

Investigación y Cultura Académica

Logística verde y su incidencia en la operatividad de la cadena de suministro en un operador logístico ZEDE, Guayaquil 2025

Green logistics and its impact on supply chain operations in logistics operators of a ZEDE, Guayaquil 2025

Logística verde e sua incidência na operacionalidade da cadeia de suprimentos em operadores logísticos de uma ZEDE, Guayaquil 2025



Gladys Gabriela Álvarez Goyes
Universidad de Guayaquil
<https://orcid.org/0009-0002-1147-5653>
goyesalvarezgabriela@gmail.com



Carlos Eduardo Sánchez Parrales
Universidad de Guayaquil
<https://orcid.org/0009-0006-1584-2253>
carlos.sanchezpa@ug.edu.ec



Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

Cómo citar
este artículo:

Álvarez Goyes, G. G., & Sánchez Parrales, C. E. (2026). *Logística verde y su incidencia en la operatividad de la cadena de suministro en un operador logístico ZEDE, Guayaquil 2025*. Investigación y Cultura Académica, 2(2), 338-354. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20765926>

Logística verde y su incidencia en la operatividad de la cadena de suministro en un operador logístico ZEDE, Guayaquil 2025

Resumen

La logística verde constituye una estrategia relevante para los operadores vinculados al comercio exterior, debido a la presión creciente de los mercados internacionales por incorporar criterios de sostenibilidad ambiental en las operaciones logísticas. El objetivo del estudio fue determinar la incidencia de la logística verde en la operatividad de la cadena de suministro en operadores logísticos ubicados en una Zona Especial de Desarrollo Económico (ZEDE) de Guayaquil durante 2025. La investigación se desarrolló con enfoque cuantitativo, diseño no experimental, corte transversal y alcance descriptivo, correlacional y explicativo. La población estuvo conformada por 25 trabajadores vinculados a actividades operativas y administrativas de dos operadores logísticos; se aplicó un cuestionario de 32 ítems con escala Likert, validado mediante alfa de Cronbach. Los resultados evidenciaron una relación positiva y muy fuerte entre logística verde y cadena de suministro ($\rho = 0,876$; $p = 0,000$). El modelo de regresión lineal múltiple presentó un coeficiente de determinación $R^2 = 0,964$, lo que indica que las dimensiones de la logística verde explican el 96,4 % de la variabilidad de la cadena de suministro. Se concluye que la logística verde incide significativamente en la operatividad logística, destacándose la gestión de residuos y la eficiencia energética como los predictores con mayor capacidad explicativa.

Palabras clave: Cadena de suministro; logística verde; operador logístico; sostenibilidad; ZEDE.

Green logistics and its impact on supply chain operations in logistics operators of a ZEDE, Guayaquil 2025

Abstract

Green logistics is a relevant strategy for foreign trade operators because international markets increasingly require environmental sustainability criteria in logistics operations. The aim of this study was to determine the impact of green logistics on supply chain operations in logistics operators located in a Special Economic Development Zone (ZEDE) in Guayaquil during 2025. The research followed a quantitative approach, a non-experimental cross-sectional

design, and a descriptive, correlational, and explanatory scope. The population consisted of 25 workers involved in operational and administrative activities of two logistics operators. A 32-item Likert-scale questionnaire was applied and validated through Cronbach's alpha. The results showed a very strong positive relationship between green logistics and the supply chain ($\rho = 0.876$; $p = 0.000$). The multiple linear regression model yielded a coefficient of determination of $R^2 = 0.964$, indicating that the dimensions of green logistics explain 96.4% of the variability in supply chain performance. It is concluded that green logistics significantly affects logistics operations, with waste management and energy efficiency standing out as the predictors with the greatest explanatory capacity.

Keywords: Supply chain; green logistics; logistics operator; sustainability; ZEDE.

