

PROYECTOS Y DESARROLLOS DE TECNOLOGÍAS DE ENERGÍAS LIMPIAS EN EL MUNDO

Desarrollos Tecnológicos en el área de Energías Limpias

Los recursos energéticos consistentes y seguros son obligatorios para nuestra movilidad, prosperidad y comodidad diaria en una forma de vida moderna. Los medios energéticos actuales se han dividido en tres grandes clases: la primera se deriva de los combustibles fósiles, la segunda son todos los recursos renovables y la tercera es la energía extraída de los recursos nucleares (Arshad, 2017). El futuro energético del mundo se anticipa a los recursos de energía renovable debido a que las implicaciones óptimas de dichos recursos reducen los impactos ambientales y generan menos desechos (Arshad, 2017). Las fuentes de energía que pueden utilizarse como fuentes de energía renovable son las fuentes de energía solar, eólica, de biomasa e hidráulica. En todo el mundo, los recursos renovables suelen estar disponibles de forma natural. A mediados de 2016, alrededor del 14% de las necesidades energéticas mundiales se satisfacen con estos recursos (Arshad, 2017).

Existe una creciente conciencia de que los cambios climáticos y las consecuencias ambientales globales asociadas pueden cruzar pronto un punto crítico que podría ser catastrófico para los humanos. Por lo tanto, existe una necesidad cada vez más urgente de tomar medidas radicales para la transición a la sostenibilidad ambiental global a fin de asegurar la prosperidad global continua. No actuar ahora tendrá consecuencias no deseadas para las generaciones futuras que necesitan agua no contaminada para beber y aire limpio para respirar. Asegurar un futuro sostenible requiere una comprensión y una apreciación completa de la fuerte

interacción y superposición entre la energía, el medio ambiente, los alimentos, el agua y el clima. El reciente acuerdo histórico de París entre 195 países sobre la adopción de un acuerdo jurídicamente vinculante sobre el cambio climático tiene como objetivo limitar el calentamiento global a 1.5 °C para cumplir el objetivo a largo plazo de mantener el aumento medio global a menos de 2 °C por encima de su nivel preindustrial (Nowotny et al., 2018) es así que nuevas tecnologías deben dar soluciones a estos apremiantes problemas.

Acuerdos de París y Nuevos Proyectos Tecnológicos

Los acuerdos de París señalan una determinación global para reducir y finalmente eliminar el uso de combustibles fósiles en la generación de energía y desarrollar tecnologías alternativas. La entusiasta reacción mundial a este acuerdo refleja las preocupaciones de la comunidad sobre los efectos ambientales perjudiciales del cambio climático, como el derretimiento del hielo polar, el aumento del nivel del mar y la frecuencia cada vez mayor de condiciones climáticas extremas que conducen a sequías e inundaciones más frecuentes como preocupaciones de salud humana. La demanda de programas para abordar el cambio climático requerirá la capacitación del personal técnico y administrativo que se requerirá para implementar nuevas tecnologías energéticas como la energía nuclear, la energía del hidrógeno y la energía renovable. Las Naciones Unidas han establecido el programa Tierra Futura que tiene como objetivo comprender las causas y consecuencias de los cambios ambientales globales, anunciar los Objetivos de Desarrollo Sostenible y asesorar a la comunidad internacional sobre los conocimientos necesarios para su implementación (Nowotny et al., 2018).

El programa Future Earth ha comenzado su proceso visionario que tiene como objetivo informar a la comunidad sobre cómo evitar cambios ambientales perjudiciales. Según la Visión de la Tierra

Futura 2025, existe la necesidad de desarrollar un nuevo enfoque que vincule diversas disciplinas y conduzca al establecimiento de un sistema de innovación global ágil. El éxito del programa Future Earth requiere que la comunidad participe activamente en él, lo apoye y, en última instancia, lo aproveche. La generación de energía tiene un gran impacto en el cambio climático. Por tanto, existe una necesidad cada vez más urgente de incluir temas relacionados con la energía en los programas educativos contemporáneos (Nowotny et al., 2018).

El objetivo clave actual de la comunidad internacional es la reducción del impacto adverso del cambio climático. Un objetivo clave relacionado es abordar la cuestión de cómo se puede generar energía de una manera ambientalmente sostenible. Por lo tanto, el objetivo principal es establecer el marco de un programa para universidades, y posiblemente escuelas secundarias, sobre Energía Sostenible. Es necesario un sistema dinámico de conocimiento global que adopte sucesivamente nuevos descubrimientos en la generación de energía que proporcionen a las sucesivas generaciones de estudiantes las habilidades necesarias para la transformación hacia la sostenibilidad global. Se espera que la generación de energía tenga un papel crucial en la transformación.

