



Tarea 13 Fiabilidad y rendimiento de los sistemas fotovoltaicos

S
P
V
P

HOJA INFORMATIVA

Seguimiento bifacial

JULIO 2024

Autores: Stein, J., Maugeri, G.

Gerentes de la Task 13:

Ulrike Jahn, Fraunhofer CSP, Germany

Laura Bruckamn, Case Western Reserve University, USA

Giosué Maugeri, RSE, Italy



Seguimiento bifacial

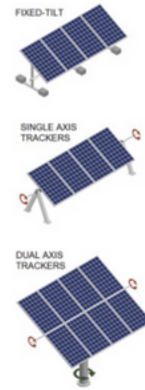
La producción de energía de los módulos fotovoltaicos (FV) puede incrementarse no solo con células solares más eficientes, sino también mediante innovadores conceptos de sistema.

Módulos PV bifaciales:

Los nuevos diseños de celdas permiten que la luz llegue a la célula desde la parte trasera con eficiencias que van desde el 60% hasta más del 90% en comparación con la parte frontal.

Sistemas de seguimiento:

Los sistemas de seguimiento de un eje (1T) y de dos ejes (2T) adaptan la orientación de los módulos FV para seguir la posición del sol, lo que minimiza el ángulo de incidencia de la luz solar en los módulos FV.



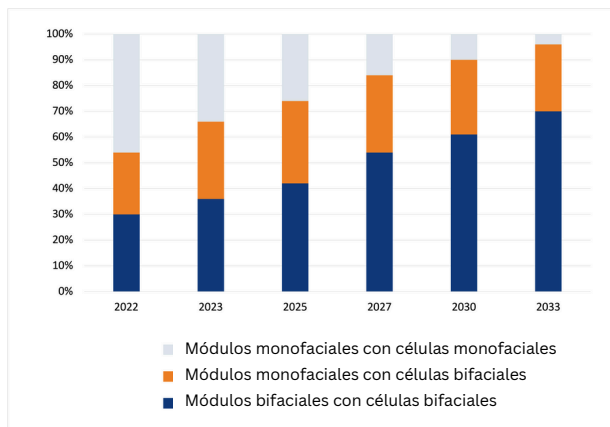
Una **combinación de módulos bifaciales con seguidores de un eje** produce la **electricidad más barata**, aumentando significativamente la producción de energía (un 35% más que los sistemas convencionales).

Los sistemas de seguimiento bifaciales tienen el Coste Nivelado de Electricidad (LCOE - Levelized Cost of Electricity) más bajo en más del 90% del mundo. El LCOE es un 16% inferior al de los sistemas convencionales.

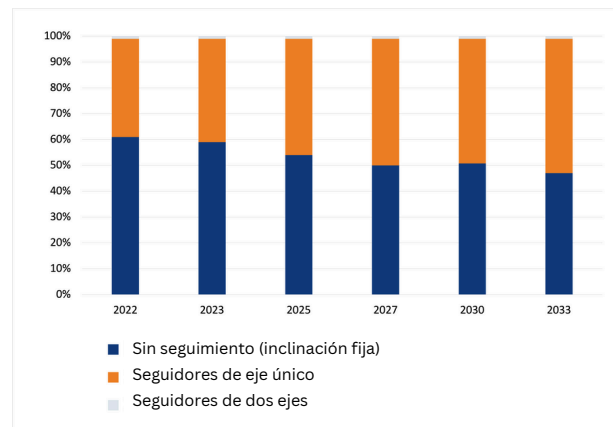
Desarrollo del mercado

Las células y módulos fotovoltaicos bifaciales están superando rápidamente la cuota de mercado de las tecnologías FV monofaciales. Asimismo, los seguidores, especialmente los de un eje, están aumentando su participación en el mercado con el tiempo.

