

Últimos avances en energía solar: cómo la tecnología fotovoltaica impulsa un futuro más verde

Latest advances in solar energy: how photovoltaic technology is driving a greener future

Myrian R. Rodriguez⁽¹⁾, Graciela R. Garrido⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas,
Universidad Nacional de La Matanza
mrodriguez@unlam.edu.ar

⁽²⁾ Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas,
Universidad Nacional de La Matanza

Resumen:

Este artículo analiza la importancia de la energía en el mundo actual, destacando especialmente las energías renovables como una solución sostenible para atender la creciente demanda energética global. Entre las fuentes renovables, la energía solar sobresale por su capacidad para generar electricidad limpia y abundante. Además, se examinan los avances en la tecnología fotovoltaica, que han mejorado la eficiencia de los paneles solares y reducido los costos, posicionándola como una alternativa competitiva y accesible para enfrentar los desafíos energéticos y ambientales del futuro.



Abstract:

This article analyzes the importance of energy in today's world, highlighting renewable energy as a sustainable solution to meet the growing global energy demand. Among renewable sources, solar energy stands out for its ability to generate clean and abundant electricity. It also examines advances in photovoltaic technology, which have improved the efficiency of solar panels and reduced costs, positioning it as a competitive and affordable alternative to address the energy and environmental challenges of the future.

Palabras Clave: *Energía, fotovoltaica, global, progresos*

Key Words: Energy, photovoltaics, global, progress

Colaboradores: *Agustín García Castellano, Agustín Rodríguez Vilas.*

I. CONTEXTO

El presente trabajo se enmarca en el área del conocimiento de tecnología, energías renovables y medio ambiente, con un enfoque interdisciplinario que abarca la energía, el desarrollo sustentable y la innovación tecnológica. La temática central del proyecto es el análisis del rol estratégico que desempeñan las energías renovables, en particular la energía solar, como respuesta a la creciente demanda energética global y a los desafíos ambientales contemporáneos.

El estudio destaca los recientes avances en tecnología fotovoltaica, que han permitido mejorar la eficiencia de conversión energética de los paneles solares y abaratar sus costos, transformando esta fuente renovable en una alternativa cada vez más competitiva y accesible a nivel global. Esta evolución tecnológica se presenta como una oportunidad para promover modelos energéticos más sostenibles, equitativos y respetuosos del medio ambiente.

II. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, el mundo enfrenta un desafío crucial: satisfacer la creciente demanda de electricidad mientras se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se mitigan los efectos del cambio climático. En este escenario, las energías renovables surgen como una de las soluciones más prometedoras para alcanzar un futuro energético sustentable. Entre ellas, la energía solar destaca por su capacidad de generar electricidad de forma limpia, descentralizada e inagotable.

El desarrollo y la expansión de la tecnología fotovoltaica (FV) han sido claves para este avance. Las

mejoras en la eficiencia de los paneles, la reducción de costos y la facilidad de integración en diferentes escalas —desde viviendas hasta plantas industriales— han consolidado esta tecnología como una de las alternativas más viables para la transición hacia un sistema energético más limpio [\[1\]](#) [\[2\]](#).

La energía solar fotovoltaica ha experimentado un auge significativo en las últimas décadas, impulsado por la necesidad de reducir las emisiones de carbono, mejorar la eficiencia energética y disminuir los costos de generación. Se trata, sin duda, de una de las tecnologías más avanzadas para la conversión directa de luz solar en electricidad [\[3\]](#).

- El aporte del Sol y el potencial de aprovechamiento.

Nuestro planeta recibe del Sol alrededor de 1,6 millones de kWh de energía por año, de los cuales se estima que cerca del 40 % es técnicamente aprovechable. Esta cifra representa varias veces el consumo energético mundial actual. Sin embargo, su aprovechamiento está condicionado por factores como la intensidad de la radiación solar, los ciclos diarios y estacionales y las condiciones climáticas locales [\[4\]](#) [\[5\]](#).

El sol contribuye al 94% de la energía total de la Tierra, siendo el aporte energético más importante para poder sostener el ecosistema terrestre y permitir la vida. Gracias a la luz solar, las plantas realizan la fotosíntesis, proceso fundamental para la producción de alimento y oxígeno. Además, el calor solar regula la temperatura del planeta, impulsa los vientos, las corrientes oceánicas y afecta directamente al clima global. Sin este aporte

energético, la Tierra sería un lugar inhóspito para la vida [4].

- Procesos de conversión energética.

