadenas de valor de las energías renovables

Durante décadas, los países desarrollados desplegaron políticas industriales —subsidios, crédito fiscal, I+D y compras públicas— para posicionarse en estas cadenas: Alemania en solar, Estados Unidos en eólica y solar, Dinamarca en aerogeneradores y Corea del Sur en baterías y electromovilidad son los casos paradigmáticos (Bril Mascarenhas et al., 2021; Garud y Karnøe, 2003; Jo, 2024; IEA, 2023). En todos ellos, el Estado asumió riesgos que el sector privado no estaba dispuesto a tomar, sentando las bases de industrias que hoy son globalmente competitivas.

China replicó esa lógica a una escala sin precedentes y redefinió las condiciones de entrada para el mundo. Mediante tarifas subsidiadas, financiamiento preferencial, requisitos de contenido local y condicionamiento del acceso a su mercado a la transferencia tecnológica, construyó en poco más de una década capacidades que desplazaron a las firmas líderes históricas (Hove, 2024). Hoy concentra más del 80% de la capacidad mundial de fabricación de paneles fotovoltaicos y el 60% de la manufactura eólica (gráfico 1).

GRÁFICO 1

Concentración geográfica actual y proyectada de las operaciones de manufactura de la cadena solar y eólica, 2022-2030



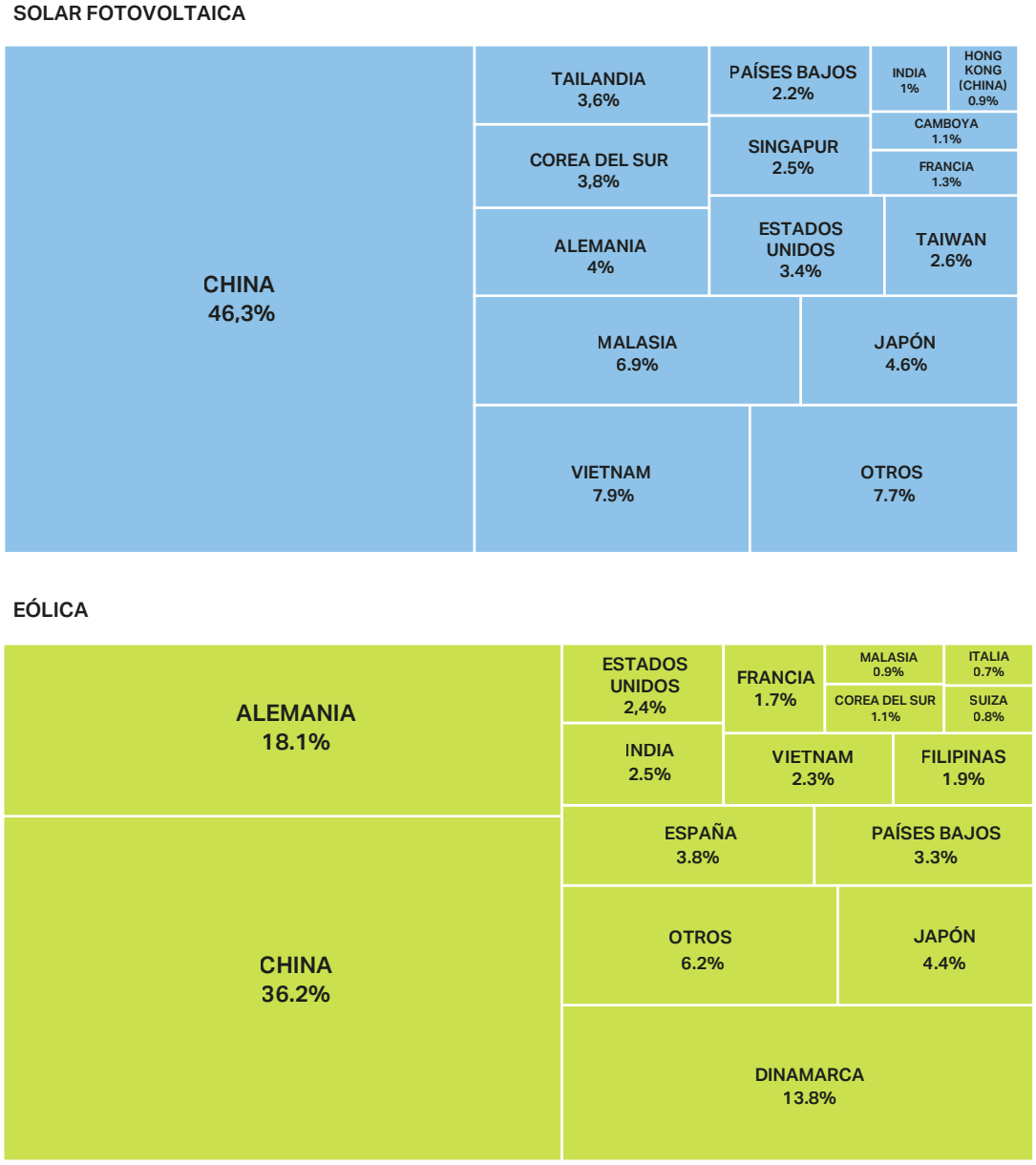
Fuente: Fundar, con base en IEA (2023).

Los datos de comercio reflejan esa asimetría. En la cadena solar fotovoltaica, China lidera ampliamente, seguida por economías del sudeste asiático; en la eólica, la concentración es menor, pero las economías desarrolladas siguen ocupando posiciones centrales (Gráfico 2). La dimensión tecnológica refuerza el diagnóstico: medida en patentes verdes per cápita, la frontera permanece concentrada en Corea del Sur, Japón, Europa Occidental, Estados Unidos y China, con el Sur Global muy por detrás. Esta concentración productiva y tecnológica también ha reconfigurado las políticas de transición de las economías desarrolladas. Iniciativas como el Inflation Reduction Act (2022) en Estados Unidos y la Net Zero Industry Act (2024) en la Unión Europea buscan ampliar la capacidad manufacturera doméstica y reducir dependencias externas, incorporando explícitamente objetivos de empleo, industrialización y acumulación tecnológica a la agenda de descarbonización (Aneise y Möhle, 2024).

GRÁFICO 2

GRÁFICO 2

Exportaciones de bienes de capital en solar (celeste) y eólica (verde), (en porcentaje, 2019-2024)



Fuente: Fundar, con base en CEPII-BACI.

En este escenario, la mayoría de los países del Sur Global se encuentran muy rezagados y cuentan con un margen limitado para aumentar su participación en las cadenas de valor. Tienen capacidades estatales más débiles, restricciones fiscales y urgencias sociales que compiten por los mismos recursos (Altenburg, 2011; Lebdioui, 2024; Aneise et al., 2024). Aun así, hay razones para el optimismo. Cada revolución tecnológica reconfigura el mapa de ventajas comparativas y abre espacios para nuevos actores (Pérez, 2010); las transiciones sociotécnicas alteran regímenes, mercados y coaliciones de actores de manera no lineal (Geels et al., 2017); y la renovada

legitimidad de la política industrial habilita estrategias antes vedadas (Zelicovich et al., 2024). El Sur Global puede capitalizar sus recursos naturales (Aneise y Möhle, 2024; Freytes y O'Farrell, 2021), desarrollar actividades intensivas en energía de manera competitiva (Lebdioui, 2024), movilizar capacidades productivas y capital humano ya acumulados, e incluso ensayar estrategias más ambiciosas de *upgrading* industrial. Pero sin un diagnóstico claro sobre qué capacidades existen, cuáles faltan y qué brechas vale la pena intentar cerrar, la ventana de oportunidad verde no es más que un ejercicio enunciativo.

Conocer las capacidades para identificar las oportunidades

Para identificar las oportunidades de diversificación para el Sur Global, este trabajo se apoya en la literatura de espacio de producto y complejidad económica, según la cual los países tienden a diversificarse hacia actividades cercanas a aquellas en las que ya tienen ventajas comparativas, porque requieren combinaciones similares de conocimientos, infraestructura, proveedores e instituciones (Hausmann y Klinger, 2006; Hidalgo y Hausmann, 2009). La premisa es que las trayectorias más seguras profundizan inserciones existentes, mientras que las apuestas hacia segmentos distantes son más costosas e inciertas. No se trata de descartarlas, sino de ordenar las opciones por proximidad y riesgo. Este enfoque fue extendido al estudio de las transiciones verdes (Mealy y Teytelboym, 2022) y refinado por Rosenow y Mealy (2024) con dos indicadores pensados para orientar decisiones en cadenas de descarbonización: el *Decarbonization Technology Strength (DTS)* y el *Decarbonization Technology Opportunity Index (DTO)*.

El DTS mide la fortaleza exportadora actual de un país en una cadena. Combina dos dimensiones: la amplitud de la inserción (cuántos productos de la cadena exporta de manera competitiva) y su profundidad (qué participación alcanza en los mercados globales de esos productos). Un DTS alto indica que el país participa en varios productos de la cadena y, además, con una presencia exportadora significativa.

El DTO, en cambio, identifica oportunidades de diversificación. No mide dónde el país ya tiene una especialización consolidada, sino en qué productos muestra capacidades incipientes sobre las que podría construir una inserción futura. Clasifica como "productos de oportunidad" los que tienen un nivel intermedio de ventaja comparativa revelada, y evalúa su cantidad dentro de la cadena (amplitud) y su cercanía a la estructura productiva del país (profundidad). Así distingue entre oportunidades numerosas pero alejadas de las capacidades existentes y oportunidades más acotadas pero mejor alineadas con la trayectoria del país.

A diferencia de Rosenow y Mealy (2024), que utilizan estos indicadores para mapear oportunidades en un conjunto amplio de tecnologías de descarbonización, este trabajo los aplica específicamente a las cadenas solar fotovoltaica y eólica, y los reorganiza desde una pregunta centrada en el Sur Global. El objetivo es analizar cómo esas capacidades se distribuyen entre segmentos de la cadena, qué perfiles de inserción emergen y qué trayectorias de upgrading resultan más plausibles para países que parten de posiciones productivas muy distintas.

→ Leídos en conjunto, ambos indicadores permiten vincular diagnóstico y estrategia.

El DTS muestra dónde un país ya cuenta con una inserción competitiva que puede defender, profundizar o escalar; el DTO contribuye a identificar oportunidades posibles de diversificación por proximidad a partir de las capacidades existentes.

Construcción de los indicadores y limitaciones

Trasladar estos indicadores a las cadenas solar y eólica y analizarlos por segmento exigió adaptarlos en dos aspectos. En primer lugar, ambos índices se desagregaron por segmento de la cadena de valor (materias primas, materiales procesados, subcomponentes y productos finales), lo que permitió recuperar la heterogeneidad interna que la medida sintética del trabajo original tendía a diluir. Segundo, se modificó la dimensión de profundidad del DTO para reducir el sesgo que beneficiaba mecánicamente a países con estructuras exportadoras muy diversificadas (ver Anexo I).

El análisis cubre el período 2019–2023 y se organiza en bases de datos de productos finales, subcomponentes, materiales procesados y materias primas, clasificados a seis dígitos del Sistema Armonizado de Comercio Internacional (HS6). La identificación de los productos pertenecientes a las cadenas solar fotovoltaica y eólica se realizó con corte a diciembre de 2025, complementando el mapeo de Rosenow y Mealy (2024) con el de UNCTAD (2024) y Scheifele et al. (2022)[2]. El listado de productos y sus códigos arancelarios se encuentra en el Anexo A.1.

