

Como reflejo del compromiso de la secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con la inclusión, la División de Adaptación de la secretaría de la CMNUCC ha traducido sus documentos de trabajo a diferentes idiomas. Por consiguiente, este documento se presenta como una traducción automática generada por DeepL Translate, sin intervención humana. La calidad y fidelidad de esta traducción automática pueden variar considerablemente de un texto a otro y entre diferentes pares de idiomas. Esta traducción también puede contener imprecisiones o errores tipográficos. Se proporciona "tal cual", sin garantía de ningún tipo, ni expresa ni implícita. En ninguna circunstancia la secretaría de la CMNUCC será responsable de cualquier pérdida, daño directo, indirecto, incidental, especial o consecuente, responsabilidad o gasto incurrido o sufrido que se alegue como resultado del uso de esta traducción. El uso de esta traducción es responsabilidad exclusiva del usuario. La División de Adaptación de la secretaría de la CMNUCC sólo puede verificar la validez y exactitud de la información proporcionada en el texto oficial en inglés. Es posible que algunos contenidos (como imágenes, videos, archivos, etc.) no puedan traducirse debido a limitaciones técnicas del sistema.

Tecnologías para la adaptación: innovación, prioridades y necesidades en materia de agricultura, recursos hídricos y zonas costeras¹

Lista de abreviaturas y acrónimos en inglés y nomenclatura en español

AC	Comité de Adaptación
IA	Inteligencia artificial
CTCN	Centro y Red de Tecnología del Clima
GCF	Fondo Verde para el Clima
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
NAP	Plan Nacional de Adaptación
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional
TEC	Comité Ejecutivo de Tecnología
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Resumen Ejecutivo

Muchas tecnologías de adaptación han existido y se han aplicado durante muchas generaciones, como la construcción de casas sobre pilotes para hacer frente a las inundaciones o el riego de los cultivos para hacer frente a la irregularidad de las precipitaciones. También incluyen tecnologías y prácticas desarrolladas por comunidades indígenas de todo el mundo, que se han forjado en la variabilidad y los extremos climáticos y se han ajustado a ellos. Al mismo tiempo, el rápido desarrollo de tecnologías nuevas e innovadoras brinda oportunidades para aplicar prácticas y técnicas novedosas al servicio de la adaptación y, en algunos casos, para mejorar las técnicas existentes haciéndolas más eficientes o sostenibles desde el punto de vista medioambiental.

A pesar de la larga historia y expansión del panorama de las tecnologías de adaptación, sigue habiendo necesidades urgentes y crecientes relacionadas con la tecnología que deben satisfacerse

¹ El documento original (en inglés) está disponible aquí < <https://unfccc.int/documents/620950>>.

para que estas tecnologías cumplan su potencial de reducción de la vulnerabilidad, refuerzo de la resiliencia y mejora de la capacidad de adaptación. Entre las Partes que son países en desarrollo, los sectores de la agricultura, los recursos hídricos y las infraestructuras y asentamientos (incluidas las zonas costeras) son priorizados para las necesidades tecnológicas de adaptación.

Transferencia de tecnología

La **transferencia de tecnología**, la cual puede desempeñar un papel importante en la satisfacción de estas necesidades, ha sido reconocida como parte integral de la acción climática en el marco de la CMNUCC desde su creación. El **Mecanismo Tecnológico** de la CMNUCC desempeña un papel importante a la hora de facilitar y acelerar la transferencia de tecnología para apoyar la aplicación de la Convención y el Acuerdo de París. El **Mecanismo Financiero** también apoya la transferencia de tecnología, tanto a través de la financiación directa de proyectos que tienen como objetivo lograr la transferencia de tecnología en un país o región en particular, como también mediante el apoyo a iniciativas más amplias que tienen como objetivo ampliar la transferencia de tecnología de adaptación a nivel mundial. No obstante, está claro que aún queda mucho margen para ampliar la transferencia de tecnología para la adaptación. De hecho, las Partes destacan varios retos y necesidades relacionados con la transferencia de tecnología en sus informes nacionales, subrayando la necesidad de que ésta mejore para aplicar sus planes y compromisos de adaptación.