Las tecnologías actuales más comunes para convertir la radiación solar en energía útil son la energía fotovoltaica y la energía solar térmica, dos tecnologías, que, a pesar de aprovechar la misma fuente de energía, tienen dos principios de funcionamiento muy distinto [6] [7].

Tecnología Fotovoltáica: A partir del principio fotoeléctrico es capaz de convertir la energía solar en energía eléctrica [3].

Tecnología Solar Térmica: Aprovecha la energía solar para calentar un fluido, convirtiendo la radiación en energía térmica (Figura 1) [6].

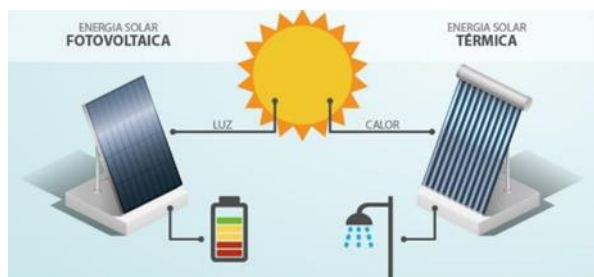


Figura 1. Procesos de conversión energética.

Cuando la luz solar incide sobre un panel solar, las células fotovoltaicas absorben los fotones y liberan electrones, creando una corriente eléctrica. Esta corriente fluye hacia el inversor, donde se transforma en corriente alterna. La energía eléctrica ya convertida puede ser utilizada de inmediato por los dispositivos eléctricos del hogar o la empresa, o bien ser enviada hacia la red eléctrica.

III. OBJETIVO.

El objetivo de este trabajo es analizar los avances tecnológicos recientes en energía solar fotovoltaica y evaluar su contribución en la transición hacia un modelo energético sostenible, considerando los aspectos ambientales y los desafíos relacionados con su producción y reciclaje.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente trabajo constituye un estudio de carácter teórico orientado a analizar los avances más recientes en el desarrollo y aplicación de la energía solar fotovoltaica, así como su contribución a la sostenibilidad energética global.

Para la elaboración del artículo se emplearon distintas herramientas teóricas y analíticas que permitieron organizar y sistematizar la información disponible.

Se consultaron artículos científicos, informes técnicos y libros de referencia publicados entre 2010 y 2020. Se seleccionaron aquellas fuentes que abordaran innovaciones en materiales fotovoltaicos, eficiencia energética, reducción de costos y aplicaciones sostenibles.

Se construyó una línea cronológica que permitió visualizar la evolución de las tecnologías fotovoltaicas desde los primeros módulos de silicio hasta las células de perovskita y sistemas híbridos actuales. Se aplicaron principios de física de los semiconductores y del efecto fotoeléctrico para explicar el funcionamiento de las celdas fotovoltaicas, describiendo los procesos de conversión de radiación solar en energía eléctrica. Esta aproximación

teórica permitió sustentar las explicaciones técnicas incluidas en el trabajo.

La información obtenida fue organizada en ejes temáticos — eficiencia, sostenibilidad, innovación tecnológica y aplicaciones — con el fin de estructurar el análisis de manera lógica y coherente, integrando los aspectos científicos, tecnológicos y ambientales.

V. LA ENERGIA FOTOVOLTAICA: FUNDAMENTOS Y FUNCIONAMIENTO.

La energía fotovoltaica se basa en la conversión directa de la radiación solar en electricidad, mediante el efecto fotoeléctrico.

Para ello, se utilizan celdas solares fabricadas principalmente con materiales semiconductores como el silicio. Cuando la luz solar incide sobre estos materiales, los fotones excitan los electrones, generando una corriente eléctrica (Figura 2) [6].

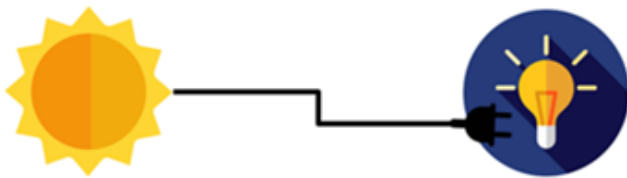


Figura 2. Energía fotovoltaica: se define como la energía debida a la transformación de la radiación solar en energía eléctrica a través del efecto fotoeléctrico.

1. Un sistema fotovoltaico básico incluye:

- **Celdas fotovoltaicas:** Dispositivos donde ocurre la conversión. Las más comunes están hechas de silicio cristalino, y la incidencia de la luz crea una

diferencia de potencial que genera corriente eléctrica.

