Sustainable Logistics Strategies as a Factor in Reducing Carbon Emissions in Distribution Companies

Iris Rebeca Pavón Zúniga[1]; Leslie Gabriela Ramos Canales[2]; Rossana Carías Escoto[3]

[1,2,3]Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial, Honduras

irpavon@unah.hn, lgramos@unah.hn , rossana_escoto@unah.edu.hn

Abstract—This study identifies and systematizes sustainable logistics strategies associated in the scientific literature with carbon-emission reduction in distribution companies. A descriptive and exploratory bibliometric-conceptual design was applied. The 2015-2025 search retrieved approximately 2,400 records from Crossref through Publish or Perish; after normalization, 2,144 records were retained for general mapping, 196 documents entered thematic screening, and 16 articles formed the analytical corpus. The detailed coding produced 25 operational practices grouped into nine categories. The most frequent categories were logistics digitalization (43.75%), environmental monitoring and indicators (37.50%), route optimization (31.25%), and energy or operational efficiency (31.25%). Green Logistics showed the closest operational correspondence with transportation, warehousing, fleet, packaging, and distribution decisions, while Triple Bottom Line broadened their interpretation across environmental, economic, and social dimensions. The findings provide a traceable taxonomy and an indicator matrix for future organizational assessment; they represent bibliometric associations rather than direct evidence of causal emission reductions.

Keywords—sustainable logistics, carbon emissions, distribution companies, Green Logistics, bibliometric analysis.

Estrategias logísticas sostenibles como factor en la reducción de emisiones de carbono en empresas distribuidoras

Iris Rebeca Pavón Zúniga[1]; Leslie Gabriela Ramos Canales[1]; Rossana Carías Escoto[1]

[1]Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial, Honduras, irpavon@unah.hn, lgramos@unah.hn , rossana_escoto@unah.edu.hn

Resumen*—Esta investigación identifica y organiza estrategias de logística sostenible asociadas en la literatura con la reducción de emisiones de carbono en empresas distribuidoras. Se aplicó un diseño bibliométrico-conceptual descriptivo y exploratorio. La búsqueda en Crossref mediante Publish or Perish (2015–2025) recuperó aproximadamente 2,400 registros; 2,144 normalizados se utilizaron para el mapeo general, 196 pasaron al cribado temático y 16 artículos integraron el corpus analítico. La codificación detallada produjo una taxonomía de 25 prácticas operativas en nueve categorías: digitalización, monitoreo ambiental, optimización de rutas, eficiencia energética y operativa, diseño de redes, consolidación y almacenamiento, empaques, gestión de flotas y logística inversa. Las categorías más frecuentes fueron digitalización (43.75 %), monitoreo (37.50 %), rutas (31.25 %) y eficiencia (31.25 %). Green Logistics presentó la mayor correspondencia con las decisiones de distribución, mientras Triple Bottom Line amplía su interpretación ambiental, económica y social. La taxonomía y la matriz de indicadores orientan futuras evaluaciones empresariales; las frecuencias describen asociaciones bibliométricas y no demuestran reducciones causales de emisiones.

Palabras clave: logística sostenible, emisiones de carbono, empresas distribuidoras, Green Logistics, bibliometría.

Abstract—This study identifies sustainable logistics strategies associated in the literature with carbon-emission reduction in distribution companies. A descriptive and exploratory bibliometric-conceptual analysis retrieved approximately 2,400 Crossref records through Publish or Perish (2015–2025). Of these, 2,144 normalized records were used for general mapping, 196 entered thematic screening, and 16 articles formed the analytical corpus. Detailed coding yielded a taxonomy of 25 operational practices in nine categories: digitalization, environmental monitoring, routing, energy and operational efficiency, network design, consolidation and warehousing, packaging, fleet management, and reverse logistics. Digitalization (43.75%), monitoring (37.50%), routing (31.25%), and efficiency (31.25%) were most frequent. Green Logistics offered the closest operational fit; Triple Bottom Line broadened the environmental, economic, and social interpretation. The taxonomy and indicator matrix can guide future company assessments. These bibliometric associations do not demonstrate causal emission reductions.

Keywords: sustainable logistics, carbon emissions, distribution companies, Green Logistics, bibliometrics.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades de transporte, almacenamiento y distribución sostienen el flujo de bienes, pero también concentran consumo energético, uso de combustibles y emisiones atmosféricas. Por esta razón, la logística sostenible ha evolucionado desde acciones ambientales aisladas hacia decisiones coordinadas que buscan reducir impactos sin deteriorar el servicio, el costo o la continuidad operativa. Green Logistics incorpora estos criterios en rutas, flotas, inventarios, localización de instalaciones y manejo de materiales, por lo que constituye un campo estrechamente vinculado con las operaciones de las empresas de distribución [1], [2].

La literatura reciente examina múltiples alternativas: digitalización, tecnologías de Industria 4.0, optimización de rutas, electrificación, eficiencia energética, consolidación de cargas, rediseño de empaques y sistemas de medición ambiental [3]–[6]. Aunque estas prácticas comparten el objetivo de mejorar el desempeño logístico y ambiental, suelen estudiarse desde sectores, tecnologías o niveles distintos de la cadena de suministro. Esta dispersión dificulta identificar cuáles estrategias presentan mayor recurrencia, cómo se relacionan entre sí y qué enfoque conceptual permite organizarlas sin atribuir efectos causales que no han sido medidos directamente en empresas.

La heterogeneidad también se observa en los indicadores empleados. Algunos trabajos priorizan combustible, kilómetros recorridos y emisiones; otros se concentran en utilización de capacidad, consumo energético, localización de instalaciones, desempeño de proveedores o adopción tecnológica [8]–[18]. La coexistencia de escalas y unidades de análisis distintas dificulta comparar resultados y trasladar la evidencia a decisiones de distribución. Por ello, antes de formular recomendaciones, es necesario ordenar las prácticas según el proceso logístico que modifican, el mecanismo esperado de mejora y la dimensión de sostenibilidad con la que se relacionan.

El vacío abordado no corresponde a la ausencia de estrategias, sino a la fragmentación del conocimiento que las describe. Las revisiones existentes muestran crecimiento del campo y líneas emergentes [2], [4], [7], pero todavía resulta útil establecer una ruta que conecte el mapeo bibliométrico general

con una codificación operativa profunda y una comparación explícita de enfoques conceptuales. Esta conexión permite distinguir entre tendencias del campo, categorías derivadas del corpus y una propuesta interpretativa aplicable a empresas de distribución.

La pregunta de investigación es: ¿qué estrategias de logística sostenible identificadas en la producción científica presentan mayor correspondencia temática y operativa con la reducción de emisiones de carbono y qué enfoque conceptual permite organizarlas e interpretarlas de manera integrada en el contexto de las empresas de distribución? El objetivo consiste en analizar la estructura del conocimiento científico, clasificar las estrategias predominantes, examinar sus asociaciones bibliométricas y comparar Green Logistics, Green Supply Chain Management y Sustainable Supply Chain Management según su correspondencia con el objeto de estudio.

