

PERSPECTIVAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA MUNDIAL

CAMINO HACIA 1.5°C

RESUMEN EJECUTIVO

PERSPECTIVAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA MUNDIAL

© IRENA 2021

A menos que se especifique lo contrario, el material de esta publicación puede usarse, compartirse, copiarse, reproducirse, imprimirse o almacenarse libremente, siempre que se reconozca adecuadamente a IRENA como fuente y titular de los derechos de autor. El material contenido en esta publicación que se atribuye a terceros puede estar sujeto a condiciones de uso y restricciones independientes, y deberán obtenerse los permisos adecuados de dichos terceros antes de hacer cualquier uso de ese material.

CITA DE REFERENCIA

Esta publicación es el resumen ejecutivo de IRENA (2021), *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Este Resumen ejecutivo es una traducción del «World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway»

ISBN: 978-92-9260-334-2 (2021). En caso de discrepancia entre esta traducción y el original en inglés, prevalecerá el texto en inglés.

Disponible para su descarga: www.irena.org/publications

Para obtener más información o proporcionar comentarios escriba a: publications@irena.org

ACERCA DE IRENA

La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) sirve como la plataforma principal para la cooperación internacional, un centro de excelencia, un repositorio sobre políticas, tecnologías, recursos y conocimientos financieros y un impulsor de la acción en el campo para avanzar en la transformación del sistema energético global. Como organización intergubernamental establecida en el 2011, IRENA promueve la adopción generalizada y el uso sostenible de todas las formas de energía renovable, entre ellas la bioenergía y las energías geotérmica, hidráulica, oceánica, solar y eólica para lograr el desarrollo sostenible, el acceso a la energía, la seguridad energética y la prosperidad y el crecimiento económicos con bajas emisiones de carbono.

www.irena.org

EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

Esta publicación y el material que figura en ella se presentan en el estado en que se encuentran. IRENA ha tomado todas las precauciones razonables para verificar la fiabilidad del material presentado en esta publicación. Sin embargo, ni IRENA ni ninguno de sus funcionarios, agentes, proveedores de datos u otros contenidos de terceros ofrecen ninguna garantía, ya sea explícita o implícita, ni aceptan responsabilidad u obligación alguna por consecuencias derivadas del uso de la publicación o el material que contiene.

La información aquí contenida no representa necesariamente los puntos de vista de todos los miembros de IRENA. La mención de empresas específicas o ciertos proyectos o productos no significa que IRENA los respalde o recomiende con preferencia sobre otros de naturaleza similar que no estén mencionados. Las denominaciones empleadas y la presentación de material en la presente publicación no implican la expresión de ninguna opinión por parte de IRENA sobre la condición jurídica de ninguna región, país, territorio, ciudad o zona, ni de sus autoridades, ni en relación con la delimitación de sus fronteras o límites.

PERSPECTIVAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA MUNDIAL

CAMINO HACIA 1.5°C

RESUMEN EJECUTIVO



PRÓLOGO

No tenemos tiempo. La ventana se va cerrando y el camino hacia un futuro cero neto se estrecha. Este fue el mensaje que transmití de forma clara e inequívoca cuando publicamos el avance del informe *Perspectivas de la transición energética mundial* en el Diálogo de Berlín sobre la Transición Energética a principios de este año. La ciencia es clara: Es necesario reducir para 2030 el 45 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero con respecto a los niveles de 2010. Lamentablemente, las tendencias recientes muestran que la brecha entre donde estamos y donde deberíamos estar es cada vez mayor. Estamos en el camino equivocado y tenemos que cambiar el rumbo ahora.

Las decisiones que tomemos en los próximos años tendrán un impacto de gran alcance. Podrían encaminarnos hacia los objetivos que nos propusimos en 2015 cuando adoptamos los acuerdos internacionales de gran trascendencia sobre el desarrollo sostenible y el cambio climático. O podrían llevarnos en la dirección contraria a un mayor calentamiento, con consecuencias económicas y humanitarias profundas e irreversibles.

No es prudente hacer predicciones ni adelantarse a los resultados en momentos de incertidumbre. Pero hay varias tendencias que están dando forma a una transición energética que se está desarrollando y que dan una indicación de su dirección. En primer lugar, los costos de las tecnologías renovables se han desplomado hasta el punto de que la nueva electricidad de origen fósil ya no es una opción atractiva. En segundo lugar, el progreso en el sector energético se está extendiendo a los usos finales, lo que permite reimaginar las posibilidades con la abundancia de opciones renovables disponibles. Y tercero, ha surgido un consenso en torno a la idea de que una transición energética basada en las fuentes de energía renovables y en las tecnologías eficientes es la única manera de tener una oportunidad de limitar el calentamiento global a 1.5 °C en 2050. Hace tan solo unos años, el enfoque centrado en las energías renovables que propugnaba IRENA se consideraba demasiado progresista, idealista e incluso alejado de la realidad. Hoy, nuestra visión se ha convertido en la corriente principal, y se acepta como la única opción realista para un mundo seguro con respecto al clima. Y esto se refleja en el creciente número de compromisos con estrategias de cero emisiones netas por parte de países de todos los rincones del mundo, que crean un impulso político sin precedentes para un cambio transformador.

Las *Perspectivas de la transición energética mundial* de IRENA describen los medios para sacarnos de la crisis climática y llevarnos a un mundo resiliente y más equitativo. Muestra claramente las opciones que tenemos hoy en día y las carencias que hay que cubrir. El análisis y las opciones presentadas dan prioridad a las soluciones de reducción de emisiones existentes y a las que tienen más posibilidades de resultar viables en los próximos años. No apuesta por tecnologías no probadas o inventos pendientes, sino que fomenta la tan necesaria innovación para perfeccionar y avanzar en el camino más rápido hacia la reducción de emisiones.

Las Perspectivas ofrecen un camino convincente para la descarbonización de todos los usos de la energía, con la electrificación y la eficiencia energética como principales impulsores, facilitados por las energías renovables, el hidrógeno verde y la bioenergía moderna sostenible. Pero un escenario y sus supuestos, por muy rigurosos y exhaustivos que sean, son solo un instrumento para informar la elaboración de políticas. Para hacer realidad esta visión del futuro energético, hay que superar los límites de la infraestructura existente creada para los combustibles del pasado. Y estas decisiones no se toman en el vacío. Es necesario conciliar los objetivos de desarrollo económico y humano, las preocupaciones medioambientales y las vías de financiación.

Es en este contexto que IRENA aporta su valor único.

Las Perspectivas muestran que, cuando miramos más allá de los estrechos límites del suministro de energía, una transición basada en las energías renovables libera una serie de valiosos beneficios. Así, las Perspectivas presentan los marcos políticos necesarios para avanzar en una transición justa e inclusiva. Proporcionan una mejor comprensión de los cambios estructurales y ofrecen un marco cuantitativo para impactos como el producto interno bruto (PIB), el empleo y el bienestar. El informe también examina las estructuras de financiación para mostrar el cambio necesario en los mercados de capitales.

Y este conocimiento proporciona la base para que IRENA apoye a los países en el cumplimiento de sus prioridades y en la conversión de sus estrategias en acciones. Con nuestros 164 miembros, vemos cómo la acción colectiva puede impulsar el progreso en todo el mundo y dónde pueden existir necesidades y carencias generales.

Este alcance global es lo que da a la Agencia la credibilidad -y el privilegio- de apoyar la cooperación internacional en toda la gama de cuestiones relacionadas con la transición energética para ayudar a los países a aprender unos de otros y aprovechar la amplia experiencia de la Agencia. Y estamos trabajando activamente con socios, incluido el sector privado, para proporcionar una plataforma dinámica que impulse la acción, la planificación previsor, la elaboración de políticas holísticas y la inversión a escala.

Las exigencias de nuestro tiempo son grandes y están llenas de incertidumbre. Estamos entrando en una nueva era de cambio, en la que la transformación energética impulsará la transformación económica. Este cambio está aportando nuevas posibilidades inéditas para revitalizar las economías y sacar a la gente de la pobreza. Pero la tarea que tenemos por delante es abrumadora. Espero que estas Perspectivas ofrezcan una nueva visión sobre cómo convertir los problemas energéticos de hoy en las soluciones de mañana.