- **Paneles o placas fotovoltaicas:** Conjunto de celdas conectadas en serie o paralelo para generar electricidad en corriente continua (CC).
- **Inversor:** Convierte la corriente continua generada en corriente alterna (CA) para uso doméstico o industrial.
- **Regulador de carga:** Protege a las baterías de sobrecargas o descargas excesivas, optimizando su vida útil.
- **Baterías:** Almacenan la energía excedente para su uso posterior, especialmente en instalaciones aisladas de la red eléctrica.

2. Tipos de aplicaciones.

Las instalaciones fotovoltaicas pueden ser:

- **Conectadas a red:** Generan electricidad para consumo propio y envían el excedente a la red eléctrica.
- **Aisladas:** Incorporan baterías para almacenar energía y abastecer lugares sin acceso a la red.

3. Avances tecnológicos recientes

- **Mayor eficiencia de los paneles:**

La eficiencia de conversión ha pasado de 10–12% en las primeras generaciones, a más de 20% en paneles de silicio monocristalino y más del 25% en celdas de perovskita en investigación.

- **Reducción de costos:**

La competencia, las economías de escala y mejoras en producción han reducido drásticamente los precios, convirtiendo la fotovoltaica en una de las fuentes de energía más económicas [5].

- **Celdas de perovskita:**

Prometen mayor eficiencia y menor costo de producción gracias a su estructura cristalina única, aunque aún están en fase de desarrollo.

- **Energía solar flotante:**

Consiste en instalar paneles sobre cuerpos de agua, lo que mejora su rendimiento gracias al enfriamiento natural y aprovecha espacios no disponibles en tierra.

- **Baterías de almacenamiento avanzadas:**

Los sistemas de iones de litio han mejorado capacidad y reducidos costos, facilitando el uso nocturno o en días nublados [10].

- **Integración arquitectónica:**

Incluye paneles en fachadas, techos solares y vidrios fotovoltaicos, permitiendo generar electricidad sin alterar la estética urbana [3].

4. Impacto en la transición energética.

La energía fotovoltaica es clave en la transición hacia un modelo energético sostenible. Su capacidad de despliegue a gran o pequeña escala, su bajo costo creciente

y la facilidad de integración con redes inteligentes, hacen que sea una opción viable tanto en países desarrollados como en desarrollo.

La posibilidad de descentralizar la generación eléctrica mejora la resiliencia energética y reduce la dependencia de combustibles fósiles [12].

5. Comparación con la energía solar térmica.

A diferencia de la fotovoltaica, la **energía solar térmica** convierte la radiación solar en calor mediante **captadores solares** por los que circula un fluido [8]. Según la temperatura alcanzada, se clasifica en:

- **Baja temperatura (<100 °C):** Calentadores de agua domésticos.
- **Media temperatura (100–300 °C):** Colectores parabólicos que concentran la radiación en un tubo colector [7].
- **Alta temperatura (>300 °C):** Sistemas con campos de helióstatos o torres solares centrales que concentran la luz para generar vapor y producir electricidad [1][7].

El rendimiento de un captador solar se define como la relación entre la energía solar que incide sobre su superficie y la energía útil transmitida al fluido, y depende de variables como radiación, temperaturas de entrada y ambiente, y materiales utilizados.

Energía Solar y Fotovoltaica: Impacto Ambiental, Ventajas y Desventajas.

La transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles es fundamental en la lucha contra el cambio

climático. En este contexto, la energía solar, especialmente la fotovoltaica, se ha consolidado como una alternativa clave a los combustibles fósiles. Aprovecha la radiación solar, una fuente renovable e inagotable, para generar electricidad de manera limpia, contribuyendo a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a promover un desarrollo energético más sostenible. Sin embargo, como cualquier tecnología, presenta tanto ventajas como desventajas desde la perspectiva ambiental [\[9\]\[10\]](#).

Ventajas ambientales de la energía solar fotovoltaica.

1. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La electricidad generada mediante energía solar fotovoltaica no produce emisiones directas de CO₂ ni otros contaminantes, contribuyendo directamente a mitigar el cambio climático [\[9\]](#).

2. Recurso renovable e inagotable.

La luz solar es abundante y constante, sin riesgo de agotamiento, a diferencia de los combustibles fósiles.

3. Descentralización de la generación energética.

Permite la instalación de sistemas a pequeña escala (hogares, edificios, comunidades), reduciendo la dependencia de grandes plantas generadoras centralizadas y mejorando la resiliencia del sistema energético.

