



CÁTEDRA
STEPPE
FORWARD



OBSERVATORIO DE BIBLIOGRAFÍA CIENTÍFICA

relacionada con la
energía solar fotovoltaica
y la biodiversidad

Desarrollo de la energía solar fotovoltaica y conservación de la biodiversidad: conoci- mientos actuales y lagunas de conocimiento

Justificación

Las energías renovables están experimentando un crecimiento significativo durante los últimos años, alcanzando una capacidad energética mundial instalada de 3.400 GW en 2022¹. El principal motor de este desarrollo ha sido la necesidad de satisfacer el aumento de la demanda energética, cumpliendo al mismo tiempo los objetivos fijados por el Acuerdo de París para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar los impactos del cambio climático^{2,3}. En concreto, la energía solar fotovoltaica ha experimentado el aumento más notable de entre todas las fuentes de energía renovable durante los últimos años⁴, y se prevé que supere al gas natural y al carbón en 2026 y 2027, respectivamente, convirtiéndose en la mayor fuente de energía¹.

Los costes de producción de la energía fotovoltaica han disminuido rápidamente⁵, convirtiéndose en una de las tecnologías más rentables para generar electricidad⁶, y en una de las alternativas más prometedoras para mitigar el cambio climático. Sin embargo, el establecimiento de proyectos fotovoltaicos conlleva una amplia gama de consecuencias medioambientales que no han de ser ignoradas, como la contaminación, la erosión y los cambios de uso del suelo, ocasionando la pérdida y fragmentación de hábitat para multitud de especies⁶. La planificación actual de estos emplazamientos se guía por análisis coste-beneficio, dando prioridad a terrenos económicos cercanos a la red de transmisión eléctrica, en detrimento de atributos medioambientales y paisajísticos^{7,8}. Como consecuencia, una gran parte de las instalaciones fotovoltaicas se ha instalado en hábitats naturales y seminaturales^{7,9,10} y existe un claro solapamiento con importantes zonas de conservación^{11,12}. Este hecho, junto con el potencial de generación de energía solar de las zonas protegidas¹³ y el desarrollo previsto de la energía solar fotovoltaica¹, suscita preocupación por los posibles conflictos entre el desarrollo de esta energía renovable y los objetivos de conservación de la biodiversidad.

La información disponible sobre los impactos y las medidas de mitigación de la energía fotovoltaica es escasa y dispersa, por lo que falta una revisión general rigurosa y exhaustiva. El objetivo de este estudio fue revisar el estado del conocimiento sobre los impactos y las medidas de mitigación de la energía fotovoltaica en la fauna y los ecosistemas, e identificar las limitaciones metodológicas y las lagunas de conocimiento en las que deberían invertirse los esfuerzos de investigación en el futuro.

Metodología de la revisión bibliográfica sistemática

En septiembre en 2023 se realizó una revisión bibliográfica sistemática en todas las bases de datos de ISI Web of Science (WOS) siguiendo la guía práctica sugerida por Foo et al.¹⁴. La búsqueda se limitó al título, resumen y palabras clave, e incluyó los siguientes términos: (“photovoltaic energ*” OR “photovoltaic panel*” OR “solar array*” OR “solar development” OR “solar energ*” OR “solar facilit*” OR “solar farm*” OR “solar installation*” OR “solar panel*” OR “solar park*” OR “solar plant*” OR “solar power” OR “utility-scale solar”) AND (*diversity OR ecosystem* OR *habitat* OR wild*). A partir de los términos de búsqueda y el número resultante de artículos en WOS, se excluyeron los registros que no abordaban directamente los impactos de la energía fotovoltaica en los componentes de los ecosistemas (es decir, factores abióticos, factores abióticos o servicios ecosistémicos). Aunque la revisión se centró en la energía fotovoltaica, se mantuvieron aquellos estudios que abordaban los impactos de la energía termosolar de concentración cuando los impactos podían ser relevantes o comparables a la energía fotovoltaica. Sólo se mantuvieron los artículos de revisión, metodológicos o basados en datos empíricos y se eliminaron los artículos de perspectiva y política.

Los artículos obtenidos de la revisión se caracterizaron atendiendo a las categorías especificadas en la **Tabla 1**. En primer lugar, se dividieron los artículos en los dos temas principales abordados en esta revisión: impacto, mitigación o ambos. En los estudios que evalúan las medidas de mitigación, especificamos el nivel dentro de la jerarquía de mitigación (es decir, medida de mitigación preventiva, correctora o compensatoria) y describimos brevemente la medida de mitigación aplicada. Para evaluar los contextos medioambientales que subyacen a los conocimientos actuales sobre el impacto y las medidas de mitigación de la energía fotovoltaica, anotamos la ubicación geográfica (región y país) y el contexto de estudio (por ejemplo, tipo de hábitat, laboratorio) cubierto por cada estudio, así como los componentes del ecosistema abordados (factores bióticos o abióticos y servicios ecosistémicos). Por último, para evaluar las limitaciones metodológicas de la investigación actual, anotamos la escala espacial de los estudios (si abarcaban una o más instalaciones fotovoltaicas) y el diseño de estudio empleado (BACI- Before, After, Control, Impact; CI- Control Impact; I- Impact; BA- Before After; Tabla 1). En la **Tabla 1** se ofrece una explicación más detallada de la información recopilada.

