



Interfaz

Análisis entre la relación naturaleza y comunidades energéticas

(Informe No: 1)

Informe final

Noviembre 22 de 2024

Contrato No: 83476920

Creado por: Luisa Fernanda Pérez López

TABLA CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....	6
Energía y Biodiversidad	7
Selección de bases de datos	7
Extracción de datos	8
Análisis de datos.....	8
Interpretación de resultados	10
Comunidades energéticas y biodiversidad	34
ANÁLISIS DE POLITICAS	58
Servicios ecosistemicos y sector minero energético	58
Energía eolica	60
Energia solar fotovoltaica	62
Hidroelectricidad	64
RECOMENDACIONES	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. The role of biodiversity and energy transition in shaping the nexttechno-economic era	10
Tabla 2. Impression management of biodiversity reporting in the energy and utilitiessectors: An assessment of transparency in the disclosure of negative events	11
Tabla 3. FinTech and sustainable financing for low carbon energy transitions: Abiodiversity and natural resource perspective in BRICS economies.....	13

Tabla 4. Renewable energy, economic complexity and biodiversity risk: Newinsights from China.....	15
Tabla 5. Predicting patterns of solar energy buildout to identify opportunities for biodiversity conservation	17
Tabla 6. Renewable energy Nexus: Interlinkages with biodiversity and social issues in Japan	19
Tabla 7. Love me, love me not: Perceptions on the links between the energy sector and biodiversity conservation	22
Tabla 8. Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy	24
Tabla 9. Eco-innovation to reduce biodiversity impacts of wind energy: Key examples and drivers in the UK	27
Tabla 10. The impact of climate change and energy resources on biodiversity loss: Evidence from a panel of selected Asian countries	29
Tabla 11. Sustainable renewable energy planning and wind farming optimization from a biodiversity perspective	32
Tabla 2. Servicios ecosistémicos afectados por la energía eólica	61
Tabla 13. Renewable Energy Communities in the Energy Transition Context.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 14. Renewable Energy Communities: Towards a new sustainable model of energy production and sharing.....	Error! Bookmark not defined.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología del análisis bibliométrico	6
Figura 2. Base de datos ScienceDirect	7
Figura 3. Mapa visual, 100 artículos más relevantes	9
Figura 3. Mapa visual, 10 artículos más relevantes	9
Figura 4. Metodología identificación de servicios ecosistémicos afectados por el sector energía.....	59
Figura 5. Identificación de entradas y salidas energía eólica	61

INTRODUCCIÓN

Según el Plan de Acción de biodiversidad, Colombia presenta los siguientes factores de cambio y transformación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos: Los patrones de deforestación están asociados de manera directa a la minería, el incremento de la frontera agropecuaria, los incendios forestales, los agrocultivos, los cultivos ilícitos, la infraestructura y el crecimiento poblacional; los biocombustibles; explotación maderera; invasiones biológicas; pesca; urbanización; cultivos ilícitos y minería y energía.

Aunque el sector energía tiene un impacto negativo en la biodiversidad, también presenta oportunidades para promover prácticas más sostenibles que ayuden a preservar la naturaleza mientras se satisface la demanda de energía. En conclusión, la clave está en encontrar un equilibrio entre el desarrollo energético y la protección de los ecosistemas.

Algunos de los impactos negativos que el sector energía tiene sobre la biodiversidad son los siguientes:

- **Energía hidroeléctrica:** La construcción de hidroeléctricas puede tener un impacto devastador en la biodiversidad acuática, modificando hábitats y migraciones de especies, como los peces. Además, la inundación de grandes áreas terrestres puede destruir bosques y otros ecosistemas.
- **Energía térmica:** La construcción y operación de plantas térmicas requiere grandes espacios para las instalaciones, así como infraestructura para la extracción y transporte del carbón, generando impactos como la destrucción de hábitats naturales y fragmentación del hábitats.
- **Energía eólica:** Aunque es una fuente limpia, los aerogeneradores pueden afectar a las aves y murciélagos si no están bien ubicados, provocando colisiones.

- **Energía solar:** La construcción de grandes instalaciones solares en zonas como desiertos o tierras agrícolas puede alterar ecosistemas locales, desplazando especies o afectando la vegetación nativa.

Entre los beneficios potenciales de un sector energético respetuoso con la biodiversidad, se destaca:

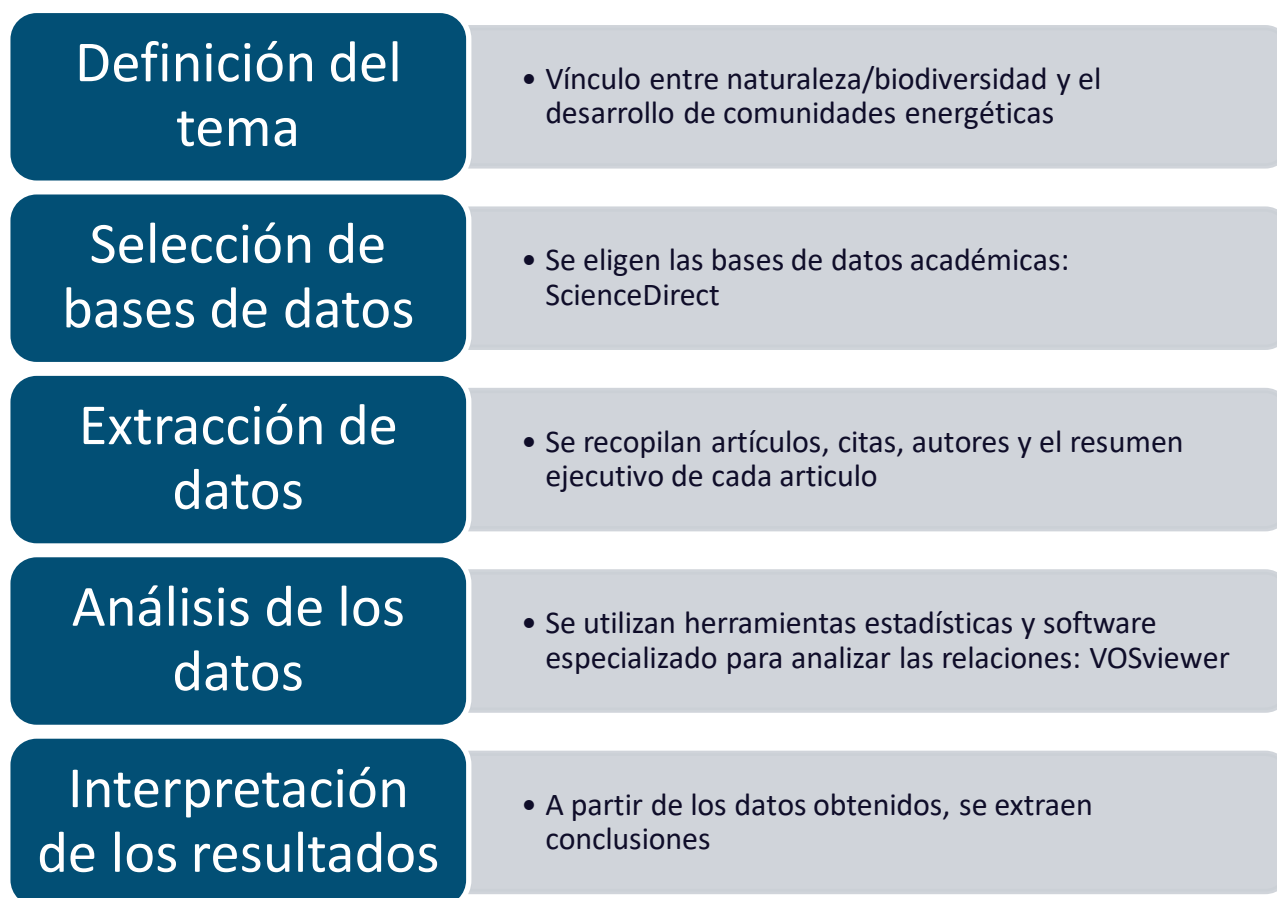
- **Energías renovables que promueven la conservación:** El uso de fuentes renovables no solo reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también puede generar nuevos hábitats para la fauna, como en el caso de la creación de parques solares que pueden incluir espacios verdes y promover la biodiversidad.
- **Desarrollo de tecnologías limpias:** La investigación y la innovación pueden proporcionar nuevas formas de generar energía sin causar daño a la biodiversidad, por ejemplo, tecnologías de captura de carbono, que ayudan a mitigar el cambio climático.

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

En este apartado se presenta un análisis sistemático de la literatura científica con el objetivo de mapear el estado del arte del vínculo entre naturaleza/biodiversidad y el desarrollo de comunidades energéticas e identificar los temas más relevantes y los temas poco investigados. El enfoque de esta revisión es sistémico, un tipo de revisión cualitativa que busca evaluar y sintetizar los resultados de estudios previos.

A continuación, se presentan los principales pasos:

Figura 1. Metodología del análisis bibliométrico



Fuente: Elaboración propia

Energía y Biodiversidad

Selección de bases de datos

Se selecciona la base de datos ScienceDirect, que es una plataforma digital de acceso a contenido científico que ofrece una amplia colección de artículos de investigación, libros y capítulos en diversas áreas del conocimiento, principalmente en ciencias naturales, ingeniería, salud, ciencias sociales y más. Está operada por Elsevier, una de las principales editoras de publicaciones académicas del mundo.

Las palabras claves usadas fueron: **energy and biodiversity**

Figura 2. Base de datos ScienceDirect energy and biodiversity

 ScienceDirect

[Journals & Books](#) [Help](#) [My account](#) [You have institutional Access via University of the Andes](#)

Find articles with these terms

energy and biodiversity

Advanced search

106,317 results

Set search alert

Refine by:

☐ Subscribed journals

Years

☐ 2025 (1,595)

☐ 2024 (17,115)

☐ 2023 (11,700)

Show more

Article type

☐ Review articles (12,335)

☐ Research articles (73,325)

☐ Encyclopedia (3,416)

☐ Book chapters (9,780)

☐ Download selected articles [Export](#)

sorted by relevance | date

☐ Research article • Full text access

1 The role of biodiversity and energy transition in shaping the next techno-economic era

Technological Forecasting and Social Change, November 2024

Lihua Shen, Jianan Zhou

[View PDF](#) [Abstract](#) [Extracts](#) [Figures](#) [Export](#)

☐ Research article • Open access

2 Impression management of biodiversity reporting in the energy and utilities sectors: An assessment of transparency in the disclosure of negative events

Journal of Behavioral and Experimental Finance, June 2024

Goizeder Blanco-Zaitegi, Igor Álvarez Etxeberria, José M. Moneva

[View PDF](#) [Abstract](#) [Extracts](#) [Export](#)

Get a personalized search experience

Recommendations, reading history, search & journals alerts, and more registration benefits.

Personalize

En total se encuentran 106.317 resultados, en un periodo de 2001-2025, entre revistas científicas, libros electrónicos, artículos de investigación y estudios de caso. Los años con más publicaciones son 2024 (16%), 2023 (11%) y 2022 (10%). En el periodo 2018-2024 se publicaron el 63% de los artículos. Los tipos de artículos más frecuentes son artículos de

investigación (69%), artículos de revisión (12%) y capítulos de libros (9%). Finalmente, las áreas más consultadas son ciencias ambientales (49%), ciencias agrícolas (36%) y ciencias de la tierra (15%).

Extracción de datos

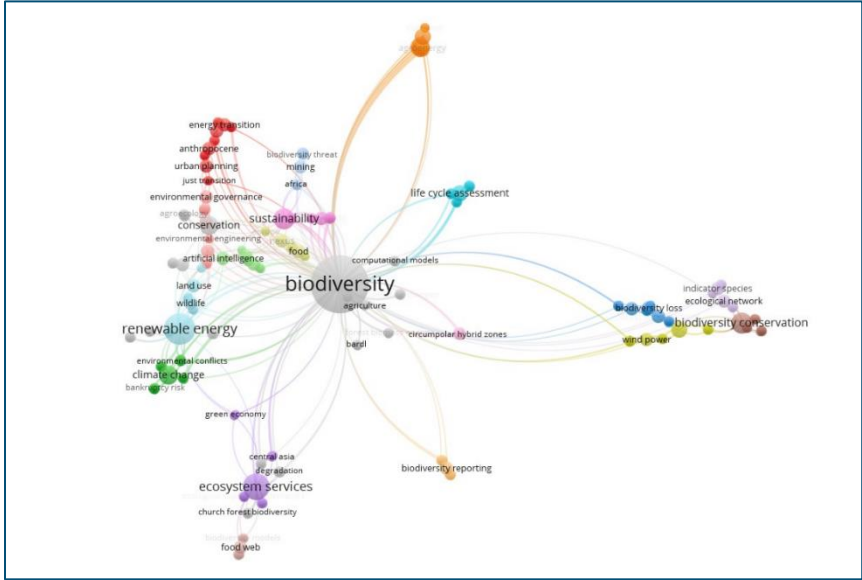
Para analizar los datos, se revisan y seleccionan solo los 100 artículos más relevantes. Se descargan en formato RIS, el cual se descarga en la computadora y se abre en el gestor de referencias o software de citas.

Análisis de datos

El software especializado en visualización y análisis de redes bibliográficas seleccionado es VOSviewer, el cual se utiliza principalmente para explorar y representar visualmente grandes cantidades de datos relacionados con citas académicas, co-citas, co-autorías y otros tipos de relaciones bibliográficas en la investigación científica. Fue desarrollado por el Centro de Estudios de Ciencia y Tecnología (CWTS) en la Universidad de Leiden, Países Bajos.

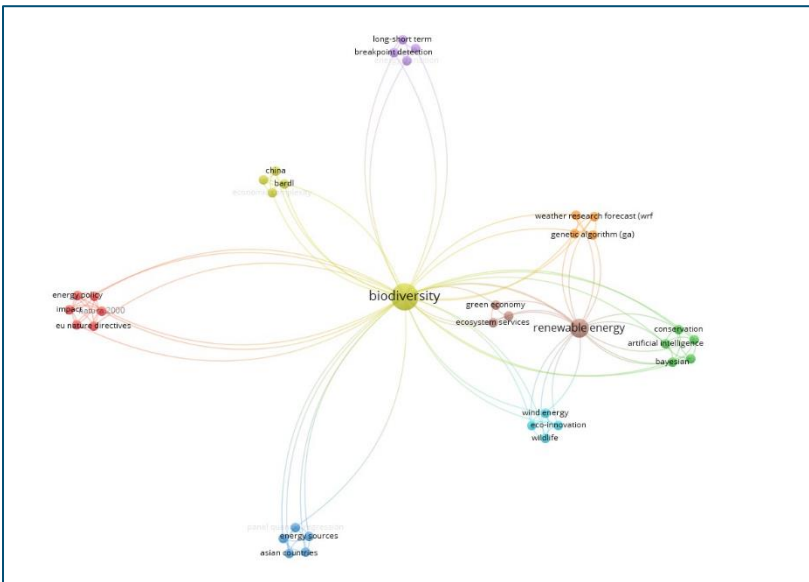
VOSviewer permite crear **mapas visuales** interactivos que representan las relaciones entre los elementos analizados, como autores, instituciones, artículos, revistas y términos clave. Estos mapas permiten ver de manera clara las conexiones entre distintos elementos, ayudando a identificar tendencias, áreas de investigación emergentes y patrones de colaboración. En este caso, se analizan las palabras clave o términos más utilizados en un conjunto de publicaciones, mostrando la frecuencia de uso y cómo están relacionados entre sí. Esto permite identificar tendencias y temas de investigación prominentes en un área científica específica. Al seleccionar los 100 artículos más relevantes las relaciones identificadas son los siguientes: Evaluación del ciclo de la vida, conservación de la biodiversidad, informes de biodiversidad, servicios ecosistémicos y energía renovable

Figura 3. Mapa visual, 100 artículos más relevantes Energía y Biodiversidad



Posteriormente, se seleccionan los 10 artículos de investigación y estudios de caso que parecen más relevantes. El mapa visual se presenta a continuación:

Figura 4. Mapa visual, 10 artículos más relevantes Energía y Biodiversidad



En este caso los nodos son: fuentes de energía, política energética, largo y corto plazo y pronóstico de investigación meteorológico.

Interpretación de resultados

Para interpretar los resultados se analizan los 10 artículos más relevantes:

Tabla 1. The role of biodiversity and energy transition in shaping the nexttechno-economic era

Título	El papel de la biodiversidad y la transición energética en la configuración de la próxima era tecnoeconómica
Autores	Lihua Shen , Jianan Zhou
Año	2024
Bibliografía APA	Shen, L., & Zhou, J. (2024). Biodiversity risk and energy transition: An empirical analysis of their interactions. Technological Forecasting & Social Change, 208, 123700. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123700
No. Páginas	9
Resumen ejecutivo	El documento analiza la relación entre la biodiversidad y la transición energética, destacando cómo los riesgos relacionados con la biodiversidad afectan y son afectados por las políticas de transición energética. Utilizando indicadores como el Google Biodiversity Attention Index (GBAI), emisiones de carbono (COE), mercados de energía tradicionales y producción industrial global, se evalúan las interacciones entre biodiversidad, economía y finanzas. Los resultados muestran que la biodiversidad tiene efectos significativos tanto a corto como a largo plazo en la transición energética, y viceversa. Además, se identifican sensibilidades específicas entre biodiversidad y emisiones de carbono, políticas climáticas y actividades industriales. El estudio concluye con recomendaciones para integrar la biodiversidad en las políticas climáticas y económicas, así como sugerencias de inversión en energías limpias y sectores relacionados con la conservación de la biodiversidad.
Metodología	Metodología desarrollada: • Pruebas de causalidad de Granger (GC Test): Se utilizó este método para determinar relaciones causales entre variables temporales, evaluando si la biodiversidad (medida por el GBAI) puede predecir cambios en la transición energética y viceversa. • Datos: Se recopilaron datos mensuales de 2004 a 2023, incluyendo indicadores como el GBAI, emisiones de carbono (COE), mercados de energía tradicionales (COF), incertidumbre en políticas climáticas (CPU) y producción industrial global (WPI). • Estadísticas descriptivas: Se analizaron tendencias y distribuciones de los datos, identificando riesgos elevados de biodiversidad y fluctuaciones significativas en los indicadores. • Pruebas de estacionariedad: Se realizaron pruebas ADF y KPSS para garantizar que las series temporales fueran estacionarias antes de aplicar los modelos de causalidad.

	• Pruebas empíricas: Se evaluaron hipótesis sobre las relaciones a corto y largo plazo entre biodiversidad y transición energética mediante pruebas de causalidad bidireccional.
Resultados	Relación biodiversidad-transición energética: • La biodiversidad (GBAI) tiene efectos significativos a largo plazo sobre las emisiones de carbono (COE) y efectos a corto plazo sobre otros indicadores como incertidumbre en políticas climáticas (CPU) y producción industrial global (WPI). • Las emisiones de carbono (COE) tienen un impacto significativo y continuo sobre la biodiversidad. • No se encontraron relaciones causales significativas entre biodiversidad y mercados de energía tradicionales (COF).
Cifras relevantes	Los datos abarcan un período de 19 años (2004-2023). • El GBAI muestra una tendencia creciente, reflejando un aumento en la atención pública hacia los riesgos de biodiversidad. • Eventos como la crisis financiera de 2008 y la pandemia de COVID-19 en 2020 afectaron significativamente los indicadores económicos y de biodiversidad. Sensibilidades específicas: • El GBAI es altamente sensible a cambios en las emisiones de carbono (COE) y la producción industrial (WPI). • Las políticas climáticas (CPU) tienen un impacto bidireccional con la biodiversidad.
Conclusiones y recomendaciones	Hallazgos principales: • Existe una relación bidireccional entre biodiversidad y transición energética, con impactos significativos tanto a corto como a largo plazo. • Las emisiones de carbono y la producción industrial son los factores más influyentes en la biodiversidad. • La biodiversidad debe integrarse en las políticas climáticas y económicas para garantizar un desarrollo sostenible. Recomendaciones: • Políticas climáticas: Fortalecer la sinergia entre políticas de protección de biodiversidad y reducción de emisiones de carbono, considerando los efectos a corto y largo plazo. • Estabilidad en políticas: Formular políticas de emisiones de carbono consistentes y a largo plazo para evitar impactos negativos en la biodiversidad. • Sector industrial: Incorporar riesgos de biodiversidad en la planificación de políticas industriales para garantizar la sostenibilidad ambiental. • Inversiones: Priorizar inversiones en energías limpias (solar, eólica, hidráulica) y sectores relacionados con la conservación de la biodiversidad, como ecoturismo y agricultura sostenible.