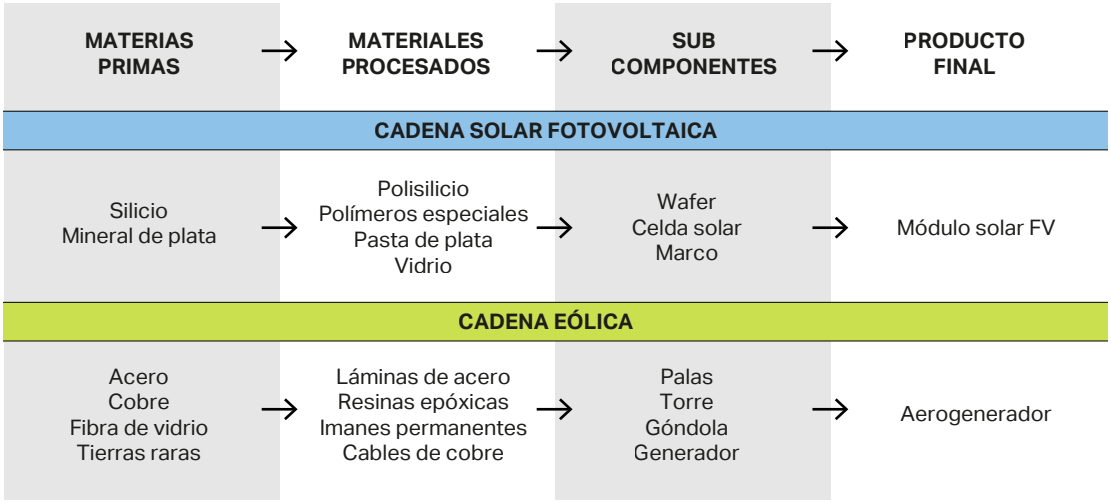
ESQUEMA 1



2 Una limitación de trabajar a nivel HS6 es que un mismo código puede incluir variedades de productos destinadas tanto a las cadenas de energías renovables como a otros usos. Por este motivo, los volúmenes de comercio asociados a estas cadenas deben interpretarse como una cota superior. Asimismo, dado que las capacidades productivas se aproximan a partir de las exportaciones, los indicadores pueden subestimar aquellas concentradas en sectores orientados principalmente al mercado interno.

ESQUEMA 1

Cadenas de valor de la energía solar fotovoltaica y eólica: eslabones y productos representativos



Fuente: Fundar, con base en Rosenow y Mealy (2024).

El enfoque presenta, además, dos limitaciones que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados. Por construirse a partir de patrones históricos de comercio, el DTO identifica con mayor precisión oportunidades de diversificación relacionada, es decir, actividades próximas a las capacidades productivas ya existentes. Esto no implica que trayectorias hacia segmentos tecnológicamente más distantes sean inviables, sino que su factibilidad resulta más difícil de inferir mediante este método y suele estar asociada a mayores niveles de incertidumbre y exigencia de capacidades. En este sentido, el indicador debe entenderse como una medida de proximidad productiva y no como un límite a las posibles estrategias de transformación.

A su vez, el DTO retrata las oportunidades asociadas a las capacidades actuales, pero no incorpora otras dimensiones relevantes para evaluar su atractivo estratégico, como la evolución esperada de la demanda, el valor agregado, las barreras de entrada o la concentración de mercado. Tampoco capta plenamente capacidades que todavía no se expresan en el comercio exterior —como capital humano, infraestructura, capacidades científico-tecnológicas, ecosistemas de proveedores, financiamiento o marcos institucionales—. Por ello, países con valores similares del indicador pueden enfrentar condiciones muy distintas para desarrollar una misma actividad. Los resultados deben interpretarse, en consecuencia, como un insumo para el diagnóstico estratégico y no como una guía exhaustiva para la decisión de política.

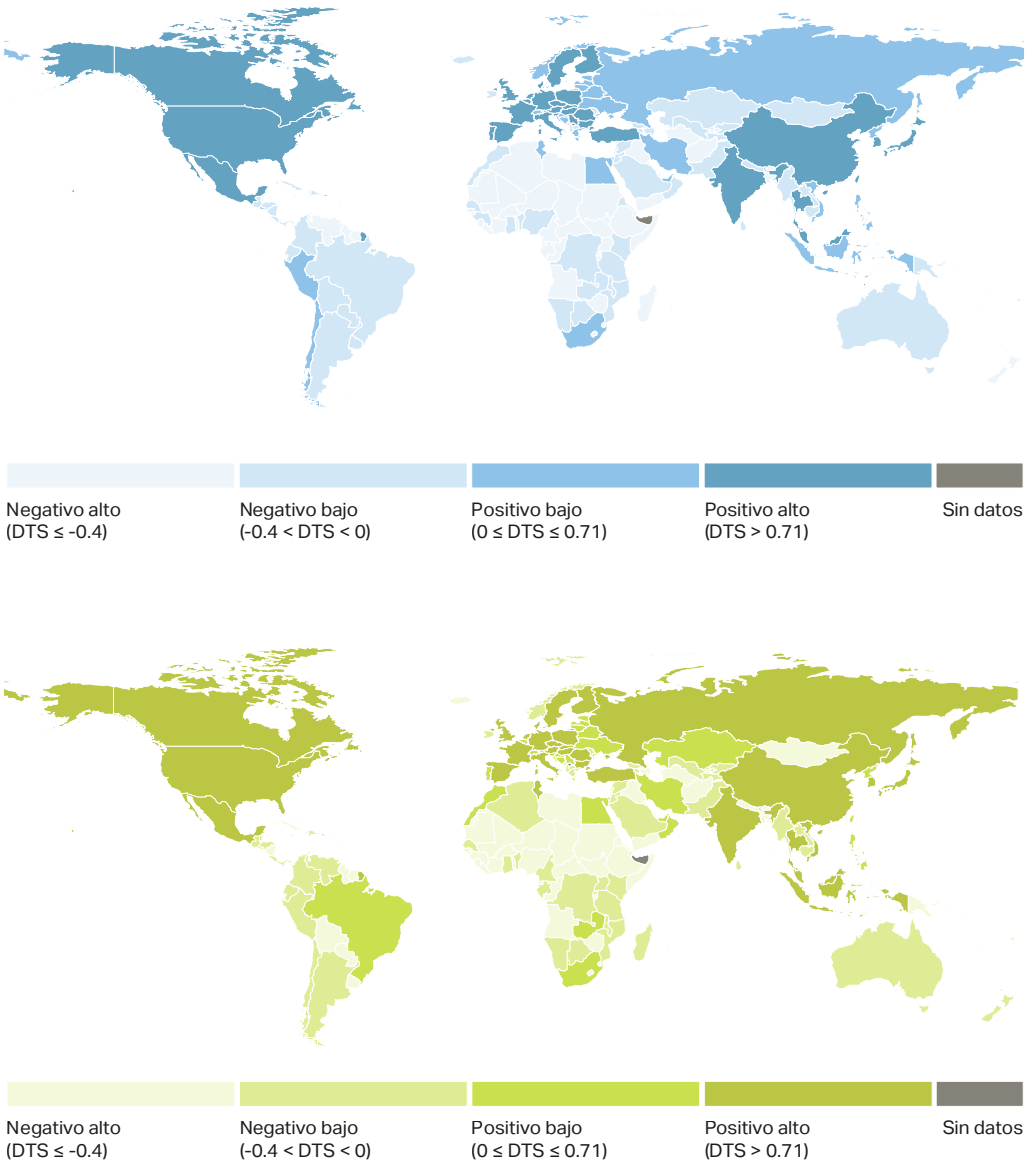
La distribución del DTS: cadenas globalizadas, capacidades concentradas

El DTS muestra que las cadenas solar fotovoltaica y eólica son de alcance global. Aunque las mayores fortalezas exportadoras se concentran en las principales

economías asiáticas, Europa y América del Norte, prácticamente todos los continentes registran algún nivel de participación.

GRÁFICO 3

Distribución del DTS para la cadena solar (celeste) y la cadena eólica (verde)



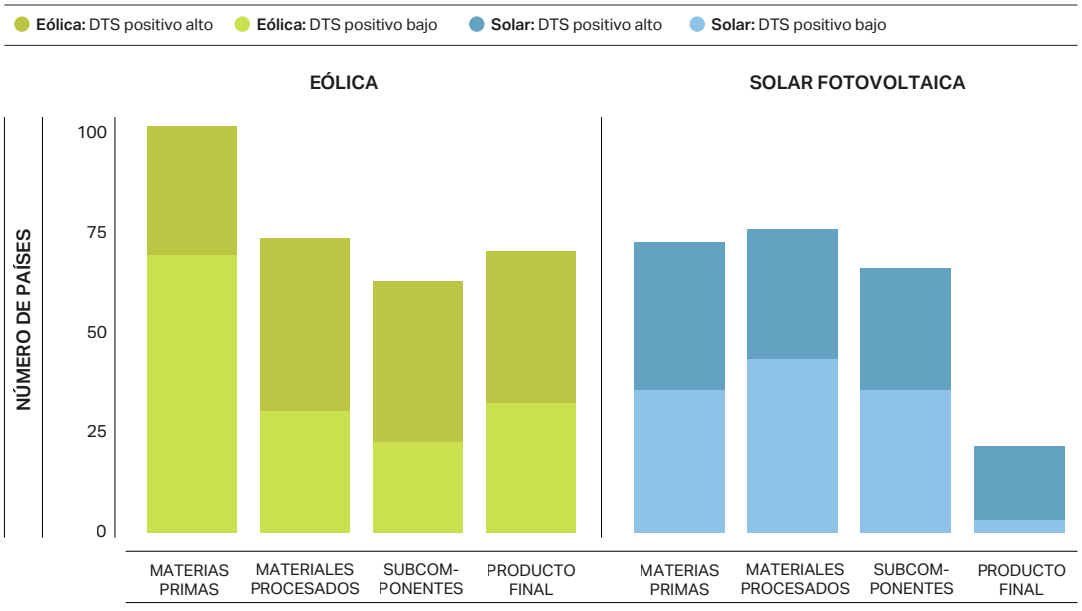
Fuente: Fundar, con base en BACI-CEPII.
Nota: Las tonalidades de color reflejan el valor del indicador: los tonos más oscuros reflejan mayor fortaleza exportadora y tonos más claros, menor fortaleza. Los países se clasifican en cuatro grupos según el signo y la magnitud del DTS: positivo alto (DTS > mediana de los valores positivos), positivo bajo (0 < DTS ≤ mediana de los valores positivos), negativo bajo (mediana de los valores negativos < DTS < 0) y negativo alto (DTS ≤ mediana de los valores negativos). Los países en gris corresponden a casos sin información disponible.

Sin embargo, la distribución global de la participación en estas cadenas presenta asimetrías y es profundamente desigual en intensidad. Los rankings por cadena muestran una geografía de capacidades altamente concentrada: las mayores fortalezas exportadoras se concentran en economías avanzadas y, de manera decisiva, en China. En la cadena solar fotovoltaica, 13 de los 15 países con mayor DTS son economías de ingreso alto, con México y China como únicas excepciones. En eólica, el patrón es algo más abierto ya que India, Turquía y Rumania se suman a México y China entre los primeros quince, pero la dominancia de las economías avanzadas persiste. En ambos casos, la mayoría de los países del Sur Global ocupa posiciones de baja intensidad exportadora o está directamente ausente.

No obstante, la asimetría no adopta la misma forma en ambas cadenas. Al desagregar el DTS por eslabón, la cadena solar muestra un cierre más abrupto hacia los segmentos superiores. En subcomponentes, más de 50 países registran un DTS positivo tanto en solar (56) como en eólica (50). La diferencia aparece en el bien final: en solar, el número cae a apenas 16 países, mientras que en eólica se mantiene prácticamente sin cambios, en 52. La concentración, por lo tanto, se acentúa fuertemente en el último eslabón de la cadena solar, pero no en la eólica. Esto sugiere que el acceso al segmento de bienes finales es considerablemente más restrictivo en solar que en eólica.