El aporte consiste en construir una síntesis trazable del campo. Primero se realiza un mapeo amplio de la producción; después se codifica un corpus de 16 artículos; las categorías derivadas se comparan con enfoques conceptuales; y finalmente se formula una taxonomía operativa y una matriz de mecanismos e indicadores. Como continuidad metodológica, se propone un instrumento de juicio experto para una fase posterior de contraste y refinamiento, sin presentarlo como evidencia obtenida en este estudio.

II. MARCO CONCEPTUAL

A. Logística sostenible y reducción de emisiones

La logística sostenible integra criterios ambientales en la planificación y control de los flujos físicos e informativos. Su relación con las emisiones de carbono es especialmente visible en el transporte de mercancías, debido al consumo de combustible, las distancias recorridas, la ocupación vehicular y la tecnología de la flota. Sin embargo, el desempeño ambiental también depende de decisiones de almacenamiento, localización, embalaje y coordinación de redes. Por ello, la reducción de emisiones debe analizarse como resultado potencial de un sistema de decisiones interdependientes y no de una práctica aislada [1], [7].

En una investigación documental, esta relación no equivale a causalidad empresarial. La producción científica permite observar asociaciones entre conceptos, prácticas y resultados mediante frecuencias, vínculos y agrupamientos. Así, la reducción de emisiones funciona como una categoría dependiente de carácter bibliométrico: representa la forma en que los estudios conectan estrategias logísticas con menor consumo, menor huella de carbono o mayor eficiencia ambiental. Esta delimitación evita extrapolar reducciones reales a empresas que no fueron evaluadas directamente.

B. Estrategias operativas y tecnologías habilitadoras

La digitalización se presenta como un habilitador transversal. Sistemas de información, Internet de las cosas, inteligencia artificial, realidad aumentada y herramientas de apoyo a decisiones mejoran la trazabilidad, la planificación y el uso de recursos [3], [5], [6], [8], [9]. Su contribución ambiental suele ser indirecta: permite identificar recorridos improductivos, controlar consumos, anticipar demanda y coordinar operaciones. Por ello, su efectividad depende de la calidad de los datos, la infraestructura disponible y la integración con procesos de medición y mejora continua.

Las estrategias operativas actúan sobre fuentes más directas de impacto. La optimización de rutas y el cross-docking reducen distancias y viajes; el diseño de redes y la localización de centros equilibran tiempos, costos y emisiones; los empaques mejoran la utilización del espacio; la electrificación y la eficiencia energética disminuyen la intensidad de carbono; y los indicadores ambientales permiten establecer metas y verificar resultados [10]–[18]. La evidencia sugiere que estas prácticas son complementarias y que su combinación es más coherente con la naturaleza sistémica de la distribución.

C. Green Logistics y Triple Bottom Line

Green Logistics concentra su unidad de análisis en operaciones logísticas y utiliza indicadores como combustible, energía, CO_2, distancias, capacidad y residuos. Green Supply Chain Management amplía la atención hacia proveedores, compras y producción, mientras Sustainable Supply Chain Management incorpora gobernanza, actores y desempeño integral. Dado que el estudio se delimita a transporte, almacenamiento y distribución, Green Logistics ofrece mayor especificidad operativa, aunque puede enfatizar la dimensión ambiental y la eficiencia [1], [2].

Triple Bottom Line complementa esta limitación al interpretar simultáneamente resultados ambientales, económicos y sociales. La reducción de emisiones puede coexistir con ahorro de combustible, mejor utilización de activos, condiciones laborales más seguras y mayor transparencia. Estudios recientes relacionan Green Logistics con economía circular, capacidades organizacionales e innovación, lo que confirma la necesidad de una lectura multidimensional [21], [22]. En esta investigación, ambos enfoques cumplen funciones distintas: Green Logistics organiza las estrategias y Triple Bottom Line amplía la interpretación de sus implicaciones.

III. METODOLOGÍA

A. Diseño, alcance y fuentes de información

Se adoptó un diseño documental bibliométrico-conceptual, de alcance descriptivo y exploratorio. La unidad documental de análisis estuvo constituida por publicaciones científicas sobre logística sostenible, emisiones de carbono y operaciones de distribución. El diseño integró un mapeo bibliométrico general, una codificación profunda de estrategias y una comparación conceptual. El instrumento de juicio experto se diseñó como propuesta para una fase futura y no generó resultados en la presente investigación.

La recuperación se realizó del 18 al 22 de mayo de 2026. Crossref fue la fuente principal y se consultó mediante Publish or Perish.

B. Estrategia de búsqueda y selección

El periodo analizado fue 2015–2025. Se combinaron los términos sustainable logistics, green logistics, carbon emissions, carbon reduction, carbon footprint, logistics 4.0, sustainable transportation, green supply chain management y sustainable supply chain management mediante operadores booleanos. Se incluyeron artículos con relación sustantiva con operaciones logísticas y sostenibilidad; se excluyeron duplicados, documentos sin datos suficientes, estudios sin componente logístico identificable y trabajos cuyo foco ambiental no guardaba relación con distribución.

La búsqueda produjo aproximadamente 2,400 registros. Después de eliminar duplicados y normalizar títulos, autores, años y palabras clave, 2,144 registros conformaron la base de mapeo general. Un filtro de pertinencia dejó 196 documentos para el cribado de título, resumen, palabras clave y objetivo. Para el análisis profundo se seleccionaron únicamente los estudios que cumplían simultáneamente tres condiciones: pertinencia sustantiva para la logística sostenible, delimitación a operaciones logísticas o de distribución y evidencia suficiente para identificar y codificar prácticas concretas relacionadas con sostenibilidad y emisiones. Los restantes registros no permitían una codificación operativa comparable. Como resultado, 16 artículos integraron el corpus analítico. Las razones de inclusión y exclusión se conservaron en

la matriz de selección, sin asignar cantidades por causa cuando el registro original no permitía hacerlo con precisión.

El proceso comprendió recuperación en Publish or Perish, depuración y codificación en Excel, y mapeo de coocurrencias en VOSviewer.

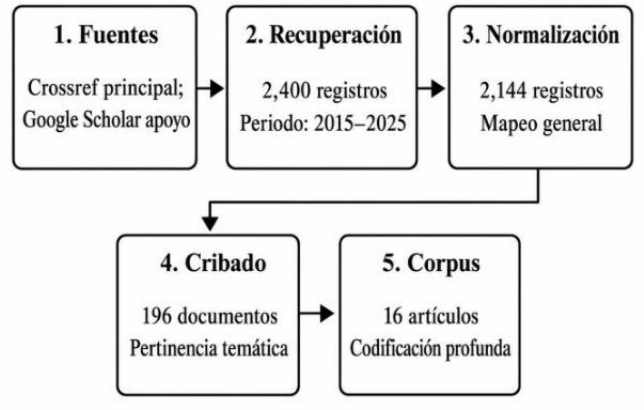


Fig. 1. Flujo de recuperación, depuración y conformación del corpus. Elaboración propia a partir del protocolo de búsqueda.