Tabla 2. Impression management of biodiversity reporting in the energy and utilities sectors: An assessment of transparency in the disclosure of negative events

Título	Gestión de impresiones de informes sobre biodiversidad en los sectores de energía y servicios públicos: una evaluación de la transparencia en la divulgación de eventos negativos
Autores	Goizeder Blanco-Zaitegi, Igoñ Álvarez Etxeberria, José M. Moneva
Año	2024
Bibliografía APA	Blanco-Zaitegi, G., Álvarez Etxeberria, I., & Moneva, J. M. (2024). Gestión de impresiones de informes sobre biodiversidad en los sectores de energía y servicios públicos: una evaluación de la transparencia en la divulgación de eventos negativos. <i>Journal of Behavioral and Experimental Finance</i> , 42, 100942. https://doi.org/10.1016/j.jbef.2023.100942
No. Páginas	13
Resumen ejecutivo	El estudio analiza la transparencia en la divulgación de eventos negativos relacionados con la biodiversidad en los sectores de energía y servicios públicos. Utilizando la teoría de gestión de impresiones y un enfoque de contracontabilidad, se evaluaron los informes corporativos de 30 empresas de la Eurozona para determinar si informan de manera genuina sobre incidentes que afectan la biodiversidad o si emplean técnicas de gestión de impresiones para proteger su imagen. Se identificaron 47 eventos negativos en 17 empresas, de los cuales solo el 23% fueron claramente reportados en los informes oficiales. Los resultados destacan la prevalencia de técnicas de neutralización y la falta de transparencia en la mayoría de los casos. El estudio concluye que es necesario mejorar las prácticas de divulgación y propone recomendaciones para reguladores, empresas y futuros investigadores.
Metodología	El estudio utiliza un enfoque de contracontabilidad para verificar la fiabilidad de los informes corporativos y detectar el uso de técnicas de gestión de impresiones. Los pasos metodológicos incluyen: • Selección de empresas: Se analizaron 30 empresas de los sectores de energía (11) y servicios públicos (19) de la Eurozona, seleccionadas por su alto impacto en la biodiversidad. • Recolección de datos: Se identificaron 47 eventos negativos reportados por fuentes externas independientes, asegurando que cada incidente fuera mencionado por al menos dos fuentes para evitar sesgos. • Análisis de informes: Los informes corporativos de 2020 y 2021 fueron comparados con los datos externos para determinar si los incidentes fueron no reportados, parcialmente reportados o claramente reportados. • Técnicas de neutralización: En los casos de reportes parciales, se analizaron estrategias como la negación de impactos significativos, la dilución de responsabilidades y la minimización de los daños.
Resultados	Análisis descriptivo: • De las 30 empresas analizadas, 17 presentaron incidentes significativos relacionados con la biodiversidad, mientras que no se encontraron eventos para las otras 13. • Se identificaron 47 eventos negativos, de los cuales solo el 23% fueron claramente reportados, el 50% no fueron mencionados y el resto fueron parcialmente reportados. • Iberdrola fue la empresa con más incidentes identificados (7 eventos).

	Técnicas de gestión de impresiones: En los casos de reportes parciales, se detectaron estrategias como la negación de impactos significativos, la dilución de responsabilidades y la minimización de los daños.
Cifras relevantes	47 eventos negativos identificados. - Solo el 23% de los eventos fueron claramente reportados. 50% de los eventos no fueron mencionados en los informes oficiales.
Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: - Existe una falta de transparencia en la divulgación de eventos negativos relacionados con la biodiversidad. - Las empresas tienden a emplear técnicas de gestión de impresiones para proteger su imagen, especialmente en casos de reportes parciales. Limitaciones del estudio: - Enfoque cualitativo que puede estar sujeto a sesgos. - Análisis limitado a los sectores de energía y servicios públicos en la Eurozona. - Restricción a informes oficiales y búsqueda en solo dos idiomas. Recomendaciones: - Las empresas deben mejorar la transparencia en la divulgación de eventos negativos, incluyendo información cualitativa y cuantitativa detallada. - Los reguladores deben desarrollar estándares más estrictos, como el ESRS E4, para garantizar la divulgación de información sobre biodiversidad. - Futuros estudios podrían explorar otros sectores, regiones geográficas y formatos de comunicación, como redes sociales o sitios web corporativos.

Tabla 3. FinTech and sustainable financing for low carbon energy transitions: Abiodiversity and natural resource perspective in BRICS economies

Título	FinTech y financiación sostenible para transiciones energéticas de bajo carbono: una perspectiva de biodiversidad y recursos naturales en las economías BRICS
Autores	Li Zeng, Wing-Keung Wong, Hu Fue, Haitham A. Mahmoud, Phan The Cong, Dinh Thi Thanh Thuy, Pham Xuan Bach
Año	2024
Bibliografía APA	Zeng, L., Shen, L., Zhou, J., & Kalaiarasi, K. (2024). Low-carbon energy transitions in BRICS economies: The role of FinTech, sustainable financing, and biodiversity. Resources Policy, 88, 104486. https://doi.org/10.1016/j.respol.2024.104486
No. Páginas	15
Resumen ejecutivo	El estudio analiza la transición hacia energías bajas en carbono (LCET, por sus siglas en inglés) en las economías BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica), destacando el papel de la tecnología financiera (FinTech) y el financiamiento sostenible en este proceso. Utilizando un enfoque metodológico robusto que incluye técnicas econométricas avanzadas como FMOLS, DOLS y MMQR, se examinan las relaciones entre FinTech, financiamiento sostenible, biodiversidad, uso de recursos naturales y desarrollo económico. Los resultados revelan que FinTech y un sistema financiero desarrollado son impulsores clave de la transición hacia energías limpias, mientras que una mayor dependencia de los recursos naturales puede obstaculizar este

	proceso. Además, la biodiversidad juega un papel crucial en la adopción de tecnologías de energía baja en carbono. El estudio concluye con recomendaciones políticas para fortalecer la infraestructura financiera, promover la gestión sostenible de recursos y aprovechar la biodiversidad para avanzar hacia un futuro energético sostenible.
Metodología	El estudio utiliza un enfoque metodológico robusto basado en datos obtenidos de fuentes confiables. Las técnicas empleadas incluyen: • Westerlund Co-integration Analysis: Para evaluar relaciones de largo plazo entre las variables. • Fully Modified OLS (FMOLS) y Dynamic OLS (DOLS): Para analizar los impactos de variables clave como FinTech, financiamiento sostenible, biodiversidad y uso de recursos naturales en la transición energética. • Method of Moments Quantile Regression (MMQR): Para capturar las relaciones dinámicas entre las variables en diferentes niveles de transición energética. • Las variables analizadas incluyen: ○ FinTech: Medido a través de indicadores de profundidad financiera (FD). ○ Biodiversidad per cápita (BIOPC): Indicador de conservación ambiental. ○ Utilización de recursos naturales (NRU): Relacionado con la sostenibilidad. ○ PIB per cápita (GDPPC): Indicador de desarrollo económico. ○ Se utilizó un enfoque logarítmico para garantizar la comparabilidad entre las variables.
Resultados	Relaciones clave: • FinTech tiene una relación positiva y significativa con la transición hacia energías bajas en carbono (LCET) en todos los niveles analizados. • Un sistema financiero desarrollado (FD) impulsa la adopción de energías limpias, especialmente en niveles medios y altos de transición. • El PIB per cápita (GDPPC) muestra una correlación positiva con la transición energética, indicando que mayores ingresos facilitan la inversión en tecnologías sostenibles. • Una mayor dependencia de los recursos naturales (NRU) obstaculiza la adopción de prácticas sostenibles. • La biodiversidad per cápita (BIOPC) tiene un impacto positivo en la transición energética, destacando su importancia en la conservación ambiental.
Cifras relevantes	• FinTech y FD muestran una asociación positiva consistente con LCET en todos los cuantiles analizados. • La biodiversidad (BIOPC) emerge como un catalizador clave para la transición energética en las economías BRICS.
Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: • FinTech y el financiamiento sostenible son impulsores clave de la transición hacia energías bajas en carbono. • La biodiversidad y el desarrollo económico juegan un papel crucial en la adopción de tecnologías sostenibles.

	- La dependencia de los recursos naturales puede obstaculizar el progreso hacia prácticas energéticas limpias. Limitaciones del estudio: - No se analizaron las contribuciones específicas de fuentes de energía renovable como solar, eólica y biomasa. - La evaluación de FinTech no captura completamente su evolución rápida y aplicaciones diversas. - Se utilizó una medida agregada de biodiversidad, lo que podría ocultar variaciones significativas entre ecosistemas. - Recomendaciones - Fortalecer la infraestructura financiera: - Mejorar los marcos regulatorios y las prácticas de gestión de riesgos. - Asegurar el acceso a servicios financieros en áreas desatendidas. - Promover políticas de generación de ingresos: - Incentivar el emprendimiento en energías renovables. - Crear empleos en sectores de energía sostenible. - Gestión sostenible de recursos: - Adoptar métodos de extracción ecológicos y tecnologías eficientes. - Implementar salvaguardas ambientales estrictas. - Aprovechar la biodiversidad: - Fomentar la investigación y desarrollo en tecnologías energéticas amigables con la biodiversidad, como bioenergía e innovaciones inspiradas en la biomimética.
--	---

Tabla 4. Renewable energy, economic complexity and biodiversity risk: Newinsights from China

Título	Energía renovable, complejidad económica y riesgo para la biodiversidad: nuevos conocimientos de China
Autores	Daniel Balsalobre Lorente, Foday Joof, Ahmed Samour, Turgut Türsoy
Año	2023
Bibliografía APA	Balsalobre-Lorente, D., Kazemzadeh, E., Fuinhas, J. A., & Koengkan, M. (2023). Renewable energy, economic complexity, and biodiversity: Evidence from China using the biodiversity habitat index. Environmental and Sustainability Indicators, 18, 100244. https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100244
No. Páginas	8
Resumen ejecutivo	El estudio analiza la relación entre la biodiversidad, la complejidad económica, el uso de energías renovables y no renovables en China, utilizando datos anuales de 1990 a 2018. Se emplea el índice de hábitat de biodiversidad (BHI) como medida de calidad ambiental, que evalúa la pérdida y degradación de hábitats. A través de un modelo Bootstrap ARDL, se examinan las relaciones de corto y largo plazo entre las variables. Los resultados muestran que el consumo de energías renovables mejora la biodiversidad, mientras que el uso de energías no renovables y la complejidad económica tienen efectos mixtos. Se concluye que la transición hacia energías limpias y la inversión en tecnologías sostenibles son esenciales para conservar la biodiversidad. Además, se proponen políticas para reducir la dependencia de

	combustibles fósiles, fomentar la eficiencia energética y promover productos menos intensivos en energía.
Metodología	El estudio utiliza datos anuales de 1990 a 2018 y aplica un enfoque econométrico avanzado para analizar las relaciones entre las variables. Las principales técnicas utilizadas incluyen: • Índice de hábitat de biodiversidad (BHI): Mide la retención de hábitats terrestres y su impacto en la biodiversidad. • Bootstrap ARDL: Modelo econométrico que evalúa relaciones de corto y largo plazo entre las variables, con mayor robustez frente a problemas de multicolinealidad. • Pruebas de estacionariedad y cointegración • Zivot y Andrews (1992): Evalúa la estacionariedad considerando rupturas estructurales. • Perron y Vogelsang (1992): Complementa el análisis de estacionariedad. • Bayer y Hanck (2013): Determina la cointegración entre las variables. • Modelos adicionales: Se emplearon FMOLS, CCR y DOLS para validar los resultados. Las variables analizadas incluyen: • Biodiversidad (lnBD): Representada por el índice BHI. • Complejidad económica (lnEC): Indicador de habilidades y tecnología en la producción. • Energías renovables (lnREC): Consumo de energías limpias. • Energías no renovables (lnNREC): Consumo de combustibles fósiles.
Resultados	Impacto de las variables en la biodiversidad: • Energías renovables (lnREC): Incrementan la biodiversidad en el corto y largo plazo. • Energías no renovables (lnNREC): Tienen un impacto negativo en la biodiversidad. • Complejidad económica (lnEC): Mejora la biodiversidad al promover tecnologías limpias, pero su efecto puede variar según el nivel de desarrollo tecnológico.
Cifras relevantes	• Un aumento del 1% en la complejidad económica incrementa el índice BHI en un 0.375% (FMOLS) y un 0.111% (CCR). • El consumo de energías renovables mostró un impacto positivo significativo en la biodiversidad, mientras que las energías no renovables contribuyen a su deterioro. • China se encuentra entre las 20 economías más complejas del mundo, lo que refleja un alto nivel de habilidades y tecnología en su producción. • Pruebas de causalidad: • Se identificó una relación causal unidireccional desde la complejidad económica (lnEC) hacia la biodiversidad (lnBD).
Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: • El consumo de energías renovables mejora la biodiversidad, mientras que las energías no renovables la deterioran.

	• La complejidad económica puede ser un factor positivo para la biodiversidad si se enfoca en tecnologías limpias y sostenibles. • La transición energética es clave para mitigar los riesgos de biodiversidad en China. Limitaciones: • La disponibilidad de datos restringe el análisis a ciertas variables y períodos. • No se consideraron otros factores como el capital humano, que podría influir en la biodiversidad. Recomendaciones: • Transición energética ○ Reducir gradualmente el uso de combustibles fósiles y fomentar el consumo de energías renovables. ○ Implementar tecnologías de captura y almacenamiento de carbono para mitigar los efectos de las energías no renovables. • Políticas de biodiversidad ○ Incorporar objetivos de conservación de biodiversidad en los planes de desarrollo sostenible regionales. ○ Promover la investigación y desarrollo (I+D) en tecnologías sostenibles. • Reformas económicas ○ Fomentar la producción de bienes menos intensivos en energía y más intensivos en conocimiento. ○ Mejorar la eficiencia energética en sectores clave de la economía. • Educación e inversión ○ Invertir en la capacitación de la fuerza laboral para desarrollar habilidades en tecnologías limpias. ○ Promover la exportación de productos fabricados con recursos sostenibles.
--	---

Tabla 5. Predicting patterns of solar energy buildout to identify opportunities for biodiversity conservation

Título	Predicción de patrones de expansión de la energía solar para identificar oportunidades para la conservación de la biodiversidad
Autores	Michael J. Evans, Kumar Mainali, Rachel Soobitsky, Emily Mills, Susan Minnemeyer
Año	2023
Bibliografía APA	Evans, M., Mainali, K., Soobitsky, R., Mills, E., & Minnemeyer, S. (2023). Solar energy development and biodiversity conservation in the Chesapeake Bay watershed. <i>Biological Conservation</i> , 283, 110074. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110074
No. Páginas	12
Resumen ejecutivo	El estudio analiza el impacto del desarrollo de instalaciones solares fotovoltaicas en la biodiversidad y el uso del suelo en la región de la cuenca del Chesapeake Bay, que incluye los estados de Delaware, Maryland, Nueva York, Pensilvania, Virginia y Virginia Occidental. Utilizando imágenes satelitales y modelos de aprendizaje automático, se identificaron y analizaron los cambios en el uso del suelo asociados con la construcción de instalaciones solares entre 2017 y 2021. Los resultados

	muestran que las instalaciones solares en esta región han evitado en gran medida áreas de alta biodiversidad y hábitats naturales importantes, priorizando tierras agrícolas y áreas previamente modificadas por actividades humanas. Sin embargo, se destaca la necesidad de priorizar aún más sitios con baja importancia para la biodiversidad para minimizar los impactos ecológicos. El estudio concluye que las políticas regionales y las características geográficas influyen significativamente en los patrones de desarrollo solar, y se recomienda integrar objetivos de conservación en la planificación de futuras instalaciones solares.
Metodología	Área de estudio: - La región analizada incluye los estados de Delaware, Maryland, Nueva York, Pensilvania, Virginia y Virginia Occidental, que forman parte de la cuenca del Chesapeake Bay. - Se eligió esta región debido a su importancia ecológica y la homogeneidad intraestatal en patrones de uso del suelo. Datos y herramientas: - Se utilizaron imágenes satelitales Sentinel-2 (2017-2021) procesadas mediante el modelo U-Net, un modelo de aprendizaje automático diseñado para segmentación de imágenes. - Las imágenes se procesaron en Google Earth Engine y Microsoft Azure Machine Learning Studio para identificar polígonos de instalaciones solares. - Los datos de la Administración de Información Energética (EIA) se usaron para validar y complementar los resultados. Análisis estadístico: - Se emplearon modelos ANOVA para analizar las diferencias en el tamaño de las instalaciones solares entre estados. - Se evaluó la selección o evitación de tipos específicos de cobertura del suelo mediante pruebas de chi-cuadrado y análisis de distribuciones multinomiales. - Se analizaron las tasas de construcción de instalaciones solares y su relación con áreas de alta o baja biodiversidad utilizando intervalos de credibilidad del 95%.
Resultados	Patrones de uso del suelo: - Las instalaciones solares evitaron en gran medida áreas de alta biodiversidad, como bosques y humedales, y se ubicaron principalmente en tierras agrícolas o áreas previamente modificadas. - En Virginia, algunas instalaciones solares se construyeron en áreas de bosques previamente explotados para madera, lo que sugiere una transición de uso del suelo de explotación forestal a energía solar. Impacto en la biodiversidad: - No se detectó una selección significativa de áreas de alta biodiversidad, pero tampoco se priorizaron áreas de baja biodiversidad. - Las instalaciones solares en esta región contrastan con patrones observados en el suroeste de los Estados Unidos, donde a menudo se construyen en áreas protegidas o ecosistemas naturales.
Cifras relevantes	Las instalaciones solares en 2021 se ubicaron principalmente en tierras agrícolas y áreas modificadas, evitando en un 95% áreas de alta biodiversidad.

	En Virginia, grandes instalaciones solares se construyeron en áreas de bosques previamente explotados, lo que representa una transición significativa en el uso del suelo.
Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: - El desarrollo solar en la región de la cuenca del Chesapeake Bay ha evitado en gran medida impactos significativos en la biodiversidad al priorizar tierras agrícolas y áreas modificadas. - Las diferencias en los patrones de desarrollo solar entre regiones (por ejemplo, el suroeste de EE. UU. y la cuenca del Chesapeake Bay) reflejan la influencia de factores geográficos, económicos y políticos. Limitaciones: - La clasificación de la cobertura del suelo puede confundir ciertas transiciones, como la conversión de bosques explotados a instalaciones solares. - No se evaluaron los impactos acumulativos del desarrollo solar en la biodiversidad a largo plazo. Recomendaciones - Planificación sostenible: - Priorizar sitios con baja importancia para la biodiversidad en futuros desarrollos solares. - Integrar objetivos de conservación en las políticas de planificación energética. - Análisis adicional: - Realizar estudios específicos sobre la transición de bosques explotados a instalaciones solares y su impacto en la captura de carbono. - Evaluar los impactos acumulativos del desarrollo solar en la biodiversidad y los ecosistemas locales. - Políticas regionales: - Adaptar las políticas de desarrollo solar a las características geográficas y ecológicas de cada región para minimizar los impactos ambientales.