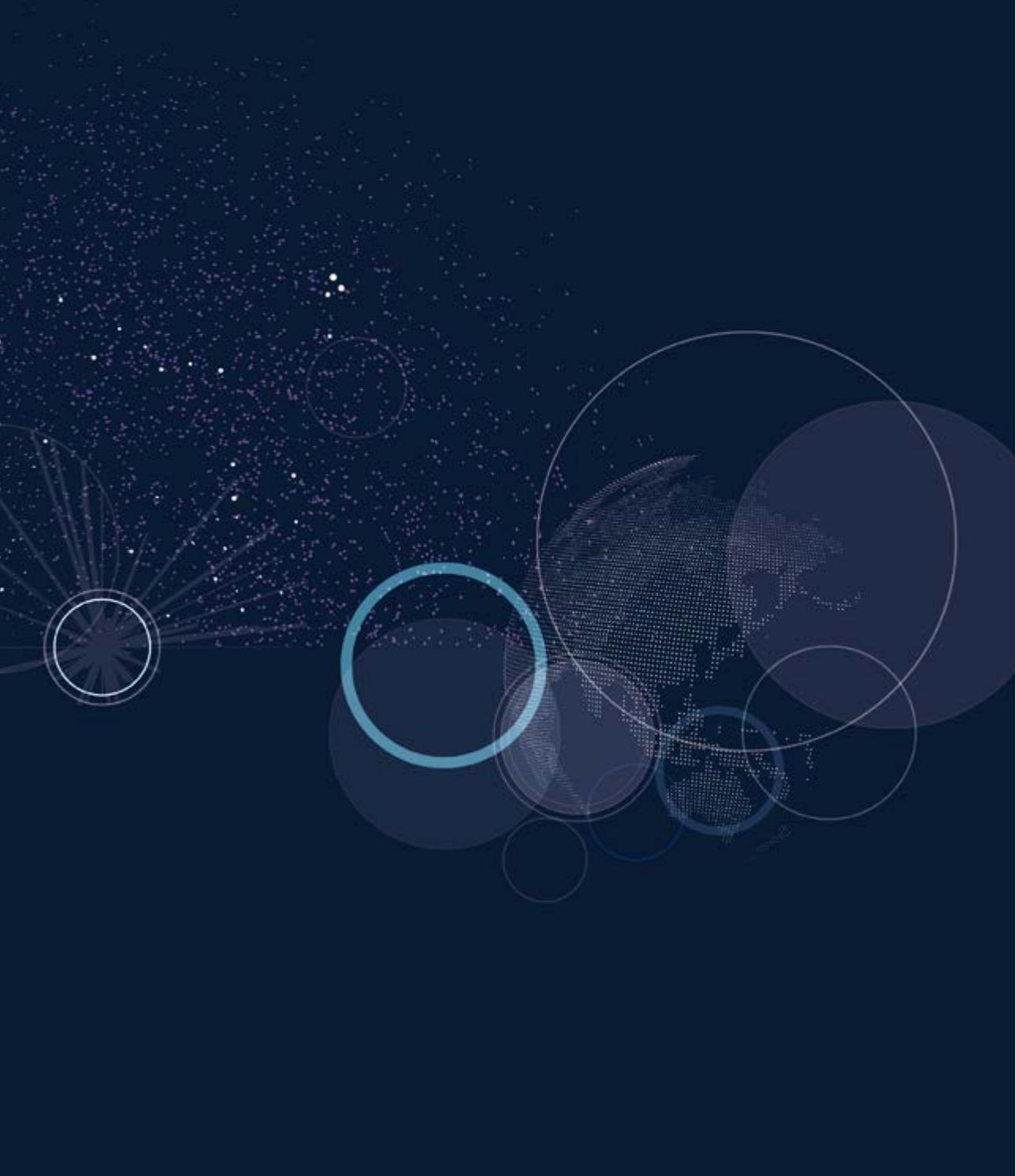
Nuestro futuro compartido solo será brillante si avanzamos juntos, llevando a todos hacia un mundo más resiliente, igualitario y justo.



Francesco La Camera
Director general de IRENA



RESUMEN EJECUTIVO



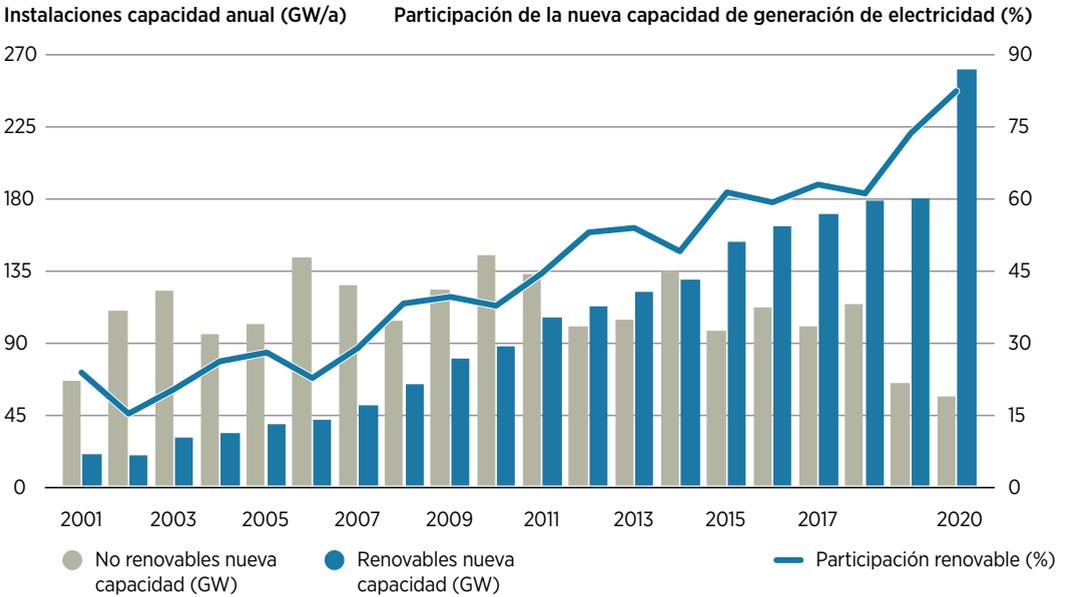
¿En qué punto de la transición energética nos encontramos?

El sector energético, conocido por su lentitud de cambio, está experimentando una transición dinámica. Los requerimientos del cambio climático, la pobreza energética y la seguridad energética para apuntalar el desarrollo y la estrategia industrial han hecho de la adopción generalizada de las energías renovables y tecnologías afines una solución esencial. Los impulsores de las políticas, los desarrollos tecnológicos y la cooperación internacional han hecho que estas tecnologías pasen de ser un nicho a una corriente principal, especialmente en la última década. Incluso ante la agitación causada por la pandemia de COVID-19, los sistemas basados en las energías renovables demostraron una notable resiliencia, mostrando la fiabilidad técnica de un sistema eléctrico basado en las energías renovables con una alta proporción de energía solar y eólica.

Se ha formado un consenso en torno a la idea de que una transición energética basada en fuentes y tecnologías renovables, que aumente la eficiencia y la conservación, es la única manera de darnos una oportunidad de luchar por limitar el calentamiento global a 1.5 °C en 2050. Hace unos pocos años, el enfoque centrado en las energías renovables que propugna IRENA se consideraba idealista. Hoy en día, incluso algunos de los actores energéticos más conservadores se han dado cuenta de que es la única opción realista para un mundo seguro desde el punto de vista climático. Este cambio de opinión tan profundo y generalizado se basa en pruebas innegables, no solo de los graves problemas del mundo, sino también de las tendencias tecnológicas, políticas y de mercado que llevan más de una década reconfigurando el sector energético.

En los últimos siete años, se ha añadido anualmente a la red más energía renovable que los combustibles fósiles y la energía nuclear juntos. Las tecnologías de energía renovable dominan ahora el mercado mundial de la nueva capacidad de generación de electricidad, ya que se han convertido en las fuentes de electricidad más baratas en muchos mercados. En 2020 se sumó un nivel récord de 260 gigavatios (GW) de capacidad de generación basada en energías renovables en todo el mundo, más de cuatro veces la capacidad añadida de otras fuentes (IRENA, 2021a). Se trata de una trayectoria prometedora para la rápida descarbonización del sector energético.

FIGURA S.1 , Proporción de la capacidad, 2001-2020

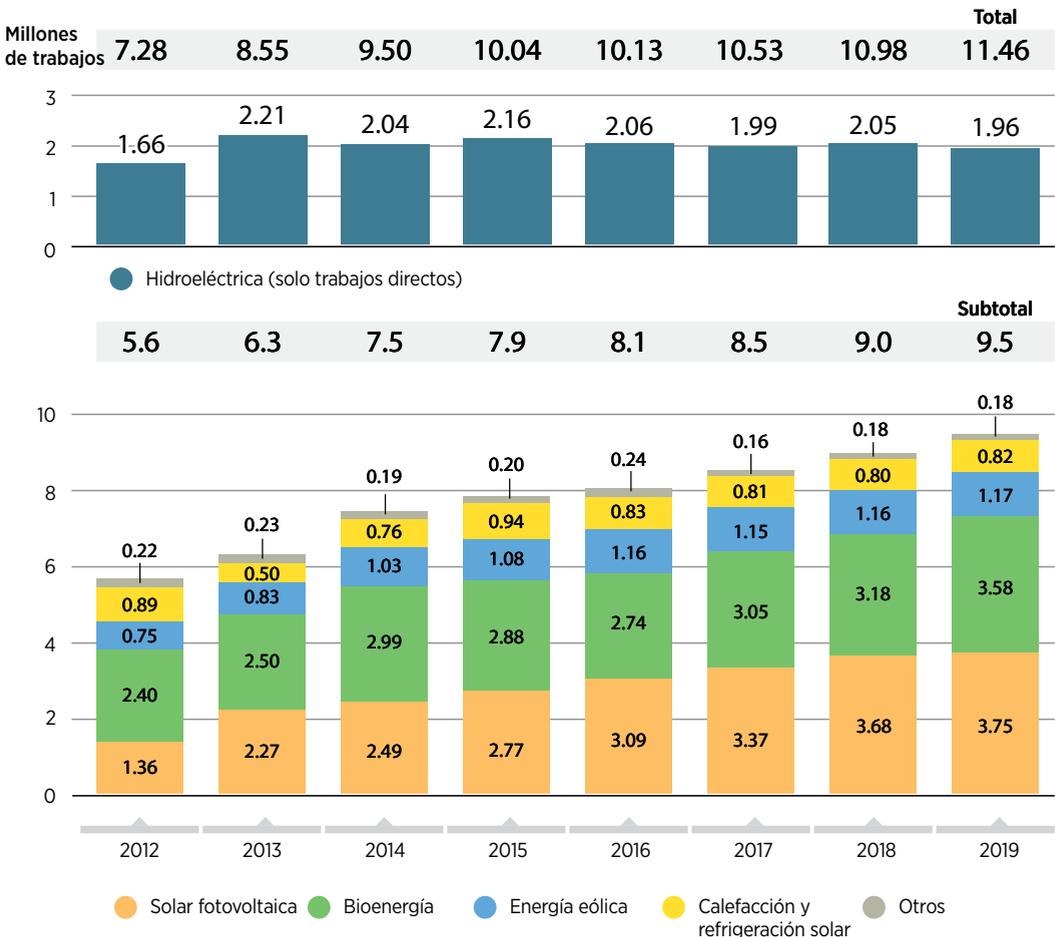


Basado en las estadísticas de energía renovable de IRENA.