C. Normalización, herramientas e indicadores

Microsoft Excel se utilizó para depurar DOI, títulos y variantes de autoría, registrar criterios de inclusión y construir la matriz de codificación. Antes del análisis se unificaron singular y plural, variantes ortográficas y expresiones equivalentes, como carbon emission/carbon emissions y transport/transportation. El procedimiento siguió recomendaciones generales para análisis bibliométricos [19]. VOSviewer permitió generar redes de coocurrencia y calcular ocurrencia, fuerza total de enlace y clústeres [20]. La evolución anual y las frecuencias de estrategias se procesaron en Excel.

Cada estrategia se codificó de forma binaria: 1 cuando aparecía de manera sustantiva en el artículo y 0 cuando estaba ausente. Las categorías no fueron excluyentes, por lo que un estudio podía contener varias estrategias. Se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes respecto a los 16 artículos. También se registraron coocurrencias descriptivas entre estrategias. No se aplicaron pruebas inferenciales, correlaciones ni modelos causales, porque el tamaño y la naturaleza del corpus no permiten inferir efectos directos sobre empresas.

TABLA I Protocolo resumido de búsqueda y análisis Elemento Especificación Periodo 2015–2025; recuperación del 18 al 22 de mayo de 2026.

Fuente principal Crossref mediante Publish or Perish. Herramientas Excel para depuración y codificación; VOSviewer para mapeo. Indicadores Producción anual, ocurrencia, fuerza total de enlace, clústeres, frecuencia y coocurrencia. Corpus 2,144 registros para mapeo general; 196 cribados; 16 codificados en profundidad. Nota. El protocolo diferencia la base bibliométrica amplia del corpus analítico utilizado para la codificación de estrategias.

D. Operacionalización de las variables bibliométricas

La variable independiente bibliométrica corresponde a las estrategias de logística sostenible identificadas en la literatura. La variable dependiente corresponde a la asociación científica con la reducción de emisiones de carbono. Entre ambas se ubican los indicadores documentales que permiten observar presencia, proximidad y agrupación temática. La Figura 2 presenta este vínculo y explicita que los resultados representan patrones de conocimiento, no reducciones medidas en organizaciones concretas.



Fig. 2. Mapa de relación entre las variables bibliométricas. Elaboración propia. La asociación se interpreta mediante frecuencia, coocurrencia, fuerza total de enlace y clústeres.

E. Control de calidad, trazabilidad y reproducibilidad

La calidad del corpus se controló mediante tres niveles. En el primero se verificaron DOI, título, año y autoría para detectar duplicados y registros incompletos. En el segundo se contrastaron título, resumen, palabras clave, objetivo y método con los criterios de inclusión. En el tercero se revisó la coherencia entre la estrategia codificada y el aporte declarado por cada artículo. Cuando una publicación abordaba varias prácticas, todas se registraron, siempre que existiera evidencia explícita en el contenido analizado.

La matriz conservó la procedencia de cada decisión de inclusión, exclusión y codificación. La trazabilidad bibliográfica se comprobó mediante DOI, título, revista, año e ISSN. La indexación se contrastó por ISSN en fuentes reconocidas, evitando inferirla únicamente por el título de la revista o confundirla con la cobertura de Google Scholar. Las referencias de actualización publicadas en 2024 y 2025 se utilizaron para contextualizar y discutir los hallazgos; no modificaron el corpus analítico ni los cálculos bibliométricos principales.

Para facilitar la réplica, el procedimiento se organizó en una secuencia estable: formulación de términos, recuperación, exportación, depuración, normalización, mapeo general, cribado temático, conformación del corpus, codificación binaria, cálculo de frecuencias, análisis de coocurrencias y comparación conceptual. La separación entre la base amplia de 2,144 registros y el corpus de 16 artículos evita confundir indicadores del campo completo con resultados derivados de la lectura profunda.

F. Propuesta de instrumento para validación futura

Como fase posterior de validación se diseñó un instrumento de juicio experto a partir de las nueve categorías y 25 prácticas

derivadas del corpus. Su construcción siguió una secuencia de especificación del dominio, definición de dimensiones y elaboración de ítems. Los bloques evalúan pertinencia conceptual, claridad, aplicabilidad potencial, relación conceptual u operativa con mecanismos de reducción de emisiones y representatividad de las prácticas. Cada ítem mantiene la trazabilidad con una categoría, práctica o mecanismo identificado previamente en la literatura.

El instrumento propone una escala ordinal de cinco puntos y una opción separada para indicar información insuficiente, acompañadas por preguntas abiertas sobre experiencias operativas, indicadores, barreras y posibles ajustes de clasificación. Se plantea su aplicación mediante entrevistas semiestructuradas a un panel definido con criterios de experiencia profesional o académica en logística, distribución, transporte o sostenibilidad. Esta técnica complementaria no constituye una nueva medición causal de las variables bibliométricas ni de las emisiones reales de las empresas.

En una aplicación futura, las respuestas ordinales podrán analizarse mediante frecuencias, porcentajes, mediana y rango por criterio y categoría. Las respuestas de información insuficiente se tratarán como no valoradas. Las observaciones abiertas se sistematizarán según coincidencias, desacuerdos y propuestas de mantener, modificar, trasladar, eliminar o incorporar prácticas. Posteriormente podrá obtenerse evidencia de validez de contenido mediante V de Aiken e I-CVI, seguida de una prueba piloto y un análisis de confiabilidad cuando el tamaño del panel y la muestra permitan estimaciones apropiadas.

IV. RESULTADOS

A. Evolución temporal y estructura temática

La producción anual con datos completos muestra una trayectoria ascendente entre 2018 y 2025: aumenta de 59 a 511 publicaciones. El ajuste lineal presenta $R^2 = 0.9650$, lo que describe una tendencia sostenida dentro de la base analizada. Este indicador no demuestra que el campo crecerá al mismo ritmo en el futuro; únicamente resume el comportamiento observado y confirma que la relación entre sostenibilidad, logística y emisiones ha ganado atención académica.

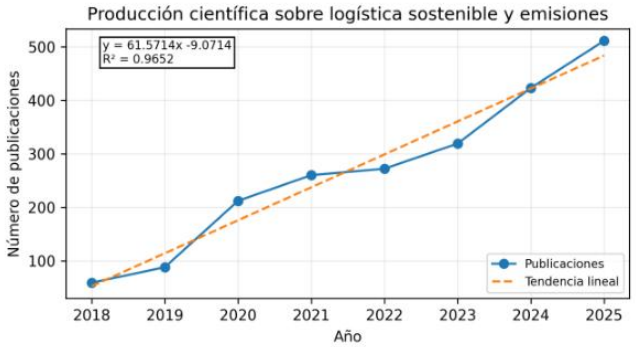


Fig. 3. Tendencia temporal de la producción científica, 2018–2025.

