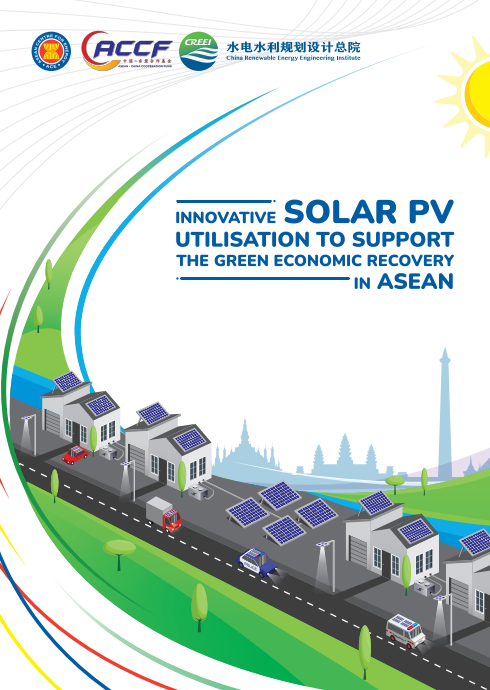
Utilización innovadora de energía solar fotovoltaica para apoyar la recuperación económica verde en la ASEAN



Acerca de ACE

Establecido en enero de 1999, el Centro de Energía de la ASEAN (ACE) es una organización intergubernamental que representa independientemente los intereses de los 10 Estados miembros de la ASEAN (AMS) en el sector energético. El Centro sirve de catalizador para el crecimiento económico y la integración de la región de la ASEAN iniciando y facilitando colaboraciones multilaterales y actividades energéticas conjuntas y colectivas. Está guiado por un Consejo de Administración compuesto por altos funcionarios de energía de cada AMS y un representante de la Secretaría de la ASEAN como miembro ex oficio. Alojada por el Ministerio de Energía y Recursos Minerales de Indonesia, la oficina de ACE se encuentra en Yakarta.

Acerca de CREEI

El Instituto de Ingeniería de Energía Renovable de China (CREEI) se estableció en 1950. A lo largo de los años, ha sido el único instituto dedicado a administrar la energía hidroeléctrica, la energía eólica y las tecnologías solares fotovoltaicas en China. Proporciona apoyo técnico integrado y servicios en política de energía renovable, estudio y planificación de recursos, planificación industrial, revisión de diseño, aceptación de proyectos, supervisión de calidad, compilación de normas, gestión de información y cooperación internacional. Encargado por la Administración Nacional de Energía de China (NEA), CREEI supervisa las operaciones del Centro Nacional de Investigación de Energía Hidroeléctrica y Eólica, el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Hidroeléctricas, la Estación de Costo de Energía Renovable, la Estación General de Supervisión de Calidad de Proyectos Hidroeléctricos, la Estación General de Supervisión de Calidad de Proyectos de Energía Renovable y el Centro Nacional de Información de Energía Renovable. Es uno de los primeros organismos de investigación y asesoramiento de la NEA.

Acerca de ACCF

China y los países de la ASEAN son vecinos cercanos unidos por montañas, ríos y mares. Desde el establecimiento de la asociación de diálogo en 1991 y la asociación estratégica en 2003, las dos partes han intensificado los esfuerzos para consolidar la confianza mutua política y estratégica, profundizar la cooperación comercial y económica, mejorar la conectividad y fortalecer los intercambios entre pueblos. Han logrado resultados fructíferos que abarcan una amplia gama de áreas.

Sobre la base de esta asociación, en 1997 el Gobierno de la República Popular China puso en marcha el Fondo de Cooperación ASEAN-China (ACCF) con el objetivo de financiar actividades de promoción de la cooperación entre la ASEAN y China en esferas como la agricultura, las tecnologías de la información y las comunicaciones, el desarrollo de los recursos humanos, la inversión mutua, el desarrollo de la cuenca del río Mekong, el comercio, el turismo, la vinculación del transporte, la educación, la ciencia y la tecnología y el medio ambiente, la agricultura y el medio ambiente, la educación y la tecnología. incluyendo, pero no limitado a la realización de seminarios, capacitación de personal e intercambio de visitas y otras áreas funcionales.