GRÁFICO 4

Número de países con fortaleza exportadora, según eslabón de la cadena de valor (solar fotovoltaica y eólica)



Fuente: Fundar.
Nota: DTS positivo alto implica valores por encima de la mediana de los positivos dentro de cada cadena y DTS positivo bajo refiere a valores positivos por debajo de dicha mediana.

Esta divergencia responde a la lógica productiva de cada cadena. La solar experimentó una rápida reconfiguración liderada por China, que concentró la manufactura a gran escala y redujo los costos a nivel global. Sus componentes son livianos,

estandarizados y fácilmente transportables, lo que elimina las fricciones logísticas que en otros casos podrían favorecer la producción localizada. La cadena eólica, en cambio, depende más de bienes intermedios de ingeniería pesada, como el acero estructural usado en las torres, y enfrenta restricciones logísticas significativas en sus componentes de gran tamaño. Las palas de los aerogeneradores, por ejemplo, pueden superar los 80 metros de longitud y son extremadamente costosas de transportar. Estas características generan incentivos a la producción cercana al punto de instalación y preservan espacios para proveedores regionales (IEA, 2023; IRENA, 2023).

Oportunidades de diversificación para el Sur Global

Si el DTS describe el mapa de fortalezas exportadoras actuales, el DTO identifica hacia qué productos y segmentos podría desplazarse cada país a partir de sus capacidades existentes. Un país puede exhibir un DTS bajo en una cadena y, aun así, contar con capacidades productivas próximas para construir una inserción futura.

La distribución global del DTO contrasta con la del DTS. En términos agregados, la geografía de las oportunidades es más amplia que la de las fortalezas exportadoras. En los eslabones upstream (materias primas y materiales procesados), tanto en solar como en eólica, amplias zonas de África, América Latina, Asia en desarrollo y Oriente Medio registran valores positivos de DTO (Esquema 3), señal de que existen capacidades latentes aún no traducidas en exportaciones relevantes.

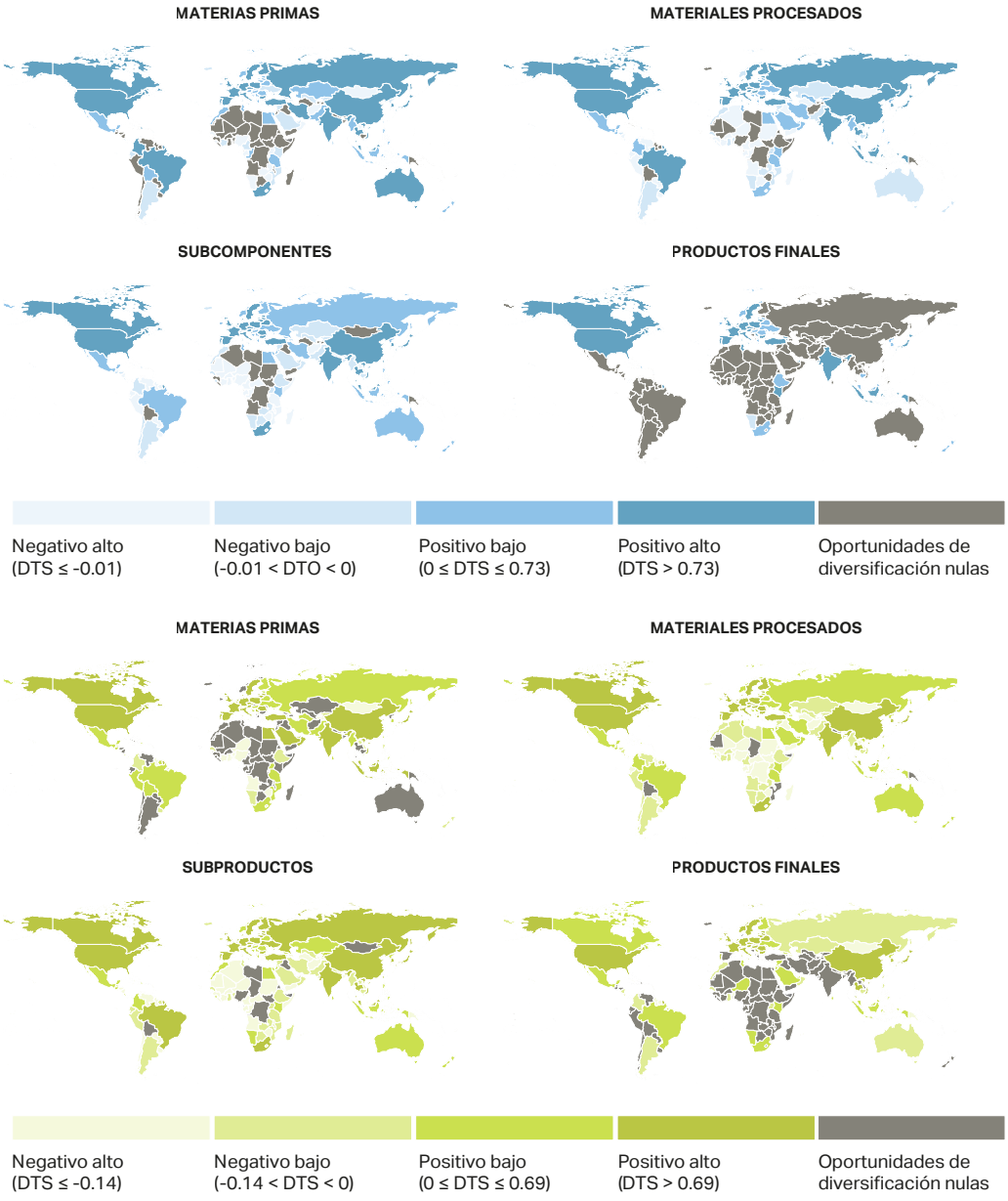
→ La transición energética abre un espacio de oportunidad global, aunque mayormente concentrado en los eslabones de menor complejidad.

A medida que se avanza hacia los eslabones superiores, este espacio se reduce; sobre todo en la cadena solar, donde las oportunidades en bienes finales se concentran en un grupo limitado de países. En la eólica, en cambio, el DTO conserva una mayor extensión geográfica incluso en subcomponentes y bienes finales, en línea con las restricciones logísticas propias de esa cadena.

GRÁFICO 5

GRÁFICO 5

Mapas de la distribución del DTO para la cadena solar (celeste) y la cadena eólica (verde), según segmento



Fuente: Fundar, con base en BACI-CEPII
Nota: las tonalidades de color indican el nivel de oportunidades existentes. Los tonos más oscuros representan mayores oportunidades, mientras que los tonos más claros reflejan oportunidades menores. Los países en gris corresponden a casos sin espacios de diversificación, ya sea porque ya presentan un posicionamiento competitivo en ese segmento o porque no registran productos de oportunidad según la definición del indicador.

Para el Sur Global, el mensaje es doble. Por un lado, existen oportunidades genuinas de diversificación por proximidad, pero se concentran en los eslabones upstream: allí, el desafío es sobre todo de escala, infraestructura y política productiva. Por otro, en los segmentos de mayor valor agregado, y de manera especialmente marcada en la cadena solar, el indicador no identifica oportunidades cercanas, lo que implica que el acceso a

esos eslabones no puede apoyarse en las capacidades existentes. Avanzar hacia ellos supone construir capacidades nuevas, con horizontes temporales más largos y una intervención estatal más deliberada. En ese sentido, la cadena eólica aparece como el terreno más propicio para intentar ese salto, ya que sus mayores restricciones logísticas tienden a favorecer la participación de proveedores regionales.

Del diagnóstico a la estrategia de inserción productiva

Los indicadores de fortaleza exportadora y oportunidades de diversificación permiten pasar del mapa de las cadenas a una pregunta de política, la de qué inserción productiva en las cadenas de energías renovables puede construir cada país a partir de sus capacidades acumuladas. Esta aproximación no sustituye el juicio estratégico ni contempla otros factores que determinan el éxito de una política industrial y que abarcan dimensiones institucionales, de economía política, capacidad estatal, financiamiento y/o coordinación público-privada (**Rodrik, 2004**; **Cimoli et al., 2009**). Su valor estratégico consiste en ordenar el espacio de opciones y distinguir los movimientos de menor riesgo, hacia eslabones adyacentes que aprovechan capacidades ya acumuladas, de las apuestas de mayor riesgo hacia segmentos tecnológicamente más distantes.

Perfiles de inserción productiva en cadenas de valor renovables

Las fortalezas exportadoras que muestra el DTS pueden agruparse en perfiles de inserción reconocibles según en cuántos eslabones se registran, con qué intensidad y en qué tramo de la cadena se ubican. Estos perfiles reflejan patrones dominantes de inserción que permiten ordenar la heterogeneidad y anticipar qué oportunidades y restricciones enfrenta cada país desde su posición actual.

Para identificarlos se recurre a una técnica que agrupa a los países a partir de la similitud de sus datos, siguiendo una técnica de *clustering* y etiquetado. El *clustering* jerárquico agrupa a los países según la similitud de sus DTS en cada segmento de la cadena (ver **Anexo II**). Este paso empírico no impone una clasificación teórica previa. Los grupos resultantes fueron interpretados y etiquetados a la luz de la literatura sobre política industrial, upgrading y cadenas globales de valor.

El *clustering* se aplica por separado a la cadena solar y a la cadena eólica, porque ambas presentan lógicas productivas, barreras de entrada y formas de localización distintas. Por ese motivo, un mismo país puede asociarse a perfiles diferentes según la tecnología analizada. La tipología, sin embargo, se presenta de manera integrada, para evitar una fragmentación excesiva de los resultados y permitir la comparación entre cadenas. En este sentido, los perfiles no clasifican países de manera absoluta, sino formas predominantes de inserción dentro de cada cadena.

El ejercicio identifica seis perfiles de inserción: dominante sistémico (China), integrado de alta capacidad, diversificado intermedio, ensamblador dependiente, proveedor upstream y marginal o ausente. Aunque el clustering no impone ninguna distinción Norte-Sur, los perfiles reproducen las asimetrías ya visibles en el DTS: las posiciones más ventajosas en amplitud e intensidad exportadora se concentran en China y en un puñado de economías desarrolladas.

China como dominante sistémico

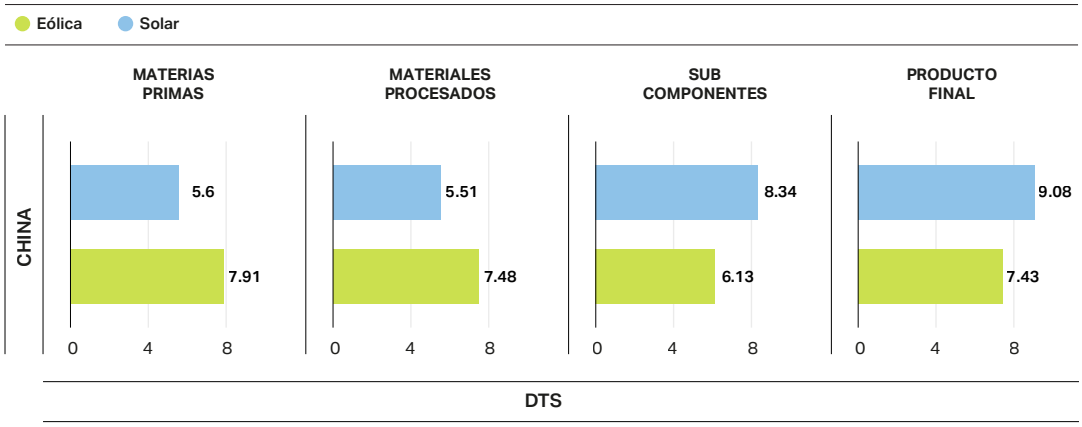
China es un perfil en sí mismo. Combina fortalezas exportadoras muy altas en todos los eslabones de ambas cadenas y lidera cada segmento por un amplio margen. En solar, el predominio es más visible en subcomponentes y bienes finales; en eólica, se distribuye de forma más pareja a lo largo de la cadena. Lo decisivo, sin embargo, no es el liderazgo en sí sino su magnitud. En casi todos los segmentos, la distancia con el segundo país es muy significativa, lo que indica que no se trata de ventajas puntuales sino de una inserción estructuralmente más profunda.