Prioridades, necesidades y adopción de tecnologías de adaptación en la agricultura, los recursos hídricos y las zonas costeras

Está claro que los países tienen amplias necesidades permanentes y prioridades asociadas en materia de tecnologías de adaptación en los sectores de los recursos hídricos y la agricultura, así como en las zonas costeras, y que estas necesidades y prioridades están bien documentadas en los documentos nacionales de planificación y comunicación.

En el sector agrícola, los países articulan sus necesidades tecnológicas en áreas que incluyen biotecnologías (por ejemplo, variedades de cultivos mejoradas genéticamente), agricultura de conservación y planificación del uso de la tierra; tecnologías para mejorar la eficiencia energética (por ejemplo, mediante el uso de bombas solares y energía eólica) y la eficiencia hídrica (por ejemplo, tecnologías de irrigación eficientes, recolecta de agua de lluvia); tecnologías para la gestión y recuperación del suelo; y más. También se priorizaron las tecnologías específicas para peligros concretos relacionados con el cambio climático, como los diques permeables para inundaciones o los setos vivos para vientos fuertes y tormentas de arena. Además, las Partes destacaron los planes para promover la agricultura digital. Además de las necesidades de las tecnologías existentes, también se señaló la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías adaptativas para la agricultura, incluidos nuevos productos, procesos y servicios. Algunos países también se refirieron a las necesidades relacionadas con el **orgware** para mejorar la adopción de tecnologías de adaptación en el sector agrícola, como la promoción de instrumentos de mercado para la adopción de nuevas tecnologías de riego o la mejora del acceso de los agricultores al crédito para la adquisición de tecnologías de adaptación. También se incluyeron objetivos de desarrollo de capacidades (es decir, relacionados con el **software**), como la formación de técnicos agrícolas en técnicas de agricultura climáticamente inteligente.

El Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN) está apoyando el uso de tecnologías de adaptación en el sector agrícola: al 27 de septiembre de 2022, tiene 31 proyectos de asistencia técnica en 26 países, de los cuales seis están en fase de diseño, otros nueve se están ejecutando, uno está en

revisión y los quince restantes se han completado. El Fondo Verde para el Clima (GCF), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Fondo de Adaptación también apoyan la aplicación de tecnologías de adaptación para la agricultura. Esto incluye una serie de proyectos que apoyan, por ejemplo, la puesta en marcha de agro-empresas innovadoras, el pilotaje de tecnologías innovadoras como las tecnologías de energía renovable que facilitan la disponibilidad y el uso de las aguas subterráneas, o catalizar orgware de apoyo como los micro-seguros inclusivos para los pequeños agricultores. Las tecnologías indígenas del sector agrícola -las terrazas agrícolas, por ejemplo- también llevan mucho tiempo creando resiliencia frente a las duras y cambiantes condiciones climáticas.

Mientras tanto, en sus informes nacionales, los países también hicieron referencia frecuentemente a las tecnologías de adaptación para el sector de los recursos hídricos. Algunas medidas dieron prioridad a adaptar y garantizar la adecuación de las tecnologías de infraestructuras relacionadas con el agua, incluidas las estaciones pluviométricas, las tecnologías de detección y control de fugas y, de forma más general, el desarrollo de infraestructuras hídricas para las personas vulnerables. Algunas Partes también hicieron referencia a planes para construir nuevas infraestructuras de recursos hídricos, incluidos lagos de acumulación. También se dio prioridad a las tecnologías de información y análisis. Entre ellas se incluyen los modelos informáticos, los radares meteorológicos y los sensores, las tecnologías de control del caudal de agua y de las cargas de sedimentos en las cuencas prioritarias, así como las plataformas de gestión de datos. Otras tecnologías prioritarias son las que pueden apoyar la captación y retención de agua, facilitar la recuperación de agua y reutilizar, tratar y almacenar de forma segura el agua potable doméstica. Las Partes también destacaron las medidas relacionadas con el orgware para ayudar a facilitar y coordinar el despliegue de hardware y software en el sector de los recursos hídricos. Algunos ejemplos son la creación de comités de planificación centrados en el uso del suelo en las cuencas hidrográficas y el desarrollo de planes de gestión integrada de cuencas. También se priorizaron los esfuerzos para reforzar el software en el sector del agua, como la realización de campañas de concientización pública sobre los beneficios de las tecnologías de bajo caudal y otros sistemas de conservación del agua en las condiciones climáticas actuales y futuras.