Logística verde e sua incidência na operacionalidade da cadeia de suprimentos em operadores logísticos de uma ZEDE, Guayaquil 2025

Resumo

A logística verde constitui uma estratégia relevante para operadores vinculados ao comércio exterior, devido à crescente pressão dos mercados internacionais para incorporar critérios de sustentabilidade ambiental nas operações logísticas. O objetivo do estudo foi determinar a incidência da logística verde na operacionalidade da cadeia de suprimentos em operadores logísticos localizados em uma Zona Especial de Desenvolvimento Econômico (ZEDE) de Guayaquil durante 2025. A pesquisa foi desenvolvida com abordagem quantitativa, desenho não experimental, corte transversal e alcance descritivo, correlacional e explicativo. A população foi composta por 25 trabalhadores vinculados a atividades operacionais e administrativas de dois operadores logísticos; aplicou-se um questionário de 32 itens em escala Likert, validado mediante alfa de Cronbach. Os resultados evidenciaram uma relação positiva e muito forte entre logística verde e cadeia de suprimentos ($\rho = 0,876$; $p = 0,000$). O modelo de regressão linear múltipla apresentou coeficiente de determinação $R^2 = 0,964$, indicando que as dimensões da logística verde explicam 96,4% da variabilidade da cadeia de suprimentos. Conclui-se que a logística verde incide significativamente na operacionalidade logística, destacando-se a gestão

de resíduos e a eficiência energética como os preditores com maior capacidade explicativa.

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos; logística verde; operador logístico; sustentabilidade; ZEDE.

Introducción

La sostenibilidad constituye uno de los principales retos para las organizaciones que participan en cadenas globales de suministro. El crecimiento del comercio internacional, la expansión de los mercados y el aumento de las operaciones logísticas han generado beneficios económicos relevantes; sin embargo, también han incrementado el consumo de recursos naturales, la generación de residuos y las emisiones contaminantes asociadas al transporte, almacenamiento y distribución de mercancías. En este escenario, las empresas vinculadas al comercio exterior requieren modelos de gestión que articulen eficiencia operativa, responsabilidad ambiental y cumplimiento de estándares internacionales.

La logística verde surge como una estrategia orientada a reducir los efectos ambientales negativos derivados de las actividades logísticas mediante prácticas sostenibles en almacenamiento, manejo de mercancías, transporte, gestión de residuos y uso racional de recursos (Suárez & Silva, 2020). Su implementación adquiere especial importancia en los operadores logísticos, debido a que estas organizaciones coordinan actividades críticas para la circulación de bienes, la continuidad de los servicios y la articulación entre clientes, proveedores, autoridades y mercados internacionales.

La literatura científica ha señalado que la logística verde no solo contribuye a disminuir impactos ambientales, sino que también puede mejorar el desempeño organizacional. Las empresas que integran criterios de sostenibilidad en sus operaciones logísticas tienden a optimizar procesos, reducir desperdicios, incrementar la eficiencia operativa y fortalecer su posicionamiento competitivo (Chura & Coronado, 2022; Díaz & Gallego, 2021). En consecuencia, la sostenibilidad deja de ser un componente accesorio y se convierte en una capacidad estratégica para responder a mercados cada vez más exigentes.

En Ecuador, las actividades de comercio exterior representan un componente relevante para el crecimiento económico y la inserción del país en mercados internacionales. Guayaquil, por su condición portuaria y logística, concentra operaciones de importación, exportación, almacenamiento, distribución y servicios especializados. En este ecosistema se ubican las Zonas Especiales de Desarrollo Económico (ZEDE), concebidas como espacios de incentivo productivo, logístico,

aduanero y tecnológico que buscan promover inversión, innovación y competitividad (Mendoza et al., 2025).

Dentro de este contexto, la ZEDE Posorja se configura como un entorno estratégico para analizar la incorporación de prácticas sostenibles en operadores logísticos vinculados al comercio exterior. Empresas como DP World Logistics & Warehouse S.A. y Ecuador Logistics Center ECLOGIS S.A. desarrollan actividades de almacenamiento, distribución, gestión de inventarios y servicios relacionados con importaciones y exportaciones, por lo que constituyen unidades pertinentes para estudiar la relación entre logística verde y cadena de suministro.

La presente investigación analiza la incidencia de la logística verde en la operatividad de la cadena de suministro en operadores logísticos ubicados en una ZEDE de Guayaquil durante 2025. El estudio aporta evidencia empírica sobre una relación aún poco explorada en el contexto ecuatoriano, especialmente en operadores logísticos que participan en entornos aduaneros, portuarios y de comercio exterior.