En las últimas décadas, ACCF ha financiado cientos de actividades y programas entre la ASEAN y China y ha desempeñado un papel importante en la mejora de la cooperación funcional entre China y la ASEAN en diversos campos.

Potencial solar en la ASEAN

La energía renovable (ER) ha mostrado un crecimiento resistente en medio de la pandemia mundial de COVID-19. El 7º Panorama Energético de la ASEAN (AEO7) destaca el hecho de que, a pesar de la recesión económica y la disminución del 5,3% en el suministro total de energía primaria (TPES) de todas las fuentes de energía en 2019, la participación de las energías renovables representó el 14,2% a partir de 2020. Esto equivale a un aumento del 0,4% con respecto a los niveles de 2019. Sin embargo, el progreso aún está significativamente por debajo del objetivo aspiracional de ER del 23% para 2025, según lo establecido en la Fase II del Plan de Acción de la ASEAN para la Cooperación Energética (APAEC) (2021 – 2025)

En particular, 2020 fue testigo de una importante absorción de ER del 33,3% en la capacidad instalada total, siendo la energía solar fotovoltaica el principal contribuyente. Comenzando con 1 MW en 2005, la expansión de la capacidad solar fotovoltaica alcanzó los 23 GW en 2020, lo que representa el 8% de la combinación de capacidad total de la ASEAN. El rápido crecimiento de la energía solar fotovoltaica sin duda ha reducido la brecha hacia el objetivo regional de capacidad instalada de ER del 35% para 2025 (Centro de Energía de la ASEAN, 2022b).

La marcada brecha entre los logros de las energías renovables en materia de TPES frente a la capacidad instalada (gráfico 1.1) ilustra tres premisas importantes: 1) la necesidad de un objetivo más ambicioso de capacidad instalada de energías renovables; (2) la necesidad de explorar el uso de la energía solar más allá de la electricidad, como la calefacción, el aire acondicionado y otros usos innovadores; y (3) la necesidad de impulsar la utilización solar en electricidad gestionable mediante la adopción de almacenamiento de energía y otras tecnologías avanzadas.

Además, la región de la ASEAN recibe 12 horas de luz solar por día, debido a su proximidad a la línea ecuatorial. Esta característica geográfica ofrece un inmenso potencial solar para que la región amplíe aún más el despliegue de energías renovables.

Se espera que la energía solar sea una de las fuentes de energía de más rápido crecimiento, con una participación del 9,7% de la capacidad de energía para 2050 (Centro de Energía de la ASEAN, 2022). Los países de la ASEAN tienen un gran potencial para la energía solar fotovoltaica, en términos de sus niveles anuales de insolación solar, que oscilan entre 1.460 y 1.892 kWh / m2 por año (Ismail et al., 2015). Como se indica en la figura 1.2, el mayor potencial se prevé para Myanmar y Tailandia, donde la energía solar fotovoltaica podría generar más de 7.000 GW. Camboya, Indonesia, la República Democrática Popular Lao, Malasia, Filipinas y Vietnam se clasifican como países de potencial medio, con menos de 4.000 GW (Lee et al., 2019). En Filipinas, se prevé que el despliegue de energía solar fotovoltaica genere 168 GW en áreas urbanas (Junlakarn et al., 2021). Brunei Darussalam y Singapur tienen menos potencial para soportar aplicaciones basadas en la tecnología solar, debido a un área disponible limitada (Siala et al., 2021).

Más allá de la disponibilidad del área total de irradiación solar, el aprovechamiento de la energía solar depende de múltiples factores técnicos y económicos, que eventualmente afectan el costo nivelado de energía (LCOE) variable de cada país. Por ejemplo, la calidad de la energía solar es el resultado de la intensidad solar y los factores de capacidad. El costo es impulsado principalmente por la economía específica del país, como la inflación, las tasas de interés y las tasas impositivas, así como por los supuestos tecno económicos, como los costos de operación y mantenimiento instalados y fijos. Las limitaciones del uso de la tierra podrían impulsar nuevas variaciones en el costo de generación y la capacidad disponible para el desarrollo eólico y solar fotovoltaico en la región (Lee et al., 2019).