Esa posición combina escala de producción, integración vertical, diversificación tecnológica, control de proveedores y la capacidad de organizar redes regionales de manufactura. China desarrolló una constelación de capacidades productivas cualitativamente distinta en estas tecnologías, producto de décadas de política industrial coordinada, inversión pública masiva e intervención estatal sostenida en I+D, manufactura e infraestructura (Nahm, 2021; IRENA, 2023).

→ China no es un caso más entre los integrados de alta capacidad, sino una categoría aparte: la frontera productiva y competitiva frente a la cual se ubican los demás perfiles.

GRÁFICO 6

China como dominante sistémico en cadenas de valor renovables (DTS por cadena y segmento)



Fuente: Fundar.

Integrados de alta capacidad

Los integrados de alta capacidad son países con fortaleza exportadora positiva y extendida en varios eslabones de la cadena. Si bien no alcanzan la integración vertical completa, tienen un perfil de inserción amplio y tecnológicamente denso: acumulan posiciones competitivas en al menos tres de los cuatro segmentos, o controlan segmentos críticos de alta complejidad. En solar, este perfil incluye a Estados Unidos, Japón, Alemania, Corea del Sur y Taiwán; en eólica, a Estados Unidos, Alemania, India, Turquía, Italia y España. Dentro de esa amplitud común conviven patrones distintos. En solar, Estados Unidos, Japón y Alemania concentran fortalezas en insumos, materiales procesados y componentes de alta especificación, más que en bienes finales. En eólica, Estados Unidos y Alemania combinan capacidades avanzadas en subcomponentes y materiales procesados, mientras que España, Italia, India y Turquía muestran formas más integradas a lo largo de la cadena.

España e India siguieron trayectorias distintivas para desarrollar este perfil de inserción. En España, el Estado construyó un mercado doméstico protegido (con tarifas reguladas y requisitos de contenido local) que funcionó como "moneda de cambio" frente al fabricante danés Vestas, que aceptó transferir conocimiento productivo a la española Gamesa mediante una joint venture. Es un mecanismo difícilmente replicable hoy, porque pocos fabricantes líderes licenciarían hoy su tecnología a una empresa emergente. Pero España aprovechó la ventana antes de que el mercado se consolidara, y Gamesa absorbió capacidades de diseño propias, lo que le permitió acabar produciendo torres, palas, generadores, sistemas eléctricos y servicios especializados dentro de un mismo tejido industrial (Lewis, 2007; Elola et al., 2013).

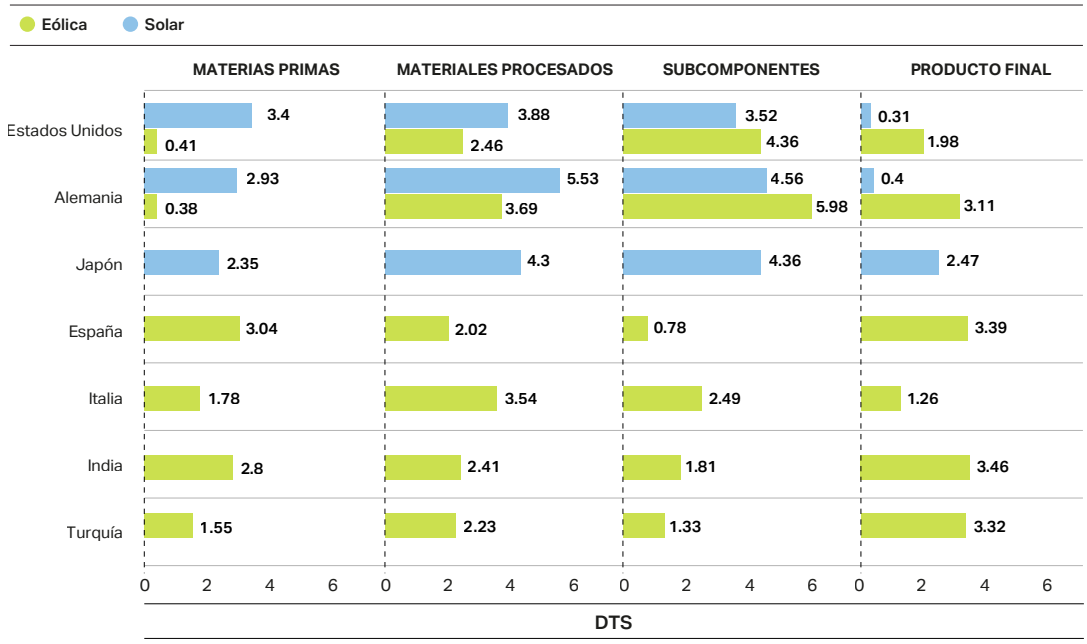
En India, el Estado combinó incentivos a la producción doméstica, expansión de la demanda interna y aranceles a la importación de componentes, pero la construcción de capacidades tecnológicas descansó en gran medida en la estrategia internacional de Suzlon. La empresa adquirió derechos de fabricación y comercialización a un productor estadounidense en quiebra, incorporó una firma alemana para desarrollar un centro propio de I+D y estableció una *joint venture* con una compañía austríaca para fabricar generadores. Luego integró esos activos, conocimientos y equipos dispersos mediante una red de subsidiarias de innovación coordinada desde su sede central (Lewis, 2007).

> **→ La integración de alta capacidad no surge de una única secuencia.**

Puede apoyarse en transferencia tecnológica vía contenido local y desarrollo de proveedores (España) o en adquisición internacional de capacidades y articulación de subsidiarias sobre un mercado interno protegido (India). Pero en todos los casos, la amplitud es resultado de procesos largos: inversión sostenida, coordinación Estado-industria, desarrollo del mercado doméstico y acumulación de capacidades. Por eso, este perfil es una posición estratégica valiosa, pero difícil de replicar para la mayoría del Sur Global (Gelb, 2026).

GRÁFICO 7

Casos ilustrativos del perfil *integrados de alta capacidad* en cadenas de valor renovables (DTS por cadena y segmento)



Fuente: Fundar.

Diversificados intermedios

→ Los países del perfil diversificado intermedio tienen presencia exportadora positiva en varios segmentos, pero no alcanzan el liderazgo, la escala ni la profundidad de los perfiles dominantes.

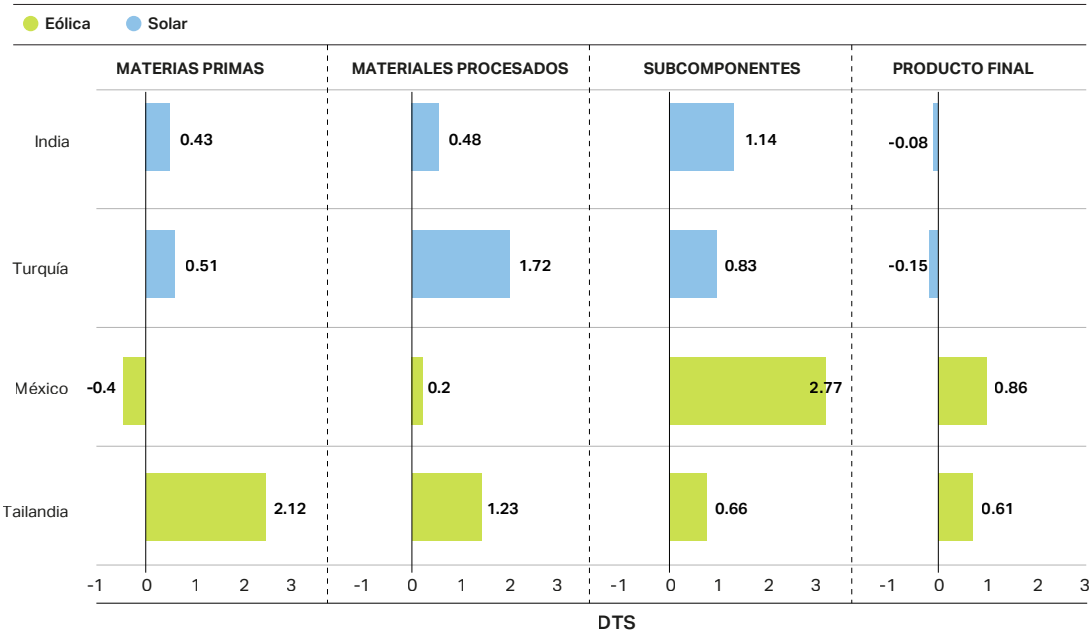
Combinan capacidades manufactureras, proveedores industriales e inserción exportadora en más de un eslabón, aunque con intensidad media o baja frente a los líderes. Constituyen un perfil intermedio, que no es ni plenamente periférico ni plenamente consolidado, con capacidades visibles pero todavía parciales, heterogéneas y expuestas a la presión competitiva externa. El perfil incluye, entre otros, a México, Polonia, Rumania, Vietnam, Tailandia y Malasia en eólica, y a India y Turquía en solar.

Por un lado, contar con capacidades distribuidas en varios segmentos los diferencia de los proveedores *upstream* o de los ensambladores dependientes, cuya inserción suele estar más concentrada. Por otro, ninguna de esas posiciones aparece suficientemente consolidada como para configurar un liderazgo claro dentro de la cadena. México y Tailandia ilustran dos variantes dentro de este perfil. México combina fortalezas en subcomponentes y bienes finales, especialmente en la cadena eólica, apoyado en capacidades previas de la metalmecánica y la manufactura exportadora, aunque su profundización se ve limitada por la dependencia de diseño externo y la

inestabilidad regulatoria (DOE, 2022; Farris et al., 2023). Tailandia, en cambio, muestra una inserción más concentrada en materias primas y materiales procesados, que se debilita hacia los eslabones de mayor contenido tecnológico, en línea con su trayectoria como proveedor manufacturero dentro de redes regionales de producción.

GRÁFICO 8

Casos ilustrativos del perfil diversificados intermedios en cadenas de valor renovables (DTS por cadena y segmento)



Fuente: Fundar.

Ensambladores dependientes

Los ensambladores dependientes aparecen sobre todo en la cadena solar fotovoltaica. Son países con fortaleza exportadora visible en bienes finales, sobre todo módulos solares, pero con baja presencia en los segmentos de mayor complejidad. Vietnam, Malasia, Tailandia, Filipinas y Camboya son los casos más claros. Este posicionamiento no refleja capacidades tecnológicas propias, sino integración en redes de producción lideradas por firmas extranjeras, especialmente chinas, que relocalizan plantas de ensamblaje hacia el sudeste asiático para abastecer mercados externos y, en algunos casos, evadir restricciones comerciales (Ngov et al., 2025; U.S. Department of Commerce, 2023).

→ Son países con fortaleza exportadora visible en bienes finales.