Tabla 6. Renewable energy Nexus: Interlinkages with biodiversity and social issues in Japan

Título	Nexo de energía renovable: interconexiones con la biodiversidad y asuntos sociales en Japón
Autores	Kentaro Tanaka, Chihiro Haga, Keiko Hori, Takanori Matsui
Año	2022
Bibliografía APA	Tanaka, K., Haga, C., Hori, K., & Matsui, T. (2022). Renewable energy Nexus: Interlinkages with biodiversity and social issues in Japan. Energy Nexus, 6, 100069. https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100069
No. Páginas	10
Resumen ejecutivo	El artículo analiza las interconexiones entre las energías renovables, la biodiversidad y los problemas sociales en Japón, en el contexto de la transición hacia una sociedad descarbonizada. El estudio tiene como objetivo desarrollar un mapa de potencial

	energético renovable con alta resolución espacial, evaluar su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y discutir mejoras en los conjuntos de datos de energía renovable y los desafíos asociados a su implementación. Los resultados destacan que las energías renovables, como la biomasa, tienen un impacto significativo en la biodiversidad y los problemas sociales, como la pobreza energética. Además, se identifican desafíos relacionados con la integración de datos y la necesidad de considerar factores sociales y ambientales en la planificación energética. El estudio concluye que es fundamental involucrar a múltiples partes interesadas para lograr una adopción generalizada de las energías renovables y propone soluciones basadas en sistemas híbridos y enfoques inclusivos.
Metodología	Objetivos del estudio: • Crear un mapa de potencial energético renovable con alta resolución espacial (500 m) y unidades consistentes. • Evaluar las interconexiones entre las energías renovables y los ODS. • Discutir mejoras en los conjuntos de datos de energía renovable. • Analizar los desafíos sociales y ambientales asociados con la implementación de energías renovables. Fuentes de datos: • Herramientas existentes como el sistema REPOS del Ministerio de Medio Ambiente de Japón y mapas de potencial energético desarrollados por prefecturas como Fukushima y Kumamoto. • Datos sobre biomasa, energía solar, eólica, geotérmica e hidroeléctrica. Análisis: • Se integraron datos de diferentes fuentes para crear un mapa con resolución espacial de 500 m y unidades de generación anual de energía. • Se evaluaron las interconexiones con los ODS, considerando factores sociales, económicos y ambientales. Enfoque: • Se utilizó un marco de soluciones basadas en la naturaleza (Nature-Based Solutions) para analizar el impacto de la biomasa en la biodiversidad y los problemas sociales. • Se consideraron variaciones estacionales y regionales en el potencial energético.
Resultados	Creación del mapa de potencial energético: • El mapa desarrollado tiene una resolución espacial de 500 m y utiliza unidades consistentes de generación anual de energía. • Incluye datos sobre energía solar, eólica (onshore y offshore), geotérmica, hidroeléctrica y biomasa. Impacto de la biomasa: • La biomasa representa solo el 0.1% del potencial energético total (28,995 TJ = 8 TWh), pero está ampliamente distribuida en Japón. • Su uso tiene implicaciones significativas para la biodiversidad, ya que puede proporcionar hábitats para la vida silvestre, pero también plantea desafíos sociales y ambientales. Interconexiones con los ODS:

	- La energía renovable está vinculada a 25 de las 169 metas de los ODS, incluyendo transporte, educación, salud, agricultura, gestión de residuos y cambio climático. - Se identificaron problemas sociales como la pobreza energética, que afecta principalmente a personas mayores, mujeres solteras y estudiantes de bajos ingresos. Desafíos identificados: - Inconsistencias en los datos de energía renovable, como diferencias en la resolución espacial y las unidades utilizadas. - Necesidad de integrar factores sociales y ambientales en la planificación energética.
Cifras relevantes	- Resolución del mapa: 500 m, con unidades de generación anual de energía. - Contribución de la biomasa: 0.1% del potencial energético total (28,995 TJ = 8 TWh). - Interconexiones con los ODS: Energías renovables vinculadas a 25 de las 169 metas de los ODS. - Pobreza energética en Japón: Afecta al 5% de los hogares en verano, principalmente a personas mayores y mujeres solteras. - Los precios de la electricidad aumentan con la mayor proporción de energías renovables.
Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: - El mapa de potencial energético renovable desarrollado es una herramienta útil para la planificación energética, pero requiere mejoras en la integración de datos y la resolución temporal. - La biomasa tiene un impacto significativo en la biodiversidad y plantea desafíos sociales que deben abordarse a nivel regional. - Las energías renovables están estrechamente vinculadas a los ODS, pero su implementación debe considerar factores sociales y económicos. Limitaciones: - Los datos actuales no incluyen variaciones temporales, como cambios estacionales en el potencial energético. - La integración de datos de diferentes fuentes presenta desafíos técnicos y metodológicos. Recomendaciones - Mejoras en los datos: - Incluir variaciones temporales en los mapas de potencial energético. - Integrar datos sobre energía térmica (solar, geotérmica y biomasa) para una evaluación más completa. - Políticas inclusivas: - Diseñar sistemas híbridos de energía renovable que consideren las necesidades de las comunidades de bajos ingresos. - Promover la participación de mujeres y otros grupos vulnerables en la planificación y promoción de energías renovables. - Colaboración interdisciplinaria: - Involucrar a una amplia gama de partes interesadas, incluidos investigadores, formuladores de políticas y comunidades locales,

	para garantizar una adopción generalizada de las energías renovables. • Enfoque regional: ○ Adaptar las estrategias de implementación de energías renovables a las condiciones locales, considerando factores sociales, económicos y ambientales.
--	---

Tabla 7. Love me, love me not: Perceptions on the links between the energy sector and biodiversity conservation

Título	Ámame, no me ames: Percepciones sobre los vínculos entre el sector energético y la conservación de la biodiversidad
Autores	Francisco Moreira
Año	2019
Bibliografía APA	Moreira, F. (2019). The European Union's Nature Directives and the Energy Sector: Perceptions, Conflicts, and Opportunities. <i>Energy Research & Social Science</i> , 51, 134–137. https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.01.002
No. Páginas	4
Resumen ejecutivo	El artículo analiza la relación entre las políticas energéticas de la Unión Europea (UE) y las Directivas de Conservación de la Naturaleza (Directivas de Aves y Hábitats), en el contexto de la creciente demanda energética y la conservación de la biodiversidad. A través del proceso de evaluación conocido como "Fitness Check" (2014-2015), se recopilieron percepciones de diferentes actores, incluyendo el sector energético y la sociedad en general, sobre la efectividad, coherencia y relevancia de las Directivas. Los resultados muestran que, aunque las Directivas han mejorado la planificación y la colaboración entre el sector energético y las ONG, persisten desafíos como la falta de coherencia con las políticas energéticas, la necesidad de mayor conocimiento científico y la mejora en la evaluación de impactos. Se concluye que es necesario un diálogo más efectivo entre el sector energético y las agencias de conservación, así como una integración más sólida de los objetivos de biodiversidad en las políticas energéticas.
Metodología	El estudio se basa en un análisis cualitativo de contenido de la información recopilada durante el "Fitness Check" de las Directivas de la Naturaleza. Las principales fuentes de datos fueron: • Estudio de Evaluación (Evaluation Study): ○ Realizado por un consorcio de expertos contratados por la Comisión Europea en 2014. ○ Incluyó una revisión de literatura y consultas con partes interesadas. ○ Proporcionó un informe final con evidencia sobre la adecuación de las Directivas. • Cuestionario de recopilación de evidencia: ○ Enviado a 159 organizaciones de partes interesadas (47 a nivel de la UE y 112 a nivel de los Estados Miembros). ○ Recopiló opiniones sobre la implementación y efectividad de las Directivas.

	• Consulta pública en línea: ○ Realizada entre abril y julio de 2015. ○ Permitió a la sociedad expresar sus percepciones sobre la relación entre las políticas energéticas y la conservación de la biodiversidad. ○ El análisis incluyó la identificación de amenazas clave del sector energético para la biodiversidad, así como las percepciones de los actores involucrados
Resultados	Percepciones del sector energético: • Reconocieron mejoras en la gestión, como una mayor conciencia ambiental, planificación estratégica y soluciones innovadoras para mitigar impactos (e.g., proyectos eólicos). • Las Directivas promovieron procedimientos estandarizados que redujeron costos financieros y retrasos en proyectos. • Identificaron desafíos como: ○ Falta de coherencia con las políticas energéticas. ○ Necesidad de implementación más rentable. ○ Insuficiencia de conocimiento científico y capacidad técnica. ○ Falta de claridad en la evaluación de impactos y medidas compensatorias. • Percepciones de la sociedad: ○ La opinión pública percibió que las políticas energéticas de la UE no apoyan adecuadamente los objetivos de conservación de la biodiversidad. ○ Se identificaron conflictos entre la expansión de infraestructuras energéticas y la protección de hábitats. • Amenazas clave del sector energético para la biodiversidad: ○ Hidroeléctrica: Modificación de condiciones naturales en ríos. ○ Energía eólica y líneas eléctricas: Impactos en aves y murciélagos. ○ Cultivos energéticos y biomasa: Pérdida y degradación de hábitats forestales. ○ Gas de esquisto: Contaminación de aguas subterráneas y superficiales. ○ Infraestructuras de transporte y servicios: Fragmentación de hábitats. • Impacto de políticas específicas: ○ Las Redes Transeuropeas de Energía (TEN-E) y la política de energías renovables (e.g., biocombustibles, parques eólicos) fueron señaladas como contribuyentes a la pérdida de biodiversidad. ○ La Política de Cohesión, que financia infraestructuras energéticas, también fue identificada como un factor de impacto negativo.
Cifras relevantes	• Número de organizaciones consultadas: 159 (47 a nivel de la UE y 112 a nivel de los Estados Miembros). • Amenazas clave identificadas: Hidroeléctrica, energía eólica, biomasa, gas de esquisto, infraestructuras de transporte y servicios. • Percepción pública: Las políticas energéticas de la UE no apoyan adecuadamente la conservación de la biodiversidad

Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos:
	- Las Directivas de la Naturaleza han mejorado la planificación y la colaboración entre el sector energético y las ONG, pero no están completamente alineadas con las políticas energéticas de la UE. - Persisten conflictos entre la expansión de infraestructuras energéticas y la conservación de la biodiversidad. - Es necesario fortalecer la integración de los objetivos de biodiversidad en las políticas energéticas.
	Limitaciones:
	- Falta de coherencia entre las políticas energéticas y de conservación. - Insuficiencia de conocimiento científico y capacidad técnica para evaluar impactos y diseñar medidas compensatorias.
	Recomendaciones
	- Mejorar la coherencia política: - Alinear las políticas energéticas con los objetivos de las Directivas de la Naturaleza. - Promover un diálogo más efectivo entre el sector energético y las agencias de conservación. - Fortalecer la capacidad técnica: - Invertir en investigación científica y capacitación para mejorar la evaluación de impactos y las medidas compensatorias. - Fomentar soluciones innovadoras: - Desarrollar tecnologías y enfoques que minimicen los impactos de las infraestructuras energéticas en la biodiversidad. - Priorizar proyectos clave: - Enfocar esfuerzos en proyectos con mayores impactos, como hidroeléctrica, energía eólica, biocombustibles y gas de esquisto.

Tabla 8. Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy

Título	Energía renovable y biodiversidad: implicaciones para la transición a una economía verde
Autores	Alexandros Gasparatos, Christopher N.H. Doll, Miguel Esteban, Abubakari Ahmed, Tabitha A. Olang
Año	2017
Bibliografía APA	Gasparatos, A., Doll, C. N. H., Esteban, M., Ahmed, A., & Olang, T. A. (2017). Renewable energy pathways and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 161–184. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.030
No. Páginas	24
Resumen ejecutivo	El artículo analiza los impactos de las energías renovables en los ecosistemas y la biodiversidad, destacando las implicaciones de estos impactos en la transición hacia una Economía Verde. A través de una revisión de literatura, el estudio utiliza el marco de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA) para identificar los mecanismos de impacto de diferentes tecnologías de energía renovable (solar, eólica, hidroeléctrica, oceánica, geotérmica y bioenergía) en los cinco impulsores

	directos del cambio en los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad: pérdida/cambio de hábitat, contaminación, sobreexplotación, cambio climático e introducción de especies invasoras. Los resultados muestran que, aunque las energías renovables son fundamentales para mitigar el cambio climático y mejorar la eficiencia de los recursos, también generan impactos negativos en la biodiversidad que deben ser considerados en las políticas energéticas. El artículo concluye que es necesario abordar las brechas de conocimiento y los compromisos entre la conservación de la biodiversidad y la expansión de las energías renovables para garantizar una transición sostenible hacia una Economía Verde.
Metodología	Revisión de literatura: - Se utilizó el marco de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA) para estructurar el análisis en torno a los cinco impulsores directos del cambio en los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad: - Pérdida/cambio de hábitat. - Contaminación. - Sobreexplotación. - Cambio climático. - Introducción de especies invasoras. - Se incluyeron estudios sobre tecnologías renovables como solar, eólica, hidroeléctrica, oceánica, geotérmica y bioenergía. Alcance del análisis: - Se identificaron los mecanismos clave de impacto de cada tecnología renovable en los ecosistemas. - Se excluyeron tecnologías avanzadas no desplegadas a gran escala, como los biocombustibles de tercera generación (algal biofuels). Limitaciones: - La evidencia es más sólida para algunas tecnologías (e.g., bioenergía, hidroeléctrica) que para otras (e.g., solar, eólica, oceánica, geotérmica). - El análisis no es exhaustivo, sino que se enfoca en los mecanismos principales de impacto.
Resultados	Impactos de las energías renovables en los ecosistemas: - Todas las tecnologías renovables están asociadas, directa o indirectamente, con los cinco impulsores de cambio en los ecosistemas y pérdida de biodiversidad. - Los mecanismos de impacto varían según la tecnología y el contexto ambiental: - Solar: Cambios en el uso del suelo y fragmentación de hábitats. - Eólica: Mortalidad de aves y murciélagos debido a las turbinas. - Hidroeléctrica: Alteración de ecosistemas acuáticos y fragmentación de ríos. - Bioenergía: Pérdida de hábitats debido a cultivos energéticos y degradación del suelo. - Oceánica: Impactos en ecosistemas marinos por instalaciones de energía de las olas y mareas. - Geotérmica: Contaminación térmica y química en áreas locales. - Interacciones con la Economía Verde:

	○ Las energías renovables contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia de los recursos, pero pueden entrar en conflicto con la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. ○ Los impactos negativos de las energías renovables en la biodiversidad han sido subestimados en el discurso actual de la Economía Verde. • Instrumentos de conservación basados en el mercado: ○ Los esquemas de Pago por Servicios Ecosistémicos (PES), la compensación de biodiversidad y la certificación de productos han mostrado resultados mixtos en la mitigación de los impactos de las energías renovables.
Cifras relevantes	• Cinco impulsores de cambio en los ecosistemas: Todas las tecnologías renovables están asociadas con estos impulsores (pérdida de hábitat, contaminación, sobreexplotación, cambio climático, especies invasoras). • Bioenergía: Representa uno de los mayores impactos en la biodiversidad debido a su uso intensivo de tierras. • Energía eólica: Mortalidad significativa de aves y murciélagos en áreas de alta biodiversidad. • Hidroeléctrica: Fragmentación de ríos y alteración de ecosistemas acuáticos.
Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: • Ninguna tecnología de energía renovable tiene un impacto ambiental nulo, especialmente a gran escala. • Las energías renovables están asociadas con compromisos entre la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad. • Los mecanismos de impacto varían significativamente según la tecnología y el contexto ambiental. Brechas de conocimiento: • La evidencia es limitada para algunas tecnologías (e.g., oceánica, geotérmica). • Se necesitan indicadores más sólidos para evaluar los impactos en la biodiversidad. Limitaciones del discurso actual: • La conservación de la biodiversidad ha sido subestimada en las políticas de energía renovable, que se han centrado principalmente en la mitigación del cambio climático. Recomendaciones • Políticas energéticas integradas: ○ Incorporar explícitamente la conservación de la biodiversidad en las políticas de energía renovable. ○ Diseñar estrategias que minimicen los impactos negativos en los ecosistemas. • Investigación y monitoreo: ○ Ampliar la base de evidencia para tecnologías menos estudiadas (e.g., oceánica, geotérmica). ○ Desarrollar indicadores más robustos para medir los impactos en la biodiversidad.

	• Instrumentos de conservación: ○ Mejorar la efectividad de los esquemas de Pago por Servicios Ecosistémicos (PES) y la compensación de biodiversidad. ○ Promover estándares de certificación ambiental más estrictos para la producción de bioenergía. • Enfoque en compromisos: ○ Reconocer y abordar los compromisos entre la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad en la planificación energética.
--	--

Tabla 9. Eco-innovation to reduce biodiversity impacts of wind energy: Keyexamples and drivers in the UK

Título	Innovación ecológica para reducir los impactos en la biodiversidad de la energía eólica: Ejemplos y factores clave en el Reino Unido.
Autores	Philippa Roddis
Año	2018
Bibliografía APA	Roddis, P. (2018). Eco-innovation to reduce biodiversity impacts of wind energy: Key examples and drivers in the UK. Environmental Innovation and Societal Transitions, 28, 46–56. https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.03.003
No. Páginas	11
Resumen ejecutivo	El artículo analiza cómo la eco-innovación puede mitigar los impactos negativos de la energía eólica en la biodiversidad, utilizando el sector de energía eólica del Reino Unido como caso de estudio. Se identificaron 15 ejemplos de eco-innovación, clasificados en seis áreas temáticas: diseño de turbinas, planificación espacial, metodologías de evaluación, monitoreo y compartición de datos, prácticas de gestión y técnicas de instalación. Además, se identificaron siete factores clave que impulsan estas innovaciones, destacando la influencia de la regulación ambiental y los incentivos económicos. El estudio concluye que la eco-innovación puede ayudar a reconciliar los objetivos de despliegue de energías renovables y conservación de la biodiversidad, pero requiere un enfoque colaborativo entre desarrolladores, ONG, instituciones de investigación y organismos gubernamentales. También se enfatiza la necesidad de apoyo financiero y regulaciones específicas para fomentar innovaciones con bajo impacto ecológico.
Metodología	Enfoque de investigación: • Se utilizó un enfoque cualitativo basado en entrevistas semiestructuradas con 12 participantes clave del sector eólico, organismos regulatorios y el sector de conservación de la biodiversidad en el Reino Unido. • Las entrevistas exploraron ejemplos de innovación, los principales impulsores detrás de estas innovaciones y posibles incentivos para fomentar innovaciones con bajo impacto ecológico. Selección de participantes: • Incluyó representantes de pequeñas y medianas empresas (SMEs) que diseñan turbinas con menor impacto en la biodiversidad, expertos en conservación, representantes de asociaciones comerciales (Renewable UK) y organismos de innovación (Innovate UK y Horizon 2020). Análisis de datos:

	- Se utilizó codificación selectiva para identificar ejemplos de innovación y sus impulsores, y codificación abierta para desarrollar subcategorías temáticas de innovación. - La codificación axial permitió identificar relaciones entre los ejemplos de innovación y los factores impulsores. Limitaciones: - El estudio se centra exclusivamente en el Reino Unido y no incluye innovaciones en otras regiones. - Se enfoca en impactos ecológicos locales (e.g., colisiones de aves y murciélagos) y no aborda impactos en la cadena de suministro o fabricación de turbinas.
Resultados	Ejemplos de eco-innovación: - Se identificaron 15 ejemplos de eco-innovación, clasificados en seis áreas temáticas: - Diseño de turbinas: Tecnologías que reducen colisiones con aves y murciélagos. - Planificación espacial: Herramientas para evitar áreas sensibles. - Metodologías de evaluación: Técnicas avanzadas para evaluar impactos ecológicos. - Monitoreo y compartición de datos: Sistemas para rastrear y compartir información sobre impactos. - Prácticas de gestión: Estrategias para minimizar impactos durante la operación. - Técnicas de instalación: Métodos que reducen la perturbación de hábitats. - Factores impulsores de la innovación: - Regulación ambiental (e.g., cumplimiento de normativas sobre especies protegidas). - Incentivos económicos (e.g., reducción de costos). - Presión social y aceptación pública. - Colaboración entre desarrolladores y ONG. - Avances tecnológicos. - Financiamiento público para innovación. - Competitividad en el mercado. - Relación con la literatura: - Las innovaciones organizacionales y de procesos son más sensibles a influencias institucionales y políticas, mientras que las innovaciones de producto están más impulsadas por factores económicos.
Cifras relevantes	- Número de ejemplos de eco-innovación identificados: 15. - Áreas temáticas de innovación: 6 (diseño de turbinas, planificación espacial, evaluación, monitoreo, gestión, instalación). - Número de participantes entrevistados: 12. - Factores impulsores identificados: 7 (regulación, incentivos económicos, presión social, colaboración, avances tecnológicos, financiamiento público, competitividad).

Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: • La eco-innovación puede mitigar los impactos negativos de la energía eólica en la biodiversidad y ayudar a reconciliar los objetivos de despliegue de energías renovables y conservación. • La regulación ambiental es un motor clave de la innovación, pero debe complementarse con colaboración institucional y financiamiento específico. • Las innovaciones organizacionales y de procesos son más sensibles a factores políticos, mientras que las innovaciones de producto están impulsadas por costos y competitividad. Limitaciones: • La evidencia sobre los impactos de las innovaciones en desarrollos eólicos offshore es limitada. • Se requiere una evaluación ambiental rigurosa para confirmar la efectividad de las innovaciones identificadas. Recomendaciones • Políticas regulatorias: ○ Diseñar regulaciones que no solo protejan la biodiversidad, sino que también incentiven la innovación. ○ Evaluar los costos y beneficios de las medidas regulatorias antes de implementarlas. • Colaboración institucional: ○ Fomentar la cooperación entre desarrolladores, ONG, instituciones de investigación y organismos gubernamentales para compartir conocimientos y recursos. • Apoyo financiero: ○ Establecer programas de financiamiento específicos para innovaciones con bajo impacto ecológico. ○ Priorizar proyectos que contribuyan a objetivos de biodiversidad y sostenibilidad. • Investigación futura: ○ Analizar cómo las eco-innovaciones pueden reducir barreras para el despliegue de energía eólica. ○ Explorar cómo motivaciones no relacionadas con la sostenibilidad pueden ser aprovechadas para abordar desafíos ambientales.
---------------------------------------	---

Tabla 10. The impact of climate change and energy resources on biodiversity loss: Evidence from a panel of selected Asian countries

Título	El impacto del cambio climático y los recursos energéticos en la pérdida de biodiversidad: Evidencia de un panel de países asiáticos seleccionados.
Autores	Miraj Ahmed Bhuiyan, Musarrat Jabeen, Khalid Zaman, Aqeel Khan, Jamilah Ahmad, Sanil S. Hishan
Año	2018
Bibliografía APA	Bhuiyan, M. A., et al. (2018). Climate change, energy resources, and biodiversity loss: An integrated approach for sustainable development in Asia. Renewable Energy, 117, 324-340. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.003
No. Páginas	17

Resumen ejecutivo	El estudio analiza la relación entre el cambio climático, las fuentes de energía, los factores de crecimiento económico y su impacto en la pérdida de biodiversidad en 18 países asiáticos durante el período 2000-2014. Utilizando un enfoque cuantitativo, se evalúan los efectos de factores climáticos como las precipitaciones promedio, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y gases de efecto invernadero (GEI), así como el papel de las fuentes de energía renovable y los recursos hídricos internos renovables en la conservación de la biodiversidad. Los resultados destacan que las emisiones de óxido nitroso, el consumo de energía renovable y los recursos hídricos renovables tienen un impacto significativo en la biodiversidad, medida a través de indicadores como la producción acuícola, el área forestal, el índice de beneficios de biodiversidad del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y la producción pesquera total. El estudio concluye que es necesario implementar políticas sostenibles que equilibren el crecimiento económico y la conservación de la biodiversidad, promoviendo el uso de energías renovables y la gestión adecuada de los recursos naturales.
Metodología	Objetivos del estudio: • Examinar el impacto de las precipitaciones promedio, las emisiones de CO₂ y los GEI en indicadores de biodiversidad como la producción acuícola, el área forestal, el índice de beneficios de biodiversidad del GEF y la producción pesquera total. • Evaluar cómo las emisiones de óxido nitroso, el consumo de energía renovable y los recursos hídricos renovables afectan la biodiversidad en diferentes niveles de distribución cuantílica (25%, 50% y 75%). • Analizar la relación entre los flujos de inversión extranjera directa (IED), el PIB per cápita y el crecimiento poblacional con la biodiversidad. Diseño del estudio: • Se utilizó un modelo de regresión de efectos fijos en panel y regresión cuantílica para analizar los datos de 18 países asiáticos entre 2000 y 2014. • Los datos incluyeron variables climáticas (precipitaciones, emisiones de CO₂ y GEI), energéticas (emisiones de óxido nitroso, consumo de energía renovable y recursos hídricos renovables) y económicas (PIB per cápita, IED y crecimiento poblacional). Indicadores de biodiversidad: • Producción acuícola. • Área forestal como proxy de hábitats potenciales. • Índice de beneficios de biodiversidad del GEF. • Producción pesquera total. Limitaciones: • El análisis se centra en países asiáticos y puede no ser generalizable a otras regiones. • No se incluyeron variaciones temporales más allá del período de estudio (2000-2014).
Resultados	Estadísticas descriptivas: • La producción acuícola varió entre 30 y 58,797,258 toneladas métricas, con un promedio de 3,253,972 toneladas métricas. • Las precipitaciones promedio fueron de 1,667 mm/año, con un máximo de 2,875 mm/año.

	- Las emisiones de CO₂ oscilaron entre 0.031 y 12.166 toneladas métricas per cápita, con un promedio de 2.451 toneladas métricas. - El área forestal promedio fue del 35.214% del área terrestre, con una desviación estándar del 24.162%. - El PIB per cápita promedio fue de 5,062.96 USD, con un rango de 239.69 a 38,087.66 USD. Impactos en la biodiversidad: - Las emisiones de óxido nitroso y los GEI tienen un impacto negativo significativo en la biodiversidad. - El consumo de energía renovable y los recursos hídricos renovables contribuyen positivamente a la conservación de la biodiversidad. - El crecimiento poblacional y el PIB per cápita están asociados con una mayor presión sobre los recursos naturales, lo que afecta negativamente la biodiversidad. Relación entre biodiversidad y factores climáticos: - Las precipitaciones promedio tienen un impacto positivo en la producción acuícola y la biodiversidad forestal. - Las emisiones de CO₂ y GEI están vinculadas a una disminución en los indicadores de biodiversidad. Distribución cuantílica: - Los efectos de las variables explicativas varían según los niveles de distribución cuantílica (25%, 50% y 75%), lo que sugiere que los impactos no son uniformes en todos los países.
Cifras relevantes	- Producción acuícola promedio: 3,253,972 toneladas métricas. - Precipitaciones promedio: 1,667 mm/año. - Emisiones de CO₂ promedio: 2.451 toneladas métricas per cápita. - Área forestal promedio: 35.214% del área terrestre. - Consumo de energía renovable promedio: 41.624% del consumo total de energía. - Recursos hídricos renovables promedio: 12,004.43 m³ per cápita. - Producción pesquera total promedio: 5,464,002 toneladas métricas.
Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: - Las fuentes de energía renovable y los recursos hídricos renovables son esenciales para mitigar los impactos negativos del cambio climático en la biodiversidad. - Las emisiones de GEI y el crecimiento económico no sostenible son los principales impulsores de la pérdida de biodiversidad en Asia. - La biodiversidad está estrechamente vinculada a factores climáticos, energéticos y económicos, lo que requiere un enfoque integrado para su conservación. Limitaciones: - La falta de datos más recientes y la exclusión de otros factores relevantes, como políticas específicas de conservación, limitan el alcance del estudio. Recomendaciones - Políticas energéticas sostenibles: - Promover el uso de energías renovables y reducir las emisiones de GEI mediante incentivos económicos y regulaciones estrictas.

	○ Implementar un equilibrio adecuado entre el crecimiento económico y la conservación de la biodiversidad. • Gestión de recursos naturales: ○ Mejorar la gestión de los recursos hídricos y forestales para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. ○ Fomentar la reforestación y la protección de hábitats naturales. • Colaboración internacional: ○ Fortalecer la cooperación entre países asiáticos para implementar políticas alineadas con el Protocolo de Kioto y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). • Investigación y monitoreo: ○ Ampliar los estudios sobre el impacto de las energías renovables en la biodiversidad y desarrollar indicadores más precisos para medir su efectividad.
--	---

Tabla 11. Sustainable renewable energy planning and wind farming optimization from a biodiversity perspective

Título	Planificación sostenible de energía renovable y optimización de parques eólicos desde una perspectiva de biodiversidad
Autores	A.Z. Dhunny, Z. Allam, D. Lobine, M.R. Lollchund
Año	2018
Bibliografía APA	Dhunny, A. Z., et al. (2018). Planning and optimization of wind farms using genetic algorithms: A case study in Mauritius. Renewable Energy, 117, 324-340. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.003
No. Páginas	16
Resumen ejecutivo	El estudio aborda la planificación y optimización de parques eólicos en áreas terrestres, con un enfoque en la integración de datos de biodiversidad y recursos eólicos para minimizar los impactos ambientales y maximizar la eficiencia energética. Utilizando un modelo basado en algoritmos genéticos (GA), se evalúan ubicaciones óptimas para turbinas eólicas en la región sureste de Mauricio, considerando datos de biodiversidad, patrones de viento y análisis económicos. Los resultados destacan que el modelo propuesto permite identificar configuraciones de turbinas que maximizan la generación de energía mientras mantienen costos nivelados de electricidad (LCOE) por debajo de un precio objetivo. Sin embargo, se identificaron limitaciones relacionadas con la disponibilidad de datos históricos y mapas de biodiversidad, especialmente sobre patrones de migración de aves. El estudio concluye que este enfoque puede ser una herramienta valiosa para planificar proyectos de energía renovable sostenibles, especialmente en regiones con ecosistemas frágiles.
Metodología	Optimización del diseño de parques eólicos: • Se utilizó un algoritmo genético (GA) para identificar las configuraciones óptimas de turbinas eólicas en función de las condiciones del viento y la biodiversidad. • El modelo analiza datos de biodiversidad mediante sistemas de información geográfica (GIS) y evalúa los recursos eólicos utilizando el modelo climático regional WRF.

	Evaluación económica: - Se realizó un análisis económico basado en la generación proyectada de energía para calcular los costos nivelados de electricidad (LCOE) y determinar la viabilidad económica de las configuraciones propuestas. Evaluación de recursos eólicos: - Se recopilaron datos meteorológicos de estaciones locales y mapas de viento para evaluar el potencial eólico en la región sureste de Mauricio. - Los datos se extrapolaron para ajustarse a la altura de las turbinas eólicas. Limitaciones: - Falta de mapas históricos de flujo de viento previos a 1989 en la región del Océano Índico Occidental. - Ausencia de datos detallados sobre patrones de migración de aves y mapas de biodiversidad específicos.
Resultados	Identificación de ubicaciones óptimas: - El modelo identificó la región sureste de Mauricio como un área con alto potencial para la instalación de parques eólicos, basada en la intensidad y dirección del viento. Configuración de turbinas: - Utilizando el algoritmo genético, se diseñaron configuraciones de turbinas que maximizan la generación de energía y minimizan los impactos en la biodiversidad. Análisis económico: - El modelo logró identificar configuraciones con costos nivelados de electricidad (LCOE) por debajo del precio objetivo, asegurando la viabilidad económica del proyecto. Impactos en la biodiversidad: - Aunque se consideraron datos de biodiversidad, la falta de información detallada sobre patrones de migración de aves y fauna local limitó la precisión del análisis.
Cifras relevantes	- Período de evaluación de datos meteorológicos: 2 a 5 años. - Altura de medición de datos meteorológicos: 10 metros, extrapolados a la altura de las turbinas. - Número de pasos en el modelo de evaluación: 3 (análisis de flujo de viento, optimización de turbinas con GA, análisis económico). - Mortalidad de aves en parques eólicos (referencia externa): Entre 100,000 y 328,000 aves al año en EE. UU.
Conclusiones y recomendaciones	Principales hallazgos: - El modelo basado en algoritmos genéticos es efectivo para planificar parques eólicos sostenibles, integrando datos de biodiversidad y recursos eólicos. - La región sureste de Mauricio tiene un alto potencial para la energía eólica, con configuraciones que cumplen con objetivos económicos y ambientales. Limitaciones: - La falta de datos históricos y mapas detallados de biodiversidad limita la precisión del análisis. - Es necesario realizar estudios adicionales sobre patrones de migración de aves y fauna local para mejorar la planificación.

	Implicaciones: • Este enfoque puede ser replicado en otras regiones con ecosistemas frágiles, proporcionando una herramienta para equilibrar la demanda energética y la conservación ambiental. Recomendaciones • Mejorar la recopilación de datos: ○ Desarrollar mapas detallados de biodiversidad, incluyendo patrones de migración de aves y fauna local. ○ Ampliar la recopilación de datos meteorológicos a alturas específicas de turbinas. • Promover políticas sostenibles: ○ Implementar regulaciones que integren la planificación energética con la conservación de la biodiversidad. ○ Fomentar la colaboración entre desarrolladores de energía, gobiernos y organizaciones de conservación. • Ampliar el uso del modelo: ○ Aplicar el modelo en otras regiones con potencial eólico para evaluar su efectividad en diferentes contextos geográficos y ecológicos. • Investigación futura: ○ Realizar estudios sobre el impacto a largo plazo de los parques eólicos en la biodiversidad local. ○ Desarrollar tecnologías que minimicen la mortalidad de aves y otros impactos negativos asociados con la energía eólica.
--	--

Comunidades energéticas y biodiversidad

Para realizar la selección de palabras se consideran los siguientes términos:

- Comunidad renovables: Community renewables – CR
- Comunidad de energías renovables: Renewable Energy Community – REC
- Comunidad de energía ciudadana: Citizen Energy Community – CEC
- Sistemas de Energía Local / Comunidad Local de Energía Local: Energy Systems – LES / Local Energy Communities - LEC
- Comunidad renovable rural: Rural renewable community - RRC
- Comunidades isleñas sostenibles Sustainable: Island Communities – SIC
- Consorcios o cooperativas de generación distribuida: Consórcios e cooperativas de Geração Distribuída

Selección de bases de datos

En esta sección se analizan las palabras claves: Renewable energy communities and biodiversity

Figura 5. Base de datos ScienceDirect Renewable energy communities and biodiversity

The screenshot shows the ScienceDirect search results page for the keyword 'biodiversity'. The page displays 488 results, sorted by relevance. The search bar at the top contains the term 'biodiversity'. Below the search bar, there are links for 'Title, abstract, keywords: Renewable energy communities' and 'Advanced search'. On the left side, there are filters for 'Refine by:', 'Years' (2025, 2024, 2023), and 'Article type' (Review articles, Research articles, Encyclopedia, Book chapters). The main content area shows two research articles. The first article is titled 'Methodology for strengthening energy resilience with SMART solution approach of rural areas: Local production of alternative biomass fuel within renewable energy community' and is published in 'Energy Reports, November 2023'. The second article is titled 'On a new method to design solar photovoltaic systems in renewable energy communities: The case of Culatra Island (Ria Formosa, Portugal)' and is published in 'Energy, 15 December 2023'. Both articles have links for 'View PDF', 'Abstract', 'Figures', and 'Export'. At the bottom of the page, there is a 'Personalize' button and a 'FEEDBACK' button.

En total se encuentran 488 resultados, en un periodo de 1996-2025, entre revistas científicas, libros electrónicos, artículos de investigación y estudios de caso. Los años con más publicaciones son 2024 (24%), 2023 (13%) y 2022 (9%). En el periodo 2017-2024 se publicaron el 75% de los artículos. Los tipos de artículos más frecuentes son artículos de investigación (67%), artículos de revisión (21%) y capítulos de libros (7%). Finalmente, las áreas más consultadas son reseñas de energía renovable (10%), artículos de investigación energética (8%) y política energética (6%).

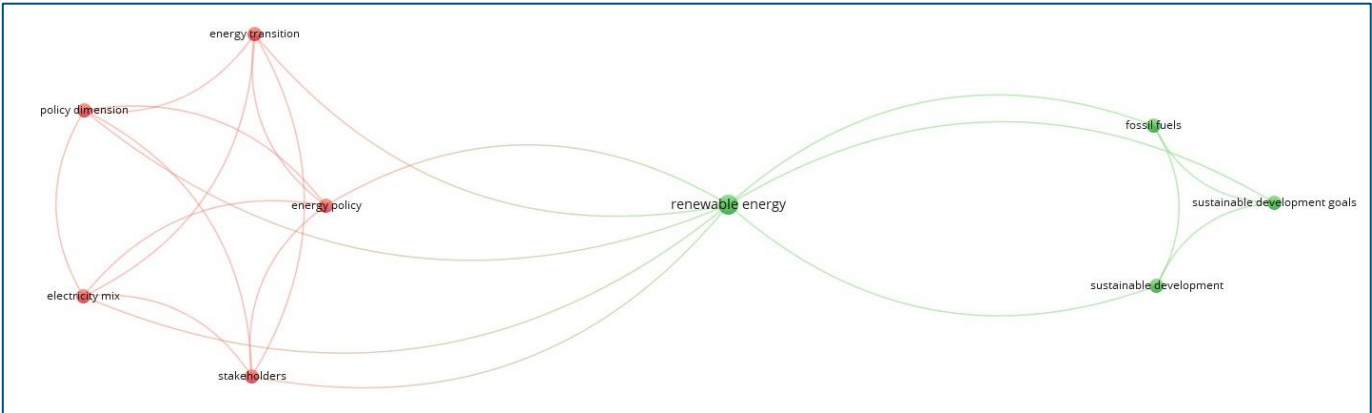
Extracción de datos

Para analizar los datos, se revisan y seleccionan solo los 100 artículos más relevantes. Se descargan en formato RIS, el cual se descarga en la computadora y se abre en el gestor de referencias o software de citas.

Análisis de datos

Al seleccionar los 100 artículos más relevantes las relaciones identificadas son los siguientes: Energía renovable, política energética, transición energética y desarrollo sostenible

Figura 6. Mapa visual, 100 artículos más relevantes comunidad de energías renovables y biodiversidad



Interpretación de resultados

Para interpretar los resultados se analizan los artículos más relevantes:

Tabla 12. Evaluation of potential of energetic development in isolated zones with wide biodiversity: NIZ Chocó-Colombia case study