En el contexto regional, la utilización solar podría optimizarse aún más con la integración de la interconexión transfronteriza en el marco de la red eléctrica de la ASEAN (APG). La extensión del Proyecto de Integración Energética de la RDP Lao-Tailandia-Malasia-Singapur (LTMS-PIP) en junio de 2022 es un ejemplo perfecto de cómo el comercio multilateral regional de energía podría aumentar la adopción de las energías renovables (Autoridad del Mercado de la Energía, 2022). El Estudio III del Plan Maestro de Interconexión de la ASEAN (AIMS III) estimó 8.119 GW de capacidad bruta para energía solar (12.000 TWh) y 342 GW de energía eólica (766 TWh), con 42 sitios solares y 20 sitios eólicos. En la Figura 1.3 (Centro de Energía de la ASEAN, 2021) se ofrece una mirada más cercana al potencial solar en cada Estado miembro de la ASEAN (AMS) para la red eléctrica interconectada.

Objetivos nacionales para el desarrollo solar

Para alcanzar el objetivo de APAEC en 2025, la MGA tiene diferentes objetivos nacionales de ER e hitos individuales, como se resume en la Tabla 1.1. La AMS, con la excepción de Brunei Darussalam, tiene objetivos específicos para el desarrollo solar. Tres Estados miembros establecieron sus objetivos para 2030 (Camboya, Myanmar y Filipinas). Otros tres países, Indonesia (2025 y 2050), la República Democrática Popular Lao (2025 y 2030) y Malasia (2025 y 2035), tienen objetivos a dos años. A pesar de su potencial medio, Vietnam tiene el objetivo solar más alto y detallado, establecido para cinco años de 2025 a 2040. Singapur ocupa el segundo lugar, con hitos específicos para 2025, 2030 y 2050. El objetivo solar de Tailandia se establece solo para el año 2036.

Al comparar el potencial solar de cada país, Singapur es el país que explora su potencial solar al nivel óptimo. Indonesia estableció su objetivo para 2050 equivalente al 4,2% de su potencial solar. Al mismo tiempo, los otros países establecieron su objetivo solar en menos del 2% de su potencial solar. La RDP Lao tiene el objetivo solar más bajo, debido a su enfoque en la energía hidroeléctrica.

En términos de progreso en los últimos cinco años, Vietnam ha dado grandes pasos para priorizar el desarrollo de fuentes de energía renovable para la producción de electricidad. Según lo informado por Vietnam Electricity (EVN), en los primeros siete meses de 2022, la electricidad acumulada producida por fuentes de energía renovable (excluyendo la energía hidroeléctrica) ha alcanzado los 22.060 millones de kWh, lo que representa el 14% de la producción total de electricidad del sistema eléctrico nacional, donde solo la energía solar fotovoltaica produjo 16.540 GWh. Según el último borrador del 8º Plan de Desarrollo de Energía (PDP8), publicado por el Ministerio de Industria y Comercio de Vietnam (MOIT) en noviembre de 2022, se proyecta que para 2030, la electricidad producida por la energía solar fotovoltaica aumentará a 26.634 GWh.

Concepto de uso de la energía solar fotovoltaica para la recuperación económica verde

Desde el año 2000 hasta 2020, la ASEAN ha estado aumentando la generación de energía a partir de energías renovables. La energía generada a partir de energías renovables (incluida la energía hidroeléctrica) casi se ha duplicado en las últimas dos décadas. Sin embargo, la mayor parte proviene de la energía hidroeléctrica, mientras que la energía solar fotovoltaica y eólica contribuyeron con menos del 10% de la energía total generada en 2020 (Agencia Internacional de Energía, 2022). El crecimiento de las energías renovables sigue siendo mucho menor que el de las centrales de carbón, que tuvieron el mayor aumento del 20% de la energía total generada en 2000 a casi el 40% en 2020.