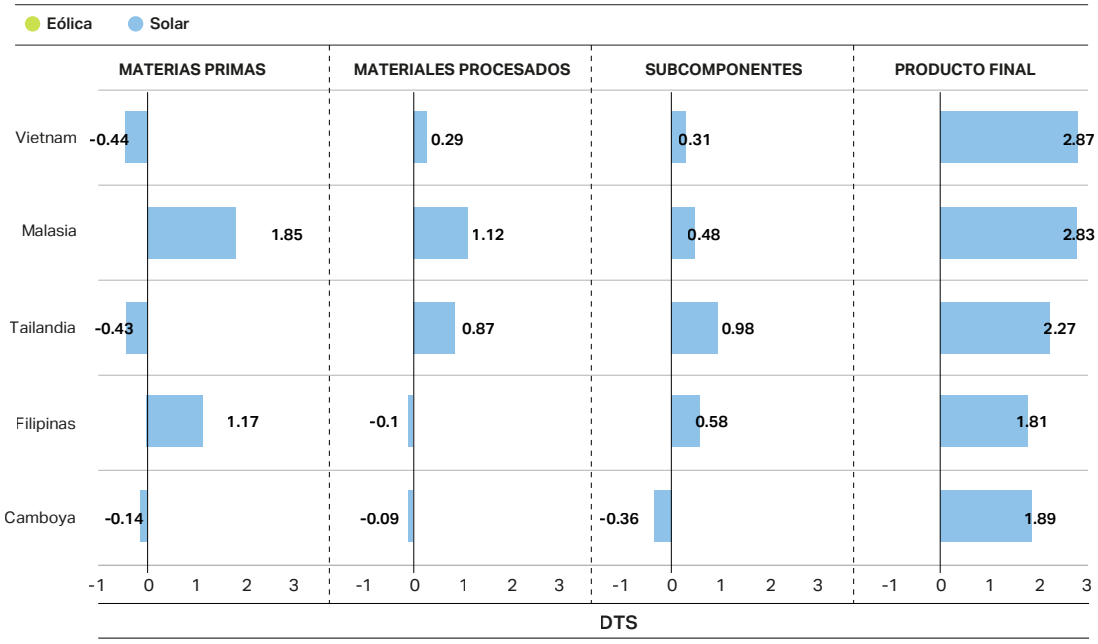
La operación típica de estos países es la de importar celdas, vidrio, marcos y otros insumos, ensamblar localmente el producto final y exportarlo. Puede generar empleo

manufacturero, dinamismo exportador e integración en cadenas globales, sobre todo donde hay ventajas de costos laborales, infraestructura logística y acceso preferencial a mercados externos. Pero la captura de valor suele ser limitada (del orden de 5% a 10% del valor del módulo) y la acumulación de capacidades transferibles, acotada (IEA, 2022). Por eso, este perfil no debe confundirse con autonomía tecnológica. El valor agregado local no necesariamente se traduce en capacidades productivas más complejas en diseño, ingeniería, insumos o proveedores locales (Naveed y Vazir, 2026).

En la cadena eólica, este perfil de inserción casi no aparece. Como se explicó anteriormente, sus restricciones logísticas favorecen formas de producción más próximas al lugar de instalación y reducen el espacio para un ensamblaje final dependiente.

GRÁFICO 9

Casos ilustrativos del perfil *ensambladores dependientes* en cadenas de valor renovables (DTS por cadena y segmento)



Fuente: Fundar.

Proveedores *upstream*

Los proveedores *upstream* concentran su fortaleza exportadora en los primeros eslabones de la cadena: materias primas y materiales procesados básicos. En la cadena solar aparecen casos como Chile, Perú y Bolivia, asociados a minerales como cobre, plata o insumos vinculados a la producción fotovoltaica; también Brasil, Sudáfrica, Australia, Canadá, Guinea o Kazajistán. En eólica, el perfil incluye países como Indonesia, Egipto, República Democrática del Congo, Ghana, Colombia y Ecuador, este último asociado a la madera balsa utilizada en palas eólicas. En todos los casos, el rasgo común es una inserción apoyada más en dotaciones de recursos naturales que en capacidades manufactureras acumuladas.

El DTS positivo en materias primas o materiales procesados suele coexistir con valores bajos o negativos en subcomponentes y bienes finales. Es una inserción concentrada en los tramos *upstream*. Este perfil no es necesariamente marginal desde el punto de vista económico, en tanto muchos de estos países capturan rentas relevantes asociadas a sus recursos naturales. Sin embargo, su participación en las cadenas renovables reproduce rasgos clásicos de especialización primario-exportadora, con menor presencia en los eslabones donde se concentran capacidades tecnológicas, diseño, manufactura avanzada o control de proveedores.

Este perfil tiene además una exposición particular al cambio tecnológico. Algunos recursos pueden perder centralidad si cambian los diseños o los materiales utilizados en las tecnologías. El caso más claro es la plata: pese a la reducción sostenida de su intensidad por celda fotovoltaica, la rápida expansión solar podría elevar la demanda total del metal, intensificando la presión por reducir aún más su uso o sustituirlo por cobre (Hallam et al., 2023). Una presión análoga enfrenta la madera balsa de las palas eólicas, en donde la escasez de suministro y los cuestionamientos por tala ilegal en la Amazonía aceleraron su reemplazo por espumas poliméricas en los núcleos de las palas (Ireland, 2022). Para exportadores *upstream* como Perú, Bolivia o Ecuador, esto implica que el crecimiento de la capacidad instalada no se traduce mecánicamente en una demanda creciente de su recurso.

→ Las etapas tempranas suelen ser más viables que el desarrollo de actividades downstream más complejas.

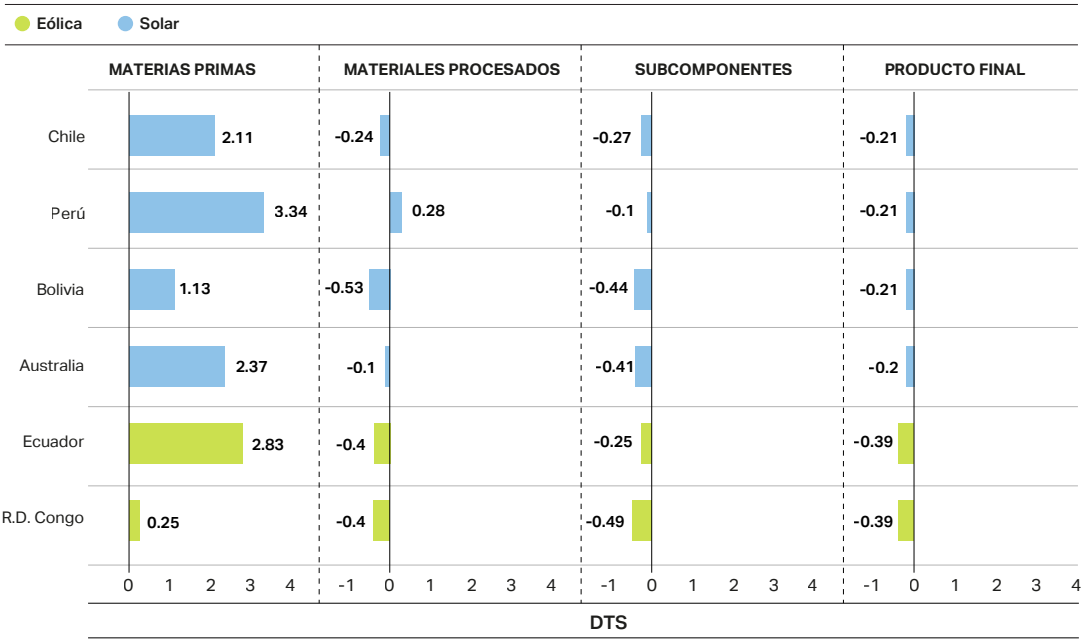
Por su parte, el procesamiento local de los recursos extraídos suele presentarse como la vía esperada para que los países productores avancen en la cadena de valor. Sin embargo, la literatura advierte que es una forma limitada de diversificación. Las etapas tempranas (como el hidróxido de cobalto en la República Democrática del Congo o el ferroníquel en Indonesia) suelen ser más viables que el desarrollo de actividades *downstream* más complejas, especialmente cuando existen restricciones de capacidades, infraestructura y escala (Gelb, 2026; Moerenhout, 2026; Pietrobelli y Valverde, 2026).

GRÁFICO 10



GRÁFICO 10

Casos ilustrativos del perfil proveedores *upstream* en cadenas de valor renovables (DTS por cadena y segmento)



Fuente: Fundar,
Nota: La similitud en los valores del DTS entre algunos países responde a la ausencia de exportaciones competitivas en el conjunto de productos considerado (RCA > 1). En estos casos, el indicador queda determinado principalmente por el componente de *depth* (*share* en el mercado de exportación).

Marginales

Los países marginales presentan DTS negativo o muy bajo en casi todos los segmentos de una o ambas cadenas. Este perfil incluye a buena parte de África, Asia y América Latina, con casos como Paraguay, Uruguay y Guyana en América del Sur, Nigeria, Malawi y Angola en África, y Bangladesh en Asia. Argentina también aparece dentro de este perfil en ambas cadenas[3]. La característica común es una inserción exportadora débil o nula en todos los segmentos de estas cadenas.

→ Esta posición no equivale a una falta general de oportunidades en la transición energética.

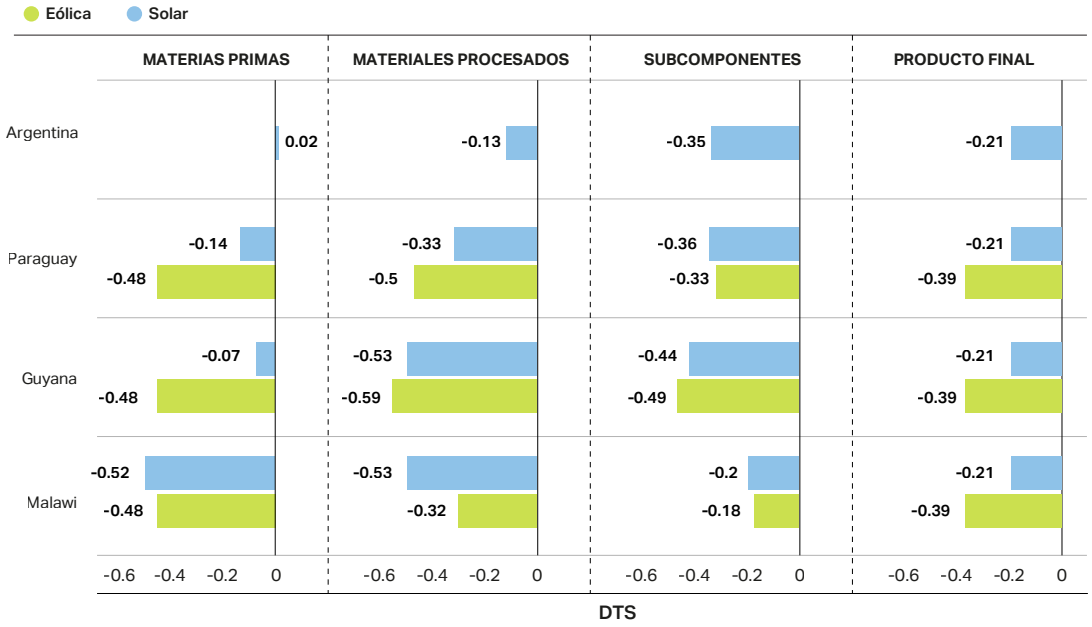
Muchos de estos países tienen buenas dotaciones de sol, viento o recursos naturales, pero no una base exportadora conectada con los distintos segmentos de las cadenas solar y eólica. Su marginalidad se refiere a su inserción productiva y exportadora en estas cadenas, no a su potencial energético.

3 Argentina representa un caso especial donde se visibiliza el carácter no determinístico de la tipología. Su asignación al perfil de inserción marginal responde a que el bajo valor positivo de su DTS en materias primas no alcanza a diferenciar su perfil conjunto del de los países agrupados en esa categoría. Sin embargo, también podría argumentarse válidamente a favor de su clasificación como proveedor *upstream* en la cadena solar, porque, aunque débil, la única fortaleza positiva que registra se concentra en materias primas.

Para estos países, la transición puede ofrecer beneficios relevantes, aunque menos ligados a la industrialización manufacturera compleja y más al despliegue eficiente de renovables, la reducción de costos energéticos, la menor dependencia fósil y el desarrollo de servicios. En estos contextos, insistir en estrategias manufactureras aguas abajo puede implicar costos de oportunidad elevados. La captura de valor podría apoyarse, en cambio, en los encadenamientos de servicios de instalación, operación y mantenimiento, o en el aprovechamiento productivo de energía limpia y competitiva, incluida su capacidad para habilitar otras actividades industriales (Moerenhout, 2026; Gelb, 2026; Naveed y Vazir, 2026).

