

Inversión en energías renovables en el marco de la Iniciativa de la Franja y la Ruta: un análisis bibliométrico de la producción científica en Scopus (2016–2026)

Harrison Enríquez Gómez

Semillero ANIF – Universidad del Valle

Mayo 2026

Resumen

La Iniciativa de la Franja y la Ruta (BRI) ha impulsado una producción científica creciente sobre inversión en energías renovables. Este estudio realiza un análisis bibliométrico de 460 documentos indexados en Scopus entre 2016 y 2026, procesados mediante Bibliometrix/Biblioshiny y VOSviewer. Los resultados evidencian un crecimiento acelerado de la literatura, una alta concentración geográfica e institucional en China y una estructura temática organizada en torno a transición energética, emisiones, financiamiento verde, seguridad energética y desarrollo sostenible. El análisis temporal muestra una evolución desde estudios econométricos sobre emisiones y crecimiento económico hacia temas asociados con gobernanza, transición energética y *machine learning*. Finalmente, se identifican brechas relacionadas con la baja participación de América Latina, la concentración metodológica en modelos econométricos y la limitada presencia de perspectivas de países receptores.

Palabras clave: Belt and Road Initiative, energías renovables, análisis bibliométrico, inversión verde, VOSviewer, Scopus.

Sección 1 - Introducción

La transición energética global enfrenta uno de sus mayores desafíos en los países en desarrollo: cómo financiar y desplegar infraestructura de energía renovable a escala, en contextos de restricción fiscal, alta percepción de riesgo y limitado acceso a mercados de capital internacionales. En este escenario, la Iniciativa de la Franja y la Ruta (BRI, por sus siglas en inglés), lanzada por China en 2013, ha emergido como uno de los mecanismos de financiamiento de infraestructura más relevantes del siglo XXI. Con activos que superan el billón de dólares distribuidos en más de 140 países, la BRI no es solo un proyecto de conectividad física sino una reconfiguración de los flujos de capital global y de las relaciones de poder en la economía internacional (Nedopil, 2023). La energía constituye su pilar estratégico central: desde represas hidroeléctricas en el Sudeste Asiático hasta parques solares en África y corredores eólicos en Asia Central, la BRI ha canalizado inversión energética a escala global. En 2023, las inversiones en energía verde bajo la iniciativa alcanzaron un récord de USD 7.900 millones, consolidando el giro estratégico de China desde el

financiamiento de combustibles fósiles — que dominó la primera década de la BRI — hacia fuentes renovables, en respuesta a las presiones del Acuerdo de París y al posicionamiento geopolítico chino en la transición energética (Green BRI Center, 2024).

Este fenómeno ha generado un corpus académico de rápido crecimiento: la literatura científica sobre BRI y energías renovables crece a una tasa anual del 43,49%, articulando economía energética, finanzas internacionales, ciencias ambientales y estudios de gobernanza. Sin embargo, la expansión acelerada de este campo plantea un problema estructural: la ausencia de mapeos sistemáticos y actualizados que permitan identificar qué se sabe, qué se repite innecesariamente, y hacia dónde apunta la frontera investigativa. Sin ese mapa, la identificación de tendencias, redundancias y vacíos de investigación se torna difícil de realizar de manera sistemática.

El único antecedente bibliométrico directo sobre este tema es Yang y Li (2024), quienes analizaron 268 artículos de Web of Science con datos hasta julio de 2024. Aunque valioso, ese estudio presenta tres limitaciones que dejan la brecha abierta. Primero, la ventana temporal hasta julio de 2024 excluye una producción científica relevante de 2024–2026, período en el que emergen temáticas nuevas no documentadas previamente. Segundo, el estudio identifica tres clústeres temáticos, pero la especialización creciente de la literatura sugiere que el campo ha fragmentado sus líneas de investigación de forma más compleja desde entonces. Tercero, el uso exclusivo de Web of Science como fuente deja sin mapear la producción indexada en Scopus, que captura una literatura parcialmente distinta. En síntesis, no existe a la fecha un análisis bibliométrico actualizado basado en Scopus que incorpore la producción más reciente hasta 2026 y permita identificar tendencias emergentes en ese corpus específico.

Esta brecha tiene consecuencias concretas en tres niveles. A nivel teórico, sin un mapa actualizado del campo los investigadores replican preguntas ya respondidas en lugar de avanzar hacia las genuinamente abiertas. A nivel empírico, la ausencia de análisis basados en Scopus genera un punto ciego: investigaciones relevantes publicadas en revistas indexadas en esta base de datos permanecen sin mapear. A nivel de política pública, y con particular urgencia para América Latina, la falta de mapeo sistemático oculta una brecha crítica: China ha incrementado significativamente sus inversiones energéticas en la región — en Chile, Perú, Argentina y Brasil — pero la participación latinoamericana no aparece representada en la red principal de colaboración científica, pese a la relevancia creciente de la inversión china en sectores energéticos y estratégicos de la región.

Este estudio aborda ese vacío mediante un análisis bibliométrico sistemático de la literatura sobre BRI y energías renovables indexada en Scopus, construyendo un corpus de 460 documentos para el período 2016–2026. El análisis combina métricas bibliométricas convencionales con visualización de redes científicas para ofrecer un mapa actualizado de la estructura intelectual del campo a partir de la producción indexada en Scopus.

Pregunta de investigación. Este estudio busca responder la siguiente pregunta: ¿Cómo se ha estructurado y evolucionado la producción científica sobre inversión en energías renovables en el

marco de la BRI, indexada en Scopus, durante el período 2016–2026? De esta pregunta se derivan cuatro subpreguntas: (1) ¿Cuáles son las tendencias temporales de publicación? (2) ¿Qué autores, instituciones, países y revistas lideran el campo? (3) ¿Qué clústeres temáticos estructuran la literatura? (4) ¿Qué tendencias emergentes y brechas de investigación se identifican?

El estudio se sitúa en la intersección de tres cuerpos de literatura que raramente dialogan entre sí. El primero es la literatura de cienciometría y mapeo del conocimiento científico (Aria & Cuccurullo, 2017; van Eck & Waltman, 2010), que ha desarrollado metodologías robustas para analizar la estructura y evolución de campos académicos. El segundo es la literatura de economía energética internacional, que examina los determinantes y consecuencias de la inversión en renovables en contextos de desarrollo. El tercero, todavía emergente, es la literatura sobre presencia china en economías en desarrollo, que analiza los efectos geopolíticos, financieros y ambientales de la expansión global de China. Al conectar estas tres corrientes, este estudio no solo mapea un campo sino que revela cómo sus subcomunidades académicas se relacionan — o no se relacionan — entre sí.

El análisis bibliométrico con VOSviewer y Biblioshiny es superior a una revisión narrativa tradicional para los propósitos de este estudio por tres razones. Primero, permite analizar sistemáticamente 460 documentos — una cantidad inabordable mediante lectura individual en cualquier horizonte de tiempo razonable. Segundo, genera evidencia visual reproducible sobre la estructura del campo. Tercero, el análisis de superposición temporal (*overlay*) permite detectar señales débiles de tendencias emergentes — como la irrupción del *machine learning* (aprendizaje automático) en este campo — que serían invisibles en cualquier otro enfoque metodológico.