Incluso con la modesta participación de la energía solar fotovoltaica, ofrece un potencial sin explotar que se adapta a los climas tropicales de la ASEAN (Sreenath et al., 2022). La energía solar puede generar electricidad y calor para apoyar las actividades económicas. Además, la instalación solar fotovoltaica se ha vuelto más competitiva en las últimas décadas (Centro de Energía de la ASEAN, 2020a). Vietnam tiene muchos estudios de caso sobre la utilización de energía solar fotovoltaica, e Indonesia tiene almacenamiento solar plus para varias islas (Bellini, 2022b). Sin embargo, se sabe poco sobre la utilización de la energía solar fotovoltaica en otros AMS, que se explorarán en secciones posteriores.

El papel de la energía solar fotovoltaica en la recuperación económica verde

Impulsar el crecimiento económico requiere un suministro de energía constante y seguro. A medida que los países lidian con el cambio climático, las medidas de gobernanza del desarrollo de energías renovables, ambientales y sociales se están elevando a la cima de las agendas gubernamentales, corporativas y de inversionistas. Abordar la pobreza energética mediante el logro del acceso universal a la energía limpia para 2030 es un primer paso razonable para que la ASEAN impulse el crecimiento económico. En particular, dos AMS, Camboya y Myanmar, todavía tienen las tasas de electrificación más bajas (< 85%), a partir de 2020 (Centro de Energía de la ASEAN, 2022b).

Los sectores e industrias basados en el uso de la tierra son sectores potenciales adicionales para el desarrollo de las energías renovables. La agricultura y la ganadería son responsables de alrededor del 30% del consumo de energía en las industrias de la ASEAN (Agencia Internacional de Energía Renovable y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021). Con el aumento de la población y la demanda de alimentos, se espera que el consumo de energía aumente en estos sectores.

Dado que la pandemia ha perturbado las economías, la transición a la energía limpia no se ha detenido. Ocho economías de Asia (Indonesia, Japón, Malasia, Filipinas, Corea del Sur, Taiwán, Tailandia y Vietnam) vieron hasta 800 proyectos de energía limpia en preparación entre agosto y septiembre de 2020. Los proyectos solares constituyen la mayoría de estos proyectos. Suponiendo que todos ellos se realicen, esto representa una inversión potencial de más de USD316 mil millones y un potencial de ahorro de emisiones de más de 229 mtCO2e. Estos proyectos e inversiones también podrían generar hasta 870,000 empleos, y la mitad de las oportunidades adicionales se destinarán a proyectos de energía solar (Ernst and Young, 2021).

La transición a la energía limpia sigue siendo atractiva, con el sector privado listo para desplegar capital. Esto se puede ver en la adquisición por parte de Malasia de compromisos significativos de los desarrolladores de energía solar durante la pandemia. Otras economías asiáticas han dedicado porciones considerables de sus paquetes de ayuda relacionados con COVID-19 a iniciativas relacionadas con la energía limpia.

El uso innovador de la energía solar fotovoltaica más allá de las instalaciones de generación de electricidad podría beneficiar la recuperación económica verde. Se han explorado plantas híbridas de energía solar fotovoltaica e hidroeléctrica en Tailandia, Filipinas y Vietnam, con más expansiones planificadas, y otros países como Indonesia siguiendo su ejemplo. La hibridación ha mejorado los rendimientos energéticos, ya que la energía fotovoltaica y la energía hidroeléctrica tienen efectos beneficiosos en cada tecnología (Ahmed y Hamdi, 2020).

Agri-PV utilizando varias configuraciones, que utilizan plantas de energía solar para proporcionar espacio para la agricultura local y los hábitats nativos, puede diseñarse desde el principio o adaptarse para otros fines. Por ejemplo, la adaptación para la polinización de abejas melíferas en un sitio de planta de energía solar podría multiplicar más de 15 veces los beneficios económicos para los cultivos seleccionados. Esto ofrece un servicio ecosistémico beneficioso y agrega beneficios ambientales para la generación de energía sostenible (Walston et al., 2018; Armstrong y otros, 2021; Blaydes et al., 2022). Tales casos pueden ser modelos de formas en que se puede construir energía sostenible para incorporar consideraciones ambientales, al tiempo que generan beneficios económicos colaterales hacia la recuperación verde.