Logística verde y problemática de sostenibilidad logística

El aumento del comercio internacional y la expansión de las cadenas globales de suministro han elevado la demanda de servicios logísticos. Este crecimiento ha contribuido al dinamismo económico, pero también ha intensificado impactos ambientales asociados a emisiones de gases de efecto invernadero, consumo energético, generación de residuos y presión sobre recursos naturales. En el ámbito logístico, el transporte de mercancías, la operación de bodegas y la manipulación de cargas representan procesos con alto potencial de impacto ambiental (Candiotti et al., 2023; Quintero, 2020).

La logística verde se entiende como el conjunto de prácticas orientadas a minimizar el impacto ambiental de las actividades logísticas mediante la optimización del transporte, el uso eficiente de recursos, la reducción de residuos, el consumo racional de energía y la incorporación de tecnologías sostenibles (Wang et al., 2018). Desde esta perspectiva, las acciones ambientales no se limitan al cumplimiento normativo, sino que pueden incidir directamente en la eficiencia de la cadena de suministro.

En América Latina, la incorporación de criterios de sostenibilidad en la gestión logística resulta especialmente relevante por las limitaciones de infraestructura, la alta dependencia del transporte terrestre y los costos logísticos superiores a los observados en economías más desarrolladas. La innovación tecnológica, la digitalización de procesos, el mantenimiento de flotas y la optimización de rutas aparecen como condiciones necesarias para avanzar hacia modelos de transporte y distribución más sostenibles (Vaquero, 2025).

Fundamentos teóricos del estudio

La teoría de la gestión verde de la cadena de suministro constituye el eje conceptual de esta investigación, porque explica la integración de criterios ambientales en los flujos de materiales, información y recursos a lo largo de la cadena de valor. Sarkis (2003) y Srivastava (2007) sostienen que la gestión ambiental debe incorporarse en las distintas fases de la cadena, desde la selección de insumos hasta la distribución y recuperación de productos. Seuring y Müller (2008) amplían este enfoque al articular objetivos económicos, sociales y ambientales dentro de una lógica de sostenibilidad integral.

La teoría de los recursos y capacidades permite comprender la logística verde como una capacidad organizacional. Barney (1991) plantea que la ventaja competitiva sostenible depende de recursos valiosos, raros, difíciles de imitar y organizacionalmente aprovechables. En operadores logísticos, la infraestructura de almacenamiento, los sistemas de información, el conocimiento del personal, la cultura ambiental y las prácticas de mejora continua pueden convertirse en recursos estratégicos para optimizar la cadena de suministro (Aronsson & Brodin, 2006; Nguyen & Tai, 2025).

La teoría de los stakeholders complementa el análisis al considerar que las organizaciones deben responder a las expectativas de actores que influyen o son afectados por sus operaciones. Clientes, autoridades, comunidades, proveedores y organismos internacionales ejercen presión para que las empresas adopten prácticas más sostenibles, reduzcan emisiones, gestionen residuos y aseguren el cumplimiento ambiental (Donaldson & Preston, 1995; Freeman, 1984).

La teoría institucional explica la adopción de prácticas de logística verde como una respuesta a presiones coercitivas, normativas y miméticas. Meyer y Rowan (1977),

DiMaggio y Powell (1983) y Scott (2001) sostienen que las organizaciones buscan legitimidad mediante la alineación con normas, valores y expectativas del entorno. En el caso de operadores logísticos, esta legitimidad se relaciona con el cumplimiento de regulaciones ambientales, la adopción de estándares de sostenibilidad y la imitación de prácticas exitosas de empresas líderes del sector.

