

Resumen Libro sobre tecnología ecológica 2023



Resumen

Aprovechar la oportunidad para actuar

Estamos en plena emergencia climática. Limitar su impacto catastrófico requiere una transformación sin precedentes de los sistemas. Sin embargo, podemos tener esperanza. Las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero son muchas, pero también lo son las tecnologías para hacerles frente.

Hay suficientes opciones en todos los sectores para reducir al menos a la mitad las emisiones de aquí a 2030.¹ Y la tecnología y la innovación son una parte fundamental de la solución. El 80 % de las tecnologías que necesitamos para alcanzar los objetivos climáticos de 2030 ya están disponibles,² y están llegando muchas más. Las tecnologías para reducir el consumo de energía, electrificar el transporte y fomentar la eficiencia del material figuran entre las muchas opciones presentadas en la edición de este año del *Libro sobre tecnología ecológica*. Los ecosistemas nacionales de innovación son la fuente de todas estas nuevas oportunidades. Para que el ecosistema de innovación sea eficaz, debe poder sustentarse en un sistema de derechos de propiedad intelectual sólido y justo que estimule la innovación y difunda la tecnología en los mercados mundiales.

Este es un año de balance mundial, en el que los países están pasando revista a sus planes nacionales sobre el clima con el propósito de elevar sus aspiraciones para los próximos años. Y más allá del ámbito nacional, un número cada vez mayor de agentes no estatales, entre ellos, el sector privado, el mundo académico y la sociedad civil, trabajan incansablemente para hacer realidad los ideales enunciados en el Acuerdo de París.

El 80 % de las tecnologías que necesitamos para alcanzar los objetivos climáticos de 2030 ya están disponibles, y están llegando muchas más.

Conocimientos que inspiran la acción

En la primera edición del *Libro sobre tecnología ecológica* se abordaron las tecnologías de adaptación al cambio climático. En esta segunda edición, hacemos tangibles las soluciones de mitigación del cambio climático, dando a conocer la riqueza de la innovación y las tecnologías que ya están listas o emergentes con ese fin. En esta publicación se analizan 10 sectores de tres grandes categorías:

- **Ciudades**
 - Calefacción y refrigeración eficientes
 - Movilidad inteligente
 - Eficiencia del material y gestión sostenible de los residuos

- **Agricultura y uso de la tierra**
 - Ganadería
 - Suelos, cambio en el uso de los suelos y silvicultura
 - Cultivo del arroz
 - Datos y agricultura de precisión

- **Industria**
 - Siderurgia
 - Cemento
 - Industria 4.0

En la base de datos WIPO GREEN sobre necesidades y tecnologías se identifican más de 600 tecnologías de mitigación del cambio climático y adaptación al mismo, y la cifra va en aumento, y de ellas se deja constancia en el *Libro sobre tecnología ecológica*.³ Para esta publicación se han seleccionado varias tecnologías relacionadas con la mitigación del cambio climático. Los proveedores de soluciones pueden cargar una descripción general de su tecnología en la base de datos, convirtiéndola en una fuente en continua expansión de innovación y tecnología ecológicas. Al poner las tecnologías en primer plano, nuestro objetivo es incitar a la acción. Ha llegado el momento de desarrollar e implantar rápidamente soluciones que superen la dependencia del carbono e impulsen un cambio transformador.

Los proveedores de soluciones pueden cargar una descripción general de su tecnología en la base de datos, convirtiéndola en una fuente en continua expansión de innovación y tecnología ecológicas.

Diseñar ciudades circulares e inteligentes

En gran medida, será en las ciudades donde se gane, o se pierda, la batalla contra el cambio climático. En ellas se construyen edificios, se consume energía y alimentos, se generan residuos y se transportan personas y mercancías. A nivel de vehículos, la rápida expansión de los coches eléctricos ha superado con creces las expectativas en muchas ciudades. Los avances en la tecnología de las baterías, la integración vehículo-red y las estaciones de recarga han sido factores importantes. Sin embargo, aunque el mercado de vehículos eléctricos está creciendo, también lo hace la tendencia hacia los todocaminos (SUV) de alto consumo de combustible, que por sí solos representaron un tercio del crecimiento total de la demanda de petróleo entre 2021 y 2022.⁴ Además, los precios de los autos eléctricos aún están fuera del alcance de la mayoría de las personas, especialmente en los países emergentes y en desarrollo. Aunque en la actualidad existen muchas nuevas opciones electrificadas para el uso personal y el transporte de mercancías, incluidas las opciones de dos ruedas, la reducción efectiva de las emisiones del sector del transporte depende de innovaciones que van más allá de los vehículos individuales. Por ejemplo, para favorecer las ciudades compactas y el transporte público hay que apoyarse en la práctica en tecnologías como los sistemas inteligentes de gestión del tráfico, herramientas de modelización urbana y plataformas de movilidad como servicio.