Las soluciones innovadoras están remodelando el sistema energético y abriendo nuevas posibilidades para un futuro descarbonizado mucho más rápido de lo esperado. En todo el mundo se están aplicando innovaciones en materia de tecnología, políticas y mercados (IRENA, 2019a). Se han logrado avances significativos en la movilidad eléctrica, el almacenamiento de baterías, las tecnologías digitales y la inteligencia artificial, entre otros. Estos cambios también están atrayendo una mayor atención a la necesidad de una explotación y gestión sostenibles de las tierras raras y otros minerales, y la inversión en la economía circular. Las redes nuevas e inteligentes, que van desde las mini a las superredes, reforzadas por políticas y mercados facilitadores, están mejorando la capacidad del sector eléctrico para hacer frente a la variabilidad de las energías renovables. Los usos directos de las energías renovables -incluida la bioenergía- y el hidrógeno verde están aportando soluciones muy necesarias en el transporte, los edificios y la industria.

De los 58 millones de puestos de trabajo en el sector de la energía en todo el mundo en 2019, alrededor del 20 % pertenecía al sector de las energías renovables. El cambio en los patrones de empleo mundial refleja las nuevas tendencias en el despliegue energético. El empleo creció de 7.3 millones en 2012, cuando IRENA comenzó a supervisar los puestos de trabajo en las energías renovables, a 11.5 millones en 2019. Durante el mismo periodo, los puestos de trabajo en el sector de la energía disminuyeron debido a la creciente automatización, la falta de competitividad de algunos combustibles y la dinámica cambiante del mercado. También hay cada vez más evidencias de las repercusiones más amplias del cambio hacia las energías renovables. En especial, el aumento de las energías renovables ha mejorado el equilibrio de género en el sector energético, ya que las mujeres representan el 32 % de los puestos de trabajo en las energías renovables, frente al 22 % en el petróleo y el gas.

FIGURA S.2 Empleo mundial de energías renovables por tecnología, 2012-2019



Fuente: IRENA, 2020a.

El número cada vez mayor de países que se comprometen con estrategias de carbono neto cero indica un cambio importante en el discurso climático mundial. Se observan tendencias similares en todos los niveles de gobierno y en el sector privado, incluso en los sectores de difícil reducción de petróleo y gas. Mientras gran parte del mundo se enfrenta a la recesión económica, la inversión en la transición energética puede ayudar a alinear las prioridades a corto plazo con los objetivos climáticos y de desarrollo a mediano y largo plazo. Se trata de una oportunidad única para instigar un cambio duradero con una inversión previsora y específica en energía, sobre todo en infraestructura, eficiencia y energías renovables (IRENA, 2020b). En efecto, varios países han asumido importantes compromisos para destinar fondos públicos a estos fines y apoyar soluciones como la movilidad eléctrica y el hidrógeno limpio.

No menos del 80% de la población mundial vive en países que son importadores netos de combustibles fósiles. En contraste, todas las naciones poseen algún potencial renovable que puede ser aprovechado para lograr una mayor seguridad e independencia energética, cada vez a menor costo (IRENA, 2019b). Una transformación del sistema energético mundial alineada con el objetivo climático de 1.5 °C puede convertirse en un gran elemento de igualdad en un mundo que debe ser más resiliente, justo e inclusivo. Un sistema energético de este tipo requiere el rápido desarrollo y despliegue de tecnologías resilientes e inversiones en personas e instituciones.

Los avances han sido significativos, pero desiguales en las distintas zonas geográficas y comunidades. Los mayores avances se han producido en un puñado de países y regiones. En otras zonas, la pobreza energética generalizada sigue frenando el progreso económico y el bienestar social. En 2020, Europa, EE. UU. y China representaron la mayor parte de la nueva capacidad renovable, mientras que África solo representó el 1 % del total mundial de la nueva capacidad renovable. Esto es así a pesar de que el continente tiene las mayores necesidades de ampliar el acceso a formas modernas de energía y un potencial renovable que supera con creces las necesidades previstas. Solo se invirtieron 1 000 millones de dólares estadounidenses en energías renovables fuera de la red entre 2008 y 2019, a pesar de ser una vía importante para ampliar el acceso. Los patrones desiguales de despliegue también se reflejan en la concentración de puestos de trabajo e industrias, dejando atrás grandes partes del mundo.

Los planes actuales están muy lejos del objetivo de 1.5 °C. Según los planes y objetivos energéticos actuales de los gobiernos, incluida la primera ronda de Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) en el marco del Acuerdo de París, las políticas en vigor no harán más que estabilizar las emisiones mundiales, con un ligero descenso a medida que se acerque el año 2050. A pesar de las claras pruebas del cambio climático provocado por el hombre, del apoyo generalizado al Acuerdo de París y de la prevalencia de opciones energéticas limpias, económicas y sostenibles, las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía *augmentaron* un 1.3 % anual, en promedio, entre 2014 y 2019.

El tiempo es esencial, y es necesario comenzar ahora una rápida disminución de las emisiones para preservar una oportunidad de luchar para mantener la línea en 1.5 ° C. De acuerdo con el informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sobre la limitación del calentamiento global a 1.5 °C para 2050, el carbón y el petróleo ya deberían haber alcanzado su punto máximo, y el gas natural en 2025. Los recursos y las tecnologías necesarios para acelerar la transición energética ya están disponibles. IRENA traza el camino hacia una trayectoria descendente y continua hacia una disminución del 45 % de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) con respecto a los niveles de 2010 para 2030, y cero neto para 2050, de acuerdo con el calendario del IPCC.

Las Perspectivas de las Transiciones Energéticas Mundiales de IRENA son una vía única compatible con 1.5 ° C que también examina todas las implicaciones socioeconómicas y políticas, y proporciona información sobre los cambios estructurales y la financiación. Las tecnologías para una rápida descarbonización están cada vez más disponibles, pero las reflexiones relacionadas con la transición energética no deberían limitarse al ámbito de la energía. Para hacer realidad el gran potencial de la transición se requiere una innovación sistémica que tenga en cuenta las tecnologías y los marcos propicios de manera conjunta. Los sistemas energéticos basados en las energías renovables provocarán cambios profundos que repercutirán en las economías y las sociedades. Solo comprendiendo estas profundas corrientes podremos obtener resultados óptimos del proceso de transición. Esta edición inaugural de las *Perspectivas de las Transiciones Energéticas en el Mundo* reúne los amplios conocimientos de IRENA para hacerlo posible, proporcionando a los responsables políticos ideas, herramientas y consejos para trazar el camino a seguir.

Escenario de 1.5 °C de IRENA

El **Escenario Energético Previsto (PES, por su sigla en inglés)** es el principal caso de referencia para este estudio, y ofrece una perspectiva sobre la evolución del sistema energético basada en los planes energéticos actuales de los gobiernos y en otros objetivos y políticas previstos, incluidas las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) en el marco del Acuerdo de París.

PES

El **Escenario de 1.5 °C (1.5-S)** describe una vía de transición energética alineada con la ambición climática de 1.5 °C, es decir, limitar el aumento de la temperatura promedio mundial a finales del presente siglo a 1.5 °C, en relación con los niveles preindustriales. Da prioridad a las soluciones tecnológicas fácilmente disponibles, que pueden ampliarse al ritmo necesario para alcanzar el objetivo de 1.5 °C.