Ejemplos de proyectos solares fotovoltaicos para la recuperación verde

Hay varios grados de éxito en el aumento del despliegue de energía solar fotovoltaica en el AMS. Vietnam ha sido un modelo a seguir por su notable aumento en la capacidad solar fotovoltaica instalada, tanto en la ASEAN como en toda Asia. En los últimos cinco años, Vietnam ha más que duplicado su producción de RE entre 2016 y 2020, de aproximadamente 17,9 GW a 38,4 GW, según datos históricos de AEO7.

Como se indica en la figura 1.4, la capacidad solar fotovoltaica instalada en Vietnam en 2018 fue de solo 164 MW, muy por debajo de los 3 GW de Tailandia. Vietnam superó a Tailandia en un año, alcanzando 5 GW en 2019 y 16,6 GW en 2020. Esta cifra es casi el doble de su objetivo de aproximadamente 850 MW en un año, y muy superior a la de otros Estados miembros de la región.

Vietnam, un país líder en desarrollo solar, construyó más de 4 GW de capacidad de energía solar en 2019. Además, Vietnam también aplica una tarifa de alimentación para los inversores, para mantener la sostenibilidad de la infraestructura de energía solar, con una garantía de USD0.0769 / kWh a USD0.0838 / kWh, dependiendo de las diversas tecnologías utilizadas (Gobierno de Vietnam, 2020).

Singapur aumentó su producción de energía renovable en más del 50% en el mismo período, dominada por la energía solar fotovoltaica (Do y Burke, 2021). Brunei Darussalam produce alrededor de 1.700 MWh de energía solar por año, gracias a 1,2 MW de capacidad instalada de energía renovable del Proyecto de Demostración Fotovoltaica Tenaga Suria Brunei y otros proyectos solares (Departamento de Energía de Brunei Darussalam, 2013).

Tailandia y Filipinas tienen una capacidad solar fotovoltaica relativamente alta. Han mostrado solo un modesto aumento de 2018 a 2020, después de experimentar su propio "auge solar" en 2016. Mientras tanto, Singapur y Myanmar han duplicado su capacidad solar fotovoltaica, Indonesia y Malasia se han triplicado, y Camboya ha saltado de 28 MW a 315 MW en el mismo período. Solo Brunei Darussalam y la República Democrática Popular Lao se han estancado en el aumento de su capacidad solar fotovoltaica (Agencia Internacional de Energía Renovable, 2022b).

El desarrollo de la energía solar fotovoltaica en esos países ha traído impactos económicos. En Vietnam, el esquema Feed-in-Tariff (FIT) ha acelerado significativamente la penetración de la energía solar fotovoltaica en el sistema eléctrico nacional, especialmente en la región sur, donde la irradiación solar es más abundante. Según el último esquema (FIT2), establecido por el primer ministro, los proyectos solares con una fecha de operación comercial (COD) entre el 1 de junio de 2019 y el 31 de diciembre de 2020, podrían vender su electricidad a la empresa estatal Vietnam Electricity (EVN) y sus subsidiarias a una tasa FIT que oscila entre USD76.9 / MWh y USD83.8 / MWh (El Gobierno de Vietnam, 2020; Do y Burke, 2021).

En Singapur, en 2010, el precio al que los costos de la energía solar se equilibran con los ingresos durante la vida útil del equipo fue de 25% a 40% más que la tasa arancelaria promedio de Singapur. La energía solar, en el modelo de Singapur, se vuelve competitiva con las plantas de carbón convencionales solo cuando el precio del CO2 es de USD341 / tonelada (K. Doshi et al., 2013). Esta cifra está mejorando actualmente, junto con el desarrollo del sector solar en el país. Singapur tiene como objetivo establecer una economía circular en torno al uso de la energía solar para minimizar los residuos y el uso innecesario de nuevos recursos (Tan Congyi, 2020).

El mismo patrón se encontró en Tailandia. Una inversión fotovoltaica de diferentes clases de clientes es rentable con una TIR del 10% al 17% en los casos base, sin compensación por exceso de generación. La medición neta ofrece los mayores beneficios para el cliente (Tongsopit et al., 2019).

En Filipinas, se espera que el mercado de energía solar registre una CAGR del 15%, durante el período de pronóstico (2022-2027). A partir de 2021, los módulos solares fotovoltaicos son más del 80% más baratos que en 2011, lo que culminó en un aumento de las instalaciones solares en todo el país y favoreció el crecimiento del mercado (Mordor, 2019).