GRÁFICO 11

Casos ilustrativos del perfil marginales en cadenas de valor renovables (DTS por cadena y segmento)



Fuente: Fundar. Nota: La similitud en los valores del DTS entre algunos países responde a la ausencia de exportaciones competitivas en el conjunto de productos considerado (RCA > 1). En estos casos, el indicador queda determinado principalmente por el componente de *depth* (*share* en el mercado de exportación).

La tipología muestra un Sur Global heterogéneo en capacidades, donde existe un gradiente de posiciones productivas. Este gradiente es dinámico: India pasó de ser un actor periférico en la cadena eólica a uno de los perfiles de mayor integración; Vietnam era prácticamente ausente en solar a comienzos de la década de 2010 y hoy muestra rasgos claros de ensamblador dependiente; China transitó de posiciones parciales en distintos segmentos a una dominancia sistémica. Estas trayectorias de *upgrading* no surgieron de manera espontánea sino que exigieron años de política industrial, inversión pública y privada, acceso a tecnología y capacidades estatales, condiciones que no todos los países cumplen.

Los perfiles observados expresan posiciones históricamente construidas que condicionan, pero no determinan de manera mecánica, el rango de opciones disponibles en el horizonte de política. Por eso la diversidad importa: condiciona tanto los

beneficios que cada país puede capturar de la transición como las estrategias que tiene sentido perseguir (Moerenhout, 2026; Gelb, 2026; Naveed y Vazir, 2026).

TABLA 1

Tipología de perfiles de inserción actual en cadenas de valor renovables

Etiqueta	Descripción	Casos
China: dominante sistémico	Caso excepcional de inserción transversal y dominante en ambas cadenas. Combina escala, integración, diversificación tecnológica y fortaleza exportadora en todos los eslabones.	**Solar:** China. **Eólica:** China.
Integrados de alta capacidad	Países con presencia exportadora sólida en varios eslabones o en segmentos críticos de alta complejidad. No dominan necesariamente toda la cadena, pero cuentan con capacidades industriales y tecnológicas consolidadas.	**Solar:** Estados Unidos, Japón, Alemania, Corea del Sur, Taiwán. **Eólica:** Estados Unidos, Alemania, India, Turquía, Italia, España.
Diversificados intermedios	Países con inserción exportadora en varios segmentos, aunque sin liderazgo claro ni profundidad suficiente para disputar la frontera tecnológica. Tienen múltiples puntos de entrada, pero posiciones todavía vulnerables.	**Solar:** India, Turquía, Reino Unido, Francia, Italia, España, Polonia, Rumania, Países Bajos, Bélgica, Chequia, Austria, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia. **Eólica:** México, Japón, Vietnam, Tailandia, Reino Unido, Francia, Corea del Sur, Canadá, Polonia, Malasia, Rumania, Túnez, Chequia, Suecia, Emiratos Árabes Unidos, Portugal, Austria, Dinamarca, Finlandia, Eslovaquia, Croacia, Bosnia y Herzegovina, Eslovenia.
Ensambladores dependientes	Países con fortaleza en bienes finales, especialmente módulos solares, basada en ensamblaje de insumos importados y redes lideradas por firmas extranjeras. Generan exportaciones y empleo, pero con baja captura de valor.	**Solar:** Filipinas, Vietnam, Tailandia, Malasia, Camboya, Jordania, Grecia, Portugal, Singapur.
Proveedores *upstream*	Países con fortaleza concentrada en materias primas o materiales procesados básicos. Pueden capturar rentas relevantes, pero enfrentan dificultades para avanzar hacia subcomponentes o bienes finales.	**Solar:** Brasil, Rusia, México, Sudáfrica, Canadá, Perú, Australia, Kazajistán, Chile, Guinea, Bolivia, Suecia, Laos, Serbia, Bulgaria, Finlandia, Noruega, Croacia, Bosnia y Herzegovina, Mongolia. **Eólica:** Indonesia, Pakistán, Brasil, Rusia, Filipinas, Egipto, República Democrática del Congo, Irán, Sudáfrica, Colombia, Marruecos, Ucrania, Ghana, Australia, Taiwán, Zambia, Chile, Ecuador, Guatemala, Países Bajos, Burundi, Bélgica, Grecia, Hungría, Bielorrusia, Suiza, Israel, Serbia, Bulgaria, Singapur, El Salvador, Líbano, Noruega, Nueva Zelanda, Lituania, Letonia, Estonia, Luxemburgo.
Inserción marginal o ausente	Países con baja o nula fortaleza exportadora en casi todos los eslabones. Su oportunidad suele estar menos en la manufactura compleja que en el despliegue renovable, servicios asociados o usos productivos de energía barata.	**Solar:** Indonesia, Pakistán, Nigeria, Bangladés, Etiopía, Egipto, República Democrática del Congo, Irán, Tanzania, Kenia, Myanmar, Colombia, Sudán, Uganda, Argentina, Argelia, Irak, Afganistán, entre otros. **Eólica:** Nigeria, Bangladés, Etiopía, Tanzania, Kenia, Myanmar, Sudán, Uganda, Argentina, Argelia, Irak, Afganistán, Angola, Uzbekistán, Perú, Yemen, Mozambique, Arabia Saudita, Madagascar, entre otros.

Fuente: Fundar.
Nota: Lista completa de países disponible en el Anexo II.

Cinco escaleras para el desarrollo productivo en energías renovables

Si el desarrollo productivo se piensa como una escalera, el análisis anterior muestra que no existe una sola. Los perfiles de inserción identificados con el DTS describen dónde está parado cada país. Los resultados agregados del DTO, por su parte, muestran dónde tienden a concentrarse las oportunidades de diversificación por proximidad y cuáles son los límites que enfrentan esas trayectorias en cada cadena. Pero ningún indicador define por sí solo una estrategia. Pasar del diagnóstico a la decisión de política exige incorporar restricciones estructurales, condiciones de mercado, horizontes temporales y objetivos de desarrollo. Esta sección propone cinco orientaciones estratégicas para los países del Sur Global, en función de su perfil de inserción en las cadenas de valor de energías renovables[4].

Esas cinco orientaciones deben leerse a la luz de tres rasgos fundamentales del escenario global actual. Primero, los países que ya ocupan posiciones consolidadas en las cadenas de valor renovables enfrentan el desafío de sostener, profundizar y ampliar posiciones de frontera en un contexto de competencia geoeconómica creciente. En cadenas atravesadas por innovación acelerada y por la presión de la dominancia china, el liderazgo exige política industrial activa y adaptación rápida. Esto condiciona las estrategias de los países del Sur Global, en tanto aspiran a insertarse en un espacio de apertura condicionada y signado por posiciones en disputa, donde los líderes invierten masivamente recursos institucionales y financieros para ampliar sus ventajas. Esa asimetría en las capacidades de acción es una restricción de primer orden para el diseño de política en la periferia.

Segundo, China ocupa un lugar particular en ese escenario. Su dominancia limita la entrada en varios segmentos, pero también puede operar como fuente de tecnología, financiamiento, inversión y acceso a redes productivas. La reciente expansión de su inversión manufacturera en el exterior, motivada por el acceso al mercado del país receptor, a terceros mercados vía plataformas de reexportación y a insumos críticos, abre oportunidades que los receptores deberían intentar aprovechar (Xue y Larsen, 2025). Cada país enfrenta así una estructura de negociación distinta según lo que China busca en él, y los márgenes para imponer condicionalidades (transferencia tecnológica, encadenamientos locales, valor agregado) varían en consecuencia. Traducir esa posición en ganancias concretas exige capacidades estatales para negociar, diseñar instrumentos y monitorear compromisos, así como cooperación con otros países para articular capacidades complementarias y fortalecer la posición negociadora frente a los inversores externos (Albertone y Lebdioui, 2026). Sin ello, incluso posiciones estructuralmente favorables tienden a reproducir inserciones periféricas.

Tercero, esa tensión se expresa con particular claridad en la dimensión extractiva de las cadenas renovables, donde ninguna economía líder controla plenamente el suministro de sus insumos críticos. La respuesta fue una proliferación de políticas para reducir esas vulnerabilidades, como asociaciones estratégicas y acuerdos de

4 China queda fuera de esta clasificación en tanto opera como frontera competitiva y como contraparte potencial en acuerdos de inversión, tecnología y financiamiento.

suministro, metas nacionales de procesamiento, reglas de *friend-shoring*, incentivos fiscales a la producción y reservas estratégicas (Freytes et al., 2026). Esas medidas revelan el poder de negociación latente de los países productores. La experiencia de Indonesia en níquel, en ese sentido, ilustra cómo la posesión de recursos estratégicos puede convertirse en palanca para extraer compromisos de procesamiento local y transferencia tecnológica, aunque con resultados que dependen fuertemente de la capacidad estatal para sostener esa posición negociadora en el tiempo (Zelicovich et al., 2024).

Sobre este trasfondo común, las prioridades de política varían según las capacidades acumuladas y el perfil de inserción de los países. Para los integrados de alta capacidad del Sur Global, como India y Turquía en la cadena eólica, el desafío es sostener, densificar y sofisticar posiciones ya alcanzadas. Profundizar los segmentos donde existe base manufacturera, reducir la dependencia de importaciones en componentes de mayor valor agregado y fortalecer capacidades de diseño, certificación, ensayo e I+D aplicada. Esto requiere políticas orientadas tanto a la demanda de insumos domésticos, compras públicas, reglas de encadenamiento, financiamiento preferencial a proveedores locales que compitan con importaciones, como a la oferta de capacidades tecnológicas, por ejemplo: centros de prueba, programas de certificación, formación técnica especializada y apoyo a la absorción de conocimiento. La experiencia comparada muestra que la localización productiva puede avanzar más rápido que la acumulación de capacidades en los eslabones de mayor valor si no median políticas deliberadas que fuercen esa transmisión (Hansen et al., 2022).

Para los diversificados intermedios, el problema central es la selectividad. La presencia en varios segmentos puede ser un activo, pero también una dispersión ineficiente si los instrumentos de política no priorizan. Países como México, Vietnam, Tailandia o Malasia en eólica, e India o Turquía en solar, cuentan con capacidades parciales. En estos casos, la política industrial debe identificar, dentro del conjunto de segmentos donde el país ya opera, aquellos donde el *upgrading* hacia eslabones adyacentes es más plausible dada la proximidad productiva existente (Naveed y Vazir, 2026). La asignación de recursos debe ser sensible a las diferencias entre cadenas: en solar, la concentración china y la estandarización ofrece ventanas de entrada mucho más estrechas, mientras que la eólica preserva oportunidades relativamente mayores para proveedores regionales, por las razones logísticas ya señaladas.

Para los ensambladores dependientes, la pregunta principal es si la inserción existente puede convertirse en una plataforma de aprendizaje o si permanecerá como una posición frágil, atada a decisiones de firmas extranjeras y condiciones comerciales externas. La experiencia reciente del sudeste asiático muestra que una posición exportadora construida sobre relocalización de ensamblaje puede generar empleo y divisas, pero también evaporarse cuando cambian los aranceles, las reglas de origen o las estrategias de las empresas líderes, como muestra el colapso del ensamblaje tailandés tras las órdenes antidumping estadounidenses de 2025 (Zhu, 2024; USDOC, 2025). En este perfil, los instrumentos más relevantes son el desarrollo de proveedores domésticos vinculados a las filiales ya radicadas, junto con formación de mano de obra y certificación de calidad (Alfaro-Ureña et al., 2022). No se trata de graduar la exigencia, sino de tener con qué exigir, en tanto la condicionalidad funciona

cuando el país ya ofrece algo que la firma no quiere perder. Por eso es particularmente relevante la arquitectura de gobernanza que se adopte, como colaboración público-privada iterativa, monitoreo y capacidad efectiva de discontinuar el apoyo (Juhász et al., 2024).