Ya están en el mercado tecnologías de calefacción y refrigeración eficientes en materia de energía y refrigerantes alternativos. Por ejemplo, nuevos tipos de bombas de calor, materiales aislantes y tecnologías inteligentes capaces de ajustar el flujo de calefacción y refrigeración a las necesidades de un edificio. Sin embargo, a menudo no son la opción preferida de los consumidores, por lo que es necesario seguir innovando para que estas soluciones sean más asequibles y accesibles. Al mismo tiempo, se está disparando el número de aparatos de aire acondicionado instalados en todo el mundo, y la calefacción es el mayor consumidor final de energía. En un número cada vez mayor de ciudades, la calefacción y la refrigeración urbanas (sistemas centralizados de barrio) ayudan a reducir el consumo de energía y permiten la integración de las energías renovables. Sin embargo, la reducción de emisiones en estos sectores debe ir más allá de la mejora de la eficiencia operativa. La tecnología puede ayudar a hacer frente a la demanda de calefacción y refrigeración, propiciando un diseño de los edificios inteligente desde el punto de vista climático. Las técnicas pasivas de calefacción y refrigeración existen desde hace siglos. Varios países están modernizando estas técnicas tan probadas y promoviendo sus principios de diseño a través de códigos de construcción y normas de eficiencia energética.

En esta publicación se reconoce además que la eficiencia de los materiales y la gestión sostenible de los residuos en las ciudades son una palanca importante para la reducción de las emisiones. Desde los materiales de construcción y la madera hasta el plástico y el vidrio, la duplicación prevista del uso de materiales para 2050 requiere urgentemente soluciones innovadoras para mejorar la circularidad. Estas soluciones ya no son una opción, sino una necesidad para la acción por el clima. Los avances en las tecnologías de clasificación, como la robótica y

los escáneres ópticos, permite aumentar el índice de recuperación de residuos. Las tecnologías innovadoras de reciclado pueden ahora tratar materiales que de otro modo serían difíciles de reciclar, como los neumáticos y palas de aerogeneradores.

Algunas tecnologías de gestión de residuos son en sí mismas una fuente importante de emisiones. Países como Dinamarca están abandonando la incineración de materiales debido a su ineficacia y alto índice de emisiones. Se ha descubierto que varias de las nuevas tecnologías de reciclado, como el reciclado químico, consumen mucha energía, por lo que es necesario prestar más atención al ciclo de vida y la viabilidad de la tecnología desde una perspectiva climática. Esto también pone de manifiesto la necesidad de innovación y de tecnologías orientadas más hacia las fases iniciales. Las estaciones de devolución de depósitos y de rellenado de todo tipo de envases, desde botellas y latas hasta agua y detergentes, son cada vez más populares en muchas ciudades. Por otro lado, las herramientas digitales ayudan a mejorar el diseño de edificios y productos para permitir la reutilización, como los pasaportes de materiales. Además, las plataformas en línea para la copropiedad y el uso compartido de cualquier cosa, desde automóviles y herramientas hasta edificios de oficinas, reducen la demanda de fabricación de cosas nuevas.

Agricultura regenerativa y agrotecnología

Los sistemas alimentarios mundiales y el sector agrícola están sometidos a presión. Se acusa una gran necesidad de producir más para alimentar a una población mundial creciente, a menudo acompañada de una demanda de productos más procesados y con mayores emisiones. La huella medioambiental y de cambio climático del sector agrícola es grande, y las emisiones de metano son especialmente importantes. La agricultura, el uso y la gestión del suelo son responsables de alrededor del 22 % de las emisiones de gases de efecto invernadero,⁵ ocupan el 38 % de la superficie terrestre⁶ y son responsables del 70 % de las extracciones mundiales de agua dulce.⁷ Se trata, por lo tanto, de un sector en el que es fundamental mitigar el cambio climático. Además, el sector es muy vulnerable a los efectos del cambio climático y se necesita adoptar urgentemente medidas de adaptación al cambio climático como las descritas en la edición del año pasado del *Libro sobre tecnología ecológica*.