En Indonesia, un salón de belleza en Yakarta instaló un sistema solar de 6 kW en su azotea y encontró que su factura de electricidad se redujo a la mitad en aproximadamente USD353 por mes. Además, dado que solo operan seis días a la semana, pueden vender la electricidad adicional generada a la red. Por lo tanto, la compañía ha realizado ahorros, recibe ingresos y obtiene ciertos reembolsos de la compañía eléctrica por vender energía verde a la comunidad (Times, 2021).

Los impactos económicos del desarrollo solar están emergiendo. El gasto económico verde bien diseñado puede tener beneficios simultáneos en múltiples aspectos. Existe una creciente evidencia de que el gasto fiscal en tecnologías verdes podría producir mejores rendimientos que el gasto tradicional (O'Callaghan y Murdock, 2021). Además, el gasto verde debería facilitar la transición hacia una generación de energía más sostenible. La recuperación económica ecológica debe tener como objetivo una mejor recuperación económica, manteniendo al mismo tiempo los esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Aplicación de diversas formas de utilización innovadora de la energía solar fotovoltaica

Aunque la utilización de la energía solar fotovoltaica se ha expandido a una serie de industrias y diversas tecnologías de energía renovable, las formas aplicadas son similares a los proyectos solares fotovoltaicos convencionales. Se han introducido cuatro tipos de formas solares aplicadas en la ASEAN, como se muestra en la figura 1.5. La más popular en la región es la planta de energía solar distribuida (sistemas fotovoltaicos en la azotea).

Plantas de energía solar montadas en tierra

Las plantas de energía solar centralizadas y montadas en el suelo generalmente están conectadas a la red de servicios públicos. La infraestructura de soporte es similar a las plantas generadoras de energía que utilizan otras fuentes de combustible, porque la planta de energía se encuentra a cierta distancia de la demanda, con pérdidas de transmisión esperadas. La escala de este tipo de planta de energía solar se traduce directamente en el terreno requerido para su instalación. Si bien se puede argumentar que una planta de energía solar montada en el suelo es un buen uso para tierras ociosas no productivas, algunas plantas de energía solar están ubicadas en tierras productivas, compitiendo con otros propósitos.

Plantas de energía solar flotantes

Recientemente ha aumentado el interés en abordar los requisitos de gran área de las plantas de energía solar a escala de servicios públicos, instalándolas en grandes masas de agua. Las plantas de energía solar flotantes tienen una doble ventaja para los sistemas fotovoltaicos y el entorno circundante. El agua tiene un efecto de enfriamiento natural, que beneficia a los módulos solares instalados, con una mejora esperada del rendimiento a temperaturas más bajas (Dörenkämper et al., 2021). La presencia del sistema fotovoltaico también ayuda a proteger la superficie del agua, reduciendo la evaporación y reteniendo el agua para la energía hidroeléctrica y el riego. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los efectos más amplios sobre la ecología local, como el suministro de oxígeno para los peces, aún no se comprenden bien (Almeida et al., 2022).

Plantas de energía solar distribuida

Las plantas de energía solar distribuida generalmente se refieren a un sistema fotovoltaico descentralizado de generación de energía, en lugar de un sistema montado en tierra a escala de servicios públicos. Como tal, este tipo de planta de energía solar se clasifica comúnmente por debajo de 100 kW. La naturaleza distribuida del sistema significa que generalmente se encuentra cerca de la demanda, siendo los sistemas fotovoltaicos residenciales en la azotea el ejemplo más común. También se puede incluir en esta categoría una mayor capacidad del sistema para industrias con áreas de techo más amplias.

Sistema solar fotovoltaico+

Los sistemas fotovoltaicos y el almacenamiento de baterías generalmente se conocen como PV +. Sin embargo, en este informe, el sistema PV + cubrirá los sistemas fotovoltaicos que incorporan otras funciones, que incluyen, entre otras, almacenamiento de baterías, sistemas híbridos, agricultura, pesca y edificios.