Este estudio documenta que la literatura sobre BRI y energías renovables ha experimentado una transición cualitativa: el campo ha migrado desde preguntas descriptivas — qué determina la inversión en renovables en países BRI — hacia preguntas prescriptivas — cómo debe estructurarse la transición energética para ser segura, equitativa y financieramente viable. Esta transición se manifiesta en la emergencia de clústeres temáticos nuevos centrados en seguridad energética, pobreza energética y finanzas verdes. Adicionalmente, el estudio identifica cuatro brechas estructurales persistentes: la baja participación de América Latina, el dominio metodológico de la econometría de datos de panel, la perspectiva unilateral centrada en China, y la subrepresentación de fuentes de energía renovable no convencionales.

Metodológicamente, este estudio contribuye al campo al aplicar un análisis bibliométrico basado en Scopus como fuente primaria, extendiéndose hasta 2026 e incorporando visualización de *overlay* temporal con ventana extendida. Esta última innovación permite detectar *machine learning* como frontera metodológica emergente en 2025–2026 — un hallazgo no documentado en ningún análisis previo.

Los hallazgos revelan un campo maduro pero desigual: dominado geográficamente por China, metodológicamente por la econometría, y temáticamente en transición desde el análisis de emisiones hacia la gobernanza de la transición energética. El mapa de colaboración internacional

muestra una red en estrella con China al centro, con escasas conexiones Sur-Sur, y la participación latinoamericana sin representación en la red principal de colaboración pese a la creciente presencia inversora china en la región.

Para desarrollar este análisis, se construyó una ecuación de búsqueda aplicada sobre título, resumen y palabras clave en Scopus, seleccionando artículos científicos y revisiones en inglés sin restricción temporal. El corpus resultante de 460 documentos fue procesado con Biblioshiny/Bibliometrix en R para el análisis métrico, y con VOSviewer para la construcción de mapas de co-ocurrencia de palabras clave, redes de co-autoría por países y análisis de superposición temporal. El resto del artículo se organiza así: la Sección 2 detalla la metodología; la Sección 3 presenta los resultados; la Sección 4 discute los hallazgos e identifica brechas; y la Sección 5 presenta las conclusiones.

Sección 2 - Metodología

El presente estudio adopta un enfoque bibliométrico para mapear y analizar la producción científica sobre la Iniciativa de la Franja y la Ruta (BRI, por sus siglas en inglés) y su relación con el desarrollo de energías renovables a nivel global. La búsqueda sistemática de literatura se realizó en la base de datos Scopus, utilizando la siguiente ecuación de búsqueda aplicada sobre título, resumen y palabras clave:

TITLE-ABS-KEY (("Belt and Road" OR "BRI" OR "OBOR" OR "Belt and Road Initiative") AND ("renewable energy" OR "clean energy" OR "solar energy" OR "wind energy" OR "hydropower" OR "photovoltaic" OR "green energy" OR "low-carbon" OR "energy transition")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: documentos clasificados como artículos científicos o artículos de revisión, publicados en idioma inglés, sin restricción de año de publicación. Se excluyeron ponencias de conferencias (*conference papers*), capítulos de libro y otros tipos documentales. La búsqueda fue realizada el 14 de mayo de 2026 y arrojó un corpus final de **460 documentos**. No se identificaron duplicados en el proceso de exportación desde Scopus.

El corpus abarca publicaciones del período **2016–2026**, distribuidas en **196 fuentes** distintas. El promedio de citas por documento es de **26,72**, lo que refleja un nivel de madurez e impacto moderado-alto de la literatura en este campo. La tasa de crecimiento anual del corpus (**43,49%**) indica una aceleración sostenida en la producción científica sobre este tema. El promedio de **3,77 autores por documento** y una tasa de colaboración internacional del **38,04%** sugieren que se trata de un campo predominantemente colaborativo y con alcance transfronterizo.

Para el análisis bibliométrico se utilizaron los paquetes **Bibliometrix/Biblioshiny** (Aria & Cuccurullo, 2017) en R, y para la construcción de mapas de redes científicas se empleó **VOSviewer** (van Eck & Waltman, 2010), con el que se generaron análisis de co-ocurrencia de palabras clave y co-autoría por países. En VOSviewer se aplicó conteo completo (*full counting*) con un umbral mínimo de 5 apariciones para el análisis de palabras clave (umbral reducido a 4 para el mapa de *overlay* temporal extendido), y un umbral mínimo de 3 documentos por país para la red de co-autoría. El método de agrupación correspondió al algoritmo de clustering implementado por defecto en VOSviewer.

2.1 Análisis complementario: corpus de machine learning y BRI

De manera complementaria, con el fin de profundizar en la tendencia emergente identificada en el mapa de superposición temporal (Figura 9), se realizó una búsqueda exploratoria específica sobre machine learning y BRI en Scopus. La ecuación utilizada fue:

("Belt and Road" OR "BRI" OR "OBOR") AND ("machine learning" OR "deep learning" OR "neural network" OR "random forest" OR "artificial intelligence")

Se aplicaron los mismos criterios de inclusión que en el corpus principal: artículos científicos y artículos de revisión en inglés. La búsqueda se realizó el 24 de mayo de 2026 y arrojó 42 documentos. Dado el volumen reducido, este corpus fue analizado mediante revisión directa de títulos y resúmenes, con el propósito de caracterizar las aplicaciones concretas del machine learning en el contexto de la BRI. Los resultados de este análisis se presentan en la Sección 4.

Sección 3 - Resultados

3.1 Evolución temporal de la producción científica

La Figura 1 presenta la distribución anual de los 460 documentos que componen el corpus analizado. La primera publicación identificada data de 2016, tres años después del lanzamiento oficial de la BRI en 2013, lo que sugiere un período de latencia natural entre el inicio de la iniciativa y la generación de literatura académica sistemática sobre sus implicaciones energéticas.

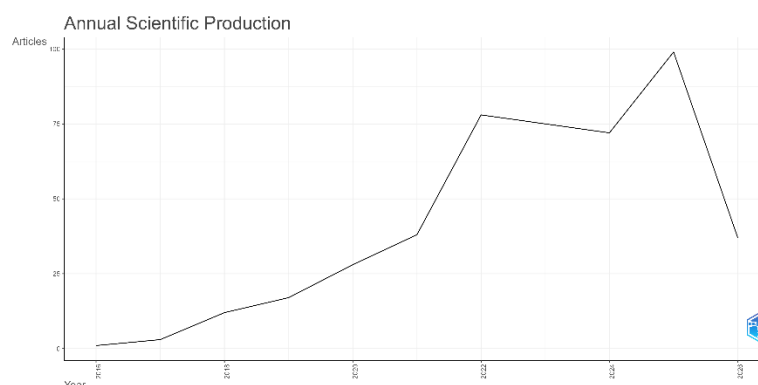


Figura 1. Evolución anual de la producción científica sobre energías renovables en el marco de la Iniciativa de la Franja y la Ruta (2016–2026). Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en Biblioshiny.

Entre 2016 y 2021 se observa un crecimiento sostenido pero moderado, pasando de 1 a 38 publicaciones anuales. El punto de inflexión más significativo ocurre en 2022, año en que la producción casi se duplica respecto al año anterior, alcanzando 78 documentos, un incremento de 40 artículos. Este salto coincide con la consolidación de la agenda verde de la BRI, particularmente tras la publicación en 2022 del documento "Opiniones sobre la Promoción del Desarrollo Verde en la Iniciativa de la Franja y la Ruta" por parte de la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma de China, que proporcionó un marco institucional explícito para la inversión verde en el exterior.