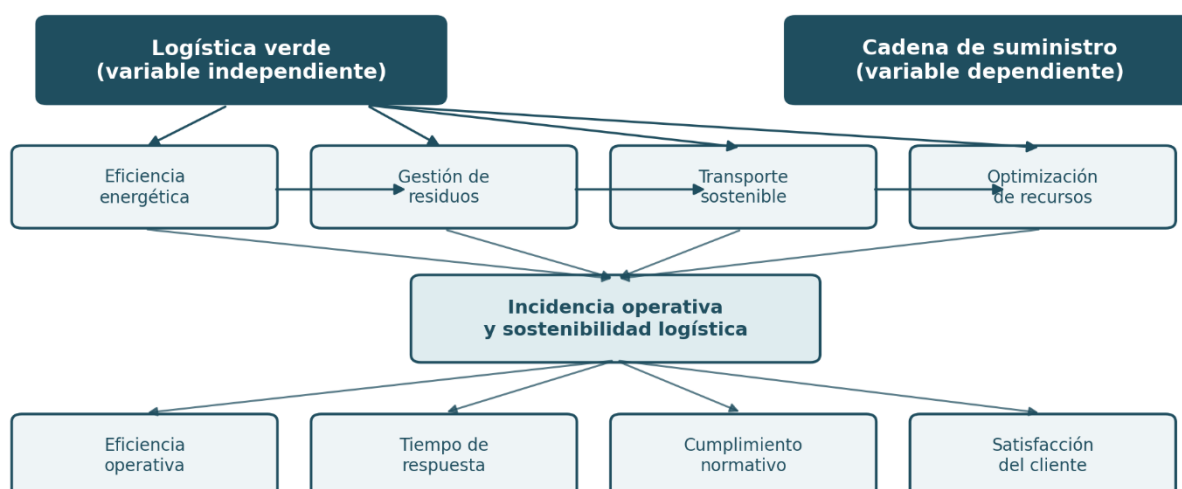
Convergencia conceptual y modelo analítico

La articulación de los enfoques teóricos permite interpretar la logística verde como un mecanismo que integra recursos internos, capacidades estratégicas, exigencias de los grupos de interés y presiones institucionales. Desde esta convergencia, la sostenibilidad logística no representa únicamente una obligación ambiental, sino una condición para fortalecer la eficiencia operativa, la respuesta al cliente, el cumplimiento normativo y la competitividad en entornos de comercio exterior.

En el estudio, la variable logística verde se operacionaliza mediante eficiencia energética, gestión de residuos, transporte sostenible y optimización de recursos. La variable cadena de suministro se analiza a partir de eficiencia operativa, tiempo de respuesta, cumplimiento normativo y satisfacción del cliente. La relación entre ambas variables se representa en la Figura 1.

Figura 1

Modelo analítico de la logística verde y su incidencia en la cadena de suministro



Nota. La figura organiza las dimensiones de las variables empleadas en el modelo empírico del estudio.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que permitió medir objetivamente la relación entre la logística verde y la cadena de suministro mediante la recolección, codificación y procesamiento estadístico de datos. El diseño fue no experimental, porque las variables se observaron en su contexto natural sin manipulación deliberada, y de corte transversal, dado que la información se recolectó en un único momento durante el año 2025.

El alcance fue descriptivo, correlacional y explicativo. La fase descriptiva permitió caracterizar las prácticas de logística verde y el comportamiento de la cadena de suministro; la fase correlacional permitió establecer el grado de asociación entre las variables; y la fase explicativa evaluó la incidencia de las dimensiones de la logística verde sobre la cadena de suministro mediante regresión lineal múltiple.

La población estuvo conformada por 25 trabajadores que participaban directamente en actividades operativas y administrativas relacionadas con la gestión logística en dos operadores ubicados en una ZEDE de Guayaquil. La selección de las empresas respondió a criterios de accesibilidad, disponibilidad de información y aceptación institucional para participar en el estudio. Debido al tamaño reducido y accesible de la población, se aplicó muestreo censal, por lo que la muestra estuvo constituida por la totalidad de los 25 colaboradores.

Como criterios de inclusión se consideraron trabajadores con funciones vinculadas a almacenamiento, transporte, gestión operativa, procesos administrativos logísticos o cadena de suministro durante 2025, siempre que aceptaran participar voluntariamente y completaran el instrumento. Se excluyeron colaboradores sin relación directa con las operaciones logísticas, ausentes durante la aplicación o con respuestas incompletas.