Los sistemas solares fotovoltaicos + se han propuesto recientemente para superar las deficiencias. Esto puede implicar agregar almacenamiento de batería para abordar la intermitencia, o emparejarse con energía hidroeléctrica para utilizar su infraestructura de transmisión. Modificaciones como Agri-PV y BIPV también pueden aumentar la utilidad. El sistema PV+ tiene el potencial de abordar la vulnerabilidad energética frente al cambio climático y aumentar el suministro de energía, o la resiliencia alimentaria y del agua (Barron-Gafford et al., 2019).



En el contexto de la región tropical de la ASEAN, el vasto potencial de los recursos de energía solar significa que la construcción de más plantas de energía solar sería una dirección apropiada para la AMS. Sin embargo, es innegable que las plantas de energía solar compiten por el espacio ocupado con otros propósitos relevantes para la recuperación económica verde. Este problema no solo afecta a los lugares donde la tierra es limitada, sino también donde el espacio (tanto la tierra como el agua) puede usarse para otros beneficios económicos. Por lo tanto, el conocimiento de los sistemas fotovoltaicos + existentes en la región será útil para mapear y comprender los posibles beneficios colaterales de la energía solar con otros fines ambientales o ecológicos, en apoyo de los esfuerzos de recuperación económica verde de AMS.

Objetivos y metodología del estudio

Este estudio está destinado a proporcionar información completa sobre el desarrollo solar en la región de la ASEAN. Realizamos una revisión sistemática de la literatura sobre la utilización de la energía solar fotovoltaica en la agricultura, la ganadería, la pesca, la gestión ambiental y sectores industriales específicos, como plantas de fabricación, almacenes, oficinas y edificios comerciales. Analizamos las mejores prácticas y potenciales, y analizamos las contribuciones de la utilización de la energía solar fotovoltaica a la recuperación económica en la MGA.

Nuestra fórmula de búsqueda identificó 2.847 artículos de Scopus, 428 artículos de Google Scholar y 28 piezas de literatura gris. Estos artículos fueron examinados y evaluados para determinar su elegibilidad para ser incluidos en el cumplimiento del objetivo del estudio. Este esfuerzo resultó en 110 artículos incluidos en los resultados de los análisis dados en los Capítulos 2 y 3. Además, analizamos los datos de los Premios de Energía de la ASEAN para identificar las prácticas de energía solar fotovoltaica + en el AMS. El análisis de contenido se realizó con el apoyo del software Endnote y AtlasTi.

Utilización de energía solar fotovoltaica + en la ASEAN

La utilización de la energía solar fotovoltaica está emergiendo en la ASEAN. Las instalaciones solares fotovoltaicas han aumentado al 82% en la ASEAN en los últimos diez años. Entre otros proyectos de energía solar, observamos que el programa de financiación solar de United Overseas Bank (UOB), o U-Solar, es el primer ecosistema integrado de la industria solar que prioriza los proyectos solares fotovoltaicos para usuarios residenciales de alta gama. Ha facilitado la generación de 210 GWh de energía solar en toda la ASEAN a partir de agosto de 2021, tras su lanzamiento en octubre de 2019. La capacidad solar instalada ha ayudado a reducir las emisiones de más de 113,000 tCO2e, lo que equivale a tener aproximadamente 1.87 millones de nuevas plántulas de árboles en diez años, o sacar casi 25,000 automóviles de la carretera durante un año. El Programa U-Solar está ampliamente disponible y ha atraído numerosos premios2 en Indonesia, Malasia, Singapur y Tailandia. Actualmente cuenta con 15 socios y está incorporando "1 o 2 más" en el primer trimestre de 2023.

A pesar de los avances, el uso de la energía solar fotovoltaica + en diferentes sectores aún requiere más discusión. IRENA examinó previamente el papel de las energías renovables para satisfacer las crecientes necesidades energéticas en el sector agrícola, de una manera inclusiva y ambientalmente sostenible, con un enfoque específico en satisfacer las necesidades de calefacción / refrigeración (Agencia Internacional de Energía Renovable, 2022a). Este documento amplió el análisis considerando otros sectores, como la pesca, la ganadería, el desarrollo industrial y rural, y evaluó los impactos económicos y ambientales.