Cuotas de mercado globales de los módulos monofaciales y bifaciales



Cuotas de mercado globales de los sistemas de seguimiento para los PV de silicio cristalino





Tendencias del mercado y factores impulsores

- **Los precios dependen de** los factores de diseño, la topología del terreno y los precios del acero.
 - Los sistemas de seguimiento a un eje (SAT - Single Axis Trackers) pueden aumentar los rendimientos anuales en aproximadamente un 20% en comparación con los sistemas de inclinación fija.
 - Los desarrolladores valoran un **cronograma de entrega confiable** y la **disponibilidad de equipos**, y están dispuestos a pagar más por ello.
- **Los problemas en la cadena de suministro y los precios del mercado** son importantes (por ejemplo, el acero: el uso de proveedores locales puede compensar costos y emisiones de carbono).
- Las empresas están **enfocadas en sectores específicos del mercado** (por ejemplo, AgriPV de doble uso, despliegue en tierras no agrícolas o utilizables, terrenos con pendientes pronunciadas). **Las perspectivas sobre el uso de la tierra y su valor son divergentes.**

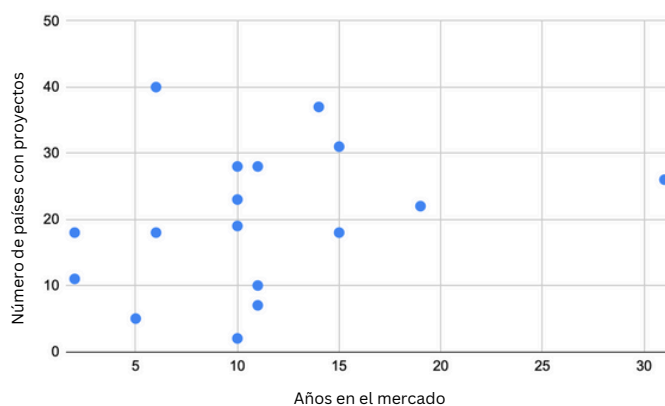
Resumen de los sistemas de seguimiento

Métodos de montaje					Longitud de los seguidores				
Individualmente	doble	inclinado	a dos ejes	a dos ejes en el marco	< 80 m	> 120 m			
Opciones de instalación					Certificaciones				
Pilotes de hélice	Pilotes de hormigón	Otro: formado por deslizamiento o atornillado			Viento	Granizo	Fiabilidad		
							<ul style="list-style-type: none">• IEC 62817• UL 3703• UL 2703• ISO 9001, 45001, 14001		
Motores de movimiento					Algoritmos		Métodos para hacer frente a condiciones meteorológicas extremas		
Motor central	Arquitectura independiente				Trazabilidad	Optimización	Conciencia del terreno	Limpieza Seguridad	El controlador del seguidor responde a sensores de viento, granizo y nieve, así como a alertas, ajustando el ángulo de inclinación para reducir el riesgo para los módulos.

IEA PVPS Tarea 13 obtuvo datos a partir de entrevistas con 17 empresas de seguidores, que representan más del 87 % de la cuota de mercado mundial de 2012 a 2021, además del análisis del informe Global Solar PV Tracker 2022 de Wood Mackenzie.

Las empresas de seguidores operan a nivel internacional:

- El 70 % de las empresas tienen al menos 10 años en el sector.
- Aproximadamente el 50 % de las empresas venden seguidores en más de 20 países.
- Más del 80 % de las empresas venden en más de 10 países.



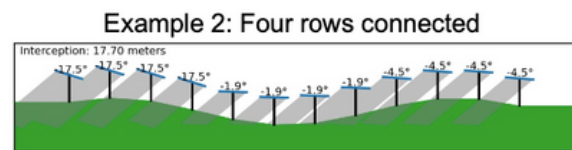
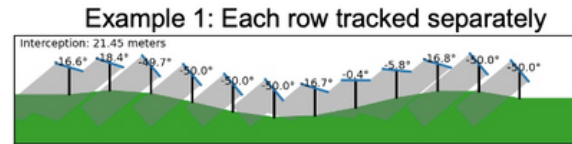


Diseños de sistemas para obtener rendimientos y valor óptimos

Backtracking: Cuando empiezan a aparecer sombras entre los paneles, el ángulo de seguimiento deja de seguir directamente la trayectoria del sol y se ajusta retrocediendo (disminuyendo) para evitar las sombras. Todas las empresas de seguimiento entrevistadas ofrecen esta estrategia de recul.

El terreno complejo presenta desafíos para algunos diseños de seguidores.

- Los cambios en la pendiente en dirección perpendicular a las filas requieren ajustes en el ángulo de inclinación de cada fila.
- Los cambios en la pendiente paralelos a las filas requieren acoplamientos flexibles en los tubos de acople.



Présentation de Kevin Anderson, Sandia

Algunas condiciones meteorológicas requieren ajustes rápidos:

- Los controladores de seguimiento solar reciben señales de sensores de viento (o a veces de granizo) dispersos en el campo.
- Ajustes de inclinación para proteger los sistemas y los módulos:
 - Inclinación máxima, por ejemplo, en caso de caída de granizo o nieve.
 - Posición horizontal, en caso de ráfagas de viento, para reducir el efecto de vela.