No obstante, entre 2022 y 2024 se registra una ligera contracción, con 75 y 72 documentos respectivamente, tendencia que puede asociarse a factores de incertidumbre global: el conflicto Rusia-Ucrania, la volatilidad en los mercados de materias primas críticas para la transición energética y el enfriamiento general de la inversión extranjera directa. La recuperación se consolida en 2025, que registra el pico histórico del corpus con 99 publicaciones. Al corte de la búsqueda (mayo de 2026), ya se contabilizan 37 documentos, una cifra que proyectada al año completo sugiere una continuación de la tendencia alcista. La tasa de crecimiento anual del corpus es del **43,49%**, lo que confirma el carácter emergente y dinámico de este campo de investigación.

3.2 Fuentes de publicación

La Figura 2 presenta las diez revistas con mayor volumen de publicaciones sobre el tema. *Environmental Science and Pollution Research* encabeza el ranking con 47 artículos, seguida de *Renewable Energy* con 22 y *Sustainability (Switzerland)* con 21. La concentración en estas revistas refleja la naturaleza interdisciplinaria del campo, que articula dimensiones ambientales, energéticas y de sostenibilidad. Un hallazgo destacable es que **todas las revistas del top 10 pertenecen al Cuartil 1 según SCImago**, lo que evidencia que la investigación sobre BRI y energías renovables se publica preferentemente en los canales de mayor prestigio académico internacional, indicando madurez y relevancia del campo.

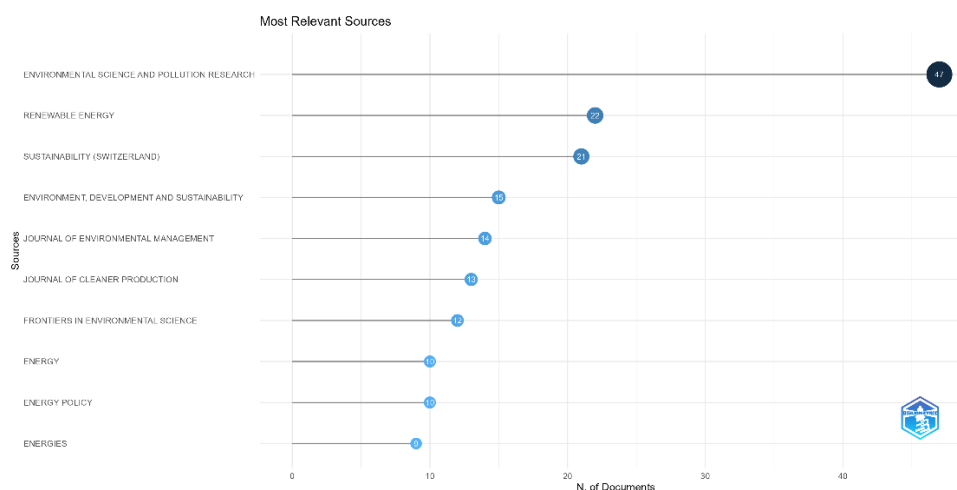


Figura 2. Principales revistas científicas por volumen de publicaciones sobre BRI y energías renovables. Se presentan las diez fuentes con mayor número de documentos en el corpus analizado. Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en Biblioshiny.

3.3 Autores e instituciones líderes

El análisis de autoría (Figura 3) revela que WANG Y lidera la producción individual con 16 documentos, seguido de LI Y y ZHANG J con 12 cada uno. Sin embargo, es importante interpretar estos datos con cautela: los apellidos chinos presentan alta frecuencia de coincidencia, por lo que algunos de estos totales pueden corresponder a autores distintos con el mismo apellido e inicial. El indicador de *Articles Fractionalized* —que pondera la contribución real de cada autor según el número de coautores— ofrece una medida más precisa: bajo esta métrica, WANG Y mantiene el liderazgo con 4,38 puntos, confirmando su centralidad real en el campo.

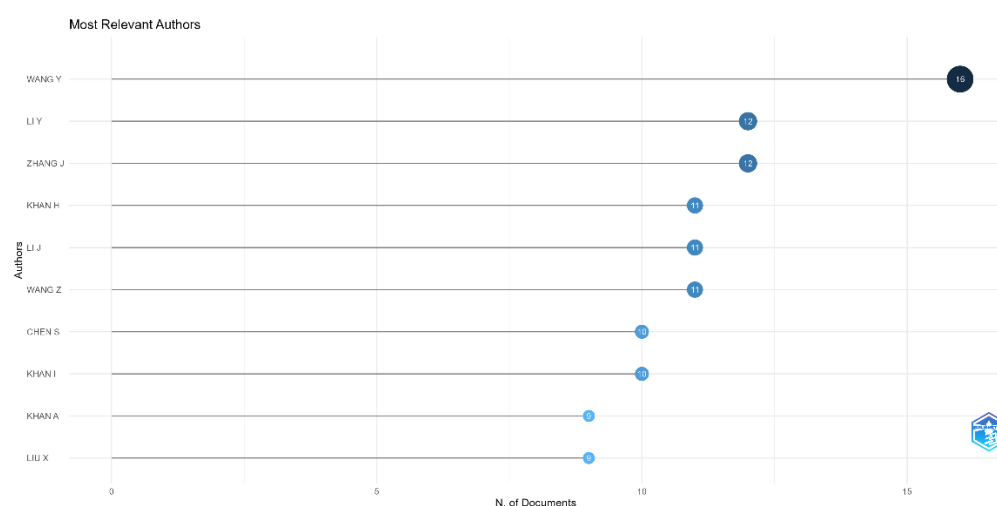


Figura 3. Top 10 de autores con mayor producción científica en el campo, ordenados por número total de artículos y valor de artículos fraccionados. Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en Biblioshiny.

En cuanto a las instituciones (Figura 4), el top 10 está compuesto **exclusivamente por universidades chinas**, lo cual refuerza el patrón observado en la producción por países. Xiamen University encabeza el ranking con 36 documentos, seguida muy de cerca por Jiangsu University con 34 y Shenzhen University con 33, configurando un grupo líder altamente competitivo entre sí. Esta proximidad sugiere que no existe una institución hegemónica única, sino un conjunto de centros con capacidades investigativas similares y sostenidas sobre el tema.

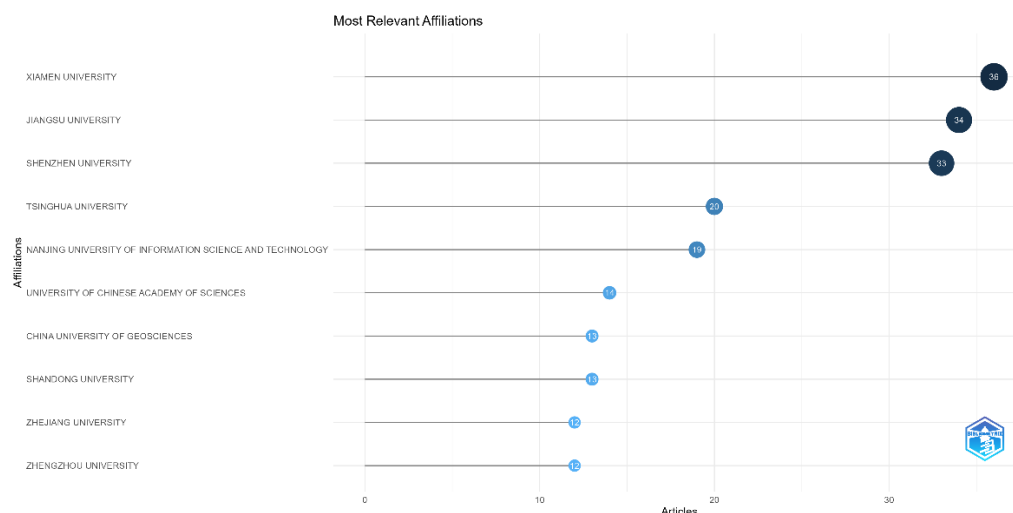


Figura 4. Principales instituciones por volumen de publicaciones sobre BRI y energías renovables. Se presentan las diez instituciones con mayor número de documentos en el corpus. Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en Biblioshiny.