Elaboración propia con registros de Crossref.

La red general contiene 45 términos distribuidos en tres clústeres. Los mayores valores de ocurrencia corresponden a carbon emission (634), effect (381), emission (379), sustainability (346), company (239), strategy (198), carbon footprint (195) y logistic (173). En fuerza total de enlace destacan carbon emission (4,510), effect (3,294), emission (3,003), sustainability (2,093), country (1,609), company (1,600), strategy (1,425) y carbon footprint (1,405).

El primer clúster reúne sostenibilidad, empresa, innovación y cadena de suministro; el segundo agrupa emisiones, energía, huella de carbono y transporte; el tercero vincula emisiones de carbono, economía, regiones e industria logística. La estructura muestra que el campo combina decisiones empresariales, impactos ambientales y contexto territorial. También evidencia que logística y emisiones no forman un núcleo aislado, sino una red conectada con tecnología, desempeño y sostenibilidad corporativa.

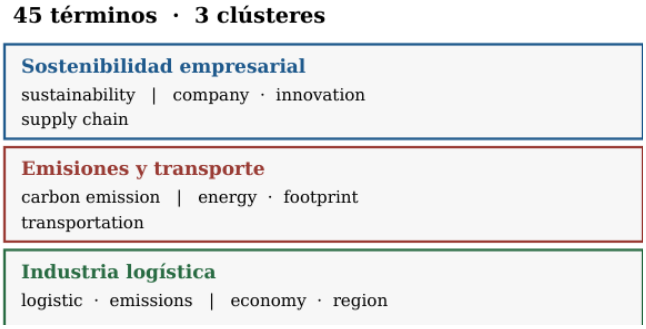


Fig. 4. Síntesis legible de los tres clústeres de coocurrencia. Elaboración propia a partir de la red VOSviewer; se muestran términos representativos.

B. Productividad y densidad de autoría

La visualización de densidad incluyó 16 autores distribuidos en cinco agrupamientos. Wang, Y presentó la mayor cantidad de documentos (8) y la mayor fuerza total de enlace (8). Li, H y Li, Y registraron tres y dos documentos, respectivamente, y una fuerza total de enlace de 6; Lim, M. K. y Tseng, M. L. alcanzaron dos documentos y una fuerza de enlace de 5. La concentración observada es relativa al conjunto recuperado y no debe interpretarse como una clasificación absoluta de influencia científica.

La separación entre núcleos muestra una comunidad de investigación distribuida, con vínculos que se forman alrededor de temas, regiones y equipos específicos. Este patrón complementa la red de términos: el crecimiento de la producción no se concentra en un único grupo, sino que se articula mediante varios focos de colaboración. Para futuras actualizaciones, la normalización de iniciales, apellidos y afiliaciones será decisiva, porque variantes de autoría pueden dividir artificialmente la productividad y la fuerza de enlace.

Autores destacados del mapa de densidad

Autor	Documentos	Enlaces
Wang, Y	8	8
Li, H	3	6
Li, Y	2	6
Lim, M. K.	2	5
Tseng, M. L.	2	5

Fig. 5. Productividad y fuerza total de enlace de autores destacados. Elaboración propia con los indicadores del mapa VOSviewer; 16 autores integran la red.

C. Matriz de síntesis del corpus documental

Los 16 artículos seleccionados abarcan revisiones, estudios empíricos, modelos de optimización y marcos de evaluación. La Tabla II resume el foco principal y el aporte utilizado en la codificación. La diversidad metodológica permitió identificar estrategias recurrentes sin restringir el análisis a una sola tecnología, sector o tipo de decisión.

TABLA II Matriz de síntesis de los 16 artículos del corpus analítico

Ref. Foco del estudio Estrategia codificada Aporte al análisis [3] Industria 4.0 y logística sostenible Digitalización; eficiencia Organiza tecnologías, oportunidades y relación con sostenibilidad integral. [4] Logística sostenible en comercio electrónico Rutas; empaques; distribución Sintetiza variables y tendencias vinculadas con huella de carbono. [5] Implementación de Sustainable Logistics 4.0 Digitalización; gestión Identifica factores tecnológicos, directivos y regulatorios. [12] Ciclo de vida de vehículos eléctricos Gestión de flotas Sustenta electrificación, energía limpia y reciclaje. [6] Tecnologías para manejo interno de materiales, Eficiencia; digitalización Relaciona selección tecnológica con desempeño ambiental, económico y social. [8] Economía digital y emisiones logísticas Digitalización; monitoreo Evidencia una relación no lineal entre desarrollo digital y emisiones. [9] Realidad aumentada en actividades logísticas Almacenamiento; digitalización Muestra mejoras en recorridos, errores y uso de recursos internos. [7] Bibliometría de logística sostenible Tendencias y categorías Aporta visión global de desafíos, oportunidades y líneas emergentes. [10] Diseño sostenible de empaques Empaques; capacidad Relaciona rediseño, utilización de espacio y eficiencia de transporte. [11] Diseño de redes resilientes y sostenibles Redes; localización Integra costos, continuidad y emisiones bajo incertidumbre. [15] Gestión del desempeño entre compradores y 3PL Monitoreo e indicadores Propone métricas, metas, medición, retroalimentación y análisis.

[13] Green Vehicle Routing Problem Optimización de rutas Sistematiza heurísticas y métodos híbridos que consideran emisiones. [16] Sistemas de apoyo para logística de construcción

Consolidación; planificación Muestra reducción de viajes, congestión y emisiones urbanas. [14] Ruteo con cross-docking y emisiones Rutas; consolidación Integra optimización, costos y reducción de carbono. [17] Localización de centros logísticos urbanos Redes; localización Evalúa tiempo, costo, emisiones y tráfico en decisiones espaciales. [18] Acuerdos comerciales y cadenas globales bajas en carbono, Redes; costos; emisiones Modela proveedores, ubicaciones, impuestos de carbono y comercio.

Nota. La matriz se construyó a partir de la lectura de títulos, resúmenes, objetivos, métodos y principales aportes de los artículos seleccionados.

D. Categorías y frecuencia de estrategias

La codificación produjo nueve categorías. La digitalización logística aparece en 7 artículos (43.75 %), seguida por monitoreo ambiental e indicadores en 6 (37.50 %). La optimización de rutas y la eficiencia energética u operativa aparecen en 5 estudios cada una (31.25 %), mientras el diseño de redes está presente en 4 (25.00 %). Estas cifras muestran que la investigación examinada combina habilitadores tecnológicos, medición y decisiones operativas.