Esta edición se centra en los principales sectores emisores dentro de la agricultura, y también aborda las ventajas de la tecnología altamente sofisticada en materia de datos y agricultura de precisión. La ganadería es una fuente importante de emisiones, principalmente a través del metano producido por los rumiantes. Las emisiones pueden combatirse con medidas relacionadas con la oferta y la demanda. En cuanto a la oferta, existe una fuerte correlación entre productividad y emisiones por cantidad de carne o leche producida, lo que significa que las emisiones procedentes de la carne y los productos lácteos pueden reducirse aumentando la productividad. Siempre que ese aumento de productividad no genere nuevos impactos ambientales ni deteriore el bienestar de los animales, puede contribuir a limitar el uso de la tierra y el agua.

La agricultura, el uso y la gestión del suelo son responsables de alrededor del 22 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, ocupan el 38 % de la superficie terrestre y son responsables del 70 % de las extracciones mundiales de agua dulce.

Pero la innovación abre hoy nuevas opciones. Una de las más prometedoras son los aditivos para piensos. Las algas marinas añadidas a los piensos del ganado pueden afectar directamente al proceso de fermentación entérica para reducir drásticamente la producción de metano. Gran parte de la innovación también se destina a atender la demanda de carne mediante la búsqueda de alternativas aceptables para los consumidores en general. En la actualidad se están poniendo a disposición de los consumidores varias de estas alternativas. Sin embargo, aunque las ventajas de este planteamiento son evidentes para evitar la crueldad con los animales, aún no se han determinado los beneficios netos para el medio ambiente. La sustitución de la proteína animal por alternativas derivadas de plantas y hongos en la producción masiva de una amplia gama de productos alimentarios procesados puede tener un mayor impacto potencial en ese sentido.

En el capítulo 3, Agricultura y uso de la tierra, se aborda con más detalle la gestión de los pastizales y las tierras. El suelo almacena grandes cantidades de carbono de forma relativamente estable. Las prácticas agrícolas intensivas y los

fertilizantes químicos que provocan la degradación y erosión del suelo, así como la deforestación, provocan la liberación de este *stock* de carbono. La gestión cuidadosa de la tierra, la agricultura regenerativa y las innovaciones que aumentan el carbono del suelo tienen un alto potencial de mitigación. Sin embargo, esto depende de que se integren en la práctica agrícola de un gran número de agricultores.

El cultivo del arroz es un sistema de cultivo especialmente preocupante desde el punto de vista climático, porque implica inundar los campos, lo que libera metano. En una región productora de arroz como el sudeste asiático, el cultivo de arroz es responsable de entre el 25 y el 33 % de las emisiones de metano.^{8,9,10} También utiliza una gran cantidad de agua dulce, lo que hace que esta práctica sea muy vulnerable a los impactos del cambio climático. Las mejoras en la productividad que implican un menor uso de agua en menos tierra pueden ayudar a reducir las emisiones. Los nuevos sistemas de cultivo en los que los campos se inundan durante un periodo de tiempo más corto han dado resultados prometedores en aquellos lugares donde pueden implantarse.

Como en muchos otros sectores, las tecnologías de la información y los datos pueden ayudar en la transición hacia sistemas con menos emisiones. En la agricultura, las tecnologías punteras son capaces de limitar los residuos, reducir insumos como fertilizantes, pesticidas y agua, y optimizar las condiciones de crecimiento de las plantas. El paso drástico de renunciar por completo al uso del suelo y trasladar la producción al interior mediante cultivos hidropónicos y verticales ya está establecido y en continua evolución, y ofrece un importante potencial de reducción de emisiones. Hay máquinas agrícolas semiautónomas o totalmente autónomas capaces de realizar las tareas agrícolas con mayor eficacia y precisión. Además, los sistemas y herramientas que apoyan a los agricultores en su toma de decisiones y les ayudan a acceder a financiación para un cambio hacia prácticas agrícolas regenerativas están cada vez más extendidos y son más sencillos de utilizar. Las imágenes de satélite de alta resolución y código abierto desempeñan un papel importante en este sentido. Muchas de las máquinas de vanguardia y las nuevas tecnologías aún no son corrientes en las zonas rurales de bajos ingresos. Sin embargo, las nuevas modalidades de acceso, propiedad y modelos empresariales agrícolas basados en servicios pueden facilitar una mayor implantación entre los pequeños agricultores.