La técnica de recolección fue la encuesta y el instrumento fue un cuestionario estructurado de 32 ítems con escala Likert de cinco opciones. La variable logística verde fue medida mediante cuatro dimensiones: eficiencia energética, gestión de residuos, transporte sostenible y optimización de recursos. La variable cadena de suministro se midió mediante eficiencia operativa, tiempo de respuesta, cumplimiento normativo y satisfacción del cliente.

El instrumento fue aplicado mediante Google Forms. Antes de la aplicación, se informó a los participantes sobre los objetivos del estudio, la confidencialidad de los datos y el uso académico de la información. Posteriormente, las respuestas fueron exportadas a Microsoft Excel para depuración y codificación, y luego procesadas en software estadístico. Se aplicaron análisis descriptivos, prueba de normalidad Shapiro-Wilk, correlación Rho de Spearman, regresión lineal múltiple, diagnóstico de multicolinealidad mediante tolerancia y VIF, y cálculo del tamaño del efecto con f^2 de Cohen.

Tabla 1

Consistencia interna del instrumento

Variable / dimensión	Alfa de Cronbach	N.º de ítems
Logística verde	0,951	16
Eficiencia energética	0,755	4
Gestión de residuos	0,855	4
Transporte sostenible	0,900	4
Optimización de recursos	0,850	4
Cadena de suministro	0,941	16
Eficiencia operativa	0,851	4
Tiempo de respuesta	0,861	4
Cumplimiento normativo	0,740	4
Satisfacción del cliente	0,867	4

Nota. Todos los coeficientes superan el umbral mínimo de 0,70, por lo que el instrumento presenta consistencia interna aceptable, buena o excelente según la dimensión evaluada.

Los coeficientes obtenidos indican que el cuestionario cuenta con estabilidad interna suficiente para medir los constructos definidos. Las variables principales alcanzaron valores superiores a 0,90, lo que evidencia alta homogeneidad entre los ítems asociados a logística verde y cadena de suministro.

Resultados

Comportamiento descriptivo de las variables

El análisis descriptivo permitió identificar que las prácticas de logística verde se ubican predominantemente en un nivel regular. Este resultado evidencia que los operadores logísticos han incorporado acciones de sostenibilidad ambiental, pero estas aún no alcanzan un nivel óptimo de consolidación. Las dimensiones con mayor necesidad de fortalecimiento se relacionan con la gestión homogénea de residuos, el uso eficiente de

energía, la optimización de recursos operativos y la aplicación sistemática de criterios de transporte sostenible.

En la cadena de suministro también predominó el nivel regular, lo que sugiere un desempeño operativo aceptable, aunque con oportunidades de mejora en coordinación interna, tiempos de respuesta, cumplimiento normativo y satisfacción del cliente. Estos hallazgos muestran que la sostenibilidad ambiental y la eficiencia logística deben abordarse de manera integrada para elevar el rendimiento de la operación.

Tabla 2

Síntesis descriptiva por dimensiones

Variable	Dimensión	Tendencia observada	Implicación operativa
Logística verde	Eficiencia energética	Nivel regular predominante	Requiere fortalecer monitoreo y ahorro energético
Logística verde	Gestión de residuos	Percepción heterogénea	Necesita estandarizar clasificación, reciclaje y disposición
Logística verde	Transporte sostenible	Nivel regular con avances parciales	Demanda optimización de rutas y reducción de emisiones
Logística verde	Optimización de recursos	Nivel regular predominante	Requiere controles para disminuir desperdicios
Cadena de suministro	Eficiencia operativa	Nivel regular predominante	Necesita mejorar coordinación y uso de recursos
Cadena de suministro	Tiempo de respuesta	Nivel regular	Demanda reducción de retrasos y mayor agilidad
Cadena de suministro	Cumplimiento normativo	Nivel regular predominante	Requiere reforzar controles y conocimiento normativo
Cadena de suministro	Satisfacción del cliente	Percepción variable	Necesita fortalecer confiabilidad, atención y gestión de reclamos

Nota. La tabla resume la tendencia cualitativa del análisis descriptivo de las variables y dimensiones estudiadas.