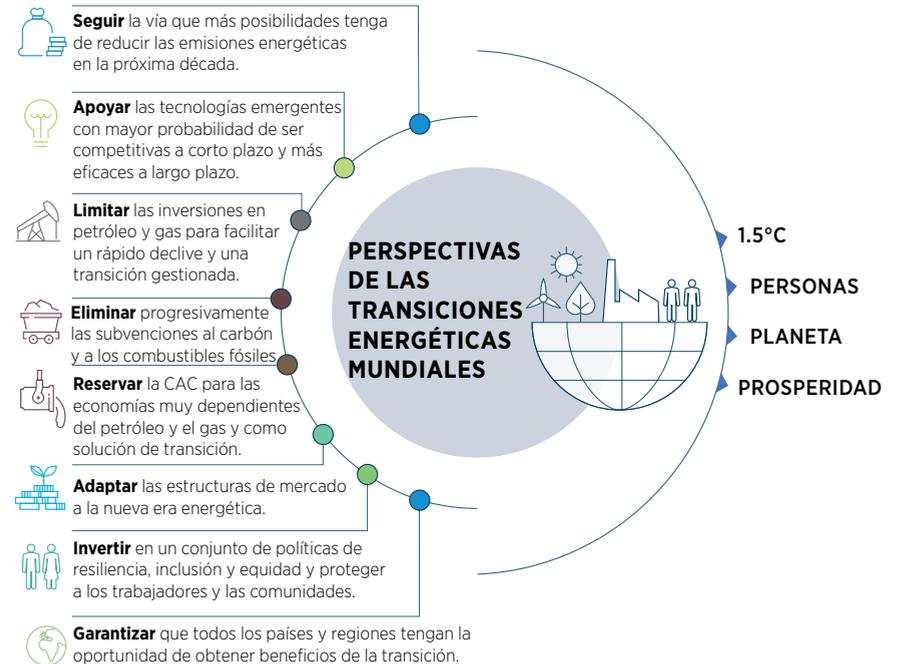
1.5-S

PERSPECTIVAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA MUNDIAL

El imperativo del tiempo exige una cuidadosa elección de inversiones y políticas en la próxima década. La ventana de oportunidad para alcanzar el hito de las emisiones de 2030 establecido por el IPCC es pequeña, y las decisiones que se tomen en los próximos años determinarán si sigue siendo posible un futuro de 1.5 °C. Estas *Perspectivas* se guían por la Agenda para el Desarrollo Sostenible de la ONU y el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático. La teoría del cambio en la que se basa la vía de los 1.5 °C de IRENA se basa en varios requisitos previos:

- Seguir el camino con mayores probabilidades de reducir las emisiones energéticas en la próxima década y poner al mundo en una trayectoria de 1.5 °C.
- Apoyar las tecnologías emergentes con mayor probabilidad de ser competitivas a corto plazo y más eficaces a largo plazo.
- Limitar las inversiones en petróleo y gas para facilitar un rápido declive y una transición gestionada.
- Reservar las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono para las economías muy dependientes del petróleo y gas y como solución de transición cuando no existan otras opciones
- Eliminar progresivamente las subvenciones al carbón y a los combustibles fósiles.
- Adaptar las estructuras de mercado a la nueva era energética.
- Invertir en un conjunto de políticas para promover la resiliencia, la inclusión y la equidad y proteger a los trabajadores y las comunidades afectadas por la transición energética.
- Garantizar que todos los países y regiones tengan la oportunidad de participar en la transición energética mundial y obtener sus beneficios. de ella.

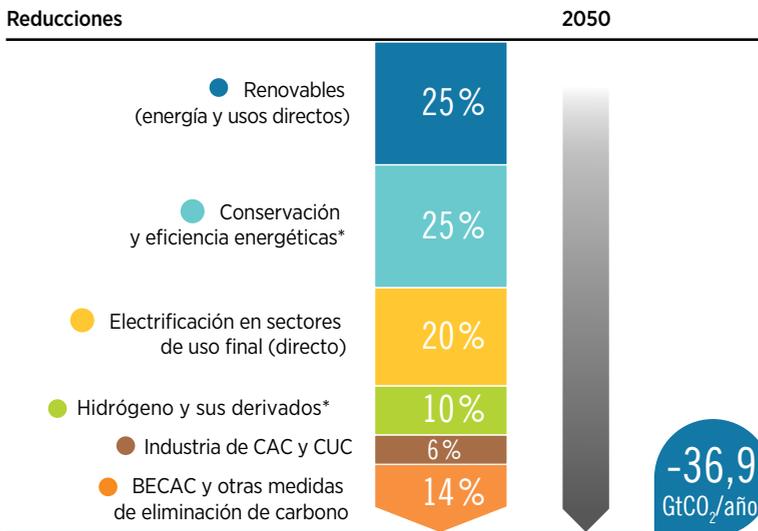
FIGURA 3.3 Marco de referencia de la teoría del cambio de WETO



Vías tecnológicas que conducen a los objetivos climáticos

El análisis de IRENA muestra que más del 90% de las soluciones que dan forma a un resultado exitoso en 2050 tienen que ver con las energías renovables a través del suministro directo, la electrificación, la eficiencia energética, el hidrógeno verde y la bioenergía combinada con la captura y el almacenamiento de carbono (BECAC). Las vías tecnológicas que conducen a un sistema energético descarbonizado se han cristalizado, dominadas por soluciones que pueden desplegarse rápidamente y a escala. Las tecnologías, los mercados y los modelos de negocio evolucionan continuamente, pero no es necesario esperar a que surjan nuevas soluciones. Se pueden lograr avances considerables con las opciones existentes. Sin embargo, llevar las tecnologías de transición energética a los niveles necesarios, y a una velocidad compatible con el objetivo de 1.5 °C, requiere políticas y medidas específicas.

FIGURA S.4 Reducciones de las emisiones de carbono en el marco del escenario de 1.5 °C (%)



En 2050, la electricidad será el principal proveedor energético, pasando de un 21 % del consumo total de energía final en 2018 a más del 50 % en 2050. Los límites sectoriales están cambiando, con la electrificación de las aplicaciones de uso final en el transporte y la calefacción. Este aumento está impulsado principalmente por el uso de electricidad renovable en lugar de combustibles fósiles en aplicaciones de uso final. Cuando se produzca este cambio, la tasa de crecimiento anual de las tecnologías renovables se multiplicará por ocho. La electrificación de los usos finales también reconfigurará varios sectores, sobre todo el del transporte, ya que los vehículos eléctricos llegarán a representar el 80 % de toda la actividad vial en 2050.

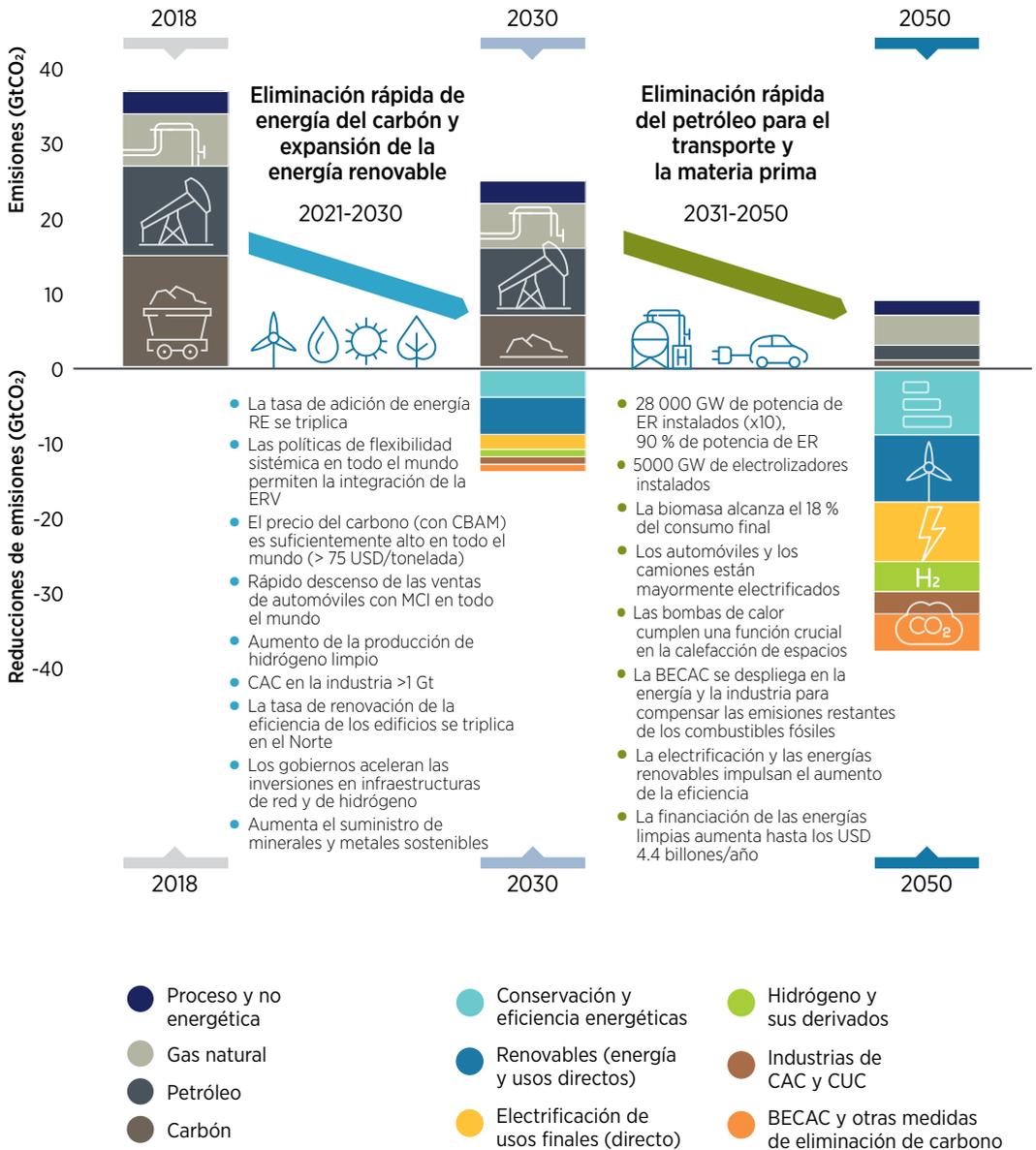
La tasa anual de mejora de la intensidad energética debe aumentar hasta el 2,9 %, casi dos veces y media la tendencia histórica. Con este aumento, la intensidad energética de la economía mundial se reducirá en más de un 60 % para 2050. Las tecnologías y medidas de eficiencia energética son soluciones "listas para usar", disponibles para una ampliación significativa ahora. Las políticas y medidas para aumentar la conservación y la eficiencia energética serán cruciales para reducir el consumo total de energía final de 378 exajulios (EJ) en 2018 a 348 EJ en 2050. Los cambios estructurales y de comportamiento también contribuirán de forma importante, ya que supondrán una décima parte de la mejora de la eficiencia.