TABLA III. Frecuencia de estrategias identificadas en el corpus

Estrategia	Frecuencia	Porcentaje
Digitalización logística	7	43.75 %
Monitoreo ambiental e indicadores	6	37.50 %
Optimización de rutas	5	31.25 %
Eficiencia energética/operativa	5	31.25 %
Diseño de redes logísticas	4	25.00 %
Consolidación y almacenamiento	3	18.75 %
Empaques sostenibles	2	12.50 %
Gestión eficiente de flotas	1	6.25 %
Logística inversa y economía circular	1	6.25 %

Las coocurrencias refuerzan la interpretación sistémica. Digitalización y monitoreo aparecen juntas en 4 artículos (25.00 %); digitalización y eficiencia energética u operativa, en 3 (18.75 %); y diseño de redes con optimización de rutas, en 3 (18.75 %). Estos patrones sugieren que la tecnología adquiere valor cuando se conecta con medición y eficiencia, mientras las decisiones espaciales se articulan con la planificación del transporte.

E. Comparación de enfoques conceptuales

Las categorías se compararon con Green Logistics, Green Supply Chain Management y Sustainable Supply Chain Management. El primer enfoque coincide directamente con rutas, flotas, almacenes, empaques, redes e inventarios. El segundo incorpora compras, proveedores y producción, ampliando el alcance más allá de la unidad logística. El tercero integra gobernanza y sostenibilidad global, pero puede resultar demasiado general para explicar decisiones operativas específicas.

TABLA IV Comparación de enfoques y correspondencia

Criterio	Green Logistics	Green Supply Chain Management	Sustainable Supply Chain Management
Unidad principal	Operaciones logísticas.	Cadena de suministro con criterios ambientales.	Cadena de suministro con dimensiones ambiental, económica y social.
Procesos prioritarios	Rutas, flotas, almacenes, empaques, redes e inventarios.	Compras verdes, proveedores, producción, logística inversa y distribución.	Gobernanza, actores, desempeño integral y grupos de interés.
Indicadores frecuentes	Combustible, energía, CO_2, distancias, capacidad y residuos.	Desempeño ambiental de proveedores y procesos de la cadena.	Indicadores integrados de sostenibilidad y valor para actores.
Correspondencia	Alta: coincide con transporte, almacenamiento y distribución.	Media: amplía el análisis hacia procesos no evaluados.	Complementaria: interpreta sostenibilidad, pero con menor especificidad operativa.
Limitación	Puede concentrarse en ambiente y eficiencia.	Puede extender demasiado la unidad de análisis.	Puede resultar general para decisiones logísticas concretas.

Nota. Green Logistics presenta la mayor correspondencia operativa; Triple Bottom Line se utiliza posteriormente como marco interpretativo complementario.

F. Propuesta integrada derivada de los resultados

La comparación muestra que Green Logistics no fue una elección impuesta al inicio, sino el enfoque que emergió con mayor correspondencia después de clasificar las estrategias. Su función es organizar decisiones tecnológicas y operativas relacionadas con distribución. No obstante, el corpus concede mayor atención a la dimensión ambiental que a los efectos económicos y sociales. Por ello, Triple Bottom Line se añade para ampliar la interpretación sin sustituir el enfoque principal.



Fig. 6. Integración de Green Logistics y Triple Bottom Line. Elaboración propia a partir de las categorías y la comparación conceptual del corpus.

G. Profundización bibliométrica en Green Logistics

Una búsqueda específica permitió observar la estructura interna del enfoque seleccionado. La red se organiza alrededor de green logistic, logistic, transportation, efficiency y practice. Los vínculos entre transportation y efficiency confirman la centralidad de las decisiones de movilidad y aprovechamiento de recursos; la proximidad entre green logistic y practice muestra que el campo combina desarrollo conceptual con aplicación operativa. La coexistencia de green logistic y logistic también evidencia variantes terminológicas que deben normalizarse en futuras réplicas.

TABLA V Publicaciones centrales para la profundización de Green Logistics

Nota. Las cuatro publicaciones se eligieron por complementariedad conceptual y metodológica; no constituyen una clasificación exhaustiva del campo.

La convergencia entre la red específica y las cuatro publicaciones refuerza la elección del enfoque: Green Logistics posee suficiente especificidad para ordenar decisiones de distribución y, al mismo tiempo, una evolución conceptual que admite su articulación con Triple Bottom Line. El resultado no implica que Green Supply Chain Management o Sustainable Supply Chain Management carezcan de valor; indica que su unidad de análisis es más amplia que la delimitación operativa adoptada en este estudio.

H. Taxonomía operativa ampliada de las estrategias

La lectura detallada permitió desagregar las nueve categorías en 25 prácticas operativas recurrentes. Esta taxonomía no pretende establecer una jerarquía universal, porque su pertinencia depende del tipo de producto, cobertura geográfica, intensidad de transporte, infraestructura, madurez digital y disponibilidad de datos. Su propósito es mostrar cómo una categoría bibliométrica amplia puede traducirse en acciones observables y en mecanismos plausibles de reducción de emisiones.



Fig. 7. Términos destacados de la red específica. Síntesis legible de la visualización VOSviewer descrita en el texto.

La profundización se apoyó en cuatro publicaciones con funciones complementarias: un fundamento operativo seminal, una síntesis bibliométrica y taxonómica, una aplicación empresarial vinculada con economía circular y una actualización conceptual. Esta selección permite seguir la evolución de Green Logistics desde la reducción de impactos en decisiones logísticas hacia una perspectiva que incorpora innovación, capacidades organizacionales y sostenibilidad empresarial.

Las prácticas tecnológicas se concentran en visibilidad, predicción y automatización; las operativas modifican distancias, ocupación, consumo y tiempos; las estructurales intervienen en redes, instalaciones y flujos; y las circulares prolongan el uso de materiales y recuperan valor. Esta clasificación facilita diseñar instrumentos de diagnóstico sin confundir la presencia de una estrategia con su nivel de madurez o con la magnitud de sus resultados [3]–[18], [21].

Ref.	Función en el campo	Aporte principal	Uso en la investigación
[1]	Fundamento operativo	Delimita áreas, decisiones y desafíos ambientales de la logística verde.	Vincula las categorías con transporte, localización, inventarios y redes.
[2]	Síntesis y taxonomía	Organiza la evolución, tendencias y estructura multidisciplinaria del campo.	Sustenta la comparación entre categorías y enfoques.
[21]	Aplicación empresarial	Relaciona Green Logistics, capacidad de absorción, economía circular y sostenibilidad.	Amplía mecanismos organizacionales e implicaciones de gestión.
[22]	Actualización conceptual	Examina límites de definición y líneas recientes de investigación.	Apoya la lectura de innovación, resiliencia y transformación digital.

TABLA VI

Taxonomía de 25 prácticas agrupadas en nueve categorías

Nota. Las 25 prácticas se derivan de la codificación y síntesis conceptual del corpus. No son excluyentes y pueden combinarse dentro de una misma iniciativa.