Al 27 de septiembre de 2022, el CTCN describe 25 proyectos en 22 países que contribuyen al avance de las tecnologías de adaptación en el sector del agua. Seis de estos proyectos están en fase de diseño, once se están ejecutando y ocho se han completado. Estos proyectos apoyan, por ejemplo, la implantación de una red inteligente de suministro de agua mediante tecnologías como la modelización hidráulica y la medición inteligente, y la implantación de tecnologías de membranas de bajo coste, sostenibles y adaptadas a las condiciones locales para suministrar agua potable segura a las comunidades rurales. El GEF, el GCF y el Fondo de Adaptación también están canalizando ayudas a los países en desarrollo para tecnologías de adaptación relacionadas con el agua. Están ayudando, por ejemplo, a aumentar la resiliencia climática de los servicios hídricos mediante plantas desalinizadora de agua de mar por ósmosis inversa alimentadas por una nueva instalación solar fotovoltaica; a diseñar una serie de tecnologías y prácticas duras de gestión de inundaciones, como terraplenes en las riberas, amortiguadores vegetales y revestimientos arbóreos; y a mejorar las instalaciones de recogida de agua de lluvia. Los pueblos indígenas también practican desde hace tiempo una serie de técnicas que funcionan en armonía con la naturaleza y su entorno para gestionar el suministro y la calidad del agua, incluso en entornos con estrés de agua. Por ejemplo, los pueblos indígenas del sur de Asia llevan siglos recolectando agua de lluvia removiendo la tierra para construir terraplenes alrededor de las granjas y así atrapar el agua de lluvia.

Por último, en el ámbito de las zonas costeras, las Partes dan prioridad a una serie de tecnologías y medidas, incluidos equipos costeros como espigones, mecanismos de drenaje, diques y revestimientos, y otras barreras de protección costera, así como la reubicación y reconstrucción de estructuras en peligro y en general, la promoción de infraestructuras costeras resilientes para proteger a las comunidades y las infraestructuras frente a la subida del nivel del mar. En algunos casos, estas barreras se plantearon como soluciones basadas en la naturaleza o híbridas, o se esbozaron planes para integrar consideraciones de adaptación basadas en los ecosistemas en la construcción de estructuras como diques y riberas, incluida la plantación de manglares. Las medidas relacionadas con los manglares son especialmente comunes. También se dio prioridad a las medidas duras para mejorar el estado de las playas, entre ellas el acondicionamiento y la recuperación de playas, así como la provisión de laboratorios y equipos para recoger y analizar datos relacionados. Las medidas de evaluación de riesgos incluyen, entre otras, varias relacionadas con el software, como el establecimiento de sistemas precisos de previsión de la subida del nivel del mar, la actualización de los mapas de vulnerabilidad y riesgo de las zonas costeras, el impulso de las inversiones resilientes al clima en la protección del litoral, incluidas las infraestructuras construidas, y el suministro de información de libre acceso y redes de comunicación para los sectores y actores pertinentes. Las Partes también destacaron las acciones relacionadas con el software, incluyendo el refuerzo de la comunicación, la educación y la concientización pública sobre la importancia de la protección de los ecosistemas costeros para la reducción del impacto de los desastres naturales y el establecimiento de estructuras institucionales para reforzar la investigación, la gestión y el seguimiento de los ecosistemas y las especies marinas costeras y su vulnerabilidad al cambio climático.