Descarbonizar el acero y el cemento

El acero y el cemento son grandes emisores de gases de efecto invernadero. A menudo se consideran dos sectores difíciles de descarbonizar. Sin embargo, ese planteamiento no tiene en cuenta las soluciones que ya existen. Una forma especialmente eficaz de reducir las emisiones del cemento es reducir el uso de clínker. El clínker es un ingrediente común del cemento que se fabrica calentando materias primas como la piedra caliza en un proceso que requiere altas temperaturas y emite gases de efecto invernadero. Sustituir parcialmente el clínker por materiales alternativos es una de las opciones con mayor potencial para reducir las emisiones del cemento. Sin embargo, al mismo tiempo, la proporción de clínker por cemento está aumentando en todo el mundo.

Muchos hornos de acero están llegando al final de su vida útil. Sustituirlos por altos hornos convencionales de altas emisiones provocará un bloqueo de carbono durante décadas hasta que su valor de inversión se haya depreciado. La descarbonización del acero y el cemento es difícil, pero no imposible. Sabemos qué tecnologías son necesarias, pero no las estamos aplicando a la escala requerida. Varias tecnologías de producción de acero y cemento respetuosas con el clima ya están listas y disponibles, como el hierro de reducción directa (DRI), la electrificación y el uso de sustitutos del clínker.

Sin embargo, no bastará con reducir las emisiones de la producción de acero y cemento. Para reducir eficazmente las emisiones totales del sector a pesar del auge de la demanda, hay que prestar una atención mucho mayor a la gestión de estos dos materiales, así como a su demanda. Los proyectos de construcción suelen utilizar cantidades excesivas de acero y cemento. Millones de edificios y oficinas de todo el mundo permanecen vacíos o son demolidos antes de llegar al final de su vida útil. Prolongar la utilidad y la vida útil de un edificio, diseñar para un uso eficiente de los materiales y emplear materiales ligeros y bajos en carbono son aspectos fundamentales para reducir las emisiones. Las plataformas digitales compartidas y las herramientas de diseño, las tecnologías avanzadas de reciclado y la innovación de los materiales son elementos clave de esta cadena de suministro circular.

Las tecnologías que permiten un uso más eficiente del acero y el cemento son muy prometedoras para alcanzar los objetivos climáticos. Sin embargo, actualmente se presta más atención a las tecnologías emergentes, como la captura y almacenamiento de carbono (CCS), la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) y el hidrógeno verde. Es probable que la mayor atención que se presta a la mejora de los procesos de producción y a la captura de carbono, y no al uso eficiente de los materiales, se deba a la falta de incentivos financieros y de mercado para los fabricantes. Al mismo tiempo, la implantación de las tecnologías CCS, CCUS e hidrógeno verde sigue siendo muy lenta y no ha tenido un impacto significativo, especialmente en las principales naciones productoras de acero y cemento. Estos dos sectores también han tardado en adoptar tecnologías digitales de vanguardia para optimizar el

uso y los procedimientos energéticos. Los sectores del acero y el cemento necesitan más investigación y desarrollo tecnológico si quieren alcanzar unas emisiones netas nulas de CO₂ para 2050.

Las tecnologías climáticas deben abordar tanto la oferta como la demanda

Los gobiernos y las ciudades deben actuar con rapidez para desarrollar y perfeccionar tecnologías de mitigación del cambio climático. Sin embargo, ahora más que nunca, la elección de la tecnología es importante. No bastará con optimizar los sistemas actuales para alcanzar los objetivos climáticos. En la mayoría de los países se reconoce el papel central de las energías renovables en la eliminación progresiva de los combustibles fósiles. Se ha prestado menos atención al papel de la tecnología y la innovación en la gestión de nuestra creciente demanda de materiales y recursos, y en el incremento de la circularidad. Y ello a pesar de que el uso de materiales es el principal motor de una triple crisis planetaria derivada del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y los efectos de la contaminación en la salud.