Innovaciones en Tecnología Solar

Sistemas de Energía Solar Concentrada

Los sistemas de energía solar concentrada (CSP, también conocida como energía solar de concentración, energía solar térmica concentrada) generan energía solar mediante el uso de espejos o lentes para concentrar una gran área de luz solar en un receptor. La electricidad se genera cuando la luz concentrada se convierte en

calor (energía solar térmica), que impulsa un motor térmico (generalmente una turbina de vapor) conectado a un generador de energía eléctrica o alimenta una reacción termoquímica. La CSP tenía una capacidad instalada total global de 5.500 MW en 2018, frente a 354 MW en 2005. España representó casi la mitad de la capacidad mundial, con 2.300 MW, a pesar de que no hay nueva capacidad que haya entrado en operación comercial en el país desde 2013. Le sigue Estados Unidos con 1.740 MW. El interés también es notable en el norte de África y Oriente Medio, así como en India y China (Lamichaney et al., 2020).

El mercado mundial estuvo dominado inicialmente por plantas de cilindro parabólico, que representaron el 90% de las plantas de CSP en un momento. [9] Desde aproximadamente 2010, la CSP de torre de energía central se ha visto favorecida en las nuevas plantas debido a su operación a temperaturas más altas, hasta 565 °C frente al máximo de 400 °C de la artesa, lo que promete una mayor eficiencia. Entre los proyectos de CSP más grandes se encuentran la planta de energía solar de Ivanpah (392 MW) en los Estados Unidos, que utiliza tecnología de torre de energía solar sin almacenamiento de energía térmica, y la estación de energía solar de Ouarzazate en Marruecos, que combina tecnologías de canal y torre para un total de 510 MW con varias horas de almacenamiento de energía. Como central eléctrica generadora de energía térmica, la CSP tiene más en común con las centrales térmicas como las de carbón, gas o geotermia. Una planta termosolar puede incorporar almacenamiento de energía térmica, que almacena energía ya sea en forma de calor sensible o como calor latente (por ejemplo, utilizando sal fundida), lo que permite que estas plantas sigan generando electricidad siempre que sea necesario, de día o de noche. Esto hace que la CSP sea una forma de energía solar distribuable. La energía renovable distribuable es particularmente valiosa en lugares donde ya existe una alta penetración de energía fotovoltaica (PV), como California porque la

demanda de energía eléctrica alcanza su punto máximo cerca de la puesta del sol justo cuando la capacidad fotovoltaica disminuye (un fenómeno conocido como curva de pato) (Lamichaney et al., 2020).

La CSP a menudo se compara con la energía solar fotovoltaica (PV), ya que ambos utilizan energía solar. Si bien la energía solar fotovoltaica experimentó un gran crecimiento en los últimos años debido a la caída de los precios, el crecimiento de la CSP solar ha sido lento debido a dificultades técnicas y altos precios. En 2017, la CSP representó menos del 2% de la capacidad instalada mundial de plantas de energía solar. Sin embargo, la CSP puede almacenar energía más fácilmente durante la noche, lo que la hace más competitiva con los generadores despachables y las plantas de carga base. El proyecto DEWA en Dubái, en construcción en 2019, mantuvo el récord mundial de precio más bajo de CSP en 2017 a 73 USD/MWh para su proyecto combinado de canal y torre de 700 MW: 600 MW de canal, 100 MW de torre con 15 horas diarias de almacenamiento de energía térmica. La tarifa base de CSP en la región extremadamente seca de Atacama en Chile alcanzó menos de 50 USD/MWh en las subastas de 2017. Ejemplos de este tipo de tecnología se presenta en la Figura 1 (Lamichaney et al., 2020).

Calentadores Solares

La energía solar térmica es la fuente más comúnmente disponible que se puede utilizar para cocinar, calentar agua, secar cultivos, etc. Un colector orientado al sol calienta un fluido de trabajo que pasa a un sistema de almacenamiento para su uso posterior. Los SWH son activos (bombeados) y pasivos (impulsados por convección), ver Figura 1a. Usan solo agua, o tanto agua como un fluido de trabajo. Se calientan directamente o mediante espejos concentradores de luz. Funcionan de forma independiente o como híbridos con calentadores

eléctricos o de gas. En instalaciones a gran escala, los espejos pueden concentrar la luz solar en un colector más pequeño. Los diseños simples incluyen una caja aislada con tapa de vidrio simple con un absorbedor solar plano hecho de hoja de metal, unido a tubos de intercambiador de calor de cobre y de color oscuro, o un conjunto de tubos de metal rodeados por un cilindro de vidrio evacuado (casi vacío). El calor se almacena en un tanque de almacenamiento de agua caliente. El volumen de este tanque debe ser mayor con los sistemas de calefacción solar para compensar el mal tiempo y porque la temperatura final óptima para el colector solar es más baja que la de un calentador de inmersión o de combustión típico.

El fluido de transferencia de calor (HTF) para el absorbedor puede ser agua, pero más comúnmente (al menos en sistemas activos) es un circuito separado de fluido que contiene anticongelante y un inhibidor de corrosión entrega calor al tanque a través de un intercambiador de calor (comúnmente una bobina de tubería de cobre del intercambiador de calor dentro del tanque). El cobre es un componente importante en los sistemas de calefacción y refrigeración solar térmica debido a su alta conductividad térmica, resistencia a la corrosión atmosférica y del agua, sellado y unión por soldadura y resistencia mecánica. El cobre se utiliza tanto en receptores como en circuitos primarios (tuberías e intercambiadores de calor para depósitos de agua) (Lamichaney et al., 2020).