Prueba de normalidad

Tabla 3

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Variable	Estadístico	gl	Sig.
Logística verde	0,825	25	0,001
Cadena de suministro	0,788	25	0,000

Nota. Los valores de significancia inferiores a 0,05 justifican el uso de estadística no paramétrica para la correlación entre variables.

Los resultados de Shapiro-Wilk indican que las variables no siguen una distribución normal. Por ello, se aplicó el coeficiente Rho de Spearman para establecer la asociación

entre logística verde y cadena de suministro, considerando además que las respuestas provienen de una escala ordinal tipo Likert.

Relación entre logística verde y cadena de suministro

Tabla 4

Correlación Rho de Spearman entre las variables del estudio

Variable 1	Variable 2	rho	Sig. bilateral	N
Logística verde	Cadena de suministro	0,876**	0,000	25

Nota. ** *La correlación es significativa al nivel 0,01 bilateral.*

El coeficiente rho = 0,876 evidencia una correlación positiva muy fuerte entre logística verde y cadena de suministro. Este resultado permite afirmar que, cuando se fortalecen las prácticas de eficiencia energética, gestión de residuos, transporte sostenible y optimización de recursos, también tiende a mejorar la operatividad de la cadena de suministro.

Modelo de regresión lineal múltiple

Tabla 5

Resumen del modelo de regresión

Modelo	R	R ²	R ² ajustado	Error estándar
1	0,982	0,964	0,957	4,03502

Nota. *Predictores: eficiencia energética, gestión de residuos, transporte sostenible y optimización de recursos.*

El coeficiente de determinación R² = 0,964 indica que el 96,4 % de la variabilidad de la cadena de suministro es explicada por las dimensiones de la logística verde. El R² ajustado de 0,957 confirma que el modelo conserva una capacidad explicativa elevada al considerar el número de predictores y el tamaño muestral.

Tabla 6

Prueba ANOVA del modelo de regresión

Fuente	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	8760,212	4	2190,053	134,512	0,000
Residuo	325,628	20	16,281		
Total	9085,840	24			

Nota. *La significancia del modelo evidencia que la regresión lineal múltiple es estadísticamente adecuada para explicar la variable dependiente.*

El estadístico $F = 134,512$ con $p = 0,000$ permite rechazar la hipótesis nula de ausencia de relación lineal conjunta entre los predictores y la cadena de suministro. Por tanto, el modelo resulta estadísticamente significativo.

Tabla 7

Coefficientes del modelo de regresión lineal múltiple

Predictor	B	Error estándar	Beta	t	Sig.
Constante	2,275	1,898		1,199	0,245
Eficiencia energética	1,165	0,351	0,310	3,321	0,003
Gestión de residuos	2,281	0,357	0,620	6,391	0,000
Transporte sostenible	-0,501	0,381	-0,146	-1,316	0,203
Optimización de recursos	0,912	0,439	0,255	2,080	0,051

Nota. *Variable dependiente: cadena de suministro.*

La ecuación estimada del modelo es: $Y = 2,275 + 1,165X_1 + 2,281X_2 - 0,501X_3 + 0,912X_4$. En esta expresión, Y representa la cadena de suministro; X₁, eficiencia energética; X₂, gestión de residuos; X₃, transporte sostenible; y X₄, optimización de recursos.

La gestión de residuos presentó el mayor efecto estandarizado (Beta = 0,620; p = 0,000), por lo que se constituye en el principal predictor de la cadena de suministro. La eficiencia energética también mostró una incidencia positiva y significativa (Beta = 0,310; p = 0,003). En cambio, transporte sostenible y optimización de recursos no alcanzaron significancia estadística al nivel 0,05, aunque la optimización de recursos evidenció una tendencia positiva cercana al umbral de significancia.

Tabla 8

Diagnóstico de multicolinealidad del modelo

Predictor	Tolerancia	VIF
Eficiencia energética	0,205	4,871
Gestión de residuos	0,190	5,251
Transporte sostenible	0,146	6,869
Optimización de recursos	0,119	8,415

Nota. *Los valores de tolerancia son superiores a 0,10 y los VIF son inferiores a 10, por lo que no se evidencia multicolinealidad severa.*

Aunque los valores de VIF de transporte sostenible y optimización de recursos reflejan colinealidad moderada, estos no superan el punto crítico de 10. La relación conceptual entre dimensiones del mismo constructo explica que compartan parte de la varianza, por lo que los coeficientes individuales deben interpretarse con prudencia, sin invalidar el poder explicativo del modelo.