Modelización del rendimiento y evaluación del rendimiento

El grupo de trabajo IEA PVPS Tarea 13 (Actividad 2.3) está actualmente llevando a cabo un estudio sobre las mejores prácticas para los sistemas de seguimiento fotovoltaicos bifaciales. Como parte de esta actividad, estamos organizando un estudio de modelado a ciegas del rendimiento de los paneles solares fotovoltaicos para comparar diferentes herramientas de modelado y sus pronósticos de rendimiento para varios parámetros de diseño de sistemas. Se invitó a los participantes a simular un conjunto de seis sistemas fotovoltaicos ficticios para los cuales se proporcionaron datos de diseño del sistema y datos meteorológicos.

Definición de los escenarios para la comparación de modelos

Los escenarios son hipotéticos y cubren las siguientes variaciones:

- GCR (Ground Coverage Ratio): Proporción de cobertura del suelo
- Albedo
- Altura del buje
- Configuración
- Tipo de superficie en el suelo

Escenario	GCR	Albedo	Altura del buje	Configuración	Tipo de superficie en el suelo
S1	0.4	0.2	1.5 m	1 vertical	Horizontal
S2	0.25	0.2	1.5 m	1 vertical	Horizontal
S3	0.4	0.5	1.5 m	1 vertical	Horizontal
S4	0.4	0.2	3.5 m	1 vertical	Horizontal
S5	0.4	0.2	1.5 m	1 vertical	Pendiente del 10% hacia el este
S6	0.4	0.2	1.5 m	1 vertical	Pendiente del 10% hacia el suroeste



IEA PVPS Tarea 13 Actividad 2.3: Seguimiento bifacial

El objetivo de la Tarea 13 es proporcionar una plataforma común para examinar los aspectos técnicos que influyen en la calidad, el rendimiento y la fiabilidad de los módulos y sistemas fotovoltaicos en diversos entornos y aplicaciones. Con este fin, recopilamos datos modelados y medidos de diversos sistemas fotovoltaicos en todo el mundo, incluidos resúmenes de prácticas diversas de cada país y experiencias sobre una amplia gama de tecnologías y diseños de sistemas fotovoltaicos. Los resultados de la Tarea 13 se difunden a través de informes, talleres, webinarios y publicaciones en línea.



Subtareas:

1. Fiabilidad de nuevos materiales, componentes y módulos fotovoltaicos
2. Rendimiento y durabilidad de aplicaciones fotovoltaicas
3. Indicadores de rendimiento tecno-económico



Bibliografía

- C. D. Rodríguez-Gallegos, H. Liu, O. Gandhi, J. P. Singh, V. Krishnamurthy, A. Kumar, J. S. Stein, S. Wang, L. Li, T. Reindl, and I. M. Peters. 2020. "Global Techno-Economic Performance of Bifacial and Tracking Photovoltaic Systems." *Joule*, pp. 1514-1541.
- J. S. Stein, C. Reise, J. B. Castro, G. Friesen, G. Maugeri, and E. Urrejola. 2020. "Bifacial Photovoltaic Modules and Systems: Experience and Results from International Research and Pilot Applications." IEA PVPS Task 13 Report IEA-PVPS T13-14:2021.
- M. Fischer et al. 2022. "International Technology Roadmap for Photovoltaics: 2022 Results." VDMA.
- A. Barbón, V. Carreira-Fontao, L. Bayón, and C. A. Silva. 2023. "Optimal design and cost analysis of single-axis tracking photovoltaic power plants." *Renewable Energy* 211: 626–646.
- Y.-M. Saint-Drenan and T. Barbier. 2019. "Data-analysis and modelling of the effect of inter-row shading on the power production of photovoltaic plants." *Solar Energy* Volume 184: 127-147.
- N. AL-Rousan, N. A. Mat Isa, and M. K. Mat Desa. 2018. "Advances in solar photovoltaic tracking systems: A review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 82: 2548–2569.
- D. Fontani, D. Jafrancesco, P. Sansoni, A. Nicolini, A. D. Giuseppe, A. Pazzaglia, B. Castellani, F. Rossi, and L. Mercatelli. 2023. "Field optimization for bifacial modules." *Optical Materials*, Vol. 138.