El caso de los proveedores *upstream* amerita un tratamiento más detallado, dado que constituye la modalidad de inserción predominante en el Sur Global y ofrece vías para transformar la dotación de recursos en desarrollo productivo. El desafío es usarla estratégicamente para mejorar la inserción en la cadena. Los países del Sur Global regulan la extracción con instrumentos vinculantes, pero ese control no crea por sí solo capacidades de procesamiento, proveedores o aprendizaje tecnológico, y puede desembocar simplemente en un extractivismo "más regulado" si las medidas permanecen aisladas (Freytes et al., 2026). La primera prioridad es consolidar el posicionamiento extractivo como base de negociación, fortaleciendo productividad, infraestructura, capacidad regulatoria, captura fiscal y estándares socioambientales y territoriales exigibles. Ese margen será acotado cuando el recurso sea abundante, pero puede ampliarse cuando la oferta sea concentrada o estratégica. También exige negociar inversiones y acuerdos de suministro con compromisos verificables de infraestructura y transferencia tecnológica.

Otra alternativa de desarrollo productivo para los proveedores *upstream* es avanzar hacia etapas superiores de procesamiento de los minerales extraídos. Esta posibilidad depende de una combinación de factores, entre ellos la escala de producción, el acceso a energía competitiva, las capacidades técnicas, la disponibilidad de socios tecnológicos y los costos de capital, trabajo y logística. Por eso, la sola disponibilidad del recurso no genera ventajas automáticas aguas abajo (Bilek, 2026). Allí donde avanzar hacia las etapas de mayor procesamiento no resulte competitivo, el análisis del espacio de productos puede revelar oportunidades de procesamiento intermedio que permitan recorrer trayectorias parciales de *upgrading*.

Los países productores también pueden apostar al desarrollo de encadenamientos hacia atrás asociados a la actividad extractiva. Esto incluye proveedores de equipos e insumos, servicios especializados, ingeniería, logística, mantenimiento, software, monitoreo y tecnologías de proceso. Esta vía suele ser más promisoria que el procesamiento *downstream*, porque aprovecha capacidades industriales y de servicios más extendidas sin exigir escala masiva, energía ultra competitiva ni tecnología de frontera. No obstante, un relevamiento exhaustivo de políticas en países mineros sugiere que, en el Sur Global, los requisitos de contenido local tienen más peso que los instrumentos destinados a construir las capacidades necesarias para cumplirlos. Convertir esas exigencias en integración productiva requiere combinar prioridades de compra con financiamiento, certificación, asistencia tecnológica, formación laboral, articulación con las operadoras y monitoreo de resultados (Freytes et al., 2026). Australia siguió esta vía mediante el desarrollo sostenido de un sector de equipos, tecnología y servicios mineros que hoy exporta soluciones a proyectos extractivos en todo el mundo (Scott-Kemmis, 2013; Wright y Czelusta, 2007).

Igualmente importante es mantener una mirada amplia de las posibilidades de desarrollo. La renta de la posición *upstream* puede usarse para impulsar sectores no

asociados directamente a la cadena. Chile, con inserción fuerte en materias primas para la cadena solar y oportunidades *downstream* más limitadas, usó las rentas del cobre para impulsar sectores distantes de la minería, como el salmón y la vitivinicultura (Gelb, 2026). Para países con brechas institucionales, educativas o de infraestructura, esta estrategia horizontal puede generar retornos sociales más altos que una apuesta por encadenamientos productivos específicos.

Para los países de inserción marginal, la prioridad es moderar la ambición manufacturera sin abandonar la captura de beneficios de la transición. Estos países no presentan, en el horizonte relevante de política, condiciones suficientes para sostener una estrategia competitiva de producción local de componentes complejos. Pero sí pueden capturar beneficios a través del despliegue renovable, como reducción de precios eléctricos, ampliación del acceso a la energía, menor dependencia de combustibles fósiles importados, mejora de la seguridad energética, desarrollo de servicios asociados y, en algunos casos, atracción de actividades productivas intensivas en energía limpia mediante estrategias de *powershoring*. Bangladesh ilustra esta lógica. Sin una base manufacturera relevante en componentes renovables, desarrolló uno de los programas de sistemas solares domiciliarios más extensos del mundo, con impactos significativos en empleo vinculado a ventas, instalación y mantenimiento (Ullah et al., 2024; IRENA, 2014).

Una dimensión transversal: los servicios asociados a las renovables

El debate de política industrial para las energías renovables suele enfocarse en la manufactura de equipos, un segmento donde el predominio de China y la alta competencia entre países líderes tecnológicos condiciona estructuralmente la inserción de los países del Sur Global. En este sentido, existe una oportunidad de desarrollo transversal a todos los perfiles de inserción que ha sido poco explorada: los servicios asociados al despliegue renovable. Actividades como estudios de factibilidad, ingeniería, logística, instalación, operación y mantenimiento (O&M), gestión de activos, diagnóstico remoto y software de monitoreo son tan necesarias para la expansión renovable como los equipos mismos. Además, presentan barreras de entrada más bajas, generan empleo calificado difícilmente relocalizable y tienen un horizonte de demanda de largo plazo.

Los servicios no importan solo a los países marginales, para los que la manufactura parece casi inalcanzable, sino a todos los perfiles que a menudo subcapturan las actividades de mayor valor del despliegue. La experiencia sudafricana con el *Renewable Energy Independent Power Producer Procurement Programme* (REIPPP)[5] lo muestra: aún con requisitos formales de contenido local, los desarrolladores extranjeros retuvieron el control del diseño, la ingeniería y los servicios financieros, mientras que las empresas locales quedaron confinadas a obras civiles y logística básica (Hansen et al., 2022). Por eso, una política productiva para servicios renovables debería actuar

5 Fue un programa de licitaciones lanzado por el gobierno sudafricano en 2011 para atraer inversión privada en generación eléctrica renovable mediante contratos de compra de energía a largo plazo con la empresa estatal Eskom.

en cuatro frentes: incorporar servicios en las reglas de contenido local, diferenciando obras civiles de ingeniería y servicios intensivos en conocimiento; promover innovación aplicada en instalación, mantenimiento, logística y software; territorializar capacidades mediante *clusters* de servicios; y acompañar la internacionalización de firmas competitivas, especialmente en software, monitoreo, ingeniería y gestión de activos.

A estos ejes debe sumarse una política laboral activa. La formación técnica funciona mejor cuando se vincula a la demanda concreta de proyectos que cuando se ofrece desconectada de subastas, obras o planes de inversión (**NYSERDA, 2021**). Es esencial, además, que se establezcan condicionalidades laborales en los incentivos fiscales y los contratos. En contextos con menor capacidad institucional, fondos de capacitación con criterios simples y métricas verificables pueden ser más efectivos que requisitos sofisticados difíciles de monitorear. Cuando estas políticas se activan, las cadenas de servicios pueden dar resultados más sostenibles que algunos bienes tecnológicos complejos: son geográficamente más "pegajosas", es decir, menos expuestas a la relocalización una vez establecidas, y ofrecen trayectorias de *upgrading* más accesibles para países que no controlan la manufactura de frontera (Lema et al., 2025).

La elección es política

El primer error estratégico no consiste únicamente en elegir una trayectoria equivocada, sino también en avanzar con una secuencia inadecuada: intentar saltos demasiado ambiciosos antes de contar con las condiciones mínimas necesarias, o sostener objetivos demasiado modestos cuando existe una ventana efectiva de oportunidad. Un país con debilidades manufactureras generalizadas que procura ingresar en la producción de bienes finales complejos sin escala de mercado, margen fiscal ni capacidades previas puede comprometer recursos significativos con escasa acumulación de capacidades. A la inversa, un país con fortalezas en materiales procesados y oportunidades próximas en subcomponentes puede desaprovechar una trayectoria viable si opta por importar esos bienes en lugar de promover un avance incremental. La dirección importa, pero también el momento y la secuencia de las intervenciones.

Precisamente por eso, la tipología no debe interpretarse como una correspondencia mecánica entre perfiles de inserción y recetas de política. Su función es ordenar configuraciones predominantes de capacidades, restricciones y oportunidades, no asignar a cada país una estrategia única. En la práctica, las inserciones son heterogéneas: una economía marginal en términos agregados puede contar con capacidades específicas en un segmento, un servicio o un subcomponente que justifiquen instrumentos asociados a otra trayectoria. Las políticas deben entenderse, por lo tanto, como repertorios de intervención y no como paquetes cerrados, cuya pertinencia depende del segmento considerado, de las capacidades efectivamente disponibles y de las posibilidades concretas de escalamiento.

Y la selección entre trayectorias tampoco es una decisión puramente técnica que la evidencia "resuelva" por sí sola. Exige un diagnóstico riguroso sobre la inserción

vigente, las capacidades productivas, los costos y riesgos de cada alternativa y la posibilidad de construir nuevas capacidades dentro del horizonte relevante de política. Pero también una decisión política, porque obliga a jerarquizar objetivos que pueden entrar en tensión —empleo, autonomía tecnológica, captura de renta, velocidad de descarbonización y seguridad energética— y a determinar qué costos y riesgos resulta razonable asumir. No existe una solución óptima que elimine esos dilemas: existen decisiones, y actores que las toman o eluden.

Estas decisiones, además, se toman en condiciones asimétricas. Mientras las economías líderes movilizan recursos institucionales, tecnológicos y financieros para consolidar y ampliar sus ventajas, los países periféricos disponen de menor margen de acción y enfrentan mayor incertidumbre en cadenas que se transforman con rapidez. La tipología no elimina esa incertidumbre ni permite anticipar el futuro, pero sí contribuye a ordenar el espacio de decisión en el presente.

→ Para el Sur Global, la pregunta no es si participar de la transición, sino en qué términos: y esos términos se definen políticamente o los definen otros.

Bibliografía

- Albertone, B. y Lebdioui, A. (2026). The Regional Coordination of Industrial Policy: A New Framework for Coordinative Optimisation. Technology, Industrialisation and Development Centre, University of Oxford, Working Paper 96.
- Alfaro-Ureña, A., Manelici, I., y Vasquez, J. P. (2022). The effects of joining multinational supply chains: New evidence from firm-to-firm linkages. The Quarterly Journal of Economics, 137(3), 1495–1552.
- Altenburg, T. (2011). Industrial policy in developing countries: Overview and lessons from seven country cases (Discussion Paper 4/2011). German Development Institute (DIE).
- Aneise, G. y Möhle, E. (2024). Argentina frente al cambio climático: Desafíos y oportunidades para una transición justa. Fundar.
- Aneise, A. J., Sahla, S., Möhle, E., Freytes, C., Arias Mahiques, V., Delbuono, V., Manteca, E., Obaya, M., Wainer, A., Jarvis, M., Marin, A. y Andreoni, A. (2024). A North-South agenda for the renewables challenge: Ensuring sustainable supply chains, equitable green development and transparency standards [Policy brief]. T20 Brasil.
- Bilek, M. (2026). Challenges and opportunities in processing critical minerals. En T. S. H. Moerenhout & J. C. Jobet (Eds.), Downstream diversification of mineral-rich countries. Palgrave Macmillan.
- Bril Mascarenhas, T., Gutman, V., Dias Lourenco, M. B., Pezzarini, L., Palazzo, G. y Anauati, M. V. (2021). Políticas de desarrollo productivo verde para la Argentina. Fundar.
- Jin Chen, Ximing Yin, Xiaolan Fu y McKern, B. (2021), Beyond catch-up: could China become the global innovation powerhouse? China's innovation progress and challenges from a holistic innovation perspective, Industrial and Corporate Change, Volume 30, Issue 4, August 2021, Pages 1037–1064,
- Cimoli, M., Dosi, G. y Stiglitz, J. E. (Eds.). (2009). Industrial policy and development: The political economy of capabilities accumulation. Oxford University Press.
- Ember. (2025). Global electricity review 2025. Ember.
- Freytes, C. y O'Farrell, J. (2021). El potencial dinámico de los recursos naturales: Propuestas para una estrategia de desarrollo para la Argentina del siglo XXI. Fundar.
- Garud, R. y Karnøe, P. (2003). Bricolage versus breakthrough: Distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. Research Policy, 32(2), 277–300.