Categoría	Prácticas identificadas	Mecanismo principal de contribución
Digitalización logística	Sensores e IoT; analítica predictiva e inteligencia artificial; realidad aumentada y automatización; sistemas de apoyo, trazabilidad y blockchain.	Mejora visibilidad, coordinación, pronóstico y control de recursos.
Monitoreo e indicadores	Inventario de huella de carbono; indicadores de energía y emisiones; tableros, metas y reportes ambientales.	Convierte impactos en información comparable para seguimiento y mejora.
Optimización de rutas	Ruteo dinámico; Green Vehicle Routing; planificación de última milla.	Reduce kilómetros, tiempos improductivos, combustible y congestión.
Eficiencia energética/operativa	Manejo interno eficiente; almacenes de bajo consumo; estandarización y automatización de procesos.	Disminuye energía por unidad y elimina movimientos o esperas sin valor.
Diseño de redes	Localización de instalaciones; rediseño de nodos y flujos; colaboración y centros compartidos.	Acorta distancias, equilibra capacidad y mejora resiliencia.
Consolidación y almacenamiento	Consolidación de cargas; cross-docking; optimización de espacio y preparación de pedidos.	Eleva ocupación, reduce viajes y mejora utilización de infraestructura.
Empaques sostenibles	Rediseño y reducción de material; estandarización volumétrica y empaques reutilizables.	Mejora capacidad de transporte, reduce residuos y protege el producto.
Gestión de flotas	Vehículos eléctricos o combustibles alternativos; mantenimiento preventivo y conducción eficiente.	Reduce intensidad de carbono, fallas, consumo y emisiones locales.
Logística inversa y circularidad	Flujos de retorno y recuperación; reciclaje, reutilización y remanufactura.	Evita materia prima virgen, recupera valor y disminuye residuos.

La taxonomía amplía el resultado de frecuencias: las categorías más recurrentes contienen varias prácticas posibles y, por tanto, no deben convertirse automáticamente en una recomendación única. Una empresa puede iniciar con medición y ruteo, otra con consolidación y empaques, y otra con eficiencia de almacenes. La selección debe sustentarse en una línea base, análisis de factibilidad y seguimiento de efectos directos e indirectos.

V. DISCUSIÓN

A. Digitalización, medición y eficiencia como núcleo emergente

La mayor frecuencia de digitalización confirma que la sostenibilidad logística se apoya crecientemente en capacidades de información. Este resultado coincide con estudios que describen las tecnologías 4.0 como habilitadoras de trazabilidad, previsión y optimización [3], [5], [6]. Sin embargo, la digitalización no reduce emisiones por sí sola: requiere decisiones que modifiquen recorridos, ocupación, consumo o desperdicio. La revisión metodológica reciente de Tetteh, Kwateng y Mensah también señala que las prácticas de logística verde deben analizarse junto con sus antecedentes y resultados, y no como tecnologías aisladas [25].

El segundo núcleo combina rutas, redes y consolidación. Los métodos de ruteo verde, la localización de centros y el cross-docking muestran que las emisiones pueden incorporarse como criterio de decisión junto con costos y tiempos [11], [13], [14], [17]. Esta convergencia es relevante para empresas distribuidoras, porque vincula decisiones cotidianas con el diseño de la red. La revisión de Toktaş, Ülkü y Habib sobre descarbonización de la logística urbana confirma la necesidad de integrar transporte, localización y operación dentro de una misma lectura de la distribución [23].

B. Green Logistics como enfoque organizador

Green Logistics presenta la mayor correspondencia porque su unidad de análisis coincide con el objeto del estudio. Las categorías derivadas —rutas, flotas, almacenes, empaques, redes, capacidad, energía y medición— forman parte de las decisiones logísticas señaladas por la literatura fundacional y por revisiones posteriores [1], [2]. El hallazgo reduce la fragmentación del campo: prácticas tratadas por separado pueden organizarse como componentes de una misma arquitectura operativa orientada a disminuir impactos ambientales.

La ruta metodológica empleada difiere de trabajos que parten de un enfoque teórico y buscan evidencia para confirmarlo. Aquí se recuperó la producción, se codificaron estrategias y después se compararon marcos conceptuales. Esta secuencia fortalece la trazabilidad de la interpretación y reduce el riesgo de forzar las categorías a una teoría elegida previamente. No elimina la subjetividad de la codificación, pero permite documentar cómo se llegó a la selección de Green Logistics.

C. Complementariedad con Triple Bottom Line

La integración con Triple Bottom Line responde a una limitación observable: la mayor parte del corpus prioriza emisiones, energía y eficiencia, mientras las dimensiones económica y social aparecen de forma menos sistemática. La optimización de rutas puede reducir combustible y costos; el rediseño de almacenes puede mejorar productividad y seguridad; la trazabilidad puede apoyar transparencia y confianza. Estas relaciones justifican una lectura multidimensional, aunque deben validarse con indicadores organizacionales y no asumirse como resultados automáticos.

La propuesta también se alinea con la evolución reciente del concepto, que incorpora economía circular, innovación y capacidades empresariales [21], [22]. Green Logistics conserva la especificidad operativa y Triple Bottom Line evita reducir la sostenibilidad a CO_2. Esta cautela es consistente con la literatura sobre cadenas climáticamente neutras, que recomienda considerar gases, impactos y compensaciones más allá de una única métrica de carbono [24]. Para la gestión, la articulación permite relacionar cada estrategia con indicadores ambientales, económicos y sociales sin afirmar que las tres dimensiones mejorarán al mismo tiempo.

D. Implicaciones para empresas de distribución

Los hallazgos pueden traducirse en una secuencia de gestión. La primera etapa consiste en construir una línea base con combustible, kilómetros, ocupación, energía, residuos y emisiones. La segunda prioriza decisiones de alto impacto y factibilidad, como ruteo, consolidación, mantenimiento de flota, control de ralentí y aprovechamiento de capacidad. La tercera integra tecnologías de seguimiento y analítica, evitando digitalizar procesos deficientes sin objetivos de mejora. La cuarta incorpora decisiones de red, infraestructura y electrificación, que requieren mayor inversión y horizontes de evaluación más largos.

TABLA VII

Matriz orientativa de estrategias, mecanismos e indicadores

Nota. La matriz es una orientación derivada de la literatura y debe adaptarse al tipo de operación, disponibilidad de datos y contexto organizacional.