Al igual que en los sectores de la agricultura y los recursos hídricos, el CTCN también presta apoyo a los países en desarrollo en el ámbito de las tecnologías de adaptación para las zonas costeras. Al día 27 de septiembre de 2022, la lista incluye 12 proyectos en 19 países, de los cuales tres se están ejecutando, dos están en fase de diseño y los siete restantes se han completado. Los proyectos que se están ejecutando incluyen el apoyo al desarrollo de una base de datos de dinámica marina para las zonas costeras con el fin de evaluar los impactos y la vulnerabilidad a la subida del nivel del mar, y la creación de capacidad para hacer frente a los riesgos en las zonas costeras, con acciones relacionadas con la recopilación y catalogación de datos batimétricos y del terreno costero. Las carteras del GCF, el GEF y el Fondo de Adaptación incluyen el apoyo a las tecnologías de adaptación en las zonas costeras. Están financiando, por ejemplo, la construcción de estructuras de defensa costera y el desarrollo de planes de gestión de las zonas costeras, la restauración de los ecosistemas costeros y medidas para garantizar el agua potable a las comunidades vulnerables a la intrusión salina, como la recolecta de agua de lluvia y las micro-instalaciones de tratamiento de aguas superficiales y subterráneas.

En los tres sectores existen obstáculos, lagunas y retos que complican la identificación, el desarrollo y la adopción de tecnologías. Existen en muchos ámbitos, como las limitaciones financieras y económicas, las barreras políticas y normativas, las barreras culturales y sociales, las lagunas relacionadas con el desarrollo de capacidades, las necesidades de investigación e innovación, las lagunas de información, etcétera. También se han identificado varias buenas prácticas para avanzar en el desarrollo y el uso de la tecnología para la adaptación en estos sectores; esto incluye integrar el desarrollo y el uso de la tecnología en enfoques sistémicos más amplios de la acción sectorial, como las políticas de sistemas alimentarios, las prácticas de gestión integrada de los recursos hídricos y los planes nacionales de ordenación del espacio marino.

Tecnologías y enfoques innovadores

Los ocho años que separaron la publicación del Quinto y Sexto Informes de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fueron un periodo marcado por el "rápido cambio tecnológico". Este cambio englobó importantes innovaciones tecnológicas, incluso en ámbitos que pueden aplicarse a la consecución de la adaptación al cambio climático.

Las tecnologías de vanguardia -es decir, las tecnologías nuevas, de punta, innovadoras y a menudo disruptivas- tienen un gran potencial para hacer frente al cambio climático y ayudar a afrontar otros retos medioambientales. Una revisión de 159 casos de tecnologías de vanguardia con aplicaciones potenciales para la adaptación reveló una amplia gama de tipos de tecnologías en diversas fases de desarrollo. Los resultados demostraron que la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático son, con mucho, el tipo más dominante de tecnología de vanguardia que se está explorando y aplicando con fines de adaptación. En cuanto al ámbito geográfico, una parte significativa de los casos se centró a nivel global. Entre las regiones más representadas en los casos analizados se encuentran Norteamérica, Asia, Europa y África. Por último, un examen de las aplicaciones sectoriales de los distintos casos de tecnologías de vanguardia demuestra que la mayor proporción eran de carácter intersectorial. A esto le siguieron tecnologías relacionadas con las dimensiones económicas y de subsistencia en sectores como el turismo. Le siguen la agricultura y los recursos hídricos con las proporciones más elevadas, mientras que los océanos, las zonas costeras y los ecosistemas fueron los sectores menos representados en los casos evaluados.

En el marco del sistema de las Naciones Unidas, se están realizando esfuerzos para aplicar la IA a la reducción del riesgo hidrológico. También hay empresas del sector privado que están empezando a ofrecer servicios relacionados. En el sector agrícola, por ejemplo, la práctica de la agricultura de precisión está avanzando gracias a las tecnologías de IA, y a empresas de nueva creación que ofrecen servicios relacionados. A pesar de este potencial, la adopción de estas tecnologías no está actualmente generalizada debido a la falta de conocimiento, entre otros factores. Así pues, aunque estas nuevas empresas y aplicaciones tecnológicas resultan muy prometedoras, será importante estudiar cómo pueden distribuirse estos productos y servicios a las personas y lugares que pueden beneficiarse para aprovechar plenamente su potencial. La introducción, el uso y la sostenibilidad de las tecnologías de vanguardia a lo largo del tiempo dependen de condiciones favorables como una infraestructura de comunicaciones fiable y un software y orgware sólidos que sustenten su uso. Así pues, el desarrollo y la búsqueda de estas tecnologías para la adaptación deben equilibrarse con el despliegue y la difusión de tecnologías más consolidadas, sobre todo cuando la necesidad de adaptación es urgente y aún no se dan las condiciones propicias para las tecnologías de vanguardia.