La presencia de Tsinghua University en cuarto lugar con 20 documentos resulta especialmente significativa dado su estatus como la institución técnica de mayor prestigio en China. Igualmente notable es la inclusión de instituciones con perfiles más especializados como Nanjing University of Information Science and Technology y China University of Geosciences, cuya participación evidencia el carácter interdisciplinario del campo.

Un dato que merece atención es que Xiamen University —institución líder del corpus— es precisamente la afiliación de Yang y Li (2024), autores del antecedente bibliométrico más directo de este estudio, lo que sugiere que dicha universidad ha construido una línea de investigación consolidada sobre inversión china en energía renovable bajo la BRI.

3.4 Distribución geográfica de la producción

China domina ampliamente la producción científica sobre este tema (Tabla 1). A nivel de afiliaciones de autoría, se registran 892 apariciones de instituciones chinas en los 460 documentos del corpus, lo que equivale a un promedio cercano a dos afiliaciones chinas por artículo e indica no solo volumen sino profundidad de la participación china. A nivel de países, Estados Unidos ocupa el segundo lugar con 54 documentos, seguido de Pakistán con 47. La prominencia de Pakistán resulta especialmente significativa: como país central del Corredor Económico China-Pakistán (CPEC), representa el caso más estudiado de inversión energética china en el marco de la BRI. El resto del top 10 incluye Reino Unido, Malasia, Turquía, Australia, India, Arabia Saudita y Bangladesh, reflejando la distribución geográfica de los países receptores de inversión BRI.

Country	Freq
CHINA	892
USA	54
PAKISTAN	47
UK	35
MALAYSIA	18
TURKEY	18
AUSTRALIA	15
INDIA	14
SAUDI ARABIA	14
BANGLADESH	10

Tabla 1. Top 10 países con mayor número de apariciones de afiliaciones de autoría en el corpus analizado.
Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en Biblioshiny.

3.5 Documentos más citados

La Figura 5 presenta los diez artículos con mayor número de citas del corpus. El documento más influyente es Zhang et al. (2021), publicado en *Energy Policy* con 692 citas, sobre el rol del gasto público y las finanzas verdes en el crecimiento económico verde en la región BRI. Le sigue Khan et al. (2021) en *Renewable Energy* con 352 citas, que analiza el impacto de la innovación tecnológica y el desarrollo financiero sobre la energía renovable. La concentración de artículos altamente citados en torno al año 2021 sugiere que ese año fue un punto de madurez teórica del campo, cuando convergieron múltiples líneas de investigación. El promedio de 26,72 citas por documento del corpus total refuerza este diagnóstico de impacto moderado-alto.

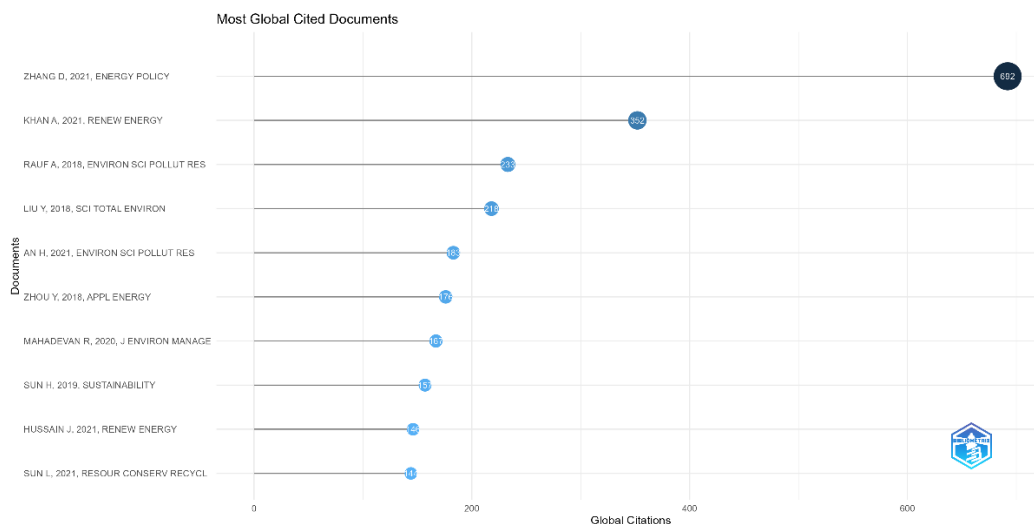


Figura 5. Top 10 documentos más citados del corpus sobre BRI y energías renovables, ordenados por número total de citas. Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en Biblioshiny.

3.6 Análisis de palabras clave

Las palabras clave más frecuentes del corpus revelan los núcleos conceptuales de la literatura: *china, belt and road initiative, alternative energy, sustainable development, investments, climate change, renewable energies, foreign direct investment, energy policy* y *energy efficiency* concentran la mayor frecuencia. Este conjunto refleja tres ejes temáticos: (1) los determinantes y mecanismos de la inversión china en energía renovable bajo la BRI, (2) los efectos ambientales — especialmente en emisiones de CO₂— de dicha inversión, y (3) las dimensiones de gobernanza, cooperación internacional y eficiencia energética. Estos clústeres serán analizados en profundidad mediante el mapa de co-ocurrencia de palabras clave construido en VOSviewer (Figura 6).

3.7 Análisis de co-ocurrencia de palabras clave

La Figura 6 presenta el mapa de co-ocurrencia de palabras clave construido en VOSviewer a partir de las 52 palabras clave que superaron el umbral mínimo de 5 apariciones en el corpus de 1.308 términos identificados. El algoritmo de agrupación de VOSviewer identifica **seis clústeres** que estructuran el campo de investigación sobre BRI y energías renovables.