La ASEAN ha promovido indirectamente las aplicaciones de energía solar fotovoltaica + a nivel regional a través de los Premios de Energía de la ASEAN. La base de datos de solicitantes entre 2010 y 2020 capturó 189 proyectos solares innovadores para la agricultura, la pesca, el desarrollo rural, los edificios, la cría de animales, las presas o embalses de agua y la gestión ambiental, como se resume en la figura 2.1. La mayoría de los proyectos actuales se encuentran en Indonesia, Malasia, Singapur y Tailandia. Entre ellos, la energía fotovoltaica integrada en edificios (BIPV), instalada en edificios de oficinas, es la principal utilización de energía solar fotovoltaica + en la región.

Para evaluar los beneficios económicos de los proyectos solares fotovoltaicos +, evaluamos 110 piezas de literatura preseleccionadas que proporcionan un análisis en profundidad e indicadores integrales. Veinticuatro (24) proyectos solares tienen datos económicos, como se muestra en la Figura 2.2. Algunos de ellos son estudios de modelización. Al analizar los indicadores económicos (por ejemplo, electricidad / energía total generada, ahorro de dinero, inversión, costo operativo, VAN y período de recuperación), encontramos once (11) proyectos con buen potencial para apoyar la recuperación económica3, como se compila en la Tabla 2.1.

Se han identificado varias implementaciones de energía solar fotovoltaica, incluso en la agricultura, la pesca, BIPV y las comunidades rurales. La mayoría de los proyectos solares fotovoltaicos son BIPV en Indonesia, Malasia, Brunei Darussalam, Camboya y Singapur. Un proyecto solar fotovoltaico en Tailandia podría clasificarse como BIPV, pero su uso es en la industria textil. Además de las identificadas en los Premios de Energía de la ASEAN, identificamos más implementaciones de energía solar fotovoltaica + en agricultura, pesca y ganadería.

Se estima que cada uno de los proyectos solares fotovoltaicos ahorrará USD15,000 / año. Seis de los ocho proyectos hacen excelentes contribuciones para apoyar la recuperación económica. La utilización de la energía solar fotovoltaica en proyectos de desarrollo rural en la República Democrática Popular Lao y Myanmar demostró una contribución positiva a la recuperación económica.

El proyecto solar de Tailandia en la industria textil apoya la producción de telas y ha ahorrado más de USD200,000 / año, mediante el uso de electricidad generada por energía solar fotovoltaica para el proceso de producción. Así. La utilización de la energía solar fotovoltaica no se implementa únicamente para ahorrar costos de electricidad, sino que también tiene el potencial de ayudar a la recuperación económica con ahorros en otros centros de costos.

Algunas utilizaciones en la agricultura, la pesca y la ganadería generan ingresos adicionales o funcionalidad adicional en sus modelos de negocio. Se encontró que dos de cada siete instalaciones solares fotovoltaicas en el sector agrícola potencialmente hacen buenas contribuciones económicas, particularmente para aplicaciones en granjas verticales y de hierbas en Malasia. La mejora de la productividad también se observa en el riego con energía solar y la agricultura urbana. Al integrar la energía solar fotovoltaica en la agricultura terrestre, algunos cultivos, como los tomates, aumentan el rendimiento total debido al efecto de sombreado de la energía solar fotovoltaica. Se descubrió que una de las cuatro utilizaciones de energía solar fotovoltaica en el sector pesquero tiene potencial de recuperación económica en el proyecto Hábitats de acuicultura solar como sistemas de producción multicapa integrados y eficientes en el uso de los recursos (SHRIMPS) en Vietnam (Programa de Apoyo Energético GIZ, 2022).

En cuanto a los impactos ambientales, se observaron mayores reducciones de emisiones con el riego con energía solar en Myanmar y Filipinas, la agricultura urbana en Singapur y la industria textil en Tailandia.

En el sector pesquero, se observaron mayores reducciones potenciales de emisiones con la utilización de energía solar fotovoltaica en el proyecto SHRIMPS de Vietnam. Además, también se ha encontrado que las instalaciones solares fotovoltaicas reducen el consumo de agua, la contaminación y el uso de la tierra. Las siguientes secciones revisan exhaustivamente caso por caso las utilizaciones de energía solar fotovoltaica + en el AMS.