El hidrógeno y sus derivados representarán el 12% del uso final de la energía en 2050. Desempejarán un papel importante en sectores de gran consumo energético y difícilmente descarbonizables, como el acero, los productos químicos, el transporte de larga distancia, el transporte marítimo y la aviación. El hidrógeno también ayudará a equilibrar la oferta y la demanda de electricidad renovable y servirá como almacenamiento estacional a largo plazo. En 2050 se necesitarán unos 5000 GW de capacidad de electrolizadores, frente a los 0,3 GW actuales. Esta escala de crecimiento acentúa la importancia del hidrógeno bajo en carbono desde el principio. En 2050, dos tercios del hidrógeno total serán verdes -producidos con electricidad renovable- y un tercio azules, producidos por gas natural unido a la captura y almacenamiento de carbono (CAC).

La bioenergía representará el 18% del consumo total de energía final en 2050. Es necesario aumentar la producción y el uso sostenible de la biomasa en todo el sistema energético. En algunos sectores, desempeña un papel importante, sobre todo como materia prima y combustible en los sectores químicos y como combustible en el sector de la aviación. En otros, ayuda a subsanar carencias que otras opciones no pueden resolver del todo, como la sustitución del gas natural por biometano en edificios que no pueden ser renovados. Además, la biomasa unida a la CAC (BECAC) en el sector eléctrico y en algunos sectores industriales proporcionará las emisiones negativas necesarias para alcanzar el objetivo de cero neto.

En el uso residual de los combustibles fósiles y en algunos procesos industriales, los esfuerzos de descarbonización pueden requerir tecnologías y medidas de CAC y de eliminación de CO₂. En el escenario de 1,5 °C, algunas emisiones persisten en 2050 procedentes de los usos residuales de los combustibles fósiles y de algunos procesos industriales. Por lo tanto, el CO₂ restante tendrá que ser capturado y secuestrado. La CAC se limita principalmente a las emisiones de CO₂ relacionadas con los procesos del cemento, el hierro y el acero, y la producción de hidrógeno azul. La eliminación de CO₂ incluye medidas basadas en la naturaleza, como la reforestación y la BECAC, la captura y el almacenamiento directo de carbono y otros enfoques que aún son experimentales.

FIGURA S.5 Evolución de las emisiones con eliminación de carbón y petróleo, 2021-2050



Nota: ER = energía renovable; ERV = energía renovable variable; CBAM = mecanismo de ajuste en la frontera del carbono; MCI = motor de combustión interna; GW = gigavatio; Gt = gigatonelada; CAC = captura y almacenamiento de carbono; BECAC = bioenergía combinada con captura y almacenamiento de carbono; CUC = captura y uso de carbono.

Para 2030, la energía renovable debería alcanzar los 10 770 GW en todo el mundo, casi cuadruplicando la capacidad actual. Es necesario un rápido despliegue en la próxima década para sentar las bases de la descarbonización del sistema eléctrico y la electrificación del uso final para 2050. Este nivel de despliegue es también una recomendación clave del Informe Temático sobre Transiciones Energéticas, elaborado por IRENA, el PNUMA y la CESPAP de las Naciones Unidas para el Diálogo de Alto Nivel sobre Energía de las Naciones Unidas. La abundancia de potenciales energías renovables rentables en todo el mundo los convierte en una opción escalable. Para muchos países, esto traduce un reto técnico y económico en un conjunto de oportunidades de inversión, regulatorias y sociales.

La mejora, modernización y ampliación de la infraestructura es una de las principales prioridades de la próxima década. La actualización de la infraestructura en mal estado o la inversión en su ampliación es una parte integral de la transición energética y un factor que facilita las tecnologías modernas. Esto será especialmente importante en la próxima década, a medida que aumente la proporción de energías renovables, lo que exigirá flexibilidad del sistema y redes modernas. El desarrollo de la infraestructura debe estar en consonancia con los planes a largo plazo y reflejar las estrategias más amplias, incluida la integración del mercado regional.

Los niveles de despliegue necesarios solo se alcanzarán en 2030 con políticas de apoyo a estas vías tecnológicas. Las políticas de despliegue apoyan la creación de mercados, facilitando así la ampliación, reduciendo los costos de la tecnología y aumentando los niveles de inversión en consonancia con las necesidades de la transición energética. Dada la gran cantidad de financiación pública que se está inyectando en las economías como parte de las medidas de recuperación, estas políticas darán forma a la dirección de la transición energética y sentarán las bases para el aumento significativo de la inversión del sector privado necesaria hasta 2050.



TABLA S.1 Resumen de políticas para respaldar las soluciones de transición energética

VÍA TECNOLÓGICA	OBJETIVO	RECOMENDACIONES
Renovables (energía y usos directos)	Desplegar energía renovable en usos finales	Estas políticas incluyen medidas reguladoras que crean un mercado, así como incentivos fiscales y financieros para hacerlas más asequibles y aumentar su competitividad de costos en comparación con las soluciones basadas en los combustibles fósiles.
	Desplegar las energías renovables en el sector eléctrico	La elección del instrumento y su diseño deben tener en cuenta la naturaleza de la solución (<i>por ejemplo</i> , a escala de servicios públicos, distribuida, fuera de la red), el nivel de desarrollo del sector, la estructura organizativa del sistema eléctrico y los objetivos políticos más amplios.
Conservación y eficiencia energéticas	Aumentar la conservación y la eficiencia energéticas en calefacción y refrigeración	Las políticas de eficiencia energética, como los códigos de construcción estrictos, las ayudas a la rehabilitación de edificios y las normas sobre electrodomésticos, son fundamentales para la transición energética en los edificios y los procesos industriales.
	Aumentar la conservación energética en el transporte	La descarbonización del sector del transporte, entre otras medidas, requiere un cambio de los modos que consumen mucha energía a los modos con bajas emisiones de carbono.
Electrificación de usos finales	Electrificar la calefacción y la refrigeración	Los objetivos de la energía renovable deben tener en cuenta la creciente demanda de la electrificación de los usos finales, en consonancia con los objetivos de descarbonización a largo plazo. Además, las políticas y el diseño de los sistemas de energía son necesarios para que la electrificación alcance su potencial para brindar flexibilidad al sistema.
	Electrificar el transporte	
Hidrógeno verde	Respaldar el desarrollo del hidrógeno verde	Un marco político propicio debería considerar cuatro pilares clave: una estrategia nacional de hidrógeno verde, el establecimiento de prioridades, las garantías de origen y las políticas propicias.
Bioenergía sostenible	Garantizar el uso sostenible de la bioenergía	La energía renovable no está exenta de las inquietudes referidas a la sostenibilidad. Algunas de estas preocupaciones son las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el cambio de uso del suelo, y los impactos sobre la calidad del aire y del agua y la biodiversidad.

Financiamiento de la transición energética

Será necesario destinar 131 billones de dólares estadounidenses a un sistema energético durante el período hasta 2050 que dé prioridad a las vías tecnológicas compatibles con una Ruta de 1.5 °C.