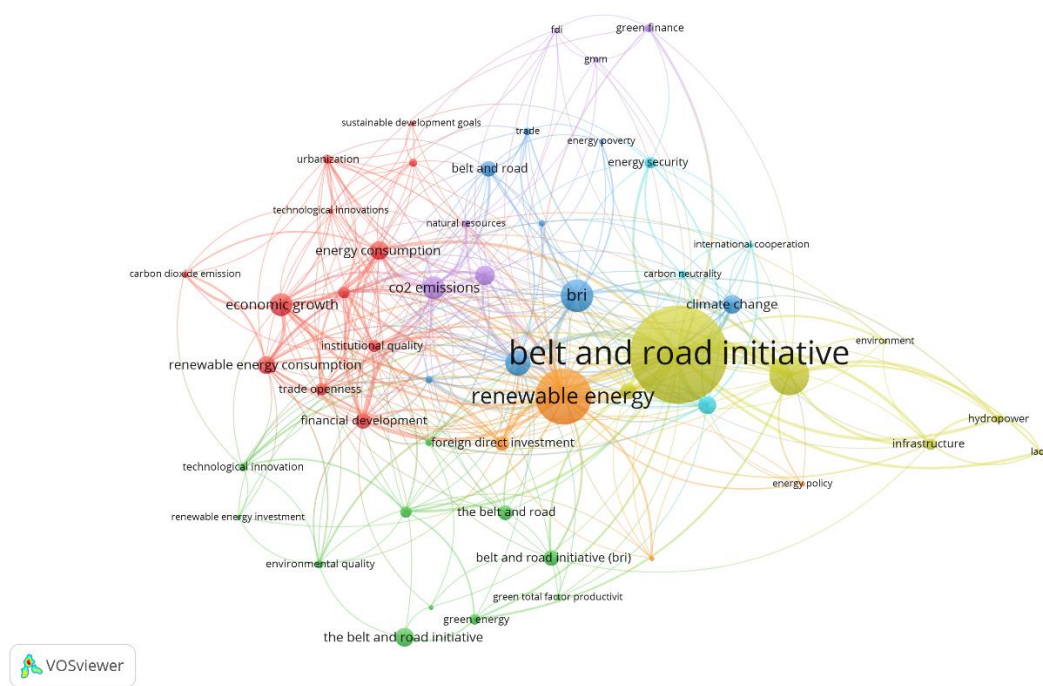


Figura 6. Red de co-ocurrencia de palabras clave de autor sobre BRI y energías renovables. Los nodos representan palabras clave con un mínimo de 5 apariciones en el corpus (52 de 1.308 identificadas); el tamaño del nodo indica frecuencia de aparición; el color indica clúster temático; el grosor de las líneas refleja la intensidad de co-ocurrencia. Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en VOSviewer.

Los nodos de mayor tamaño — *belt and road initiative* y *renewable energy* — constituyen los ejes articuladores de toda la red. La densidad de conexiones entre clústeres indica que estos temas no son compartimentos estancos sino líneas de investigación fuertemente interrelacionadas.

El Clúster 1 (amarillo), articulado en torno a *belt and road initiative, china, energy transition, climate change* e *infrastructure*, agrupa la literatura sobre el marco institucional de la BRI y el rol de China como actor central de la transición energética global. Incluye términos como *energy policy, hydropower* y referencias geográficas específicas como *laos*, lo que sugiere una línea de investigación enfocada en casos nacionales concretos de inversión en infraestructura energética.

El Clúster 2 (naranja), centrado en *renewable energy, carbon emissions* y *ecological footprint*, concentra la literatura que examina los impactos ambientales directos de la inversión en energías renovables bajo la BRI. Su posición central en el mapa lo convierte en el puente temático del campo.

El Clúster 3 (rojo) es el más denso en términos de nodos e incluye *economic growth, energy consumption, co2 emissions, renewable energy consumption, urbanization, globalization, trade openness* e *institutional quality*. Representa la línea de investigación econométrica más prolífica del campo, que analiza la relación entre crecimiento económico, consumo energético y emisiones en los países BRI, frecuentemente mediante modelos de datos de panel.

El Clúster 4 (azul), organizado alrededor de *bri, energy security, energy poverty, carbon neutrality* e *international cooperation*, agrupa investigaciones sobre las dimensiones de gobernanza energética global y los objetivos de neutralidad de carbono en el marco de la BRI. La presencia de *energy poverty* como nodo relevante señala una línea emergente sobre equidad energética en países receptores de inversión.

El Clúster 5 (verde) articula *financial development, foreign direct investment, renewable energy investment, development finance, environmental sustainability* y *green energy*, configurando el núcleo de la literatura sobre mecanismos de financiamiento verde bajo la BRI. Este clúster examina cómo los instrumentos financieros —desde la IED hasta la banca de desarrollo— canalizan recursos hacia proyectos de energía renovable.

Finalmente, el Clúster 6 (morado), el más pequeño, agrupa *green finance, sustainable development goals, energy efficiency* y el término metodológico GMM (Método Generalizado de Momentos), lo que sugiere una subcomunidad investigativa que combina el análisis de eficiencia energética con marcos de finanzas verdes utilizando métodos econométricos específicos.

3.8 Red de colaboración científica internacional

La Figura 7 presenta la red de co-autoría por países construida en VOSviewer, con un umbral mínimo de 3 documentos por país, que permitió identificar 24 países conectados en la red. El rasgo estructural más destacado del mapa es su configuración en **estrella con China como nodo central absoluto**, con el nodo de mayor tamaño y la mayor densidad de conexiones hacia todos los demás países participantes. Esta arquitectura de red revela que la colaboración internacional en este campo está fuertemente mediada por China: la mayoría de los vínculos bilaterales identificados involucran a China como uno de los dos polos, con escasas conexiones directas entre países periféricos sin su participación.

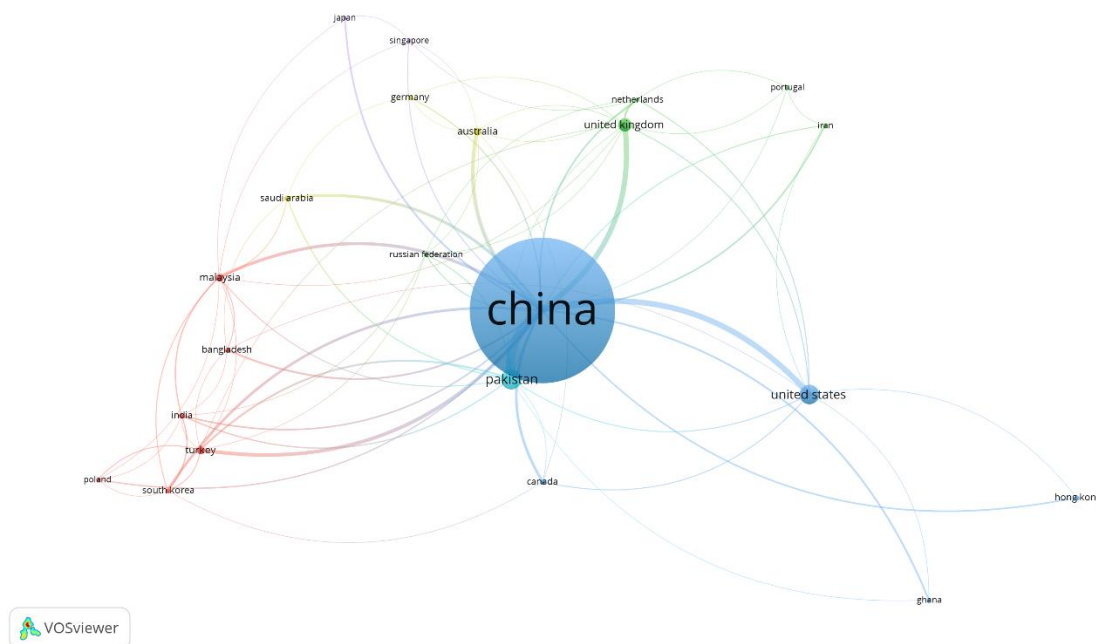


Figura 7. Red de co-autoría por países. El tamaño del nodo es proporcional al volumen de producción del país; el grosor de las líneas refleja la intensidad de la colaboración bilateral; el color indica el clúster de colaboración.
Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en VOSviewer.

El vínculo de co-autoría más intenso conecta a **China con Pakistán**, lo cual es coherente con el peso del Corredor Económico China-Pakistán (CPEC) como el proyecto BRI más estudiado en la literatura. Le sigue en intensidad la conexión **China-Estados Unidos**, un hallazgo relevante dado que Estados Unidos no es país miembro de la BRI, lo que sugiere un interés académico estratégico de investigadores estadounidenses en monitorear y analizar la expansión energética china.