La innovación no se limita al desarrollo y despliegue de tecnologías "duras" nuevas y disruptivas, sino que también abarca cambios en instituciones y organizaciones, así como nuevos modelos de negocio y servicios. Cada vez se reconoce más que las innovaciones sistémicas son esenciales para afrontar el reto del cambio climático. Un componente importante del orgware que puede apoyar la innovación tecnológica es el sistema nacional de innovación, que engloba las organizaciones, los sistemas y los incentivos de un país determinado que estimulan la generación de tecnología y la adaptación. La importancia de estos sistemas -en particular para los sectores del agua y la agricultura- ha sido reconocida en los NAPs de algunas Partes, en los que algunas priorizan el apoyo y el establecimiento de sistemas de innovación para promover el desarrollo y la transferencia de tecnologías de adaptación. Las incubadoras y aceleradoras son partes cada vez más importantes de estos ecosistemas que pueden ayudar a catalizar el emprendimiento tecnológico para la adaptación.

Si bien es importante crear las condiciones para fomentar y apoyar la innovación a nivel nacional, también es fundamental garantizar que las innovaciones en materia de adaptación estén

ampliamente disponibles. En este sentido, es importante la cooperación internacional para desarrollar y compartir las innovaciones. Los países en desarrollo y los menos desarrollados, en particular, deberían recibir apoyo tanto para acceder a tecnologías innovadoras para la adaptación como para reforzar su capacidad de generar tales innovaciones a nivel nacional.

Cuestiones transversales en la identificación y adopción de tecnologías de adaptación

El desarrollo y despliegue de tecnologías de adaptación se ve afectado por una serie de cuestiones transversales. Las políticas y normativas desempeñan un papel importante a la hora de facilitar el desarrollo y la adopción de tecnologías de adaptación. Sin embargo, las barreras políticas, legales y normativas al desarrollo y despliegue de la adaptación están muy extendidas. Para superar estas barreras, como parte de las medidas relacionadas con el orgware que las Partes destacan en sus documentos nacionales, están varios planes de referencia para actualizar o introducir medidas reguladoras que apoyen sus medidas de adaptación en relación con la agricultura, los recursos hídricos y las zonas costeras. Los cambios normativos pueden ser especialmente vitales para apoyar la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza o enfoques integrados de infraestructura verde y gris. Los reglamentos y normas existentes se han diseñado en gran medida bajo el supuesto de que las infraestructuras grises tradicionales son la opción principal, o incluso la única. Esto puede haber generado entornos normativos sesgados hacia estas infraestructuras.

En términos más generales, un entorno político favorable puede apoyar la creación y adopción de tecnologías de adaptación. Esto incluye tanto las políticas del lado de la oferta, que ayudan a impulsar el desarrollo y la disponibilidad de nuevas tecnologías, como las políticas del lado de la demanda, que contribuyen a crear una demanda de mercado para las innovaciones tecnológicas y de otro tipo. También es importante que estos entornos favorables vinculen la aplicación con los marcos políticos y normativos de forma bidireccional, de modo que las normativas y las políticas no sólo dirijan la aplicación, sino que también reflejen las realidades de la aplicación, incluida la viabilidad de las tecnologías desde el punto de vista técnico, económico, social e institucionales. También pueden aplicarse enfoques innovadores -como modificar las políticas y normativas de contratación pública para estimular la innovación tecnológica para las acciones de adaptación, o establecer normativas y políticas fiscales como incentivos fiscales- al servicio del desarrollo de la resiliencia.