4. Reducción de la contaminación local.

La generación fotovoltaica no implica combustión ni procesos industriales contaminantes in situ, evitando emisiones tóxicas y mejorando la calidad del aire y del agua.

5. Impulso al empleo verde.

La expansión de la industria fotovoltaica genera empleos sostenibles en fabricación, instalación y mantenimiento de sistemas solares, dinamizando las economías locales.

Desventajas ambientales de la energía solar fotovoltaica.

1. Impacto de la fabricación de paneles.

La producción de paneles solares requiere materiales como silicio y metales pesados, implicando emisiones de carbono, consumo de agua y residuos tóxicos. Además, la extracción de minerales puede dañar ecosistemas locales [\[11\]](#).

2. Gestión de residuos al final de la vida útil.

Los paneles tienen una vida útil de 25 a 30 años. Aunque el reciclaje está avanzando, sigue siendo un reto debido a la complejidad de sus materiales.

3. Uso de grandes extensiones de terreno.

Las plantas solares a gran escala requieren superficies considerables, lo que puede impactar ecosistemas y usos del suelo si no se planifica adecuadamente.

4. Intermittencia de la generación.

La producción depende de la radiación solar, siendo nula por la noche o en condiciones climáticas adversas. Esto obliga a utilizar sistemas de almacenamiento, como baterías, que también tienen impactos ambientales.

5. Consumo de agua en la fabricación.

Aunque la operación de los paneles no requiere agua, su producción sí, especialmente en la purificación del silicio, lo cual es relevante en regiones con escasez hídrica.

Aplicaciones y ventajas prácticas.

La tecnología fotovoltaica ya es competitiva para electrificar emplazamientos remotos y desconectados de la red eléctrica. Sus principales ventajas prácticas son:

- Evitar el costoso tendido y mantenimiento de líneas eléctricas en zonas de difícil acceso.
- Reducir impactos ambientales y estéticos de la infraestructura convencional.
- Evitar el despoblamiento de zonas rurales al mejorar el acceso a la energía.
- Energía descentralizada, disponible en todo el territorio.
- Coste energético casi nulo tras la instalación.
- Bajo mantenimiento y bajo riesgo de avería.
- Modularidad: posibilidad de aumentar o reducir potencia según las necesidades.
- Tecnología en rápido desarrollo, con mejoras constantes en costo y eficiencia.

•

Tipos de sistemas fotovoltaicos.

- **Aislados de la red:** Para pequeños consumos locales (hogares rurales, alumbrado público, bombeo de agua, señalización, aplicaciones agrícolas, depuración de aguas).
- **Conectados a la red:** Centrales solares o sistemas integrados en edificios para inyectar energía a la red eléctrica.

La energía solar fotovoltaica se presenta como una de las herramientas más prometedoras para enfrentar los desafíos energéticos y ambientales del siglo XXI. Su capacidad para generar electricidad limpia, descentralizada y a partir de un recurso inagotable como el sol, la convierte en un pilar esencial de la transición hacia un modelo energético sostenible. Si bien existen desafíos asociados a su fabricación, reciclaje e integración en las redes eléctricas, los avances tecnológicos y las políticas de apoyo continúan reduciendo sus impactos y costos. Apostar por la energía solar fotovoltaica no sólo significa disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también impulsar la innovación, generar empleo verde y construir un futuro más justo y resiliente para las próximas generaciones.

VI. RESULTADOS.

El análisis bibliográfico realizado permitió identificar avances significativos en el desarrollo de la energía solar fotovoltaica. Entre los principales resultados destacan la mejora sostenida en la eficiencia de los paneles

solares, la reducción de sus costos de producción e instalación y el surgimiento de tecnologías emergentes, como las células solares de perovskita y los sistemas de almacenamiento avanzados. Estas innovaciones fortalecen las ventajas ambientales de la energía fotovoltaica, al facilitar la generación de electricidad limpia y reducir la dependencia de combustibles fósiles.

Asimismo, se confirma su potencial como una de las alternativas más prometedoras para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y enfrentar los desafíos del cambio climático, consolidándose como un componente clave en la transición hacia una sociedad más verde y sostenible.