Se identifican cuatro clústeres de colaboración. El **clúster azul**, el más denso, agrupa a China, Pakistán, Estados Unidos, Canadá, Hong Kong y Ghana. El **clúster amarillo** reúne economías desarrolladas como Australia, Alemania, Japón, Singapur y Arabia Saudita. El **clúster verde** integra al Reino Unido, Países Bajos, Portugal e Irán. Finalmente, el **clúster rojo** agrupa economías emergentes receptoras de inversión BRI —Malasia, Turquía, India, Bangladesh, Corea del Sur y Polonia— cuya colaboración interna es limitada y se articula principalmente a través de China. Ningún país latinoamericano aparece en la red de co-autoría bajo los umbrales definidos, lo que evidencia una participación aún marginal de la academia regional en este campo.

La estructura general de la red sugiere una colaboración internacional todavía centralizada y jerárquica, con escaso desarrollo de redes Sur-Sur independientes. Esto representa tanto una limitación del campo —la perspectiva investigativa está dominada por la visión china— como una oportunidad para futuras investigaciones que incorporen voces académicas de los países receptores de inversión BRI con mayor protagonismo.

3.9 Análisis de evolución temporal de palabras clave

La Figura 8 presenta el mapa de superposición temporal (*overlay*) construido con las palabras clave que superan un umbral mínimo de 5 apariciones, con una escala cromática que va de azul oscuro (2022) a amarillo (2024). Complementariamente, la Figura 9 amplía el análisis reduciendo el umbral a 4 apariciones y extendiendo la ventana temporal hasta 2026, permitiendo capturar términos emergentes de muy reciente incorporación al campo.

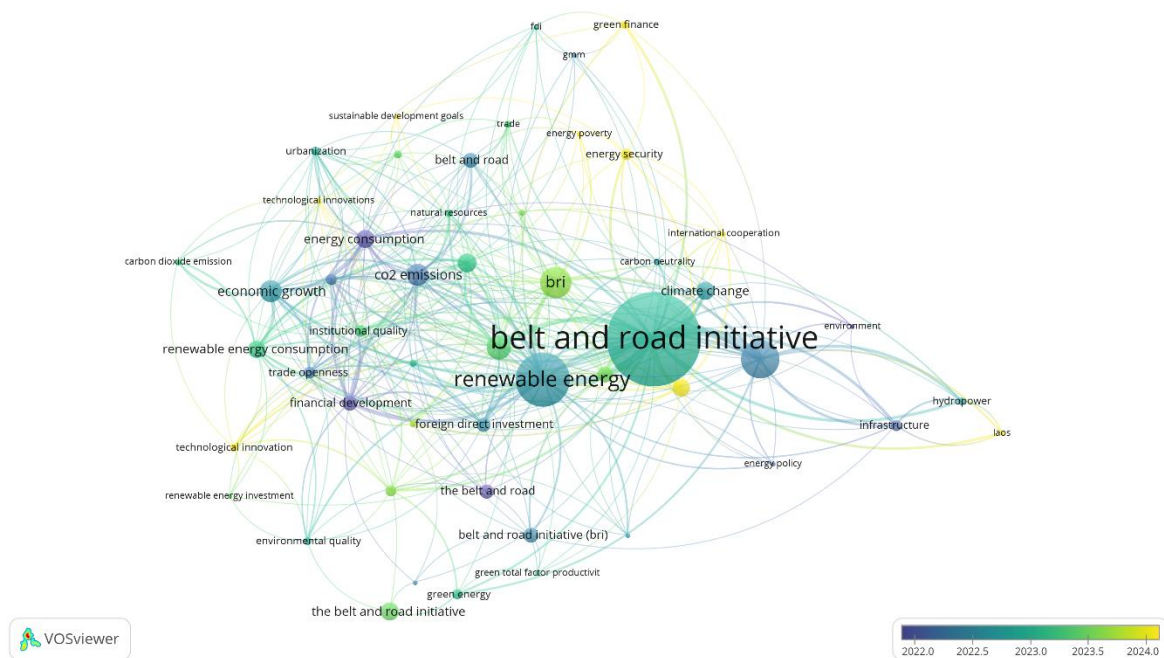


Figura 8. Mapa de superposición temporal (*overlay*) de palabras clave con umbral mínimo de 5 apariciones (2022–2024). La escala cromática va de azul oscuro (palabras clave más antiguas, ~2022) a amarillo (palabras clave más recientes, ~2024), indicando el año promedio de aparición de cada término en la literatura. Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en VOSviewer.

El mapa de la Figura 8 revela una estratificación temporal clara en tres niveles. En el estrato más antiguo —tonos azul oscuro y morado, concentrados alrededor de 2022— se ubican términos como *co2 emissions*, *economic growth*, *energy consumption*, *carbon dioxide emission*, *globalization* e *institutional quality*, que representan la corriente econométrica fundacional del campo. En el estrato intermedio —tonos verde azulado, alrededor de 2022.5-2023— aparecen los nodos centrales *belt and road initiative* y *renewable energy*, confirmando su carácter de términos transversales que han estructurado el campo desde sus inicios. En el estrato más reciente —tonos verde claro y amarillo, hacia 2023.5-2024— emergen *energy transition*, *technological innovation*, *green finance*, *energy security*, *energy poverty* e *international cooperation*, señalando el desplazamiento del campo hacia preguntas de política energética, gobernanza climática y mecanismos de financiamiento verde.

La comparación con el mapa cronológico de Yang y Li (2024) —construido sobre un corpus de Web of Science con ventana temporal hasta julio de 2024— resulta ilustrativa. El estudio de referencia identifica como términos recientes *determinants*, *impacts* e *investment*, mientras que el presente análisis, con dos años adicionales de literatura y una base de datos distinta (Scopus), identifica como fronteras del campo términos de mayor especificidad política como *energy transition*, *energy security* y *green finance*. Esta diferencia sugiere que la literatura ha madurado desde preguntas descriptivas sobre determinantes hacia preguntas prescriptivas sobre cómo orientar la transición energética bajo el marco BRI.