Muchos informes sobre tecnologías climáticas se centran en su papel en la reducción de las emisiones por el lado de la oferta, por ejemplo, mediante el cambio de combustible y la eficiencia energética. En ese sentido, el *Libro sobre tecnología ecológica* es distinto porque también reconoce el enorme potencial sin explotar de la gestión de la demanda. Con una demanda de recursos que crece exponencialmente, tenemos que replantearnos la forma de prestar servicios humanos básicos, como la alimentación, la vivienda y la movilidad, y de hacer más con menos.

La tecnología es una pieza clave del rompecabezas. Puede permitir a las economías desarrolladas, emergentes y en desarrollo utilizar los recursos de forma más eficiente. También nos permite sustituir los materiales ricos en carbono e integrar sistemáticamente las perspectivas climáticas en el desarrollo de nuestras ciudades, edificios, productos y sistemas alimentarios. Como ha declarado recientemente el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *evitar, desplazar y mejorar* la demanda de servicios podría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre un 40 y un 70 % a escala mundial de aquí a 2050.^{11, 12}

Esto exige cambios en nuestras inversiones, políticas y hábitos. La tecnología y la innovación pueden facilitar el cambio de los sistemas en lugar de limitarse a mejorar las cosas como siempre, y muchas tecnologías ofrecen medidas útiles en todo caso tanto para las economías desarrolladas como para las que están en desarrollo. Mención especial merecen a ese respecto las tecnologías digitales, dado su potencial para ajustar mejor la oferta y la demanda, evitar residuos de producción innecesarios y propiciar el diseño y el uso de sistemas circulares. En la publicación se destaca una amplia gama de tecnologías destinadas a actividades en las ciudades, la agricultura y el uso del suelo, y la industria.

Notas

- 1 IPCC (2022). *Cambio climático 2022: Mitigación del cambio climático*. Resumen Contribución del Grupo de Trabajo III al Sexto Informe de Evaluación (solo en inglés). Cambridge, Reino Unido. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>.
- 2 IEA (2021). *Net Zero by 2050. A roadmap for the global energy sector*. París Organismo Internacional de Energía (IEA). Disponible en: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.
- 3 En la Introducción se ofrece más información sobre cómo definimos, identificamos y seleccionamos las tecnologías probadas, de frontera y de horizonte que se presentan en el *Libro sobre tecnología ecológica*.
- 4 Cozzi, L., et al. (2023). A medida que aumentan las ventas de todocaminos, las emisiones mundiales de CO₂ que generan esos vehículos se acercan a los 1 000 millones de toneladas. Organismo Internacional de Energía (IEA). Disponible en: <https://www.iea.org/commentaries/as-their-sales-continue-to-rise-subs-global-co2-emissions-are-nearing-1-billion-tonnes> [consultado en septiembre de 2023].
- 5 IPCC (2023). Informe de síntesis del Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6) Resumen para responsables de políticas. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>.
- 6 FAO (2023). Uso de la tierra en la agricultura según las cifras Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1274219/> [consultado en mayo de 2023].
- 7 Banco Mundial (2023) El agua en la agricultura Banco Mundial. Disponible en: <https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture> [consultado en mayo de 2023].
- 8 Umali-Deininger, D. (2022). *Greening the rice we eat*. Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: https://blogs.worldbank.org/eastasiapacific/greening-rice-we-eat?cid=SHR_BlogSiteEmail_EN_EXT
- 9 Kurnik, J. y K. Devine (2022). *Innovation in reducing methane emissions from the food sector: Side of rice, hold the methane*. Fondo Mundial para la Naturaleza. Disponible en: <https://www.worldwildlife.org/blogs/sustainability-works/posts/innovation-in-reducing-methane-emissions-from-the-food-sector-side-of-rice-hold-the-methane> [consultado en julio de 2023].
- 10 WRI (2023). *Our world in data: Emissions by sector*. World Resources Institute (WRI). Disponible en: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector> [consultado en junio de 2023].
- 11 Esta estimación se refiere a la reducción potencial de emisiones en edificios, transporte terrestre y alimentos para 2050 (grado elevado de fiabilidad).
- 12 IPCC (2023). *Informe de síntesis (SYR) del sexto informe de evaluación (IE6) del IPCC*. Resumen para responsables de políticas. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>.