Figuras: 1a) La planta de energía solar PS10 en Andalucía, España, concentra la luz solar de un campo de heliostatos en una torre central de energía solar. **2b)** Concentradores solares de Khi Solar One, Sudáfrica.

El periodo de recuperación de la inversión de un horno solar común tipo caja caliente, incluso si se usa de 6 a 8 meses al año, es de alrededor de 12 a 14 meses, se pueden ahorrar aproximadamente 16.8 millones de toneladas de leña y también se pueden evitar 38.4 millones de toneladas de CO₂ por año. Un sistema de calentamiento solar de agua de 100 l/día de volumen instalado en casa puede evitar alrededor de 1237 kg de emisiones de CO₂ en un año. En la Figura 2a se muestra un ejemplo de calentador solar doméstico aplicado en Sudáfrica. En 2017, la capacidad térmica mundial de agua caliente solar (ACS) es de 472 GW y el mercado está dominado por China, Estados Unidos y Turquía. Barbados, Austria, Chipre, Israel y Grecia son los países líderes en capacidad por persona, ver Figura 2b (Nowotny et al., 2018).

Torres de Energía Solar

Las Torres de energía solar son un tipo específico y más especializado de concentradores solares. Una torre de energía solar consta de una serie de reflectores de seguimiento de doble eje (heliostatos) que concentran la luz solar en un receptor central en la

cima de una torre; el receptor contiene un fluido caloportador, que puede consistir en vapor de agua o sal fundida. Ópticamente, una torre de energía solar es lo mismo que un reflector Fresnel circular. El fluido de trabajo en el receptor se calienta a 500–1000 ° C (773–1,273 K o 932–1,832 ° F) y luego se usa como fuente de calor para una generación de energía o un sistema de almacenamiento de energía. Una ventaja de la torre solar es que los reflectores se pueden ajustar en lugar de toda la torre. El desarrollo de torres de energía es menos avanzado que los sistemas de canal aplicados en los concentradores solares convencionales, pero ofrecen una mayor eficiencia y una mejor capacidad de almacenamiento de energía. La aplicación de la torre hacia abajo también es factible con heliostatos para calentar el fluido de trabajo (Nowotny et al., 2018).

El Solar Two en Daggett, California y el CESA-1 en la Plataforma Solar de Almería en Almería, España, son las plantas de demostración más representativas. La Planta Solar 10 (PS10) en Sanlúcar la Mayor, España, es la primera torre de energía solar comercial a escala de servicios públicos del mundo. La instalación de energía solar Ivanpah de 377 MW, ubicada en el desierto de Mojave, es la instalación de CSP más grande del mundo y utiliza tres torres de energía. Ivanpah generó solo 0.652 TWh (63%) de su energía a partir de medios solares, y los otros 0.388 TWh (37%) se generaron mediante la quema de gas natural (Nowotny et al., 2018).



#	Country	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	China	55.5	67.9	84.0	105.0	101.5	117.6	-	-	262.3 ^[78]
-	EU	11.2	13.5	15.5	20.0	22.8	23.5	25.6	29.7	31.4
2	United States	1.6	1.8	1.7	2.0	14.4	15.3	-	-	16.8 ^[78]
3	Germany	-	-	-	7.8	8.9	9.8	10.5	11.4	12.1
4	Turkey	5.7	6.6	7.1	7.5	8.4	9.3	-	-	11.0 ^[78]
5	Australia	1.2	1.3	1.2	1.3	5.0	5.8	-	-	5.8 ^[78]
6	Brazil	1.6	2.2	2.5	2.4	3.7	4.3	-	-	6.7 ^[78]
7	Japan	5.0	4.7	4.9	4.1	4.3	4.0	-	-	3.2 ^[78]
8	Austria	-	-	-	2.5	3.0	3.2	2.8	3.4	3.5
9	Greece	-	-	-	2.7	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
10	Israel	3.3	3.8	3.5	2.6	2.8	2.9	-	-	2.9 ^[78]
	World (GW_{th})	88	105	126	149	172	196	-	-	-

Figuras: 2a) Sistema de agua caliente solar instalado en una vivienda de bajo costo en el municipio local de Kouga, Sudáfrica. **2b)** Tabla de principales países que utilizan energía solar térmica, en todo el mundo (GW) (Creative Commons Lisense).

Referencias:

Arshad, M. (2017). *Clean and sustainable energy technologies. In Clean Energy for Sustainable Development: Comparisons and Contrasts of New Approaches.* Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805423-9.00003-X>

Lamichaney, S., Baranwal, R. K., Maitra, S., & Majumdar, G. (2020). *Clean Energy Technologies: Hydrogen Power and Fuel Cells. In Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials.* Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.11040-9>

Nowotny, J., Dodson, J., Fiechter, S., Gür, T. M., Kennedy, B., Macyk, W., Bak, T., Sigmund, W., Yamawaki, M., & Rahman, K. A. (2018). *Towards global sustainability: Education on environmentally clean energy technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81(February), 2541-2551.* <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.060>