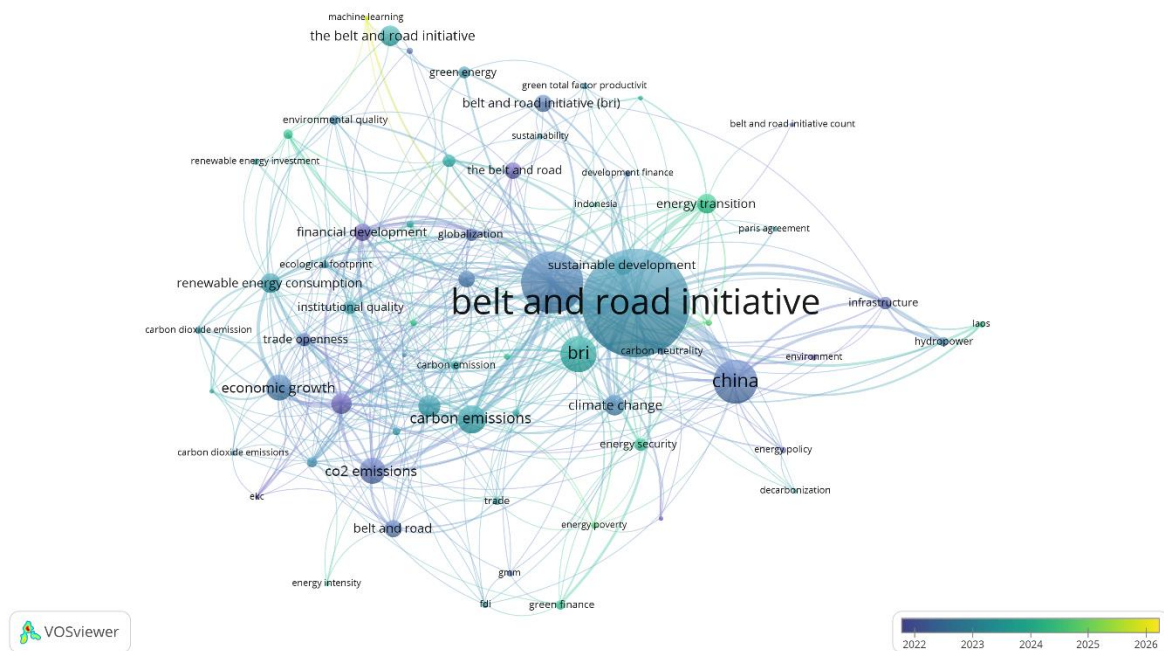


Figura 9. Mapa de superposición temporal (overlay) ampliado con umbral mínimo de 4 apariciones y ventana temporal extendida hasta 2026, permitiendo la identificación de términos emergentes de muy reciente incorporación al campo, entre ellos machine learning. Fuente: elaboración propia con datos de Scopus, procesados en VOSviewer.

El hallazgo más relevante emerge de la Figura 9, construida con umbral de 4 apariciones y ventana extendida hasta 2026. Al ampliar estos parámetros, aparece **machine learning** (aprendizaje automático) como la palabra clave de aparición más reciente en el corpus, ubicándose en el extremo amarillo de la escala temporal. Este término no aparece en el análisis de Yang y Li (2024) ni en los mapas con umbral 5, lo que lo convierte en una señal débil pero significativa de una frontera metodológica incipiente. Su emergencia sugiere que una corriente naciente de investigadores está comenzando a aplicar técnicas de machine learning al análisis de patrones de inversión, proyección de capacidad instalada y optimización de decisiones de financiamiento en el contexto de la BRI, abriendo una agenda metodológica que la literatura bibliométrica convencional aún no ha documentado sistemáticamente.

Sección 4 — Discusión

Los resultados del análisis bibliométrico permiten identificar tanto las contribuciones consolidadas de la literatura como sus limitaciones y brechas persistentes, ofreciendo una hoja de ruta para investigaciones futuras.

4.1 Comparación con literatura previa

El presente estudio amplía el análisis bibliométrico de Yang y Li (2024), el antecedente más directo en la materia, en tres dimensiones clave. Primero, el corpus analizado es significativamente mayor: 460 documentos de Scopus frente a los 268 artículos de Web of Science utilizados por dichos autores, lo que representa un 72% más de literatura analizada. Segundo, la ventana temporal se extiende hasta 2026, incorporando dos años adicionales de producción científica que permiten identificar tendencias emergentes no visibles en el estudio de referencia. Tercero, el uso de Scopus como base de datos captura una literatura parcialmente distinta a Web of Science, enriqueciendo el panorama del campo.

En cuanto a los clústeres temáticos, ambos estudios coinciden en identificar tres grandes ejes: los determinantes de la inversión en renovables bajo la BRI, los beneficios sinérgicos ambientales y económicos de dicha inversión, y las dimensiones de gobernanza y cooperación energética. Sin embargo, el presente análisis identifica seis clústeres diferenciados frente a los tres de Yang y Li (2024), sugiriendo una mayor fragmentación y especialización temática de la literatura en los años más recientes. Particularmente, la emergencia de un clúster independiente de finanzas verdes y desarrollo financiero —ausente como categoría autónoma en el estudio de referencia— refleja la creciente institucionalización de los mecanismos de financiamiento climático en el marco BRI.

4.2 Tendencias emergentes

El análisis de *overlay* temporal revela un desplazamiento significativo en los focos de investigación. La literatura fundacional del campo, concentrada alrededor de 2022, estuvo dominada por estudios econométricos que examinan la relación entre crecimiento económico, emisiones de CO₂ y consumo energético mediante modelos GMM y datos de panel, con la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets (EKC) como marco teórico predominante. Esta corriente, representada por los artículos más citados del corpus —Zhang et al. (2021) con 692 citas, Khan et al. (2021) con 352 citas y Rauf et al. (2018) con 233 citas— estableció que el gasto público en I+D, el desarrollo financiero y la innovación tecnológica son determinantes clave de la inversión en energía renovable en los países BRI.

La literatura más reciente, sin embargo, está reorientando su atención hacia *energy transition*, *energy security*, *green finance* y *energy poverty*, señalando un giro desde preguntas descriptivas —¿qué determina la inversión?— hacia preguntas prescriptivas —¿cómo debe estructurarse la

transición energética para ser equitativa y segura? El hallazgo más novedoso del presente análisis es la aparición del *machine learning* (*aprendizaje automático*) como palabra clave emergente en la frontera más reciente del corpus (2025–2026), con un umbral de aparición aún bajo (4 documentos) pero con una trayectoria ascendente. Esto sugiere que una corriente incipiente está comenzando a aplicar estas técnicas al análisis de patrones de inversión y optimización de decisiones de financiamiento energético bajo la BRI, abriendo una agenda metodológica que la literatura convencional aún no ha explorado sistemáticamente.

Una revisión complementaria de 42 documentos obtenidos mediante la ecuación de búsqueda específica descrita en la Sección 2.1 permite precisar la naturaleza de esta frontera. De los 42 documentos, 28 aplican machine learning de forma directa, con tres concentraciones temáticas: modelado ambiental y proyección de emisiones de CO₂ (mediante *Random Forest*, *BiLSTM* y *Gradient Boosting*), predicción de riesgos en proyectos de infraestructura BRI (redes neuronales, *Random Forest* y SVM), y estimación de efectos causales de la iniciativa sobre variables económicas mediante *Double Machine Learning* (DML), método que aparece en cinco estudios recientes como alternativa a la econometría convencional para aislar el efecto del BRI en presencia de endogeneidad. El patrón temporal es relevante: la mayoría de estos estudios se concentra en 2025–2026, lo que confirma que el machine learning no es una tendencia consolidada sino una señal emergente aún en formación. Esta evidencia refuerza la identificación de *machine learning* como palabra clave de frontera en el mapa de *overlay* (Figura 9) y sugiere que su irrupción responde a una demanda metodológica concreta: la necesidad de capturar relaciones no lineales y efectos heterogéneos que los modelos de datos de panel tradicionales no pueden modelar adecuadamente.

4.3 Brechas identificadas

El análisis revela cuatro brechas estructurales en la literatura. La primera es de naturaleza geográfica: el mapa de co-autoría por países no registra participación latinoamericana bajo los umbrales definidos, pese a que varios países de la región — Chile, Perú, Bolivia, Ecuador y Argentina — han firmado memorandos de entendimiento con la BRI, y China ha realizado inversiones significativas en sectores estratégicos como el litio chileno, la minería peruana y la infraestructura eléctrica brasileña. Esto no implica necesariamente que no exista producción latinoamericana sobre el tema, sino que dicha producción no ha alcanzado el umbral de visibilidad y colaboración internacional requerido para aparecer en los mapas de co-autoría. Esta situación configura una oportunidad directa para investigadores de la región, ya que la literatura todavía no puede responder cómo perciben, negocian y aprovechan los países latinoamericanos la inversión energética china bajo la BRI, ni en qué condiciones esa inversión contribuye a sus propios objetivos de transición energética.