Estrategia	Mecanismo esperado	Indicador ambiental	Indicador económico	Indicador social/operativo
Digitalización	Visibilidad, predicción y control	CO_2 por entrega; consumo energético	Costo por pedido; productividad	Trazabilidad; calidad del dato; capacitación
Monitoreo ambiental	Medición, metas y retroalimentación	Inventario de GEI; intensidad de carbono	Costo de energía y combustible	Cumplimiento; transparencia; frecuencia de reporte
Optimización de rutas	Menor distancia y tiempo improductivo	km y combustible por entrega	Costo por ruta; utilización de vehículos	Puntualidad; horas de conducción; seguridad
Eficiencia energética	Menor consumo en transporte y almacén	kWh por unidad; intensidad energética	Ahorro energético; periodo de retorno	Confort y seguridad operacional
Diseño de redes	Mejor localización y asignación de flujos	Distancia total; CO_2 de red	Costo logístico total	Continuidad; cobertura y nivel de servicio
Consolidación y almacenamiento	Mayor ocupación y menos viajes	Factor de carga; viajes evitados	Costo por unidad almacenada/transportada	Ergonomía; tiempo de preparación; congestión
Empaques sostenibles	Menor material y mejor capacidad	Peso y residuos por unidad	Costo de empaque y transporte	Manipulación; protección del producto
Gestión de flotas	Tecnología limpia y mantenimiento	Emisiones por vehículo; consumo por km	Costo total de propiedad	Disponibilidad; seguridad; competencias técnicas

La matriz no constituye un instrumento validado, sino una traducción analítica de los resultados. Su utilidad consiste en convertir categorías bibliométricas en variables observables que pueden apoyar estudios de caso, diagnósticos y pruebas piloto. Cada empresa debe definir límites organizacionales, fuentes de emisión, periodicidad, responsables y criterios de calidad de datos antes de comparar resultados o atribuir mejoras a una estrategia específica.

E. Agenda de validación empírica

La validación en empresas puede desarrollarse mediante un diseño progresivo. Una primera fase debe caracterizar la operación y construir una línea base por proceso, ruta, instalación y tipo de vehículo. El inventario mínimo debería incluir combustible, energía, kilómetros, tonelaje o unidades, ocupación, tiempos, residuos y nivel de servicio. Esta información permite distinguir intensidad de actividad e intensidad de emisiones, evitando interpretar como mejora ambiental una reducción explicada únicamente por menor volumen de operación.

En una segunda fase, las empresas pueden seleccionar prácticas piloto con criterios de impacto esperado, viabilidad técnica, inversión, disponibilidad de datos y riesgo operativo. La optimización de rutas, consolidación, mantenimiento, empaques y monitoreo suelen permitir ciclos de prueba relativamente cortos; la electrificación, automatización de instalaciones y reconfiguración de redes requieren horizontes mayores. Cada piloto debería definir una unidad de comparación, un periodo previo, un periodo de seguimiento y condiciones operativas equivalentes, con el fin de reducir sesgos estacionales o cambios de demanda.

La literatura revisada sugiere que los beneficios deben observarse como un portafolio. Una estrategia puede reducir CO_2 y costos, pero generar nuevas necesidades de capacitación, seguridad o coordinación. Por ejemplo, el rediseño de rutas modifica cargas de trabajo; la automatización cambia competencias; la electrificación exige infraestructura y gestión de baterías; y los empaques sostenibles pueden alterar capacidad, manipulación y residuos. Triple Bottom Line ayuda a registrar estas compensaciones sin perder la especificidad operativa de Green Logistics.

La tercera fase consiste en evaluar resultados integrados. Los indicadores ambientales deben relacionarse con costos, productividad, seguridad, carga laboral y servicio, porque una reducción de emisiones puede acompañarse de compensaciones no visibles en una única métrica. La comparación antes-después puede complementarse con rutas, centros o equipos de control cuando la operación lo permita. Sin embargo, la atribución causal exige

diseños más rigurosos y datos longitudinales; por ello, la matriz propuesta debe entenderse como base para formular hipótesis, no como evidencia automática de efectividad.

Finalmente, una agenda de investigación aplicada debería examinar configuraciones de estrategias en lugar de prácticas aisladas. El interés no solo reside en determinar si una acción funciona, sino en identificar qué combinaciones son compatibles con empresas de diferente tamaño, madurez digital, cobertura geográfica y perfil de demanda. La replicación entre sectores y territorios permitiría establecer patrones transferibles, mientras la documentación de resultados nulos o adversos reduciría sesgos de publicación y fortalecería la toma de decisiones basada en evidencia.

F. Limitaciones y futuras investigaciones

Los resultados dependen de la estrategia de búsqueda y de la cobertura de Crossref. La normalización reduce, pero no elimina, errores de metadatos, variantes de autoría o sesgos lingüísticos. El corpus de 16 artículos favorece la codificación profunda, aunque limita la generalización de las frecuencias y puede omitir evidencia recuperable en bases de datos por suscripción.

La codificación binaria registra presencia y ausencia, pero no mide intensidad, calidad de implementación ni magnitud de reducción de emisiones. Tampoco se aplicaron pruebas de concordancia entre evaluadores. La matriz estrategia-mecanismo-indicador es orientativa y debe someterse a contraste antes de utilizarse como instrumento de diagnóstico empresarial.

El instrumento de juicio experto no fue aplicado en esta fase; por tanto, no se presentan resultados de validación de contenido ni evidencia de confiabilidad. Futuras investigaciones deberán ampliar la búsqueda a Scopus y Web of Science, replicar la codificación con evaluadores independientes, aplicar el juicio experto, estimar V de Aiken e I-CVI cuando corresponda, realizar una prueba piloto y evaluar confiabilidad con una muestra adecuada. La validación aplicada requiere además estudios de caso en empresas distribuidoras con datos reales de combustible, kilómetros, ocupación, energía, residuos, costos, seguridad y nivel de servicio.

VI. CONCLUSIONES

El análisis bibliométrico-conceptual muestra que la reducción de emisiones de carbono se relaciona en la literatura con un conjunto de estrategias complementarias. Digitalización, monitoreo, optimización de rutas y eficiencia energética u operativa son las categorías más frecuentes. Las redes de términos y las coocurrencias indican que el campo converge en la articulación de tecnología, medición y decisiones de transporte, más que en una única práctica universal.

Green Logistics constituye el enfoque con mayor correspondencia para organizar las estrategias en empresas de distribución, debido a su concentración en transporte, almacenamiento, redes, flotas, empaques y capacidad. Triple Bottom Line complementa esta estructura al ampliar la interpretación hacia implicaciones ambientales, económicas y sociales. Esta integración no demuestra causalidad, pero ofrece una base conceptual y operativa para diseñar evaluaciones empíricas más completas.

En términos metodológicos, la combinación de mapeo general y lectura profunda permitió evitar dos reducciones frecuentes: describir únicamente tendencias sin explicar prácticas, o discutir prácticas sin mostrar su posición dentro del campo científico. La distinción entre asociación bibliométrica y efecto empresarial protege la interpretación frente a conclusiones causales no sustentadas.

En términos aplicados, la propuesta orienta la construcción de diagnósticos que relacionen cada estrategia con mecanismos esperados e indicadores ambientales, económicos y sociales. Su valor deberá comprobarse mediante estudios de caso, datos longitudinales y comparaciones entre empresas, sectores y territorios.

Como continuidad, el instrumento de juicio experto ofrece una ruta para contrastar y refinar la taxonomía, pero su aplicación, la validez de contenido, la confiabilidad y la comprobación en empresas quedan para investigaciones posteriores. En consecuencia, los resultados actuales deben interpretarse como una base bibliométrica y conceptual para formular evaluaciones empíricas, no como demostración de efectividad causal.