La participación de las partes interesadas es esencial para el éxito del desarrollo y el despliegue de tecnologías de adaptación. Las partes interesadas tienen derecho a participar en las decisiones que afectarán a sus vidas, sus medios de subsistencia y su futuro en general. Es más, la aplicación y el mantenimiento de muchas medidas de adaptación, incluidas las tecnologías, dependerán de la experiencia local y de la participación activa. Cuando se trata de desarrollar y desplegar con éxito tecnologías de adaptación, el término "partes interesadas" engloba una amplia gama de grupos y organizaciones que a menudo desempeñan papeles diferentes pero complementarios, desde las comunidades locales y las comunidades de investigación hasta los gobiernos nacionales y locales, pasando por los jóvenes, las mujeres, los pueblos indígenas y otros. Los enfoques específicos para aplicar medidas y tecnologías de adaptación también pueden ofrecer oportunidades inherentes para implicar a las partes interesadas. Por ejemplo, la adaptación basada en las comunidades puede ayudar a garantizar que las comunidades desempeñen un papel en la adopción de tecnologías de adaptación, lo que a su vez puede aumentar la sostenibilidad y la aceptación social de estas tecnologías.

En cuanto a las buenas prácticas, la participación de las partes interesadas debe tomarse como una oportunidad para co-diseñar soluciones, proyectos y programas tecnológicos de adaptación con diversos grupos y organizaciones, en lugar de como una invitación para que las partes interesadas aprueben el uso de soluciones decididas en otra parte. Esto contribuye a aumentar la aceptación social de los proyectos y programas tecnológicos. Más allá de las vías tradicionales para incluir a las

partes interesadas en el proceso de adaptación, están surgiendo enfoques innovadores para participar en la investigación, selección, despliegue y ampliación de las tecnologías de adaptación. Algunos ejemplos son la movilización de campeones de la tecnología o el fomento del uso de la ciencia ciudadana.

Conclusión y siguientes pasos

Es evidente que existe una demanda generalizada de tecnologías de adaptación en los sectores de la agricultura, los recursos hídricos y las zonas costeras. Al mismo tiempo, existen retos, brechas y necesidades persistentes que impiden garantizar que las tecnologías actuales y futuras desarrollen todo su potencial para impulsar las medidas de adaptación. Pero también hay una serie de buenas prácticas y oportunidades. Entre ellas cabe citar las siguientes:

- Adoptar un enfoque holístico de las tecnologías de adaptación que incorpore no sólo el hardware, sino también el software y el orgware que pueden apoyar el uso del hardware y reforzar la resiliencia de forma más amplia;
- Del mismo modo, trabajar para alcanzar un entorno favorable que favorezca la aplicación de tecnologías de adaptación, incluidos marcos políticos y normativos adecuados;
- Considerar la necesidad de crear capacidades para facilitar la adopción de tecnologías de adaptación mejoradas, especialmente en los países menos desarrollados;
- Involucrar a una amplia gama de partes interesadas en diversas capacidades a lo largo de todo el proceso de diseño, identificación, desarrollo, despliegue y evaluación de las tecnologías de adaptación;
- Garantizar que las tecnologías de adaptación tengan en cuenta las cuestiones de género;
- Una visión amplia de la innovación que englobe tecnologías y prácticas tradicionales y indígenas sofisticadas, frente a una visión estrecha centrada en soluciones modernas de alta tecnología.

Para ayudar a las Partes a satisfacer estas necesidades, aplicar las buenas prácticas relacionadas y aprovechar las oportunidades identificadas, el AC, en colaboración con el TEC, el CTCN y otros organismos e instituciones pertinentes consensuados dentro y fuera de la CMNUCC, puede emprender nuevos trabajos en áreas como las tecnologías innovadoras e indígenas para la adaptación o centrarse en sectores prioritarios adicionales.

La versión original y completa en inglés está disponible en este vínculo:

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/AC_TechnologiesForAdaptation_AgricultureWaterCoastalZones.pdf