La segunda brecha es metodológica: el campo está fuertemente dominado por modelos econométricos de datos de panel, con escasa diversificación hacia métodos cualitativos, estudios de caso comparativos o, como se señaló, técnicas de aprendizaje automático. Esta concentración

implica que la literatura todavía no puede establecer si los patrones de inversión BRI tienen efectos heterogéneos entre países con distintos niveles de desarrollo institucional o diferentes matrices energéticas previas, porque los modelos predominantes asumen homogeneidad en esos efectos.

La tercera brecha es de perspectiva: la red de co-autoría está centralizada en instituciones chinas, lo que implica que la literatura refleja predominantemente el punto de vista del país inversor. Esto significa que preguntas relevantes desde la óptica de los países receptores —sobre los términos contractuales, los efectos locales en el empleo, la transferencia tecnológica real o los impactos sobre comunidades locales— permanecen sistemáticamente subinvestigadas.

La cuarta brecha es tecnológica: fuentes de energía renovable como la biomasa, la geotérmica y la mareomotriz son prácticamente invisibles en el corpus, concentrado en solar, eólica e hidroeléctrica, sugiriendo que el potencial de diversificación energética en países BRI está subinvestigado.

4.4 Limitaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones. Primero, se basa exclusivamente en documentos indexados en Scopus, por lo que no captura literatura incluida en otras bases de datos, literatura gris o publicaciones regionales no indexadas. Segundo, el análisis se restringe a documentos en inglés, lo cual puede subrepresentar investigaciones producidas en países receptores de inversión BRI. Tercero, los resultados dependen de la ecuación de búsqueda y de los umbrales definidos en VOSviewer, por lo que algunos autores, países o temas emergentes pueden no aparecer en las redes principales. Finalmente, el año 2026 debe interpretarse con cautela, dado que corresponde a un año aún no finalizado al momento de la consulta.

Sección 5 — Conclusiones

El presente estudio realizó un análisis bibliométrico de 460 documentos indexados en Scopus sobre inversión en energías renovables en el marco de la Iniciativa de la Franja y la Ruta, utilizando Biblioshiny para el análisis métrico y VOSviewer para la construcción de mapas de redes científicas. Los hallazgos confirman que este es un campo en consolidación acelerada, con una tasa de crecimiento anual del 43,49% y un pico histórico de producción en 2025, impulsado por la reorientación estratégica de la BRI desde fuentes fósiles hacia energías renovables. El auge de la inteligencia artificial en todos los sectores productivos encuentra también su expresión en este campo, con el *machine learning* (aprendizaje automático) emergiendo como palabra clave en la frontera más reciente del corpus (2025–2026), señalando una nueva agenda metodológica para el análisis de patrones de inversión y optimización energética.

Las contribuciones diferenciales de este estudio respecto al antecedente más directo —Yang y Li (2024)— son tres. Primero, el corpus analizado es un 72% mayor, capturando una literatura más amplia gracias al uso de Scopus. Segundo, la ventana temporal extendida hasta 2026 permitió identificar tendencias emergentes invisibles en estudios previos, particularmente la irrupción del

machine learning. Tercero, el análisis temporal revela un desplazamiento cualitativo en el campo: la literatura ha transitado de preguntas descriptivas —¿qué determina la inversión en renovables en países BRI?— hacia preguntas prescriptivas —¿cómo debe estructurarse la transición energética para ser segura, equitativa y financieramente viable?

El análisis de co-autoría revela que China no solo lidera la inversión en renovables bajo la BRI sino también la producción académica sobre el tema, con Pakistán como principal socio de colaboración —comprensible dado el peso del Corredor Económico China-Pakistán— y Estados Unidos en tercer lugar, lo que refleja el interés estratégico de la academia estadounidense en monitorear la expansión energética china globalmente. Sin embargo, esta concentración es también una limitación estructural del campo: la voz académica de los países receptores de inversión BRI está sistemáticamente ausente. Resulta paradójico que los países que experimentan directamente los efectos de estas inversiones —en sus territorios, comunidades y matrices energéticas— sean los menos representados en la literatura que las analiza.

Finalmente, la ausencia de América Latina en el mapa de colaboración científica internacional constituye la brecha más relevante desde la perspectiva de este estudio. China realiza inversiones crecientes en la región —con énfasis en hidroeléctrica, minería y recursos estratégicos— pero la producción latinoamericana no alcanza suficiente visibilidad en la red principal de colaboración científica construida a partir del corpus de Scopus y los umbrales definidos. Esta desconexión representa una oportunidad concreta: la pregunta de qué condiciones hacen que la inversión energética china bajo la BRI contribuya efectivamente a los objetivos de transición energética de los países latinoamericanos no tiene respuesta en la literatura actual, y su respuesta requiere tanto la perspectiva local como el uso de métodos que puedan capturar la heterogeneidad entre contextos nacionales distintos.

Referencias

- An, H., Razzaq, A., Haseeb, M., & Mihardjo, L. W. W. (2021). The role of technology innovation and people's connectivity in testing environmental Kuznets curve and pollution heaven hypotheses across the Belt and Road host countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(5), 5254–5270. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12470-3>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Green BRI Center. (2024). Green BRI investment tracker 2023 annual report. International Institute of Green Finance. <https://greenbri.org>
- Jamatutu, S. A. (2026). Could renewable energy development, technological innovations, and biocapacity protection drive circular carbonization? A machine learning approach. *Energy and Environment*. <https://doi.org/10.1177/0958305X261418246>

- Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J., & Kui, Z. (2021). Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in Belt & Road Initiative countries. *Renewable Energy*, 171, 479–491. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.075>
- Liu, S. (2025). Research on external risk prediction of Belt and Road Initiative major projects based on machine learning. *Sustainability*, 17(20), 9089. <https://doi.org/10.3390/su17209089>
- Long, Y. (2026). Decoding CO₂ futures in representative Green Belt and Road countries: Evidence from China, India, and Russia. *Environmental Impact Assessment Review*. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2025.108201>
- Nedopil, C. (2023). Countries of the Belt and Road Initiative. Green Finance & Development Center. <https://greenfdc.org/countries-of-the-belt-and-road-initiative-bri/>
- Rauf, A., Liu, X., Amin, W., Ozturk, I., Rehman, O. U., & Hafeez, M. (2018). Testing EKC hypothesis with energy and sustainable development challenges: fresh evidence from Belt and Road Initiative economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(32), 32066–32080. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3052-5>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Wang, Y., Shinwari, R., Saleem, I., & Junjun, Z. (2025). Impact of go global strategy on green growth in BRI and non-BRI economies: Evidence from a double machine learning approach. *Journal of Environmental Management*, 394, 127418. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127418>
- Xie, R. (2026). Deep learning-based enterprise operation forecasting and green production optimization under the BRI. *Discover Artificial Intelligence*, 6(1), 82. <https://doi.org/10.1007/s44163-025-00755-2>
- Yang, F., & Li, J. (2024). A review of renewable energy investment in Belt and Road Initiative countries: a bibliometric analysis perspective. *Energies*, 17(19), 4900. <https://doi.org/10.3390/en17194900>
- Yang, R., Mao, H., Gao, S., Liu, N., & Liu, Y. (2026). How does physical climate risk impact renewable energy investment? Evidence from Belt and Road countries. *Journal of the Asia Pacific Economy*. <https://doi.org/10.1080/13547860.2026.2634340>
- Zhang, D., Mohsin, M., Rasheed, A. K., Chang, Y., & Taghizadeh-Hesary, F. (2021). Public spending and green economic growth in BRI region: mediating role of green finance. *Energy Policy*, 153, 112256. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112256>