REFERENCIAS

[1] R. Dekker, J. Bloemhof, and I. Mallidis, “Operations research for green

logistics—An overview of aspects, issues, contributions and challenges,” European Journal of Operational Research, vol. 219, no. 3, pp. 671–679, 2012, doi: 10.1016/j.ejor.2011.11.010. [2] R. Ren, W. Hu, J. Dong, B. Sun, Y. Chen, and Z. Chen, “A systematic

literature review of green and sustainable logistics: Bibliometric analysis, research trend and knowledge taxonomy,” International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 17, no. 1, art. 261, 2020, doi: 10.3390/ijerph17010261. [3] X. Sun, H. Yu, W. D. Solvang, Y. Wang, and K. Wang, “The application of

Industry 4.0 technologies in sustainable logistics: A systematic literature review (2012–2020) to explore future research opportunities,”

Environmental Science and Pollution Research, vol. 29, no. 7, pp. 9560– 9591, 2022, doi: 10.1007/s11356-021-17693-y. [4] J. A. Cano, A. Londoño-Pineda, and C. Rodas, “Sustainable logistics for e-

commerce: A literature review and bibliometric analysis,” Sustainability, vol. 14, no. 19, art. 12247, 2022, doi: 10.3390/su141912247. [5] S. Parhi, K. Joshi, A. Gunasekaran, and K. Sethuraman, “Reflecting on an

empirical study of the digitalization initiatives for sustainability on logistics: The concept of sustainable logistics 4.0,” Cleaner Logistics and Supply Chain, vol. 4, art. 100058, 2022, doi: 10.1016/j.clscn.2022.100058. [6] S. Ferraro, A. Cantini, L. Leoni, and F. De Carlo, “Sustainable Logistics

4.0: A study on selecting the best technology for internal material handling,” Sustainability, vol. 15, no. 9, art. 7067, 2023, doi: 10.3390/su15097067. [7] J. Wang, M. K. Lim, C. Wang, and M.-L. Tseng, “Comprehensive analysis

of sustainable logistics and supply chain based on bibliometrics: Overview, trends, challenges, and opportunities," International Journal of Logistics Research and Applications, vol. 26, no. 10, pp. 1285–1314, 2023, doi: 10.1080/13675567.2022.2052823. [8] J. Li and Q. Wang, "Impact of the digital economy on the carbon emissions

of China's logistics industry," Sustainability, vol. 14, no. 14, art. 8641, 2022, doi: 10.3390/su14148641. [9] V. Sidiropoulos, D. Bechtsis, and D. Vlachos, "An augmented reality

symbiosis software tool for sustainable logistics activities," Sustainability, vol. 13, no. 19, art. 10929, 2021, doi: 10.3390/su131910929. [10] J. García-Arca, J. A. Comesaña-Benavides, A. T. González-Portela

Garrido, and J. C. Prado-Prado, "Rethinking the box for sustainable logistics," Sustainability, vol. 12, no. 5, art. 1870, 2020, doi: 10.3390/su12051870. [11] A. Aloui, N. Hamani, and L. Delahoche, "Designing a resilient and

sustainable logistics network under epidemic disruptions and demand uncertainty," Sustainability, vol. 13, no. 24, art. 14053, 2021, doi: 10.3390/su132414053. [12] Z. Gao et al., "Electric vehicle lifecycle carbon emission reduction: A

review," Carbon Neutralization, vol. 2, no. 5, pp. 528–550, 2023, doi: 10.1002/cnl2.81. [13] A. Fernández Gil, E. Lalla-Ruiz, M. Gómez Sánchez, and C. Castro, "A

review of heuristics and hybrid methods for green vehicle routing problems considering emissions," Journal of Advanced Transportation, vol. 2022, art. 5714991, pp. 1–38, 2022, doi: 10.1155/2022/5714991. [14] S.-C. Lo, "A particle swarm optimization approach to solve the vehicle

routing problem with cross-docking and carbon emissions reduction in logistics management," Logistics, vol. 6, no. 3, art. 62, 2022, doi: 10.3390/logistics6030062. [15] M. Persdotter Isaksson, H. Hulthén, and H. Forslund, "Environmentally

sustainable logistics performance management process integration between buyers and 3PLs," Sustainability, vol. 11, no. 11, art. 3061, 2019, doi: 10.3390/su11113061. [16] C. Guerlain, S. Renault, F. Ferrero, and S. Faye, "Decision support systems

for smarter and sustainable logistics of construction sites," Sustainability, vol. 11, no. 10, art. 2762, 2019, doi: 10.3390/su11102762.

[17] Y. Wang, Y. Li, and C. Lu, "Evaluating the effects of logistics center

location: An analytical framework for sustainable urban logistics," Sustainability, vol. 15, no. 4, art. 3091, 2023, doi: 10.3390/su15043091. [18] Y. Kinoshita, T. Nagao, H. Ijuin, K. Nagasawa, T. Yamada, and S. M.

Gupta, "Utilization of free trade agreements to minimize costs and carbon emissions in the global supply chain for sustainable logistics," Logistics, vol. 7, no. 2, art. 32, 2023, doi: 10.3390/logistics7020032. [19] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey, and W. M. Lim, "How to

conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines," Journal of Business Research, vol. 133, pp. 285–296, 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070. [20] N. J. van Eck and L. Waltman, "Software survey: VOSviewer, a computer

program for bibliometric mapping," Scientometrics, vol. 84, no. 2, pp. 523– 538, 2010, doi: 10.1007/s11192-009-0146-3. [21] Muafi and M. Sugarindra, "Green logistic and absorptive capacity on

business sustainability: The mediating role of circular economy implementation," Journal of Industrial Engineering and Management, vol. 16, no. 2, pp. 275–293, 2023, doi: 10.3926/jiem.5283. [22] M. Chepurna, E. J. Alvarez-Palau, C. Castillo Gutiérrez, and M. Viu Roig,

"Green logistics: In pursuit of a final definition," Business Strategy and the Environment, vol. 34, no. 7, pp. 8983–9007, 2025, doi: 10.1002/bse.70055.

[23] D. Toktaş, M. A. Ülkü, and M. A. Habib, "Toward greener supply chains by decarbonizing city logistics: A systematic literature review and research pathways," Sustainability, vol. 16, no. 17, art. 7516, 2024, doi: 10.3390/su16177516. [24] L. Guntuka, P. S. Mukandwal, E. Aktas, and V. S. Paluvadi, "From carbon-neutral to climate-neutral supply chains: A multidisciplinary review and research agenda," The International Journal of Logistics Management, vol. 35, no. 3, pp. 916–942, 2024, doi: 10.1108/IJLM-03-2023-0116. [25] F. K. Tetteh, K. O. Kwateng, and J. Mensah, "Green logistics practices: A bibliometric and systematic methodological review and future research opportunities," Journal of Cleaner Production, vol. 476, art. 143735, 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.143735.