- Gaulier, G. y Zignago, S. (2010). BACI: International trade database at the product-level. The 1994–2007 version (Working Paper No. 2010-23). CEPII.
- Geels, F. W., Sovacool, B. K., Schwanen, T. y Sorrell, S. (2017). Sociotechnical transitions for deep decarbonization. Science, 357(6357), 1242–1244.
- Gelb, A. (2026). Economic diversification in green mineral economies. En A. Addison, A. Roe y K. Hujo (Eds.), Economic diversification in green mineral economies. Palgrave Macmillan.
- Hallam, B., Kim, M., Zhang, Y., Wang, L., Lennon, A., Verlinden, P., Altermatt, P. P. y Dias, P. (2023). The silver learning curve for photovoltaics and projected silver demand for net-zero emissions by 2050. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 31(6), 598–606.
- Hansen, U. E., Fold, N. y Hansen, T. (2022). Technological upgrading in global value chains for wind and solar energy. Journal of Development Studies.
- Hansen, U. E., Nygaard, I., Morris, M. y Robbins, G. (2021). Green industrial policy in emerging economies: Aligning renewable energy sector development with value creation and employment generation. The Journal of Development Studies.
- Hausmann, R. y Klinger, B. (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. Growth Lab Working Paper, John F. Kennedy School of Government, Harvard University.
- Hidalgo, C. A. y Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(26), 10570–10575.
- Hove, A. (2024). Clean energy innovation in China: Fact and fiction, and implications for the future (OIES Paper CE14). Oxford Institute for Energy Studies.
- International Energy Agency. (2022). Special report on solar PV global supply chains. IEA.
- International Energy Agency. (2023). Global EV outlook 2023: Catching up with climate ambitions. IEA.
- International Energy Agency. (2025). Global energy review 2025: Global trends. IEA.
- International Labour Organization. (2026). World employment and social outlook (WESO) data explorer. ILOSTAT. https://ilostat.ilo.org/dataviz/weso/
- International Renewable Energy Agency. (2014). Renewable energy jobs: Annual review 2014. IRENA.

- International Renewable Energy Agency. (2023). World energy transitions outlook 2023: 1.5°C pathway. IRENA.
- International Renewable Energy Agency. (2025). Renewable power generation costs in 2024. IRENA.
- International Renewable Energy Agency. (2026). Renewable energy and jobs: Annual review 2025. IRENA.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). Global warming of 1.5°C: Summary for policymakers. IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (P. R. Shukla et al., Eds.). Cambridge University Press.
- Ireland, R. (2022). From balsa wood to polymer foam in wind turbine blades: Material input substitutes in low-carbon technologies [Executive Briefings on Trade]. U.S. International Trade Commission.
- Jo, H. (2024). Green industrial policy and energy transition: Opportunities and challenges for late industrializers. Energy Research & Social Science, 116, 103694.
- Juhász, R., Lane, N., y Rodrik, D. (2024). The new economics of industrial policy. Annual Review of Economics, 16, 213–242.
- Lall, S. (2004). Reinventing industrial strategy: The role of government policy in building industrial competitiveness. G-24 Discussion Paper Series No. 28. UNCTAD.
- Lebdioui, A. (2024). Survival of the greenest: Economic transformation in a climate-conscious world. Cambridge University Press.
- Lema, R., Fu, X. y Rabellotti, R. (2021). Green windows of opportunity? Latecomer development in the age of transformation toward sustainability. Industrial and Corporate Change, 30(5), 1193–1209.
- Lema, R., Fu, X., Hansen, U. E., Morris, M. y Rabellotti, R. (2025). Green industrialisation in developing countries: Renewable energy technologies and innovation capabilities. Journal of International Business Policy.
- Lewis, J. I. (2007). Technology acquisition and innovation in the developing world: Wind turbine development in China and India. Studies in Comparative International Development, 42(3–4), 208–232.
- Mealy, P. y Teytelboym, A. (2022). Economic complexity and the green economy. Research Policy, 51(8), 104543.

- Moerenhout, T. S. H. (2026). Downstream diversification of critical mineral-rich countries. En T. S. H. Moerenhout & J. C. Jobet (Eds.), Downstream diversification of mineral-rich countries (pp. 1–29). Palgrave Macmillan.
- Nahm, J. (2021). Collaborative advantage: Forging green industries in the new global economy. Oxford University Press.
- Naveed, A. y Vazir, C. (2026). Capability and risk: A new framework for downstream diversification in mineral-rich developing countries. In T. S. H. Moerenhout & J. C. Jobet (Eds.), Downstream diversification of mineral-rich countries (pp. 49–73). Springer.
- New York State Energy Research and Development Authority. (2021). Offshore wind training and skills development. NYSERDA.
- Ngov, C., Calabrese, L., Mohun, R., New, S., Schmid, M. y Vázquez, S. T. (2025). Industrial policy for sustainable development in the age of geoeconomic fragmentation. Oxford Department of International Development, University of Oxford.
- Pack, H. y Saggi, K. (2006). Is there a case for industrial policy? A critical survey. World Bank Research Observer, 21(2), 267–297.
- Pérez, C. (2010). Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos. En M. A. Arocena & J. Sutz (Eds.), Innovación y aprendizaje: Lecciones para el diseño de políticas (pp. 123–145). Universidad de la República.
- Pietrobelli, C. y Valverde Carbonell, J. (2026). Avenues to maximizing value added from critical minerals. En T. S. H. Moerenhout & J. C. Jobet (Eds.), Downstream diversification of mineral-rich countries. Palgrave Macmillan.
- Ritchie, H., Rosado, P. y Roser, M. (2026). Renewable energy. Our World in Data.
- Rodrik, D. (2004). Industrial policy for the twenty-first century. Harvard University, John F. Kennedy School of Government.
- Rosenow, J. y Mealy, P. (2024). Green capabilities and the twin transition: Pathways for sustainable industrial development. World Bank.
- Rosenow, S. y Mealy, P. (2024). Turning risks into reward: Diversifying the global value chains of decarbonization technologies. World Bank.
- Scheifele, F., Durán Lima, J. E., Kieffer, C. y Pellandra, A. (2022). The impact of local content requirements on the development of export competitiveness in solar and wind technologies. CEPAL Review, 137, 167–188.
- Scott-Kemmis, D. (2013). How about those METS? Leveraging Australia's mining equipment, technology and services sector. Minerals Council of Australia.

- Ullah, K., Rahman, M. M. y Hossain, M. S. (2024). Socioeconomic impacts of solar home systems in rural Bangladesh: Evidence from two decades of deployment. Energy for Sustainable Development, 79, 101426.
- United Nations Conference on Trade and Development. (2024). Fuente metodológica utilizada para la clasificación de productos HS6 de cadenas solar y eólica.
- U.S. Department of Commerce. (2023, August 18). Department of Commerce issues final determination in circumvention inquiries. U.S. Department of Commerce.
- U.S. Department of Energy. (2022). United States energy and employment report 2022. Office of Energy Jobs, U.S. Department of Energy.
- U.S. Department of Commerce (2025). Crystalline Silicon Photovoltaic Cells, Whether or Not Assembled Into Modules, From Cambodia, Malaysia, Thailand, and the Socialist Republic of Vietnam: Final Affirmative Determinations. Federal Register, abril de 2025.
- Wright, G. y Czelusta, J. (2007). Resource-based growth: Past and present. En D. Lederman & W. F. Maloney (Eds.), Natural resources: Neither curse nor destiny (pp. 185–222). Stanford University Press y World Bank.
- Zhu, L. (2024). Reconfiguring globalisation: A review of tariffs, industrial policies, and the global solar PV supply chain. OIES Paper CE 15. Oxford: Oxford Institute for Energy Studies.
- Zelicovich, J., Actis, E., Creus, N. y Ghiretti, F. (2024). La reconfiguración de la globalización. Fundar.
- Zelicovich, J., Kulfas, M., Sachs, J., Chaves, M., Díaz, M., Kweitel, J. y Vercesi, F. (2024). La reconfiguración de la globalización: Oportunidades y desafíos para Argentina. Fundar.

Acerca del equipo autoral

Ana Julia Aneise

Ana Julia Aneise es licenciada en Economía por la Universidad de Buenos Aires, magíster en Economía y Derecho del Cambio Climático por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y maestranda en Desarrollo Energético Sustentable por el Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Hizo consultorías sobre política climática y transición justa, y actualmente investiga la descarbonización del sector energético en Argentina. Trabajó en Fundar hasta julio de 2026.

Franco Mendoza

Analista de Economía equilibrada de Fundar

Licenciado en comercio internacional por la Universidad Nacional de Quilmes y maestrando en economía por la Universidad Nacional de la Plata. Se desempeñó como analista económico en la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo del Ministerio de Economía de la Nación. Sus áreas de interés comprenden la política industrial verde, las finanzas sostenibles y el nexo comercio-ambiente, así como la economía de la innovación.

Elisabeth Möhle

Investigadora de Desarrollo productivo y sustentable

Licenciada en Ciencias Ambientales por la Universidad del Salvador, Magister en Políticas Públicas y Gestión del Desarrollo por la Universidad Nacional General San Martín (UNSAM) y Georgetown University. Es candidata a doctora en Ciencia Política en UNSAM, su tesis versa sobre los factores que explican las diferencias del despliegue de energías renovables en los países latinoamericanos. Es docente, divulgadora y consultora en temas de transición energética y desarrollo sostenible.

Tomás Bril Mascarenhas

Investigador principal en Desarrollo productivo y sustentable

Doctor en Ciencia Política, Universidad de California-Berkeley; licenciado en Ciencia Política, UBA. Se especializa en la economía política comparada del desarrollo. Ha sido profesor en la Universidad Nacional de San Martín y profesor visitante en la Universidad Torcuato Di Tella. Ha sido investigador visitante en la Universidad Católica de Chile, la Universidad del Estado de Río de Janeiro y la Universidad de San Pablo, Brasil. Realizó su doctorado gracias a una beca Fulbright y su investigación ha sido financiada por el CONICET, UBACyT, MinCyT, CAPES (Brasil) y la Tinker Foundation.

Joan Manuel Vezzato

Politólogo por la Universidad de Buenos Aires y maestrando en Sociología Económica por la IDAES/UNSAM. También es docente en la Licenciatura en Comercio Internacional de la Universidad Nacional de La Matanza. Antes de llegar a Fundar trabajó como analista de políticas industriales en la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo y como asesor parlamentario especializado en presupuesto y desarrollo productivo en la Legislatura Porteña. Trabajó en Fundar hasta marzo de 2026.

Equipo de Fundar

Dirección ejecutiva: Martín Reydó

Dirección de proyectos: Lucía Álvarez

Coordinación editorial: Juan Abadi

Corrección: Juan Abadi

Revisión institucional: Marcelo Mangini

Diseño: Jimena Zeitune

Elegir la escalera / Ana Julia Aneise ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Fundar , 2026.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-631-6610-68-3

1. Energía Renovable. 2. Desarrollo Económico. I. Aneise, Ana Julia
CDD 800

ISBN 978-631-6610-68-3
9 786316 610683

fundar

www.fund.ar @fundar.politicas info@fund.ar