El análisis también evidencia desafíos pendientes, como el impacto ambiental asociado a la fabricación y el reciclaje de los paneles solares, así como el uso intensivo de recursos naturales. Sin embargo, la literatura consultada destaca que estos impactos pueden mitigarse mediante estrategias como el reciclaje eficiente, el desarrollo de tecnologías más sostenibles y la optimización de procesos productivos. En conjunto, los beneficios superan las limitaciones, consolidando a la energía solar fotovoltaica como un pilar fundamental para un futuro energético más limpio y resiliente.

VII. CONCLUSIONES

La energía solar fotovoltaica ha recorrido un largo camino desde sus inicios y continúa avanzando rápidamente gracias a mejoras en la eficiencia de los paneles, la reducción de costos y el desarrollo de

tecnologías emergentes, como las células solares de perovskita y los sistemas de almacenamiento avanzados [3][8]. Estas innovaciones refuerzan sus ventajas ambientales, como la generación de electricidad limpia y la reducción de la dependencia de combustibles fósiles.

En un mundo cada vez más consciente de la necesidad de transformar la producción y el consumo de energía, la energía fotovoltaica se posiciona como una de las alternativas más prometedoras para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y enfrentar los desafíos del cambio climático. Es una solución clave para avanzar hacia una sociedad más verde, resiliente y sostenible.

Sin embargo, también existen desafíos que deben abordarse, como el impacto ambiental asociado a la fabricación y el reciclaje de los paneles solares, así como el uso de recursos naturales durante su producción.

En última instancia, los beneficios ambientales de la energía solar fotovoltaica superan sus desventajas, especialmente cuando se implementan estrategias para mitigar sus impactos negativos, como el reciclaje eficiente, el desarrollo de tecnologías más sostenibles y la optimización de los procesos de fabricación. Con un progreso continuo en investigación y desarrollo, la energía fotovoltaica tiene el potencial de convertirse en un pilar fundamental de la transición hacia un futuro energético más limpio y sostenible.

VIII. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.

Cabe destacar la participación como alumnos de Agustín García Castellano, y Agustín Rodríguez Vilas,

quienes comenzaron su formación en investigación integrando el proyecto C2-ING-137, “Evaluación de parámetros en aguas residuales para su recuperación y reutilización en suelos cultivados. Determinación de materia orgánica y biomasa microbiana en dichos suelos”, y que continuarán en los próximos proyectos relacionados al tema en el que el presente artículo se encuentra enmarcado.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. M. Fraas, *Low-Cost Solar Electric Power*, Springer, 2014.
- [2] K. Pottler, C. M. Sippel, A. Beck, and J. Fricke, “Optimized finned absorber geometries for solar air heating collectors,” *Solar Energy*, vol. 67, no. 1–3, pp. 35–52, 1999.
- [3] H. D. Ammari, “A mathematical model of thermal performance of a solar air heater with slats,” *Renewable Energy*, vol. 28, pp. 1597–1615, 2003.
- [4] G. Boyle, *Renewable Energy: Power for a Sustainable Future*, Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 2004.
- [5] C. H. Curtis, *Biología*, 7ª ed., Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 2008.
- [6] L. E. Fauroux and M. D. Jäger, “Diseño y Análisis de Colectores Solares Planos,” *Memorias del COINI 2013*, UTN FRSR, libro digital, ISBN 978-987-1896-26-4, 2013.
- [7] L. E. Fauroux *et al.*, “Modelado y análisis económico de colectores solares planos,” *Revista Digital del Departamento de Ingeniería*, vol. 1, no. 1, art. 5, Univ. Nac. de La Matanza, ISSN 2525-1333, 2016.
- [8] J. Quiñonez, A. Hernández, and S. Flores Larsen, “Evaluación termoenergética de un colector solar calentador de aire de doble paso en contracorriente diseñado para la calefacción de edificios,” *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 16, Univ. Nac. de Salta, 2012.
- [9] J. Quiñonez and A. Hernández, “Analytical models of thermal performance of solar air heaters of double-parallel flow and double-pass counter flow,” *Renewable Energy*, vol. 55, pp. 380–391, 2013.
- [10] J. Twidell and T. Weir, *Renewable Energy Resources*, 3rd ed., Routledge, 2015.
- [11] C. Honsberg and S. Bowden, *PV Education*, 2019.
- [12] M. A. Green, *Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion*, Springer, 2020.

Recibido: 2025-07-25

Aprobado: 2025-10-27

Hipervínculo Permanente: <https://doi.org/10.54789/reddi.10.2.4>

Datos de edición: Vol. 10 - Nro. 2 - Art. 4

Fecha de edición: 2025-12-30