Título	Evaluación del potencial de desarrollo energético en zonas aisladas con amplia biodiversidad: estudio de caso ZNI Chocó-Colombia.
Autores	Deybi B. Asprilla, Carlos F. Valdés, Robert J. Macías, Farid Chejne
Año	2018
Bibliografía APA	Asprilla, D. B., Valdés, C. F., Macías, R. J., & Chejne, F. (2018). Evaluation of potential of energetic development in isolated zones with wide biodiversity: NIZ Chocó-Colombia case study. Thermal Science and Engineering Progress, 8, 109–117. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2018.09.002
No. Páginas	18
Resumen ejecutivo	El artículo analiza el potencial energético de las zonas no interconectadas (ZNI) del departamento del Chocó, Colombia, mediante el uso de sistemas híbridos de gasificación de biomasa y energía fotovoltaica. Estas regiones, caracterizadas por su alta biodiversidad y precariedad en infraestructura energética, presentan una oportunidad para implementar tecnologías sostenibles que aprovechen recursos locales como la biomasa residual y la radiación solar. El estudio evalúa la viabilidad técnica y económica de un sistema híbrido basado en gasificación de cáscara de

	arroz y generación fotovoltaica, destacando su capacidad para satisfacer las necesidades energéticas básicas de las comunidades aisladas. Los resultados muestran que este enfoque puede mejorar la calidad de vida, reducir emisiones contaminantes y fomentar el desarrollo económico local, contribuyendo a la sostenibilidad energética en regiones con alta biodiversidad.
Metodología	- Recolección de datos: - Radiación solar: Se utilizaron datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) para medir la radiación solar promedio en la región. - Disponibilidad de biomasa: Se cuantificó la biomasa residual en el departamento del Chocó con datos reportados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). - Demanda energética: Se estimó con base en el "Plan de Energización Rural Sostenible del Departamento del Chocó (PERS)". - Caracterización de la biomasa: - Se seleccionó la cáscara de arroz como materia prima para la gasificación debido a su alta disponibilidad (95% no utilizada comercialmente) y sus propiedades fisicoquímicas favorables (contenido de humedad, carbono fijo y valor calorífico). - Diseño del sistema híbrido: - El sistema híbrido combina un gasificador de biomasa de lecho fijo (downdraft) con un motor de combustión interna adaptado para trabajar con gas de síntesis (syngas) y un sistema fotovoltaico de 22 paneles (5.39 kW) con un banco de baterías de 35 kWh/día. - Análisis experimental: - Se realizaron pruebas de gasificación y generación fotovoltaica en Medellín para evaluar el rendimiento del sistema y extrapolar los resultados a las condiciones del Chocó. - Evaluación de indicadores: - Se analizaron indicadores de eficiencia energética, capacidad de generación y reducción de emisiones para determinar la viabilidad del sistema.
Resultados	- Potencial energético de la biomasa: - El Chocó cuenta con 416,760 toneladas anuales de biomasa residual, con un potencial energético bruto de 2500–3000 TJ/año. - La cáscara de arroz, con un 95% de disponibilidad no comercial, es una materia prima ideal para procesos de gasificación. - Generación fotovoltaica: - El sistema fotovoltaico alcanzó un rendimiento promedio del 75%, con una capacidad mínima estable de 4.04 kWh, consistente con las condiciones meteorológicas locales. - Sistema híbrido: - La combinación de gasificación de biomasa y generación fotovoltaica permitió una producción estable de energía entre 24 y 27 kWh, suficiente para satisfacer las necesidades básicas de pequeñas comunidades. - Impacto ambiental:

	a. El sistema híbrido reduce significativamente las emisiones contaminantes al reemplazar fuentes de energía tradicionales con tecnologías limpias. 5. Viabilidad técnica y económica: a. El sistema híbrido es adecuado para las ZNI del Chocó, promoviendo el uso eficiente de recursos locales y mejorando la calidad de vida en comunidades aisladas.
Cifras relevantes	• Disponibilidad de biomasa: 416,760 toneladas/año. • Potencial energético bruto: 2500–3000 TJ/año. • Rendimiento del sistema fotovoltaico: 75% promedio. • Capacidad de generación del sistema híbrido: 24–27 kWh. • Capacidad del sistema fotovoltaico: 5.39 kW con un banco de baterías de 35 kWh/día. • Temperatura de gasificación: Entre 800 y 1000 °C.
Conclusiones y recomendaciones	1. Principales hallazgos: a. El Chocó tiene un alto potencial para implementar sistemas híbridos de energía renovable, aprovechando su biomasa residual y radiación solar. b. La gasificación de biomasa y la generación fotovoltaica son tecnologías complementarias que pueden satisfacer las necesidades energéticas básicas de las ZNI. c. Este enfoque contribuye a la sostenibilidad energética, mejora la calidad de vida y fomenta el desarrollo económico local. 2. Limitaciones: a. La falta de infraestructura de transporte y mantenimiento en las ZNI puede dificultar la implementación de estos sistemas. b. Se requiere un análisis más detallado de los costos de inversión y operación para garantizar la viabilidad económica a largo plazo. 3. Implicaciones: a. La implementación de sistemas híbridos en regiones aisladas puede reducir la dependencia de fuentes de energía tradicionales y mitigar los impactos ambientales asociados. Recomendaciones 1. Políticas públicas: a. Promover incentivos para la implementación de sistemas híbridos en regiones aisladas. b. Desarrollar programas de capacitación para comunidades locales en el uso y mantenimiento de estas tecnologías. 2. Investigación futura: a. Realizar estudios a largo plazo sobre el impacto económico, social y ambiental de los sistemas híbridos en las ZNI. b. Evaluar la integración de otras fuentes renovables, como la energía eólica, en los sistemas híbridos. 3. Infraestructura: a. Mejorar la infraestructura de transporte y mantenimiento en las ZNI para facilitar la implementación de tecnologías renovables.

	4. Monitoreo y evaluación: a. Establecer programas de monitoreo continuo para evaluar el desempeño de los sistemas híbridos y optimizar su operación.
--	---

Tabla 13. Photovoltaic-green roof energy communities can uphold the European Green Deal: Probabilistic cost-benefit analyses help discern economically

Título	Las comunidades energéticas con techos verdes fotovoltaicos pueden apoyar el Pacto Verde Europeo: Los análisis de costo-beneficio probabilísticos ayudan a discernir los escenarios económicamente convenientes.
Autores	Francesco Cruz Torres, Javier Babí Almenar, Benedetto Rugani
Año	2023
Bibliografía APA	Cruz Torres, F., Egusquiza, A., Arana-Bollar, M., Sopelana, A., & Babí Almenar, J. (2023). Economic and Policy Analysis of PV-Green Energy Communities (PGECS). Journal of Cleaner Production, 414, 137428. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137428
No. Páginas	2023
Resumen ejecutivo	El artículo analiza la viabilidad económica y las condiciones legislativas necesarias para implementar comunidades energéticas basadas en techos verdes con paneles fotovoltaicos (PV-green roofs) en el contexto europeo, con un caso de estudio en Luxemburgo. A través de una metodología combinada que incluye revisiones sistemáticas de literatura, análisis costo-beneficio probabilístico (CBA) y la técnica de Scenario Discovery, se evalúan los costos y beneficios sociales y privados de los PGECS. Los resultados muestran que los PGECS pueden ser económicamente viables bajo ciertas condiciones legislativas y económicas, contribuyendo a los objetivos del European Green Deal (EGD). Además, se identifican las condiciones específicas que maximizan los beneficios económicos, ambientales y sociales, destacando la importancia de un marco regulatorio adecuado y de políticas públicas que incentiven su implementación.
Metodología	- Revisión sistemática de literatura: - Política: Se revisaron documentos legales de la Unión Europea (UE) relacionados con comunidades energéticas renovables (RECs) y su transposición en legislaciones nacionales de Italia y Luxemburgo. Esto permitió identificar el modelo legal más adecuado para los PGECS y su alineación con los objetivos del EGD. - Costos y beneficios: Se analizaron estudios académicos y revisiones previas sobre techos verdes y paneles fotovoltaicos, considerando costos de implementación, operación y fin de vida, así como beneficios económicos y ambientales. - Caso de estudio en Luxemburgo: - Se seleccionó Luxemburgo como caso de estudio debido a su estrategia de descarbonización y su contexto climático y socioeconómico. Se utilizaron datos específicos del país para evaluar la viabilidad de los PGECS. - Análisis costo-beneficio probabilístico (CBA): - Se realizaron dos CBAs: uno social y otro privado. Los valores de costos y beneficios se modelaron de manera probabilística para

	reflejar la incertidumbre en los datos y obtener múltiples valores de Net Present Value (NPV). 4. Scenario Discovery: a. Se utilizó esta técnica para identificar las condiciones específicas (costos, beneficios y tasas de descuento) que hacen económicamente viables los PGECS. Esto permitió definir un espacio de incertidumbre y evaluar escenarios con resultados positivos. 5. Modelo computacional: a. El análisis se implementó en Python, utilizando datos de la revisión sistemática y simulaciones para calcular múltiples NPVs bajo diferentes escenarios. 6. Entrevistas con expertos: a. Se realizaron entrevistas con funcionarios del gobierno de Luxemburgo y un experto de la industria italiana para complementar la interpretación de las leyes nacionales y los posibles contrastes con la legislación de la UE.
Resultados	1. Viabilidad económica: a. Los PGECS son económicamente viables tanto a nivel social como privado bajo ciertas condiciones, como costos de instalación reducidos y beneficios significativos de generación eléctrica. 2. Impactos ambientales y sociales: a. Los techos verdes con paneles fotovoltaicos mejoran la eficiencia energética, reducen las emisiones de carbono y contribuyen a la biodiversidad urbana, alineándose con los objetivos del EGD. 3. Condiciones clave para la viabilidad: a. La viabilidad económica depende de factores como: i. Costos de instalación y mantenimiento de los techos verdes y paneles fotovoltaicos. ii. Beneficios económicos derivados de la generación de electricidad. iii. Tasas de descuento aplicadas en los análisis costo-beneficio. 4. Marco regulatorio: a. La legislación europea (RED II y otras directivas) proporciona un marco adecuado para las RECs, pero su implementación a nivel nacional varía. Luxemburgo e Italia destacan como ejemplos de transposición efectiva. 5. Innovación metodológica: a. La combinación de CBA probabilístico y Scenario Discovery permitió superar las limitaciones de los enfoques tradicionales, identificando escenarios específicos que maximizan los beneficios económicos y sociales.
Cifras relevantes	• Documentos legales analizados: 4 directivas de la UE, incluyendo la Directiva (EU) 2018/2001 (RED II). • Estudios revisados: 33 artículos, de los cuales 28 son CBAs y 5 analizan el desempeño de paneles fotovoltaicos.

	• Incentivos en Italia: 110 €/MWh por 20 años y 8 €/MWh por electricidad compartida dentro de la comunidad. • Resolución temporal: 15 minutos para modelar la gestión de recursos y cargas. • Técnica de análisis: El modelo probabilístico generó múltiples NPVs, cada uno asociado a un escenario específico.
Conclusiones y recomendaciones	1. Principales hallazgos: a. Los PGECs son una solución viable para promover la sostenibilidad energética y ambiental en Europa, siempre que se implementen bajo condiciones económicas y legislativas favorables. b. La combinación de techos verdes y paneles fotovoltaicos ofrece beneficios significativos en términos de eficiencia energética, reducción de emisiones y biodiversidad urbana. 2. Limitaciones: a. La incertidumbre en los costos y beneficios dificulta la generalización de los resultados a otros contextos. b. La falta de datos específicos sobre techos verdes en algunos estudios limita la precisión del análisis. 3. Implicaciones políticas: a. Es necesario un marco regulatorio uniforme que incentive la implementación de PGECs y reduzca las barreras económicas y administrativas. b. Los resultados del estudio pueden informar estrategias de descarbonización en Luxemburgo y otros países europeos. Recomendaciones 1. Políticas públicas: a. Establecer incentivos económicos para reducir los costos de instalación de techos verdes y paneles fotovoltaicos. b. Promover la cooperación entre gobiernos locales, empresas y comunidades para implementar PGECs. 2. Investigación futura: a. Realizar estudios empíricos a largo plazo para evaluar los impactos económicos, sociales y ambientales de los PGECs. b. Ampliar el análisis a otros países y contextos climáticos para validar los resultados. 3. Diseño de proyectos: a. Priorizar la implementación de PGECs en áreas urbanas con alta densidad poblacional y necesidades energéticas significativas. b. Incorporar tecnologías avanzadas para maximizar la eficiencia de los techos verdes y paneles fotovoltaicos. 4. Monitoreo y evaluación: a. Establecer sistemas de monitoreo continuo para evaluar el desempeño de los PGECs y ajustar las políticas según sea necesario.

Tabla 14. Methodology for strengthening energy resilience with SMART solution approach of rural areas: Local production of alternative biomass fuel within renewable energy community.

Título	Metodología para fortalecer la resiliencia energética con un enfoque de soluciones SMART en áreas rurales: Producción local de biocombustibles alternativos dentro de una comunidad de energía renovable.
Autores	Lukáš Janota, Kamila Vávrová, Rut Bízková
Año	2023
Bibliografía APA	Janota, L., Vávrová, K., & Bízková, R. (2023). Local production of alternative energy fuel: A methodology for renewable energy communities. <i>Energy Reports</i> , 10, 1211–1227. https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.08.009
No. Páginas	17
Resumen ejecutivo	El artículo propone una metodología integral para la producción local de biocombustibles alternativos (pellets de madera) en comunidades rurales. El objetivo principal es garantizar una fuente local de combustible renovable (biomasa) para cubrir las necesidades de energía térmica de los ciudadanos, promoviendo la sostenibilidad energética y la restauración de suelos degradados. La metodología incluye el cultivo sostenible de cultivos energéticos de rotación corta en suelos erosionados o degradados, la producción de pellets de biomasa con un valor calorífico de 16 MJ/kg y la implementación de comunidades energéticas renovables. Este enfoque innovador busca reducir la dependencia de fuentes de energía externas, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y modernizar las tecnologías utilizadas, contribuyendo a la autosuficiencia energética y la resiliencia local.
Metodología	La metodología propuesta se divide en cuatro pasos principales, diseñados para garantizar la producción local de biocombustibles y la restauración de suelos degradados: 1. Identificación de suelos adecuados: a. Se seleccionan suelos erosionados o degradados por la agricultura intensiva para el cultivo de cultivos energéticos de rotación corta, como el álamo o el sauce. 2. Cultivo sostenible de biomasa: a. Se implementa el cultivo de plantas leñosas de rápido crecimiento, optimizando su ubicación en bloques de suelo seleccionados para maximizar la restauración del suelo y la producción de biomasa. 3. Producción de pellets de biomasa: a. La biomasa cultivada se procesa localmente para producir pellets de madera con un valor calorífico de 16 MJ/kg, adecuados para cubrir las necesidades de calefacción de la comunidad. 4. Evaluación integral: a. Se realiza una evaluación económica y ambiental para medir los beneficios globales del proyecto, considerando la autosuficiencia energética, la reducción de emisiones y los impactos positivos en el suelo y el paisaje.

	La metodología se aplica dentro del marco de una comunidad energética renovable, definida según las directivas de la Unión Europea, y se enfoca en la producción y uso local de fuentes de energía renovable distintas de la electricidad.
Resultados	- Producción de biocombustibles: - La metodología permite la producción local de pellets de biomasa con un valor calorífico de 16 MJ/kg, suficientes para cubrir las necesidades térmicas de las comunidades rurales. - Restauración de suelos: - El cultivo de biomasa en suelos degradados contribuye a la restauración de suelos erosionados, mejorando su calidad y reduciendo los impactos negativos de la agricultura intensiva. - Autosuficiencia energética: - Las comunidades energéticas renovables pueden reducir su dependencia de fuentes externas de energía, aumentando su resiliencia y autonomía. - Impactos ambientales: - La producción local de biocombustibles reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y fomenta la sostenibilidad ambiental. - Modernización tecnológica: - La implementación de tecnologías modernas para la producción de pellets y la gestión de cultivos energéticos mejora la eficiencia energética y reduce los costos asociados.
Cifras relevantes	- Valor calorífico de los pellets de biomasa: 16 MJ/kg. - Reducción de emisiones: No se especifica un porcentaje exacto, pero se destaca la contribución a los objetivos climáticos de la UE. - Compromiso de la UE: Reducción del 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030. - Duración del proyecto: Parte del proyecto SS02030031, financiado por la Agencia de Tecnología de la República Checa.
Conclusiones y recomendaciones	- Principales hallazgos: - La metodología propuesta es efectiva para garantizar la producción local de biocombustibles renovables, contribuyendo a la autosuficiencia energética y la restauración de suelos degradados. - Las comunidades energéticas renovables son una herramienta clave para reducir la dependencia de fuentes externas de energía y aumentar la resiliencia local. - Limitaciones: - No se aborda la distribución interna de los beneficios económicos dentro de la comunidad energética. - La metodología no incluye un análisis detallado de los costos de implementación para los participantes individuales. - Implicaciones: - Este enfoque puede ser replicado en otras regiones rurales con suelos degradados, contribuyendo a los objetivos climáticos y de sostenibilidad de la UE.

	Recomendaciones 1. Políticas públicas: a. Promover incentivos para la implementación de comunidades energéticas renovables basadas en biomasa. b. Fomentar la restauración de suelos degradados mediante el cultivo de cultivos energéticos de rotación corta. 2. Investigación futura: a. Realizar estudios a largo plazo sobre los impactos económicos, sociales y ambientales de las comunidades energéticas renovables. b. Evaluar la viabilidad de integrar otras fuentes de energía renovable, como la solar o la eólica, en estas comunidades. 3. Educación y capacitación: a. Capacitar a los ciudadanos en la gestión de cultivos energéticos y la producción de biocombustibles. b. Fomentar la participación activa de las comunidades en la planificación y operación de proyectos energéticos. 4. Monitoreo y evaluación: a. Establecer sistemas de monitoreo continuo para evaluar el desempeño de las comunidades energéticas y optimizar su operación.
--	---

Tabla 15. A multi-criteria approach to designing and managing a renewableenergy community.

Título	Un enfoque multicriteria para diseñar y gestionar una comunidad de energía renovable
Autores	Nikita Tomin, Vladislav Shakirov, Victor Kurbatsky, Roman Muzychuk, Ekaterina Popova, Denis Sidorov, Alexandr Kozlov , Dechang Yang
Año	2022
Bibliografía APA	Tomin, N., et al. (2022). Multi-criteria methodology for planning and managing energy communities. Renewable Energy, 199, 1153–1175. https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.1153
No. Páginas	23
Resumen ejecutivo	El artículo propone un enfoque integral para el diseño y gestión de comunidades energéticas basadas en fuentes de energía renovable (RES). La metodología se centra en un enfoque multi-criterio que considera aspectos económicos, ambientales, sociales y técnicos, utilizando herramientas avanzadas como la optimización estocástica, la teoría de juegos y métodos de inteligencia artificial. El estudio incluye un caso práctico aplicado a tres aldeas remotas en la costa del Mar de Japón, donde se aprovechan recursos renovables como biomasa, energía solar y eólica. Los resultados muestran que la metodología permite seleccionar configuraciones óptimas de comunidades energéticas bajo condiciones de incertidumbre, maximizando la sostenibilidad y la eficiencia. Además, se destaca la importancia de un mercado eléctrico local "justo" para garantizar la equidad entre los participantes.
Metodología	1. Diseño del enfoque multi-criterio:

	a. Se desarrolló un modelo basado en la metodología MAVT (Multi-Attribute Value Theory), modificado para incluir estimaciones de intervalos en lugar de valores precisos, lo que permite manejar la incertidumbre en las preferencias de los tomadores de decisiones. b. Se utilizaron herramientas de optimización bi-nivel y teoría de juegos (Stackelberg) para modelar la interacción entre los intereses de los participantes. 2. Etapas del modelo: a. Análisis inicial: Identificación de las condiciones sociales, económicas y climáticas de las comunidades. b. Desarrollo de configuraciones: Se diseñaron 17 configuraciones de microredes utilizando el software HOMER Pro, considerando fuentes como gasificadores de biomasa, módulos fotovoltaicos, turbinas eólicas y generadores diésel. c. Evaluación multi-criterio: Se evaluaron las configuraciones según criterios económicos, ambientales y sociales, utilizando intervalos para reflejar la incertidumbre. d. Comparación de alternativas: Se aplicó un indicador de dominancia relativa para seleccionar las configuraciones más adecuadas. 3. Caso práctico: a. Se aplicó la metodología a tres aldeas remotas (Samarga, Edinka y otra no especificada) ubicadas a más de 200 km de la red eléctrica, utilizando recursos locales como biomasa, viento y sol. 4. Simulación y análisis: a. Se realizaron simulaciones en Matlab y HOMER Pro para optimizar las configuraciones y evaluar los resultados bajo diferentes escenarios (económico, ambiental y social).
Resultados	1. Configuraciones óptimas: a. De las 17 configuraciones evaluadas, las seleccionadas lograron un equilibrio entre costos, sostenibilidad ambiental y beneficios sociales. b. La configuración basada en biomasa y energía eólica fue la más eficiente para las aldeas con cargas industriales (como Edinka), mientras que la solar y biomasa fue más adecuada para aldeas residenciales. 2. Reducción de costos: a. Los usuarios lograron reducir sus tarifas eléctricas hasta en un 75%, con precios que oscilan entre 0.238 /kWh y 0.06/kWh en ciertas horas del día. 3. Impactos ambientales: a. Las configuraciones seleccionadas redujeron significativamente las emisiones de CO₂ al reemplazar generadores diésel con fuentes renovables. 4. Equidad y sostenibilidad: a. El modelo garantizó que ningún participante "perdiera" al formar parte de la comunidad energética, cumpliendo con la condición de Pareto. 5. Adaptabilidad:

	a. Las configuraciones seleccionadas demostraron ser resilientes a cambios en las condiciones de desarrollo, gracias al uso de intervalos en las evaluaciones.
Cifras relevantes	• Número de configuraciones evaluadas: 17. • Reducción de tarifas eléctricas: Hasta un 75%. • Distancia de las aldeas a la red eléctrica: Más de 200 km. • Tecnologías utilizadas: Gasificadores de biomasa, módulos fotovoltaicos, turbinas eólicas, generadores diésel y sistemas de almacenamiento de energía. • Software empleado: HOMER Pro y Matlab.
Conclusiones y recomendaciones	1. Principales hallazgos: a. La metodología propuesta permite diseñar y gestionar comunidades energéticas sostenibles, adaptadas a las necesidades locales y resilientes a la incertidumbre. b. La integración de herramientas avanzadas como la optimización bi-nivel y la teoría de juegos mejora la equidad y la eficiencia en la distribución de beneficios. c. Las configuraciones seleccionadas maximizan la sostenibilidad económica, ambiental y social, promoviendo la autosuficiencia energética en comunidades remotas. 2. Limitaciones: a. La metodología requiere datos detallados y precisos, lo que puede ser un desafío en regiones con poca infraestructura. b. El análisis se centró en un caso práctico específico, lo que limita la generalización de los resultados. 3. Implicaciones: a. Este enfoque puede ser replicado en otras comunidades remotas, contribuyendo a la transición energética global y al desarrollo sostenible. Recomendaciones 1. Políticas públicas: a. Fomentar la implementación de comunidades energéticas en regiones remotas mediante incentivos económicos y regulatorios. b. Promover la creación de mercados eléctricos locales "justos" para garantizar la equidad entre los participantes. 2. Investigación futura: a. Ampliar el análisis a otras regiones y contextos climáticos para validar la metodología. b. Integrar tecnologías emergentes, como el hidrógeno verde, en las configuraciones de las comunidades energéticas. 3. Educación y capacitación: a. Capacitar a los tomadores de decisiones y a las comunidades locales en el uso de herramientas de planificación energética. b. Fomentar la participación activa de los usuarios en el diseño y gestión de las comunidades energéticas. 4. Monitoreo y evaluación:

- a. Establecer sistemas de monitoreo continuo para evaluar el desempeño de las comunidades energéticas y ajustar las configuraciones según sea necesario.