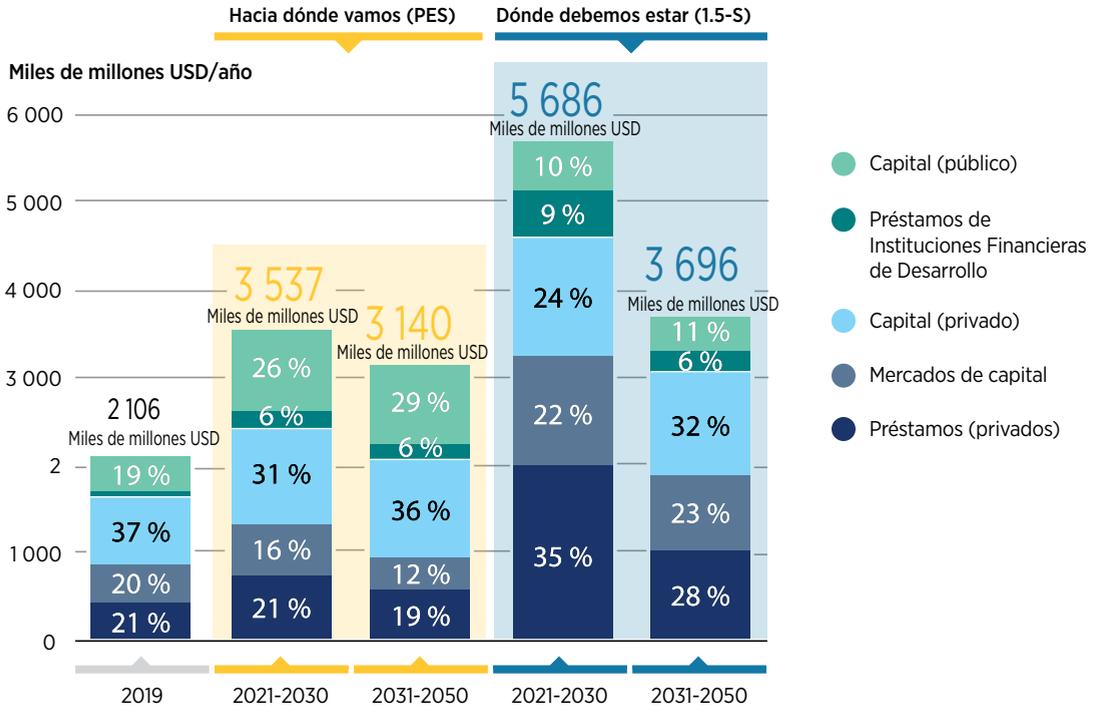
Aunque la necesidad de financiación anual, de una media de 4.4 billones de dólares estadounidenses, es grande, representa el 20 % de la Formación Bruta de Capital Fijo en 2019, lo que equivale a cerca del 5 % del Producto Interno Bruto (PIB) mundial. De aquí a 2050, más del 80 % del total de 131 billones de dólares estadounidenses debe invertirse en tecnologías de transición energética, incluyendo la eficiencia, las energías renovables, la electrificación del uso final, las redes eléctricas, la flexibilidad, el hidrógeno y las innovaciones diseñadas para ayudar a que las soluciones emergentes y de nicho sean económicamente viables.

Las estrategias actuales de los gobiernos ya prevén una importante inversión en energía que ascenderá a 98 billones de dólares estadounidenses para 2050. Denominadas colectivamente en este Panorama como el Escenario Energético Previsto (PES, por sus siglas en inglés), implican casi una duplicación de la inversión energética anual, que en 2019 ascendió a 2.1 billones de dólares estadounidenses. Se destinarán importantes fondos a la modernización de las infraestructuras deterioradas y a satisfacer la creciente demanda de energía. Pero el detalle de la financiación de la tecnología en el escenario de 1.5 °C difiere en gran medida de los planes actuales: De aquí a 2050, habrá que redirigir 24 billones de dólares de las inversiones previstas de los combustibles fósiles a las tecnologías de transición energética.

Las estructuras de financiación en el Escenario 1.5°C son notablemente diferentes en términos de fuentes de capital (públicas y privadas) y tipos de capital (capital y deuda). En 2019, 1.6 billones de dólares en activos energéticos fueron financiados por fuentes privadas, lo que representa el 80 % de la inversión total del sector energético. Este porcentaje aumentaría drásticamente en el escenario de 1.5 °C. La proporción de capital de deuda debe aumentar del 44 % en 2019 al 57 % en 2050, casi un 20 % más que en el PES (véase la Figura S.6). A las tecnologías de transición energética les debería resultar cada vez más fácil obtener una financiación accesible de la deuda a largo plazo, mientras que los activos "marrones" serán evitados progresivamente por los financiadores privados y, por tanto, se verán obligados a depender de la financiación de capital procedente de los beneficios retenidos y de nuevas emisiones de capital. Los proyectos que requieren mucho capital y están más descentralizados influirán en la percepción del riesgo por parte de los inversores, lo que a su vez puede requerir una política específica e intervenciones en el mercado de capitales.

La financiación pública deberá multiplicarse casi por dos para catalizar la financiación privada y garantizar un desarrollo justo e inclusivo de la transición energética. La financiación pública desempeña un papel crucial para facilitar la transición energética, ya que es probable que los mercados por sí solos no se muevan con la suficiente rapidez. En 2019, el sector público aportó unos 450 000 millones de dólares estadounidenses en forma de capital público y préstamos de instituciones financieras de desarrollo. En el escenario de 1.5 °C, estas inversiones aumentarán a unos 780 000 millones de dólares estadounidenses. La financiación con deuda pública será un importante facilitador para otros prestamistas, especialmente en los mercados en desarrollo con altos riesgos reales o percibidos. En algunos casos, esto puede incluir subvenciones para reducir el costo de la financiación. Los fondos públicos también son necesarios para crear un entorno propicio para la transición y garantizar que se produzca con la suficiente rapidez y con resultados socioeconómicos óptimos.

FIGURA S.6 Inversión media anual total por fuente y tipo de financiación: 2019, PES y escenario de 1.5 °C (2021-2030 y 2031-2050)



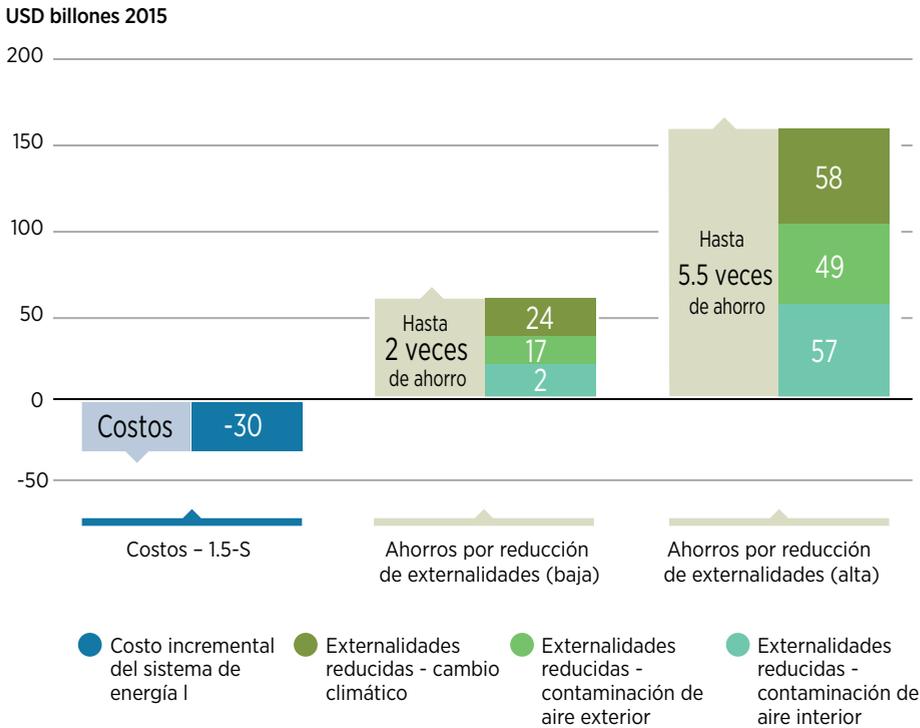
Fuentes: Para inversión 2019: fuente y tipo de financiación BNEF (2021a), IEA (2020a), IRENA y CPI (2020); para PES y Escenario 1.5 °C: análisis de IRENA y BCG.

Las medidas para eliminar las distorsiones del mercado que favorecen a los combustibles fósiles, junto con los incentivos para las soluciones de transición energética, facilitarán los cambios necesarios en las estructuras de financiación. Esto implicará la eliminación gradual de los subsidios a los combustibles fósiles y el cambio de los sistemas fiscales para reflejar los costos ambientales, sanitarios y sociales negativos del sistema energético basado en los combustibles fósiles. Las políticas monetarias y fiscales, incluidas las de fijación de precios del carbono, aumentarán la competitividad de las soluciones relacionadas con la transición. Estas intervenciones deben ir acompañadas de una cuidadosa evaluación de las dimensiones sociales y de equidad para garantizar que la situación de las poblaciones de bajos ingresos no empeore, sino que mejore.

Huella socioeconómica de la transición energética

La inversión en el escenario de 1.5 °C supondrá una recuperación acumulada de al menos 61 billones de dólares para 2050. El balance global de la transición energética es positivo, ya que los beneficios superan ampliamente los costos. Los costos de reducir las emisiones varían según la tecnología y el sector, pero los costos incrementales son significativamente menores que los ahorros conseguidos al reducir los costos externos. IRENA estima que, en el escenario de 1.5 °C, cada dólar gastado en la transición energética debería producir beneficios por la reducción de las cargas externas de la salud humana y el medio ambiente «después» de beneficios valorados entre 2 y 5.5 dólares". En términos acumulativos, el costo adicional de 30 billones de dólares estadounidenses que implica el escenario de 1.5 °C durante el período hasta 2050 dará lugar a una recuperación de entre 61 y 164 billones de dólares estadounidenses.

FIGURA S.7 Diferencia acumulativa entre costos y ahorros del Escenario de 1.5°C comparado con el PES, 2021-2050



La transición energética va mucho más allá de la tecnología e implica profundos cambios estructurales que afectarán en gran medida a las economías y las sociedades. IRENA sigue captando una imagen cada vez más completa de los impactos socioeconómicos de la transición energética. Los resultados presentados en esta *Perspectiva* demuestran que los pasos hacia un futuro energético descarbonizado afectarán positivamente a la actividad económica, el empleo y el bienestar, siempre que se cuente con un marco político holístico. Dentro del análisis, las políticas existentes de los países se complementan con las políticas climáticas para alcanzar los objetivos de la transición energética, al tiempo que se abordan los desafíos distributivos para obtener resultados justos e inclusivos.