Tabla 1 / Información recogida sobre cada uno de los artículos revisados. Cuando procede, se especifican las categorías definidas para cada parámetro, así como una breve explicación.

Información	Categorías	Explicación
Año de publicación		
Enfoque	Empírico	
	Metodológico	
	Revisión	
Tema	Impacto	
	Mitigación	
	Impacto y mitigación	
Tipo de mitigación	Preventiva	No se especifica cuando se trata de revisiones sobre el tema
	Correctora	
	Compensatoria	
Medida de mitigación		Descripción breve sobre la medida de mitigación abordada
Región		
País		
Contexto de estudio	Agrovoltaica	
	Agroecosistema	
	Desierto	
	Bosque	
	Pastizal	
	Laboratorio	
	No especificado	
	No especificado - Experimental	Estudios experimentales (distintos a aquellos que se llevan a cabo en condiciones de laboratorio) sin especificaciones sobre el hábitat
	Escala global o regional	No se especifica el contexto de estudio porque tiene un enfoque global o regional
	Matorral	
	Tundra	
	Urbano	
Componente del ecosistema	Murciélagos	
	Aves	
	Servicios ecosistémicos	
	Invertebrados	Distinguiendo entre artrópodos, artrópodos acuáticos y polinizadores
	Mamíferos	
	Microclima	
	Microorganismos	
	Plantas	
	Reptiles	
	Suelo	
Escala espacial	Una planta fotovoltaica o set experimental	No se especifica para estudios a escala regional o global
	Varias plantas fotovoltaicas o sets experimentales	
Diseño de estudio	BA	Before-After solo en zonas impactadas
	BACI	Before-After-Control-Impact
	CI	Control-Impact solo después de la instalación de la fotovoltaica
	I	Impact (p.ej., estudios abordando el impacto de colisión)
Resumen de resultados		

Referencias

1. El. Energy Institute Statistical Review of World Energy 72nd Edition. *Energy Institute* <https://www.energyinst.org/statistical-review> (2023).
2. IPCC. Summary for Policymakers. in *Climate Change 2023: Synthesis Report (A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzer, 2023).*
3. UNFCCC. Adoption of the Paris Agreement (FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1). <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> (2015).
4. Ritchie, H., Roser, M. & Rosado, P. Energy. Published online at *OurWorldInData.org* <https://ourworldindata.org/energy> (2022).
5. IPCC. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* (Cambridge University Press, 2022). doi:10.1017/9781009157926.
6. Hernandez et al. Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **29**, 766–779 (2014).
7. Kim, J. Y., Koide, D., Ishihama, F., Kadoya, T. & Nishihiro, J. Current site planning of medium to large solar power systems accelerates the loss of the remaining semi-natural and agricultural habitats. *Science of the Total Environment* **779**, 146475 (2021).
8. Valera, F., Bolonio, L., La Calle, A. & Moreno, E. Deployment of Solar Energy at the Expense of Conservation Sensitive Areas Precludes Its Classification as an Environmentally Sustainable Activity. *Land* **11**, 2330 (2022).
9. Ortiz, A. et al. An Artificial Intelligence Dataset for Solar Energy Locations in India. *Scientific Data* **9**, 1–13 (2022).
10. Kruitwagen, L. et al. A global inventory of photovoltaic solar energy generating units. *Nature* **598**, 604–610 (2021).
11. Kiesecker, J. et al. Hitting the Target but Missing the Mark: Unintended Environmental Consequences of the Paris Climate Agreement. *Frontiers in Environmental Science* **7**, 151 (2019).
12. Pérez-García, J. M. et al. Priority areas for conservation alone are not a good proxy for predicting the impact of renewable energy expansion. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **119**, 2–3 (2022).
13. Santangeli, A. et al. Global change synergies and trade-offs between renewable energy and biodiversity. *Global Change Biology Bioenergy* **8**, 941–951 (2016).
14. Foo, Y. Z., O’Dea, R. E., Koricheva, J., Nakagawa, S. & Lagisz, M. A practical guide to question formation, systematic searching and study screening for literature reviews in ecology and evolution. *Methods Ecol Evol* **12**, 1705–1720 (2021).