Prosumidores y biodiversidad

Selección de bases de datos

En esta sección se analizan las palabras claves: energy prosumers and biodiversity

Figura 7. Base de datos ScienceDirect energy prosumers and biodiversity

The screenshot shows the ScienceDirect search interface. At the top, there's a navigation bar with 'ScienceDirect' logo, 'Journals & Books', 'Help', 'My account', and a link to 'University of the Andes'. Below this is a search bar with the text 'energy prosumers' and a search button. Under the search bar, it says 'Find articles with these terms' and 'Title, abstract, keywords: Biodiversity'. There's a link for 'Advanced search'. The results section shows '8 results' and a 'Set search alert' button. On the left, there's a 'Refine by' section with 'Subscribed journals' and 'Years' (2024 (1), 2023 (1), 2022 (2)). The main results list two research articles, both open access, from 'Energy Procedia, March 2019' by Wendy Miller. The first article is 'Food, water, energy, waste: an examination of socio-technical issues for urban prosumers: Part 2 (Results and Discussion)' and the second is 'Part 1 (Context)'. Both articles have links for 'View PDF', 'Abstract', 'Extracts', and 'Export'.

En total se encuentran 8 resultados, en un periodo de 2017 y 2024, entre revistas científicas, libros electrónicos, artículos de investigación y estudios de caso.

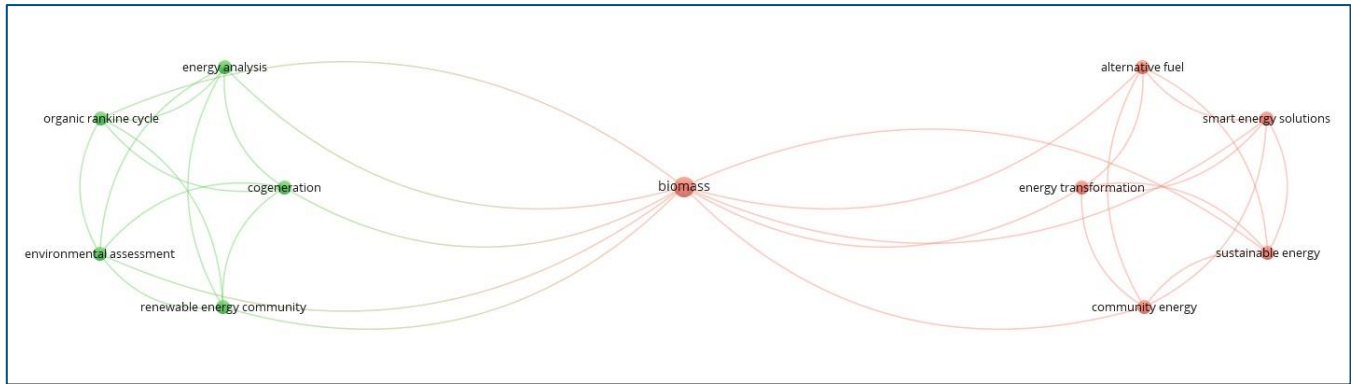
Extracción de datos

Para analizar los datos, se revisan y seleccionan los 8 artículos. Se descargan en formato RIS, el cual se descarga en la computadora y se abre en el gestor de referencias o software de citas.

Análisis de datos

Al seleccionar los 8 artículos, las relaciones identificadas son los siguientes: Biomasa, análisis energético, hitos ambientales, comunidades energéticas, transformación energética, entre otros

Figura 8. Mapa visual, 8 artículos energy prosumers and biodiversity



Interpretación de resultados

Para interpretar los resultados se analizan los artículos más relevantes:

Tabla 16. The policy dimension of energy transition: The Brazilian case in promoting renewable energies (2000–2022)

Título	La dimensión política de la transición energética: el caso brasileño en la promoción de energías renovables (2000–2022)
Autores	Deborah Werner, Lira Luz Benites Lázaro
Año	2023
Bibliografía APA	Werner, D., & Lazaro, L. L. B. (2023). Policies and regulations promoting renewable energy generation in Brazil. Energy Policy, 113480. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113480
No. Páginas	10
Resumen ejecutivo	El artículo analiza las políticas y regulaciones que fomentan la generación de energías renovables en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y la generación distribuida en Brasil. El estudio examina cómo estas políticas contribuyen a la descarbonización y diversificación de la matriz eléctrica, destacando el papel de los actores no estatales en la gobernanza de la transición energética. Además, se aborda la configuración sectorial emergente, con énfasis en la división interregional e internacional del trabajo en energías renovables alternativas, y se evalúan los efectos de las políticas públicas en la consolidación de estas fuentes. El artículo concluye que, aunque Brasil ha avanzado en bioenergía, persisten desafíos

	relacionados con la dependencia tecnológica de actores internacionales y la falta de integración de las energías renovables modernas (solar y eólica) en el sistema nacional de innovación.
Metodología	1. Recolección de datos: a. Se analizaron documentos gubernamentales, como políticas, regulaciones, programas y planes energéticos. b. Se utilizaron bases de datos oficiales del gobierno, como las de la Empresa de Pesquisa Energética (EPE), el Ministerio de Minas y Energía (MME) y la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL). c. También se revisaron documentos de empresas energéticas y sitios web oficiales. 2. Análisis documental: a. Se evaluaron informes técnicos, estudios de impacto y leyes relacionadas con la generación de energías renovables y la generación distribuida. b. Se analizaron las políticas públicas y su impacto en la configuración sectorial y la división del trabajo en energías renovables. 3. Estudio de casos: a. Se examinaron proyectos de generación renovable en diferentes regiones de Brasil, con énfasis en la energía solar fotovoltaica y eólica. 4. Análisis crítico: a. Se evaluaron las interacciones entre generación de energía, estructura productiva e innovación tecnológica, considerando la dependencia de Brasil de actores internacionales.
Resultados	1. Distribución regional de proyectos: a. La región Nordeste lidera en generación renovable, con 345 proyectos (70.8% de la capacidad inspeccionada, equivalente a 2327.2 MW). b. El Sudeste representa el 4.4% de los proyectos, con 931.73 MW (28.3% de la capacidad inspeccionada). c. Las regiones Sur y Centro-Oeste tienen una participación marginal (0.4% y 0.1%, respectivamente). d. La región Norte alberga el 86.9% de las plantas (3726), pero solo representa el 0.4% de la capacidad inspeccionada (14 MW), ya que muchos proyectos aún no están operativos. 2. Participación de empresas multinacionales: a. Las multinacionales controlan el 77.3% de la generación solar fotovoltaica en Brasil. Entre las principales empresas destacan: i. Enel (36.2% de la capacidad inspeccionada). ii. EDF (10%), AES (8.1%), Atlas Energia Renovável (6.8%), Celeo Redes (4.7%), Scatec (4%), Naturgy y Total Eren (3.7% cada una). 3. Dependencia tecnológica: a. Brasil depende de actores internacionales para la generación de energías renovables modernas (solar y eólica), lo que refleja una falta de integración de estas tecnologías en el sistema nacional de innovación.

	4. Marco regulatorio: a. La Ley de Generación Distribuida de 2022 establece un marco legal que incentiva la expansión de esta modalidad, incluyendo mecanismos para beneficiar a poblaciones de bajos ingresos y evitar desigualdades en la transición energética. 5. Impactos sociales y territoriales: a. La expansión de las energías renovables requiere vincular las políticas energéticas con instrumentos urbanísticos, como la planificación ecológica-económica, para evitar conflictos territoriales.
Cifras relevantes	• Capacidad inspeccionada en el Nordeste: 2327.2 MW (70.8% del total). • Capacidad inspeccionada en el Sudeste: 931.73 MW (28.3% del total). • Proyectos en la región Norte: 3726 plantas (86.9%), pero solo 14 MW (0.4% de la capacidad inspeccionada). • Participación de multinacionales en generación solar: 77.3%, liderada por Enel (36.2%).
Conclusiones y recomendaciones	1. Principales hallazgos: a. Brasil ha avanzado en la promoción de energías renovables, especialmente en bioenergía, pero enfrenta desafíos en la integración de tecnologías modernas (solar y eólica) en su sistema de innovación. b. La dependencia de actores internacionales limita la autonomía tecnológica del país. c. La región Nordeste lidera en generación renovable, pero la expansión de estas fuentes debe considerar los impactos territoriales y sociales. 2. Limitaciones: a. La política energética brasileña sigue siendo tecnocrática y sectorial, con poca participación democrática en la toma de decisiones. b. La transición energética no está suficientemente vinculada a estrategias de innovación tecnológica nacional. 3. Implicaciones: a. Es necesario superar el marco de privatización predominante en el sector energético para garantizar un control público más efectivo y una transición energética equitativa. Recomendaciones 1. Políticas públicas: a. Vincular las políticas energéticas con instrumentos urbanísticos para evitar conflictos territoriales. b. Promover la integración de energías renovables modernas en el sistema nacional de innovación. c. Fomentar la participación democrática en la toma de decisiones energéticas. 2. Investigación e innovación: a. Ampliar los esfuerzos de investigación y desarrollo en energías renovables modernas (solar y eólica).

	b. Reducir la dependencia tecnológica de actores internacionales mediante el fortalecimiento de capacidades nacionales.
	3. Marco regulatorio: a. Implementar políticas que garanticen una transición energética equitativa, especialmente para poblaciones de bajos ingresos. b. Monitorear los impactos territoriales y socioeconómicos de la expansión de energías renovables. 4. Participación de actores no estatales: a. Fomentar la participación de actores no estatales en la gobernanza de la transición energética, aprovechando el marco legal existente.

Tabla 17. Role of renewable energy in attaining sustainable development

Título	Rol de las energías renovables en la consecución del desarrollo sostenible
Autores	Mayank Pandey, Deepak Gusain, Saket Sharma
Año	2023
Bibliografía APA	Pandey, M., Gusain, D., & Sharma, S. (2023). Role of renewable energy in attaining sustainable development. Artificial Intelligence for Renewable Energy Systems, 72-79.
No. Páginas	11
Resumen ejecutivo	El documento analiza el papel crucial de las energías renovables en la transición hacia un desarrollo sostenible, destacando su capacidad para abordar los desafíos ambientales, socioeconómicos y políticos derivados del uso excesivo de combustibles fósiles. Se enfatiza la necesidad de transformar el sector energético global para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 7 (energía asequible y limpia). El texto aborda los impactos del cambio climático, la creciente demanda energética, y la importancia de adoptar tecnologías innovadoras como redes eléctricas flexibles, almacenamiento de energía y soluciones basadas en inteligencia artificial (IA). Además, se destaca el potencial de las energías renovables para generar empleo, reducir emisiones de carbono y fortalecer la infraestructura global, aunque persisten desafíos en sectores intensivos en energía como el acero, el cemento y el transporte.
Metodología	1. Revisión documental: a. Se analizaron informes de organismos internacionales como la Agencia Internacional de Energía (IEA), la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y el Banco Mundial. b. Se incluyeron estudios previos sobre el impacto de las energías renovables en el desarrollo sostenible y la transición energética. 2. Análisis de datos: a. Se utilizaron estadísticas globales sobre generación de energía renovable, emisiones de carbono y empleo en el sector energético. b. Se evaluaron tendencias de crecimiento en energías renovables entre 2008 y 2019, así como proyecciones hasta 2050. 3. Estudio de casos:

	a. Se examinaron políticas y programas implementados en países desarrollados y en desarrollo para fomentar la adopción de energías renovables. 4. Evaluación de impactos: a. Se analizaron los efectos de las energías renovables en términos de reducción de emisiones, generación de empleo y fortalecimiento de la infraestructura energética.
Resultados	1. Crecimiento de las energías renovables: a. Entre 2008 y 2018, la generación de energía renovable (excluyendo hidroenergía) creció un 16.2% anual, con un crecimiento del 13.7% entre 2018 y 2019. b. La energía solar se proyecta como la principal fuente de generación eléctrica a nivel global. 2. Impactos económicos y sociales: a. Se estima que el sector de energías renovables generará 42 millones de empleos para 2050, cuatro veces más que las oportunidades actuales. b. La transición energética podría aumentar el crecimiento económico global en un 2.4% para 2050. 3. Reducción de emisiones: a. Las energías renovables tienen el potencial de reducir significativamente las emisiones de carbono, aunque sectores como el acero, el cemento y el transporte aún enfrentan desafíos para su descarbonización. 4. Desafíos tecnológicos: a. La infraestructura energética actual, especialmente las redes eléctricas, es insuficiente para soportar la transición hacia un sistema basado en energías renovables. 5. Desigualdad regional: a. El acceso a la energía sigue siendo un problema, con 1.06 mil millones de personas sin electricidad y 3.04 mil millones dependiendo de combustibles sólidos para cocinar y calentar.
Cifras relevantes	• Crecimiento anual de energías renovables (2018-2019): 13.7%. • Proyección de empleos en energías renovables para 2050: 42 millones. • Pérdidas económicas por eventos climáticos extremos (1999-2018): USD 3.5 billones. • Personas sin acceso a electricidad: 1.06 mil millones. • Crecimiento económico global proyectado por la transición energética: 2.4% más para 2050.
Conclusiones y recomendaciones	1. Principales hallazgos: a. Las energías renovables son esenciales para alcanzar los objetivos climáticos y de desarrollo sostenible, pero requieren una transformación integral del sector energético. b. La transición energética no solo reduce emisiones, sino que también genera empleo y fortalece la infraestructura global. c. Persisten desafíos en sectores intensivos en energía y en la modernización de redes eléctricas.

2. Limitaciones:

- a. La transición energética enfrenta barreras tecnológicas, económicas y sociales, especialmente en países en desarrollo.
- b. La dependencia de tecnologías avanzadas como la IA y el almacenamiento de energía plantea riesgos de ciberseguridad.

3. Implicaciones:

- a. Es necesario un enfoque coordinado a nivel global para garantizar una transición energética equitativa y sostenible.

Recomendaciones

1. Políticas públicas:

- a. Implementar políticas fiscales favorables, como subsidios e incentivos, para fomentar la inversión en energías renovables.
- b. Establecer marcos regulatorios que promuevan la integración de tecnologías avanzadas en el sector energético.

2. Infraestructura y tecnología:

- a. Modernizar las redes eléctricas para soportar la generación distribuida y el almacenamiento de energía.
- b. Fomentar la investigación y el desarrollo en tecnologías de descarbonización para sectores intensivos en energía.

3. Acción global:

- a. Promover la cooperación internacional para garantizar el acceso equitativo a tecnologías limpias y sostenibles.
- b. Crear fondos dedicados para mitigar los impactos de eventos climáticos extremos en la infraestructura energética.

4. Gestión de residuos:

- a. Desarrollar planes efectivos para gestionar los residuos generados por el crecimiento del sector renovable, como paneles solares y baterías.

Comunidad de energía ciudadana y biodiversidad

Selección de bases de datos

En esta sección se analizan las palabras claves: energy citizens and biodiversity

Figura 9. Base de datos ScienceDirect energy citizens and biodiversity

The screenshot shows the ScienceDirect search interface. At the top, there's a navigation bar with the ScienceDirect logo, 'Journals & Books', 'Help', 'My account', and a link for institutional access via the University of the Andes. The search bar contains 'biodiversity', and the filters section shows 'energy citizens' as a selected keyword. The results section displays 199 results, sorted by relevance. Two results are visible: a research article titled 'Scales of solar energy: Exploring citizen satisfaction, interest, and values in a comparison of regions in Portugal and Spain' and another titled 'Are citizens willing to accept changes in public lighting for biodiversity conservation?'. The left sidebar offers options to refine by subscribed journals or years (2025, 2024, 2023).

En total se encuentran 199 resultados, en un periodo de 1993-2025, entre revistas científicas, libros electrónicos, artículos de investigación y estudios de caso. En el periodo 2017-2024 se publicaron el 84% de los artículos. Los tipos de artículos más frecuentes son artículos de investigación (77%). Finalmente, las áreas más consultadas son reseñas artículos de investigación energética (14%) y política energética (6%).

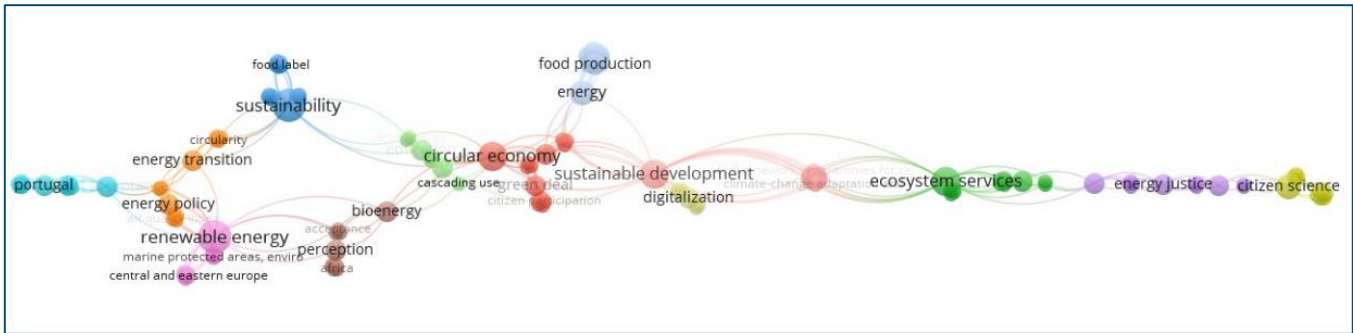
Extracción de datos

Para analizar los datos, se revisan y seleccionan solo los 100 artículos más relevantes. Se descargan en formato RIS, el cual se descarga en la computadora y se abre en el gestor de referencias o software de citas.

Análisis de datos

Al seleccionar los 100 artículos más relevantes las relaciones identificadas son los siguientes: Ciencia ciudadana, justicia energética, servicios ecosistémicos, economía circular, bioenergía, transición energética y política energética.