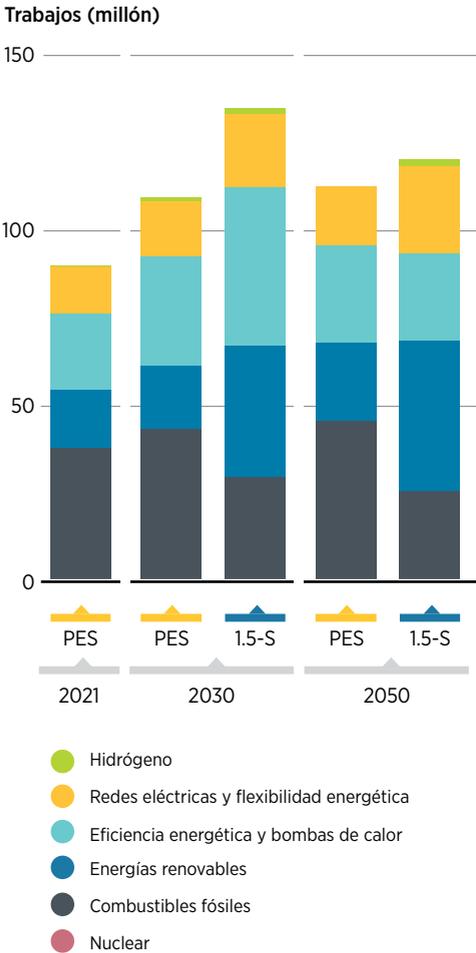
La ruta de 1.5 °C proporciona un impulso del PIB superior en un 2.4 % (en promedio) al del PES durante la próxima década, en consonancia con las necesidades de una recuperación posterior al COVID. Durante el periodo de transición hasta 2050, la mejora promedio del PIB se estima en un 1.2 % respecto al PES. El crecimiento adicional del PIB se verá estimulado por la inversión en las múltiples dimensiones de la transición energética, lo que dará lugar a múltiples ajustes entre sectores económicos interdependientes. La reducción de la demanda de combustibles fósiles lleva a una disminución de los ingresos de las industrias mineras y de refinado de combustibles, así como de los gobiernos (debido a la reducción de los cánones sobre los combustibles fósiles), lo que se traduce en un impacto negativo en el PIB de algunos países. Esta realidad pone de manifiesto la necesidad de un marco político holístico que aborde los cambios estructurales provocados por la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles

A lo largo del periodo de transición, el empleo en el conjunto de la economía es un 0.9 % más alto en promedio en el escenario de 1.5°C que en el del PSE. Uno de los principales efectos positivos sobre el empleo procede de la inversión en soluciones de transición energética, incluidas las energías renovables, la mejora de la red y la eficiencia energética. El desplazamiento de la inversión desde los combustibles fósiles (extracción y generación de energía) y otros sectores hacia la transición energética disminuye la demanda de mano de obra en los sectores de los combustibles fósiles y no energéticos y a lo largo de sus cadenas de valor.



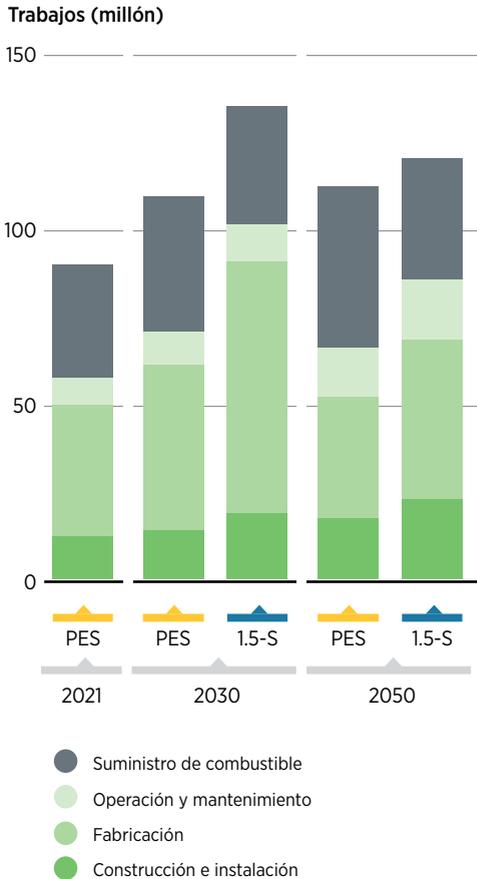
Un sector energético transformado tendrá 122 millones de empleos en 2050. Las cualificaciones, las competencias y las ocupaciones en el ambicioso escenario de 1.5 °C se concentran cada vez más en la industria manufacturera, seguida del suministro de combustible. La formación para estas ocupaciones es relativamente fácil y ofrece oportunidades a los trabajadores procedentes de la industria de los combustibles fósiles. Los requisitos educativos de la mano de obra evolucionan durante la transición, con un aumento continuo de la proporción y el número de trabajadores con educación primaria y un pico de trabajadores con educación terciaria en 2030.

FIGURA S.8 Trabajos del sector energético por tecnología dentro del PES y el Escenario de 1.5°C (millones), resultados globales



Con base en el análisis de IRENA.

FIGURA S.9 Trabajos del sector energético, por segmento de la cadena de valor, en el Escenario de 1.5 °C y PES (no incluye vehículos)



Con base en el análisis de IRENA.

Los empleos en energías renovables aumentarán hasta los 43 millones en 2050. En el PES, los empleos en energías renovables aumentan un 9% respecto a los valores de 2021 para alcanzar 18 millones de empleos en 2030 y 23 millones en 2050. Por el contrario, el escenario de 1.5 °C conduce a un aumento mucho mayor para 2030, con empleos en energías renovables que se triplican hasta alcanzar los 38 millones en la próxima década. La energía solar fotovoltaica es la más importante, seguida de la bioenergía, la energía eólica y la hidroeléctrica. La construcción, la instalación y la fabricación impulsan los puestos de trabajo en el sector de las energías renovables durante la siguiente década, y la operación y el mantenimiento ganan peso relativo a medida que avanza la transición en el escenario de 1.5 °C.

FIGURA S.10 Trabajos en energía renovable, en el Escenario de 1.5 °C y PES (millones)

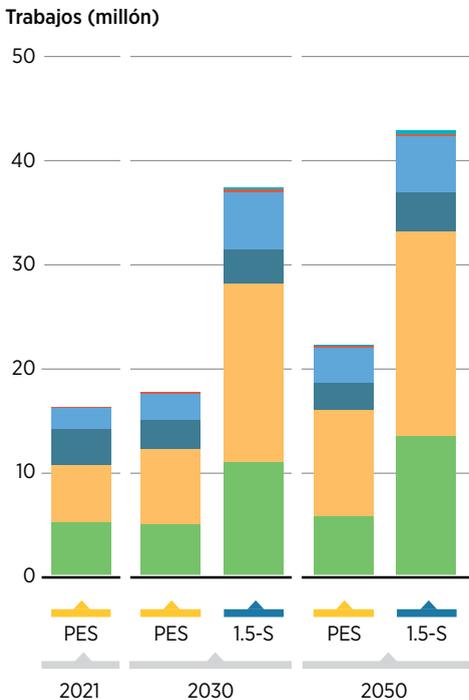
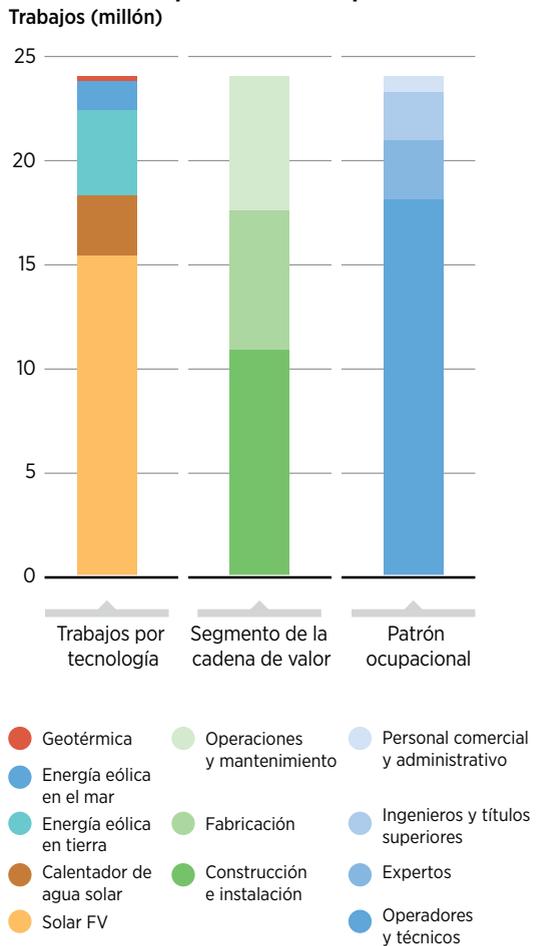