Figura 10. Mapa visual, 100 artículos más relevantes comunidad de energía ciudadana y biodiversidad



Interpretación de resultados

Para interpretar los resultados se analizan los artículos más relevantes:

Tabla 18. Scales of solar energy: Exploring citizen satisfaction, interest, and values ina comparision of regions in Portugal and Spain

Título	Escalas de energía solar: Explorando la satisfacción de los ciudadanos, el interés y los valores en una comparación de regiones en Portugal y España
Autores	Ines Campos, Miguel Brito, Guilherme Luz
Año	2023
Bibliografía APA	Campos, I., et al. (2023). Citizens’ preferences for solar energy projects of different sizes in Southern Europe. Energy Research & Social Science, 97, 102952.
No. Páginas	15
Resumen ejecutivo	El artículo analiza las preferencias de los ciudadanos en relación con proyectos solares de diferentes tamaños (pequeños, medianos y grandes) en las regiones de Alentejo (Portugal) y Andalucía (España). Estas regiones, vulnerables al cambio climático, ofrecen un contexto ideal para estudiar la aceptación social (SA) y la ciudadanía energética (EC) en el marco de una expansión solar a múltiples escalas. A través de una encuesta representativa con 832 respuestas válidas, se evaluaron factores como la participación ciudadana, la compensación por impactos y los beneficios para comunidades vulnerables. Los resultados muestran que la participación y la transparencia son factores clave para aumentar la satisfacción e interés de los ciudadanos en proyectos solares, especialmente en instalaciones de gran escala. El estudio destaca la importancia de diseñar proyectos solares que equilibren los objetivos de sostenibilidad energética con las expectativas y derechos de los ciudadanos.
Metodología	1. Diseño del estudio:

	a. Se utilizó un enfoque mixto, comenzando con una fase exploratoria cualitativa para seleccionar las regiones de estudio y continuando con un análisis cuantitativo basado en una encuesta en línea. 2. Encuesta representativa: a. La encuesta fue diseñada en PHP y probada con 10 participantes antes de su implementación. b. Se recolectaron 832 respuestas válidas entre mayo y junio de 2022, utilizando un muestreo estratificado basado en datos censales de Portugal (2020) y España (2022). La muestra tiene un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. 3. Estructura del cuestionario: a. Sección 1: Información sociodemográfica y contextual (edad, género, región de residencia, relación con industrias energéticas, etc.). b. Sección 2: Importancia de la transición energética, evaluada mediante una escala Likert de 1 a 5. c. Sección 3: Experimento de viñetas (vignette experiment) para evaluar la satisfacción e interés en proyectos solares de diferentes tamaños, considerando factores como participación, compensación y transparencia. d. Sección 4: Objetivos y valores asociados con la transición energética. 4. Análisis de datos: a. Los datos nominales se analizaron mediante frecuencias y visualizaciones en Tableau. b. Los datos ordinales se analizaron con métodos estadísticos en R, utilizando paquetes como PWR, ggplot2 y ggstatsplot. Se aplicaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis) y modelos lineales generalizados (GLM) para identificar diferencias significativas entre grupos.
Resultados	1. Preferencias ciudadanas: a. Los ciudadanos valoran más los proyectos solares que incluyen participación activa, compensación por impactos negativos y transparencia en la información. b. En proyectos de gran escala, las viñetas con mayor satisfacción fueron aquellas que incluían participación (B1 y C1), compensación (B1 y D1) y transparencia (B1 y D1). La viñeta C1 obtuvo la mayor frecuencia de respuestas "muy satisfecho" (27.78%). 2. Factores clave: a. La participación ciudadana y la transparencia son los factores más influyentes en la satisfacción e interés de los ciudadanos. b. La compensación es especialmente relevante en proyectos de gran escala, mientras que en proyectos pequeños y medianos se valoran más los beneficios para comunidades vulnerables. 3. Resultados estadísticos: a. Las diferencias entre viñetas fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), aunque el efecto de estas diferencias fue pequeño (valor de escala de efecto = 0.0423).

	4. Importancia de la transición energética: a. Los ciudadanos consideran que la transición energética debe garantizar la compatibilidad con el medio ambiente y ofrecer beneficios a comunidades vulnerables.
Cifras relevantes	• Tamaño de la muestra: 832 respuestas válidas. • Nivel de confianza: 95%, con un margen de error del 5%. • Frecuencia de respuestas "muy satisfecho" en la viñeta C1: 27.78%. • Población total de las regiones estudiadas: 704,707 en Alentejo y 8,437,000 en Andalucía.
Conclusiones y recomendaciones	1. Principales hallazgos: a. La participación ciudadana, la transparencia y la compensación son factores clave para aumentar la aceptación social de proyectos solares, especialmente en instalaciones de gran escala. b. Los ciudadanos valoran que los proyectos solares contribuyan a la sostenibilidad ambiental y beneficien a comunidades vulnerables. 2. Limitaciones: a. El estudio se centra en dos regiones específicas del sur de Europa, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otros contextos. b. Aunque se identificaron factores clave, el efecto estadístico de las diferencias entre viñetas fue pequeño. 3. Implicaciones: a. Los resultados subrayan la importancia de diseñar proyectos solares que equilibren los objetivos de sostenibilidad energética con las expectativas y derechos de los ciudadanos. Recomendaciones 1. Diseño de proyectos solares: a. Incluir mecanismos de participación ciudadana y garantizar la transparencia en todas las etapas del proyecto. b. Ofrecer compensaciones adecuadas por impactos negativos, especialmente en proyectos de gran escala. 2. Políticas públicas: a. Promover marcos regulatorios que incentiven la participación ciudadana y prioricen los beneficios para comunidades vulnerables. b. Desarrollar estrategias para integrar la sostenibilidad ambiental en la planificación de proyectos solares. 3. Investigación futura: a. Ampliar el estudio a otras regiones y contextos para validar los hallazgos. b. Evaluar el impacto a largo plazo de la participación ciudadana en la aceptación social de proyectos solares.

ANÁLISIS DE POLÍTICAS

Servicios ecosistémicos y sector minero energético

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que los ecosistemas proporcionan a las personas y que son esenciales para el bienestar humano y la economía. Estos servicios son el resultado de los procesos naturales que ocurren en los ecosistemas y son fundamentales para mantener las condiciones de vida en la Tierra, tales como la calidad del aire, el agua potable, la polinización de cultivos, el control del clima, entre otros. Se clasifican en:

- **Servicios de Provisión:** Son los productos que los ecosistemas proporcionan directamente a los seres humanos. Ejemplos:
 - Alimentos: cultivos, pesca, caza, etc.
 - Agua: agua potable, agua para riego, etc.
 - Materiales: madera, fibras, resinas, medicinas naturales.
- **Servicios de Regulación:** Son los beneficios derivados de los procesos naturales que regulan los sistemas y el entorno en el que vivimos.
 - Regulación del clima: los ecosistemas como bosques y océanos ayudan a absorber el dióxido de carbono (CO₂) y reducir el cambio climático.
 - Control de la erosión: los ecosistemas como los humedales y bosques ayudan a proteger el suelo de la erosión.
 - Regulación del ciclo del agua: la filtración y almacenamiento de agua por los ecosistemas forestales y los humedales.
 - Control de inundaciones: los ecosistemas de manglares y humedales regulan el flujo de agua y reducen el riesgo de inundaciones.
- **Servicios Culturales:** Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, relacionados con el disfrute, la recreación, la inspiración cultural y los valores espirituales.

- Turismo y recreación: el disfrute de paisajes naturales, actividades al aire libre, senderismo, observación de fauna y flora, etc.
- Valor espiritual y cultural: muchos ecosistemas tienen un valor simbólico y cultural para diferentes comunidades.
- **Servicios de Soporte:** Son aquellos procesos ecológicos que son fundamentales para la producción de otros servicios ecosistémicos, como la formación de suelos, la fotosíntesis, la polinización, etc.
 - Ciclo de nutrientes: los ecosistemas reciclan nutrientes esenciales como el nitrógeno y el fósforo.
 - Formación de suelos: la descomposición de materia orgánica y la acción de organismos como lombrices y hongos ayudan a la formación de suelos fértiles.
 - Polinización: la acción de insectos, aves y otros animales polinizadores es crucial para la reproducción de muchas plantas, incluyendo cultivos agrícolas.

Metodología para la identificación de servicios ecosistémicos más afectados:

Figura 11. Metodología identificación de servicios ecosistémicos afectados por el sector energía



Energía eólica

Potencial de acuerdo con la Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa

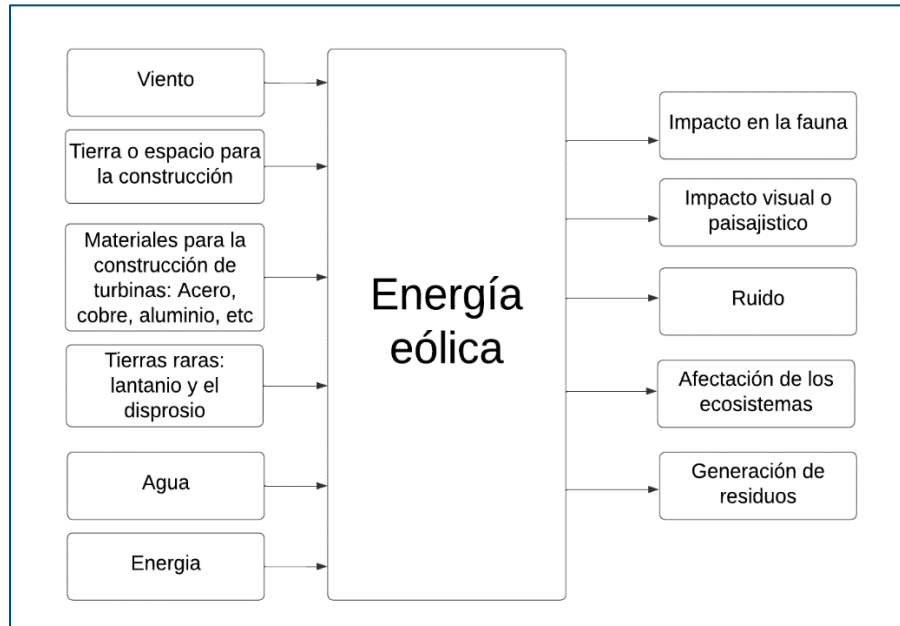
Para la estimación de la potencia instalable y la energía eólica (onshore) generable por año con parques eólicos, existe una aproximación que integra restricciones ambientales y desempeño de estos parques, desarrollada por Ángel, García & Ortega (2023). Este análisis estimó que la potencia instalable sería de **35.000 MW**, capaces de producir **39.600 TJ/año**. El potencial se concentra en La Guajira y, en menor medida, Atlántico y Bolívar. Este estudio tuvo en cuenta parques eólicos de capacidad superior a 100 MW (Minenergía, 2024).

En relación con la energía eólica (offshore), en 2022, el Banco Mundial entregó la “Hoja de ruta para el despliegue de la energía eólica costa afuera en Colombia” (Minenergía, 2022), este estudio identificó 14 sitios con condiciones adecuadas, 6 de estos aprovechables a través de la implementación de cimentaciones fijas, y 8 a través de sistemas flotantes, con **27,2 GW y 21,6 GW** de capacidad potencial instalable respectivamente, para un total agregado de **48,8 GW**. Tomando un factor de capacidad de 50 % (IRENA, 2019), el potencial de generación de energía eólica costa afuera sería de aproximadamente **213,7 TWh/año**.

Identificación de entradas y salidas

La energía eólica se genera aprovechando el movimiento del aire (viento) para generar electricidad mediante aerogeneradores (o turbinas eólicas). Aunque la energía eólica en sí misma es una fuente limpia y renovable de energía, su implementación y producción requieren varios recursos naturales y materiales

Figura 12. Identificación de entradas y salidas energía eólica



Identificación de servicios ecosistémicos afectados

Considerando las entradas de materias primas y la salida de impactos ambientales, se identifican los siguientes servicios ecosistémicos afectados:

Tabla 19. Servicios ecosistémicos afectados por la energía eólica

Servicio	Descripción
Provisión	Materiales como acero, cobre, aluminio, tierras raras, entre otros
Regulación	No se identifica
Culturales	Disfrute del paisaje
Soporte	Ciclo de nutrientes

Análisis en el marco del PIGCCme

En el marco del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del sector minero energético los siguientes componente y líneas estratégicas presentan relación con el desarrollo de esta energía renovable:

Tabla 20. Relación PIGCCme energía eólica

Componente	Línea estratégica	Descripción
Mitigación	Sustitución energética y nuevas tecnologías	Electrificación y sustitución por energéticos menos carbonos intensivos: busca identificar y promover, a través de acuerdos voluntarios, oportunidades para la electrificación y el uso de energéticos menos carbonos intensivos o carbono neutrales en las empresas del sector minero energético
Adaptación	Gestión de entorno	Biodiversidad: promover e impulsar la conservación de la biodiversidad a través de enfoques de adaptación basados en ecosistemas, comunidades y/o Soluciones basadas en la Naturaleza aplicables al sector minero energético, que a su vez aporten a las acciones para alcanzar la carbono neutralidad.

Energía solar fotovoltaica

Potencial de acuerdo con la Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa

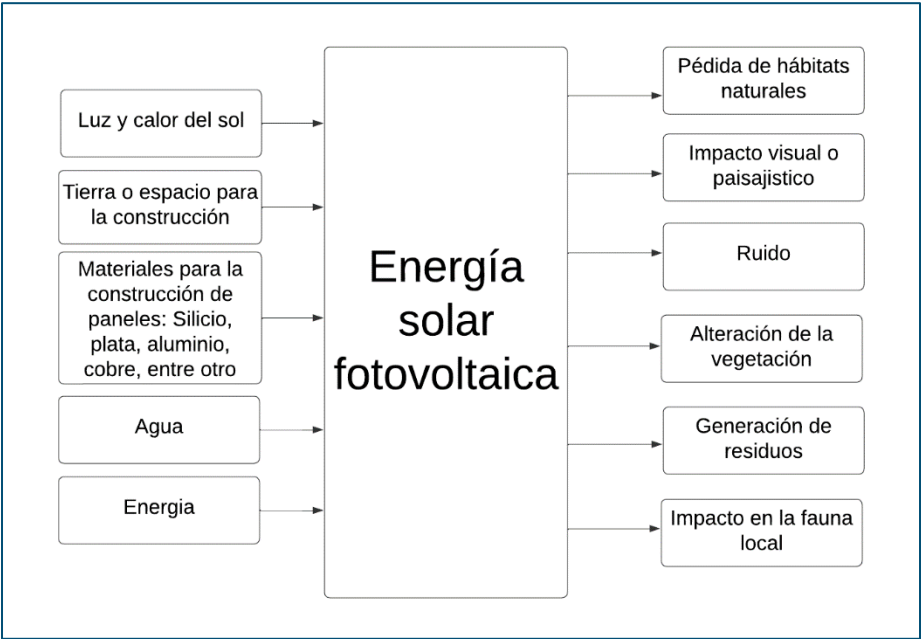
Para la estimación de la potencia instalable y la cantidad de energía que se podría producir en un año, Ángel, García & Ortega (2023) evaluaron el recurso solar considerando las restricciones ambientales y el desempeño que podría tener una granja solar. Cabe resaltar que dicha metodología está orientada a la evaluación de proyectos de gran escala con capacidades instaladas superiores a los 50 MW para su aprovechamiento integrado al SIN. Las estimaciones muestran una potencia instalable de **8.000.000 MW** capaces de producir **40.366.080 TJ/año**. Materializar este potencial, a pesar de ser técnico y económico, implicaría disponer de aproximadamente el 10 % del territorio continental de Colombia, cerca de 120.000 km². A modo de referencia, el despliegue de 20 GW de energía solar fotovoltaica requeriría cerca de 300 km², área equivalente al 0,03% del territorio continental colombiano.

Identificación de entradas y salidas

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se obtiene a partir de la radiación solar (la luz y calor del sol). Aunque la energía solar es una fuente limpia y renovable, su producción y uso pueden generar algunos impactos ambientales. Estos

impactos son generalmente menores en comparación con las fuentes de energía no renovables, pero es importante tenerlos en cuenta al considerar la sostenibilidad total de la energía solar

Figura 13. Identificación de entradas y salidas energía solar fotovoltaica



Identificación de servicios ecosistémicos afectados

Considerando las entradas de materias primas y la salida de impactos ambientales, se identifican los siguientes servicios ecosistémicos afectados:

Tabla 21. Servicios ecosistémicos afectados por la energía solar fotovoltaica

Servicio	Descripción
Provisión	Materiales como silicio, plata, aluminio, cobre, cadmio, telurio, galio, indio, boro, fosfato, entre otros
Regulación	Ciclo del agua
Culturales	Disfrute del paisaje
Soporte	No se identifica

Análisis en el marco del PIGCCme

En el marco del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del sector minero energético los siguientes componente y líneas estratégicas presentan relación con el desarrollo de esta energía renovable:

Tabla 22. Relación PIGCCme energía eólica

Componente	Línea estratégica	Descripción
Mitigación	Sustitución energética y nuevas tecnologías	Electrificación y sustitución por energéticos menos carbonos intensivos: busca identificar y promover, a través de acuerdos voluntarios, oportunidades para la electrificación y el uso de energéticos menos carbonos intensivos o carbono neutrales en las empresas del sector minero energético
Adaptación	Gestión de entorno	Biodiversidad: promover e impulsar la conservación de la biodiversidad a través de enfoques de adaptación basados en ecosistemas, comunidades y/o Soluciones basadas en la Naturaleza aplicables al sector minero energético, que a su vez aporten a las acciones para alcanzar la carbono neutralidad.

Hidroelectricidad

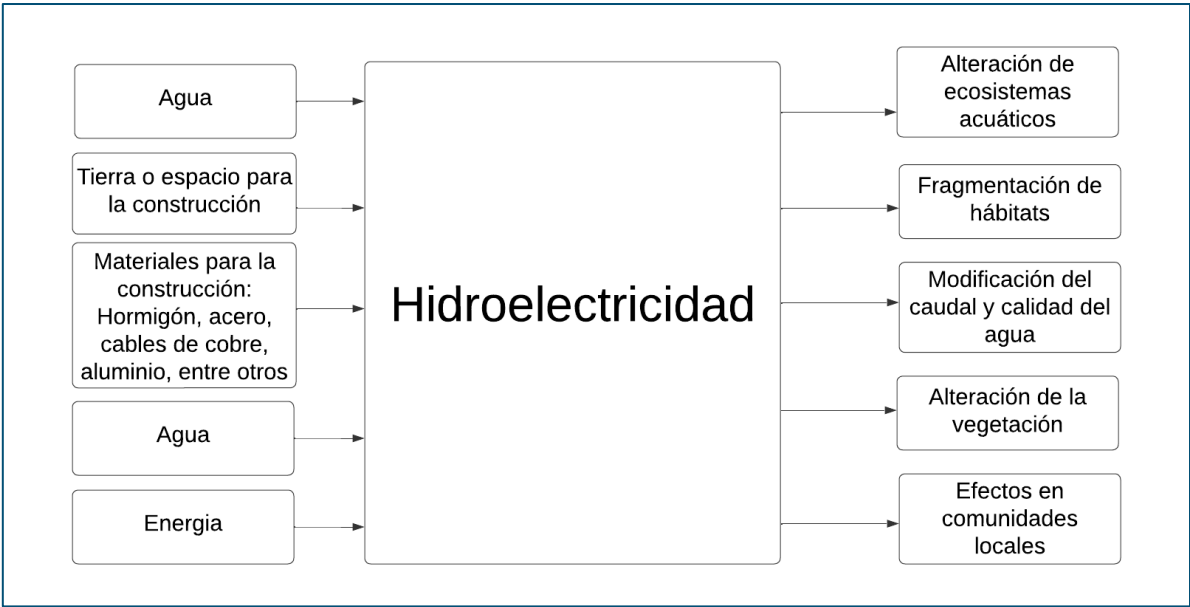
Potencial de acuerdo con la Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa

En 2015, la UPME publicó el Atlas de potencial hidroenergético de Colombia (UPME et al., 2015), enfocándose en aprovechamientos a través de centrales a filo de agua con diferentes longitudes de conducción (200 m, 1000 m y 5000 m). Los resultados fueron presentados por subzonas correspondientes a las diferentes áreas hidrográficas del territorio nacional. Los resultados se presentaron para diferentes tamaños de proyecto, teniendo como resultado 2 MW para picocentrales (de capacidad inferior a 5 kW), 15 MW para microcentrales (de capacidad inferior a 50 kW), 143 MW para minicentrales (de capacidad inferior a 500 kW), 4786 MW para pequeñas centrales (de capacidad entre 10 y 20 MW), 8113 MW para centrales medianas (de capacidad entre 20 y 100 MW) y 43.129 MW para grandes centrales (de capacidad mayor a 100 MW). En total, teniendo en cuenta que la estimación se hizo a partir del caudal de 95 % de probabilidad de excedencia, se tendría un potencial de generación de **952.083 TJ/año**.

Identificación de entradas y salidas

La hidroeléctrica es una de las fuentes de energía renovable más utilizadas en el mundo, pero su construcción y operación pueden tener una serie de impactos ambientales significativos.

Figura 14. Identificación de entradas y salidas hidroelectricidad



Identificación de servicios ecosistémicos afectados

Considerando las entradas de materias primas y la salida de impactos ambientales, se identifican los siguientes servicios ecosistémicos afectados:

Tabla 23. Servicios ecosistémicos afectados por la hidroelectricidad

Servicio	Descripción
Provisión	Hormigón, acero, cables de cobre, aluminio, entre otro
Regulación	Ciclo del agua
Culturales	No se identifica
Soporte	Ciclo de nutrientes

Análisis en el marco del PIGCCme

En el marco del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del sector minero energético los siguientes componente y líneas estratégicas presentan relación con el desarrollo de esta energía renovable:

Tabla 24. Relación PIGCCme hidroelectricidad

Componente	Línea estratégica	Descripción
Mitigación	Generación de energía	Diversificación de la matriz energética: busca apoyar e impulsar los objetivos de política definidos desde el Ministerio para que el país logre una adecuada diversificación de la canasta energética, de manera tal que permita reducir emisiones de GEI; fortaleciendo la confiabilidad del sistema
Adaptación	Gestión de entorno	Conservación de cuencas hidrográficas: reúne todos los esfuerzos necesarios para apoyar las actividades en el Consejo Nacional del Agua encaminadas hacia la sostenibilidad hidroeléctrica del país, mediante la incorporación de principios de gestión de cambio climático.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con Minenergía (2024), las **comunidades energéticas** en Colombia son iniciativas que buscan promover el uso de energías renovables de manera descentralizada y en colaboración entre grupos de personas, organizaciones, y comunidades locales. El objetivo es empoderar a las comunidades para que gestionen y optimicen el uso de recursos energéticos, reduciendo la dependencia de fuentes externas, mejorando el acceso a la energía y promoviendo la sostenibilidad ambiental y económica.

Según Cavallaro, E., Sessa, M. R., & Malandrino, O. (2023), las comunidades energéticas son una herramienta clave para la transición energética sostenible

- **Económicos:** Reducción de costos energéticos gracias al autoconsumo y la colaboración comunitaria. Las economías de escala disminuyen el costo per cápita.
- **Ambientales:** Disminución de la dependencia de fuentes de energía externas y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Sociales:** Promoción de la cohesión social y la colaboración entre ciudadanos y empresas.

La relación entre comunidades energéticas y biodiversidad es estrecha, ya que las primeras, al promover el uso de energías renovables descentralizadas y sostenibles, pueden contribuir de manera significativa a la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, la implementación de estas comunidades también puede generar ciertos desafíos para los ecosistemas locales si no se gestionan adecuadamente. A continuación, se exploran los puntos clave de esta relación:

- **Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero:** Las energías renovables no emiten dióxido de carbono (CO₂) ni otros contaminantes atmosféricos que contribuyen al cambio climático.
- **Menor degradación del hábitat:** Las plantas de energía fósil (como las térmicas) y las grandes represas hidroeléctricas tienen un impacto negativo en los ecosistemas, ya que pueden causar la deforestación, la contaminación del aire y el agua, y la destrucción de hábitats. En cambio, las energías renovables como la solar y la eólica requieren menos espacio y tienen un impacto ambiental menor.

Aunque las comunidades energéticas tienen un potencial positivo para la conservación de la biodiversidad, su implementación debe ser cuidadosamente gestionada para evitar impactos negativos en los ecosistemas locales:

- **Efectos sobre la fauna local:** Algunas tecnologías de energía renovable pueden tener efectos indirectos sobre la biodiversidad. Por ejemplo, los parques eólicos pueden representar un riesgo para las aves y murciélagos, que pueden chocar con las aspas

de los aerogeneradores. Es necesario realizar estudios de impacto ambiental para mitigar estos riesgos antes de la instalación.

- **Uso de tierras para instalaciones solares o eólicas:** Aunque las energías solares y eólicas son de bajo impacto en términos de emisiones, la instalación de grandes parques solares o eólicos en áreas de alta biodiversidad puede resultar en la alteración de hábitats naturales. Es esencial evaluar la ubicación de estos proyectos para evitar la destrucción de ecosistemas sensibles, como bosques, humedales o áreas de alta biodiversidad.

Las comunidades energéticas también pueden tener un impacto positivo indirecto en la conservación de la biodiversidad a través de su enfoque en el desarrollo local sostenible:

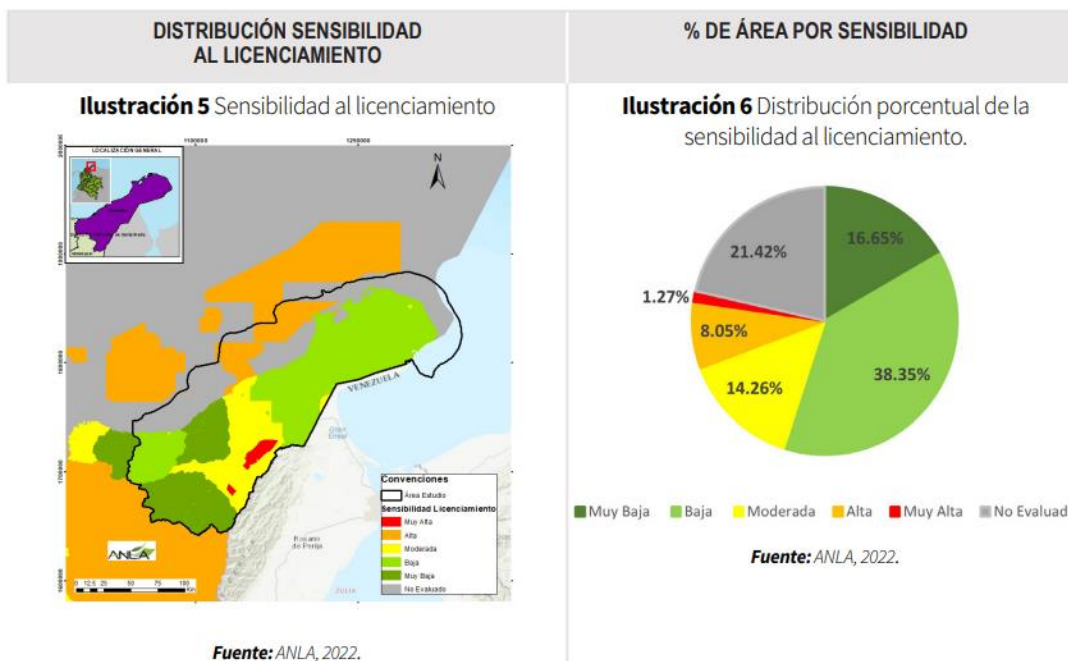
- **Fortalecimiento de la gestión ambiental comunitaria:** Las comunidades que gestionan su propio suministro de energía suelen estar más involucradas en la protección de sus recursos naturales. El acceso a la energía sostenible puede fomentar una mayor conciencia ambiental y el apoyo a prácticas de manejo de la biodiversidad, como la agricultura ecológica, la reforestación o el ecoturismo.
- **Desarrollo de proyectos integrados:** Al generar energía renovable de manera local, las comunidades pueden utilizarla para apoyar actividades que promuevan la biodiversidad, como el cultivo de especies nativas, la conservación de áreas protegidas o la restauración de hábitats degradados.

Para maximizar los beneficios de las comunidades energéticas y minimizar los impactos negativos sobre la biodiversidad, se pueden seguir varias estrategias:

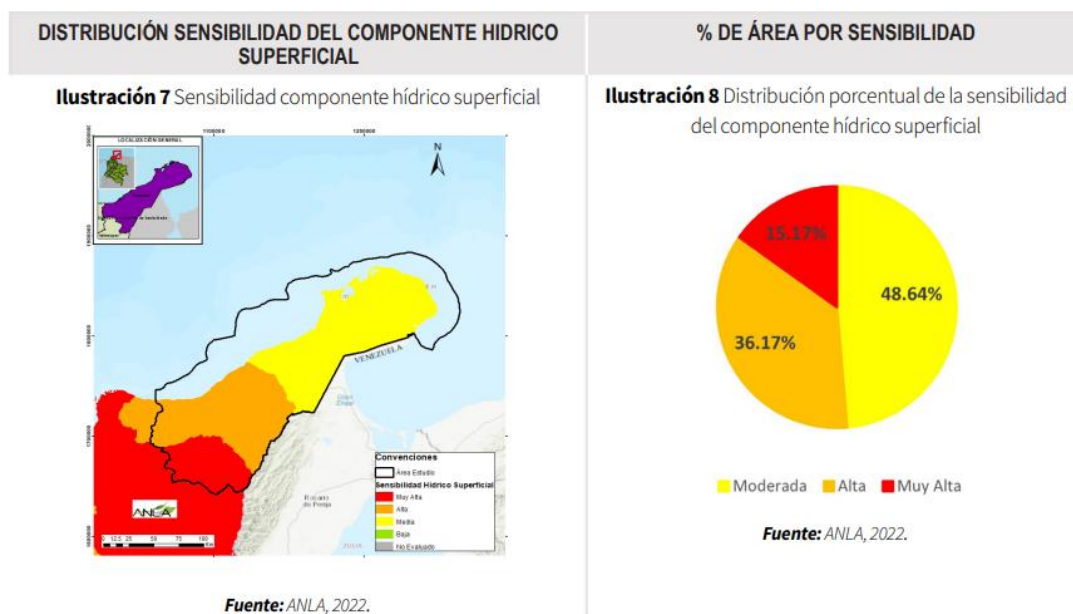
- **Planificación participativa:** Involucrar a las comunidades locales en el diseño y ejecución de los proyectos energéticos es clave. Estas comunidades a menudo tienen un profundo conocimiento de su entorno natural y pueden aportar información valiosa sobre la biodiversidad local.

- **Monitoreo y adaptación:** Implementar sistemas de monitoreo continuo de los ecosistemas y las especies para detectar cualquier cambio negativo causado por los proyectos de energía renovable. Además, es importante que los proyectos se adapten a medida que surjan nuevos conocimientos sobre la biodiversidad local.
- **Evaluaciones de impacto ambiental previas:** Es fundamental realizar estudios de impacto ambiental antes de implementar proyectos de energía renovable, considerando los ecosistemas locales, las especies en peligro y las áreas de alta biodiversidad. Por ejemplo, en Colombia, uno de los departamentos con mayor potencial para la implementación de comunidades energéticas es La Guajira, sin embargo, hasta el momento no se han identificado zonas que tiene importantes sensibilidades ambientales en el momento de la implementación. A continuación, se presenta un ejemplo del tipo de análisis que se podría considerar a partir del análisis de la vulnerabilidad de los recursos frente a procesos de licenciamiento ambiental realizado por la ANLA¹:
 - **Sensibilidad de Licenciamiento:** Según el ANLA, para el área de estudio predomina la **sensibilidad Baja** ya que la subzona hidrográfica presenta frecuencia de 5 proyectos licenciados. Mientras que las áreas con moderada se asocian a presencia de 12-22 proyectos licenciados. A continuación, se presenta la distribución de la sensibilidad al licenciamiento:

¹ <https://www.anla.gov.co/images/documentos/reportes-alertas/20230116-reporte-alertas-zona-hidrografica-caribe-guajira.pdf>

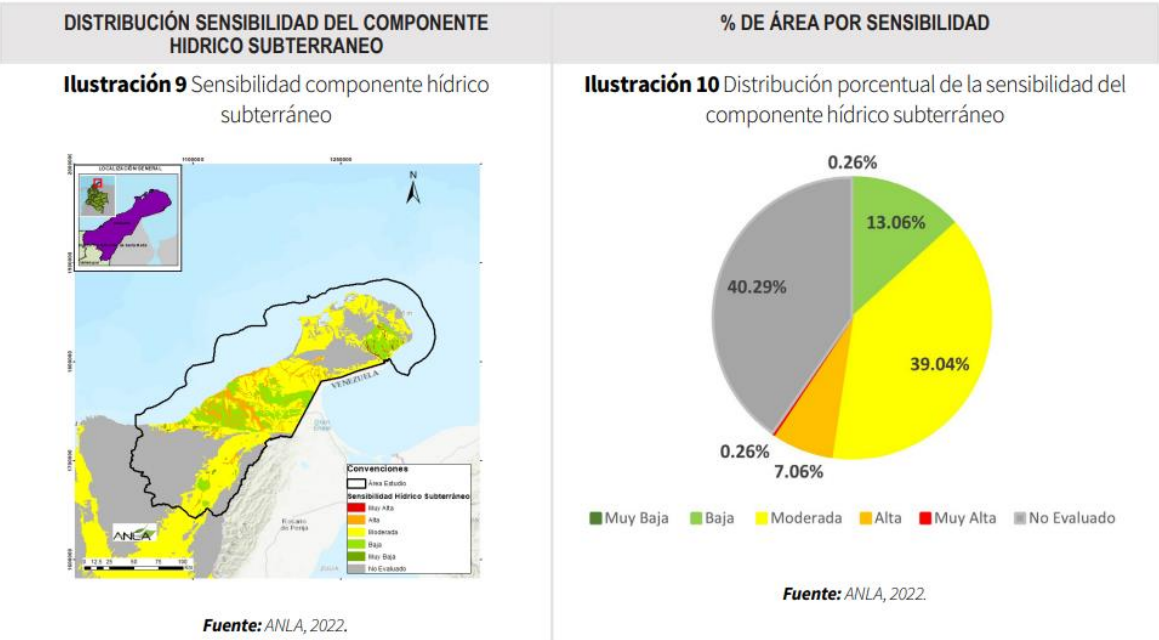


- **Sensibilidad del componente hídrico superficial:** Predomina la **sensibilidad Moderada**; según el índice integrado del agua del ENA, 2018 y su ajuste desarrollado con la información disponible por parte de ANLA y el SIRH.



- **Sensibilidad del componente hídrico subterráneo:** En el área de estudio se encuentra presente en el Sistema Acuífero MEDIA GUAJIRA SAC3.1 catalogado con **Media sensibilidad** según la vulnerabilidad intrínseca de los

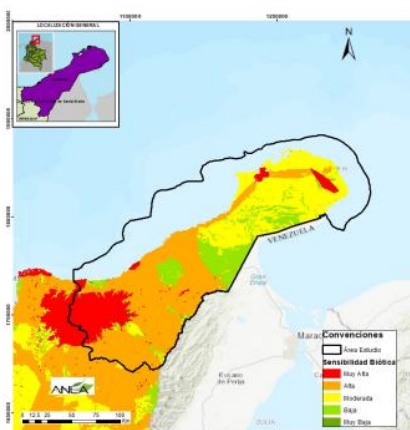
acuíferos a la contaminación de los modelos hidrogeológicos conceptuales regionales disponibles a 2021.



- **Sensibilidad del medio biótico: Sensibilidad alta** donde se localizan ecosistemas amenazado en peligro (EN) que, a su vez, son relevantes para la conectividad ecológica funcional regional según Conexión Biocaribe (FAO, 2017) y el análisis de Areiza et al. (2018). Los proyectos objeto de evaluación que se encuentran en la categoría de sensibilidad biótica alta deben considerar la implementación de medidas de manejo que disminuyan la criticidad, direccionar medidas de manejo enfocadas en la restauración o rehabilitación de ecosistemas amenazados y sensibles en la zona, así como el establecimiento de corredores que garanticen el mantenimiento de la conectividad ecológica.

DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIOTICO

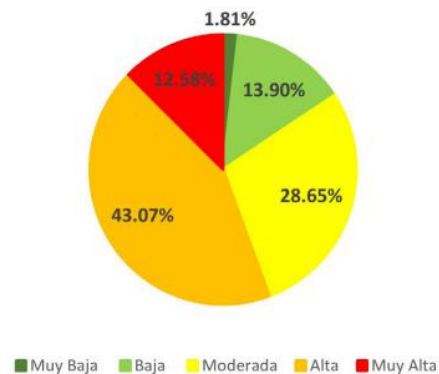
Ilustración 13 Sensibilidad del medio biótico



Fuente: ANLA, 2022.

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

Ilustración 14 Distribución porcentual de la sensibilidad del medio biótico



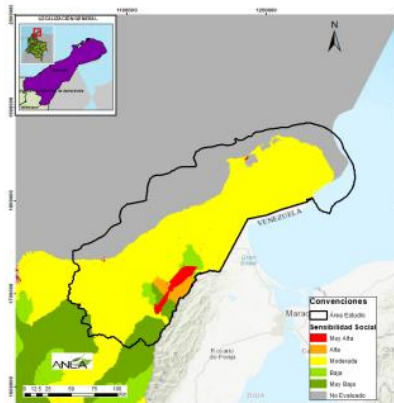
Fuente: ANLA, 2022.

- **Sensibilidad del medio social:** Municipio (s) que al corte de la actualización (vigencia 2021) presentan quejas y/o denuncias ambientales sobre obras actividades, permisos o trámites ambientales de competencia de ANLA. Sensibilidad Muy Alta: Zonas con municipios que presentan entre 3 a 23 quejas y proyectos con procesos jurídicos y tutelas. Sensibilidad Alta: En el municipio de Barrancas (La Guajira) con 30 quejas y zona de proyectos con procesos jurídicos. Sensibilidad Moderada: Municipios del departamento de La Guajira y Cesar con 2 a 16 quejas, sin procesos jurídicos o tutelas. Sensibilidad Baja: En el municipio de Distracción (La Guajira) con 1 quejas.

Sensibilidad Muy Baja: En el municipio de Aracataca y Fundación (Magdalena), El Molino Y Fonseca (La Guajira), La Paz y Manaure Balcón Del Cesar (Cesar) con 0 quejas y acciones de tutela.

DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD DEL MEDIO SOCIAL

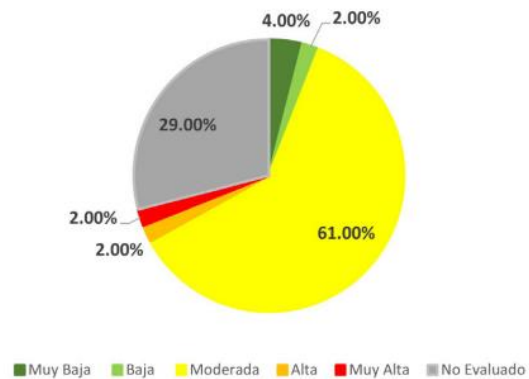
Ilustración 15 Sensibilidad del medio social



Fuente: ANLA, 2022.

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

Ilustración 16 Distribución porcentual de la sensibilidad del medio social

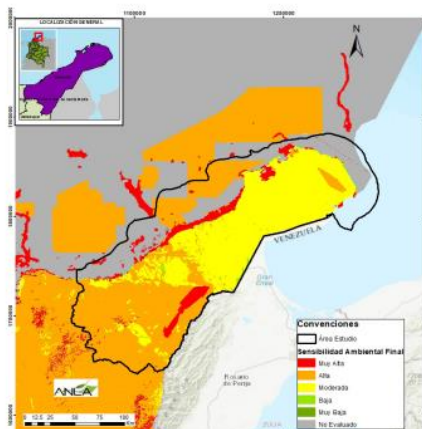


Fuente: ANLA, 2022.

- **Sensibilidad ambiental final:** Predomina en el área de estudio la **sensibilidad Moderada** con un 38,82%, seguido de sensibilidad alta con un 29,18%. Lo anterior teniendo en cuenta que el componente biótico e hídrico superficial presentan una criticidad alta en zonas clasificadas como altas para la ponderación final. Así mismo, para las zonas relacionadas con los municipios de Uribia, Maicao y Manaure prepondera la sensibilidad moderada, esto teniendo en cuenta que en los componentes se resalta la sensibilidad moderada y baja para esta zona.

DISTRIBUCIÓN SENSIBILIDAD AMBIENTAL FINAL

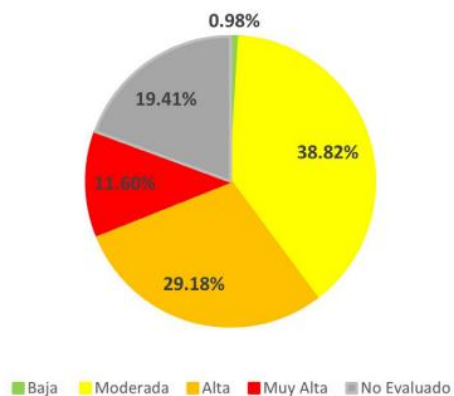
Ilustración 17 Sensibilidad ambiental final



Fuente: ANLA, 2022.

% DE ÁREA POR SENSIBILIDAD

Ilustración 18 Distribución porcentual de la sensibilidad ambiental final



Fuente: ANLA, 2022.