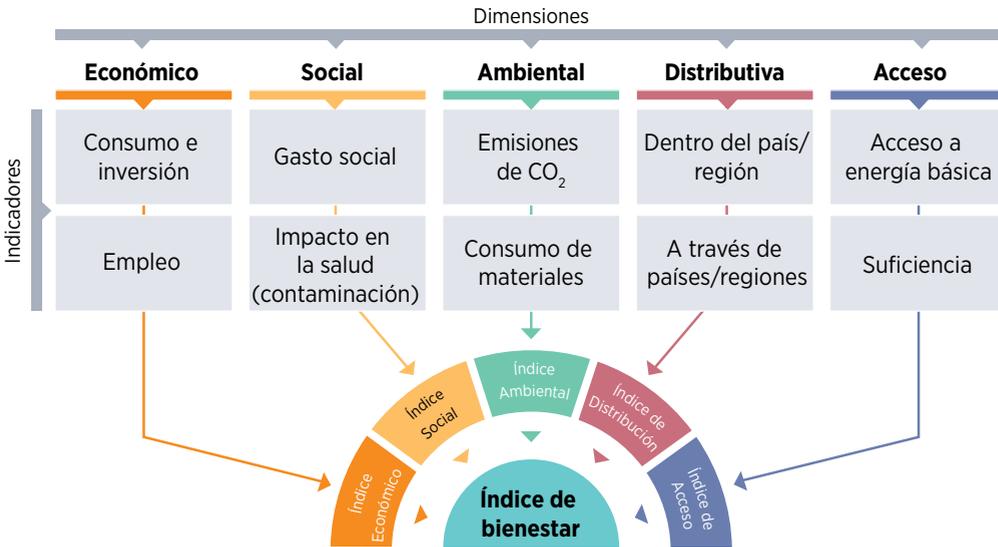
FIGURA S.11 Estructura de trabajos en el Escenario de 1.5 °C para 2050 para un subgrupo de tecnologías renovables por tecnología, segmento de la cadena de valor y requerimientos ocupacionales



Con base en el análisis de IRENA

El Índice de Bienestar de la Transición Energética de IRENA recoge las dimensiones económica, social, medioambiental, distributiva y de acceso a la energía. Por primera vez, el Índice informa sobre las dimensiones de distribución y acceso a la energía que a menudo se pasan por alto en otros análisis. La medición del impacto de la transición en estas dimensiones proporciona una base cuantitativa para las hojas de ruta diseñadas para cosechar todos los beneficios socioeconómicos y medioambientales de la transición.

FIGURA S.12 Estructura del Índice de Bienestar de la Transición Energética de IRENA



El escenario de 1.5 °C obtiene mejores resultados que el PES en todas las dimensiones del bienestar, con una mejora del 11 % respecto al PES en 2050.

- La **dimensión económica** es similar en ambos escenarios, lo que refleja la parte relativamente pequeña del sector energético en el conjunto de la economía mundial y la mano de obra.
- La **dimensión medioambiental** experimenta una mejora del 30% con respecto al PES, con una reducción significativa de las emisiones en el escenario de 1.5 °C, aunque el aumento del consumo de materiales plantea problemas de sostenibilidad.
- La **dimensión social** mejora un 23 % en el escenario de 1.5 °C, en gran parte debido a la mejora de los resultados sanitarios por la menor contaminación del aire exterior e interior. El gasto social desempeña un papel mucho menor.
- La **dimensión distributiva** mejora un 37 % con respecto al PES sin embargo, el índice sigue siendo bajo en sentido absoluto, lo que indica posibles obstáculos para la equidad. En efecto, tanto la dimensión social como la distributiva reducen el Índice de Bienestar de la Transición Energética en general, y estas realidades merecen más atención política.
- La **dimensión del acceso a la energía** crece un 7 % en el Escenario de 1.5 °C en comparación con el PES, ya que se alcanzan el acceso universal a la energía y niveles suficientes.

Los impactos socioeconómicos varían a nivel regional y nacional. Los agregados globales ocultan importantes diferencias en la forma en que la transición energética afecta a las regiones y los países y en cómo se distribuyen los beneficios. Lo que está claro es que las hojas de ruta de la transición energética y sus implicaciones socioeconómicas resultantes están estrechamente vinculadas con el marco político, y esos vínculos se hacen más fuertes a medida que las ambiciones se alinean con la Ruta de 1.5 °C. La participación de los gobiernos en la transición debe ir acompañada de una cooperación internacional que garantice el reparto equitativo de los beneficios y las cargas de la transición.

TABLA S.2 Resumen de las políticas de cambio estructural y transición justa

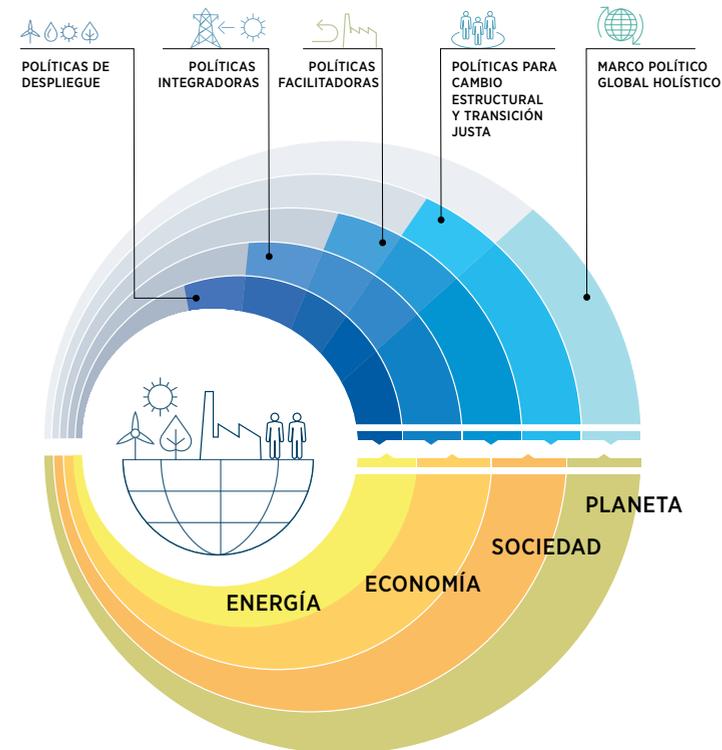
OBJETIVO	RECOMENDACIONES
Abordar los posibles desajustes en los mercados de trabajo	Garantizar una transición justa y equitativa requerirá medidas para superar los desequilibrios temporales, geográficos y de competencias.
Desarrollar cadenas de valor locales	La mejora y el aprovechamiento de las capacidades nacionales requieren incentivos y normas cuidadosamente elaborados, iniciativas de incubación de empresas, programas de desarrollo de proveedores, apoyo a las pequeñas y medianas empresas y promoción de agrupaciones industriales clave.
Ofrecer educación y crear capacidad	La exposición temprana a temas y carreras relacionados con las energías renovables es vital para despertar el interés de los jóvenes por seguir una carrera en el sector, y también para aumentar la aceptación social por parte de una ciudadanía bien informada.
Respaldar una economía circular	Se necesitan políticas y medidas que garanticen la sostenibilidad de las soluciones relacionadas con la transición energética y su buena integración en los ecosistemas existentes en términos de sostenibilidad, principios de economía circular y reducción del impacto medioambiental.
Apoyar el compromiso de la comunidad y los ciudadanos	La energía comunitaria puede desempeñar un papel importante en la aceleración del despliegue de las energías renovables, generando al mismo tiempo beneficios socioeconómicos locales y aumentando el apoyo público a las transiciones energéticas locales.

Un marco político global para la transición energética

Las medidas políticas y las inversiones en la transición energética pueden impulsar un cambio estructural más amplio hacia economías y sociedades resilientes. El sector energético debe considerarse parte integrante de la economía en general para comprender plenamente el impacto de la transición y garantizar que esta sea oportuna y justa. Las regiones y los países tienen distintos puntos de partida, prioridades socioeconómicas y recursos, todo lo cual determina el alcance y el ritmo de su transición energética. Las transiciones energéticas desencadenan cambios estructurales que aportan beneficios y desafíos, y esos desafíos aparecen en forma de desajustes en las finanzas, los mercados laborales, los sistemas de energía y el propio sector energético. Estos desajustes, si no se gestionan bien, corren el riesgo de producir resultados no equitativos y de desacelerar la transición energética. Es imprescindible contar con políticas justas e integradas, aplicadas por instituciones fuertes, para aprovechar todo el potencial de la transición energética.

La cooperación internacional es una pieza esencial de la transición energética mundial. Se necesita un marco político global holístico que reúna a los países para comprometerse con una transición justa que no deje a nadie atrás y refuerce el flujo internacional de financiación, capacidad y tecnologías. Las políticas climáticas representan un elemento crucial en dicho marco. Otras medidas deberían incluir políticas fiscales (como una fijación de precios del carbono adecuada que cubra las emisiones en todos los sectores) y financiación pública para aplicar políticas que fomenten el despliegue, creen condiciones propicias y garanticen una transición justa y estable. Los elementos de este último imperativo incluyen el desarrollo industrial, la educación y la formación, y la protección social. Los recursos financieros necesarios no siempre estarán disponibles a nivel nacional. Se necesitará la cooperación internacional para prestar ese apoyo, especialmente a los países menos desarrollados y a los pequeños estados insulares en desarrollo.

FIGURA S.13 Marco político facilitador de una transición energética justa e inclusiva





ISBN 978-92-9260-334-2

www.irena.org