Tabla 9

Tamaño del efecto y potencia estadística del modelo

Indicador	Valor	Criterio de interpretación
R ²	0,964	Capacidad explicativa muy alta
f ² de Cohen	26,78	Tamaño del efecto extremadamente grande
Potencia estadística (1 - β)	1,000	Superior al umbral recomendado de 0,80

Nota. *El tamaño del efecto fue calculado mediante $f^2 = R^2 / (1 - R^2)$, con $R^2 = 0,964$.*

El tamaño del efecto confirma que la logística verde posee una capacidad explicativa considerable sobre la cadena de suministro en los operadores analizados. No obstante, debido al tamaño muestral reducido, los hallazgos deben interpretarse como evidencia empírica situada y susceptible de fortalecerse con estudios posteriores de mayor alcance.

Discusión

Los resultados muestran que la logística verde se relaciona de forma positiva y muy fuerte con la cadena de suministro. Este hallazgo coincide con los postulados de la gestión verde de la cadena de suministro, según los cuales la incorporación de criterios ambientales en los procesos logísticos contribuye a disminuir impactos ambientales y a mejorar el desempeño organizacional (Seuring & Müller, 2008; Srivastava, 2007). En el caso analizado, la relación $\rho = 0,876$ confirma que las prácticas sostenibles no operan de forma aislada, sino que se articulan con la eficiencia operativa, el cumplimiento normativo y la satisfacción del cliente.

La capacidad explicativa del modelo de regresión ($R^2 = 0,964$) permite sostener que la logística verde constituye un factor estratégico para explicar la variabilidad de la cadena de suministro. Desde la teoría de los recursos y capacidades, este resultado puede interpretarse como evidencia de que las prácticas ambientales se transforman en capacidades organizacionales cuando se apoyan en infraestructura, conocimiento,

procedimientos, cultura ambiental y sistemas de control (Barney, 1991; Aronsson & Brodin, 2006).

La gestión de residuos fue el predictor de mayor impacto sobre la cadena de suministro. Este resultado es coherente con la lógica de ecoeficiencia y economía circular, debido a que la clasificación, reciclaje, reducción y disposición adecuada de residuos permiten mejorar el uso de recursos, disminuir costos indirectos y fortalecer la responsabilidad ambiental de la operación (Barbosa et al., 2019; Morseletto, 2019). En operadores logísticos, la gestión de residuos adquiere un valor especial por la cantidad de materiales asociados a embalaje, manipulación y almacenamiento de mercancías.

La eficiencia energética también mostró incidencia positiva y significativa. Este hallazgo confirma que el uso racional de energía, el monitoreo de consumos y la utilización de equipos eficientes pueden contribuir al desempeño logístico. En entornos ZEDE, donde las operaciones de almacenamiento, distribución y servicios portuarios demandan continuidad operativa, la eficiencia energética representa una práctica con impacto ambiental y operativo.

El transporte sostenible y la optimización de recursos no alcanzaron significancia estadística individual al nivel 0,05. Este resultado no implica que carezcan de importancia, sino que su efecto específico no se distinguió de manera suficiente dentro del modelo aplicado. La colinealidad moderada entre dimensiones y el tamaño muestral reducido pueden explicar parte de esta situación. Además, es posible que las prácticas de transporte sostenible aún se encuentren en una fase de implementación parcial, por lo que sus efectos podrían evidenciarse con mayor claridad en estudios longitudinales o con muestras más amplias.

Desde la teoría de los stakeholders, los hallazgos evidencian que la logística verde responde a presiones de clientes, autoridades, proveedores, comunidades y organismos internacionales que demandan operaciones más responsables (Freeman, 1984; Donaldson & Preston, 1995). De forma complementaria, la teoría institucional permite comprender que la adopción de prácticas sostenibles también responde a la búsqueda de legitimidad frente a normas, expectativas sectoriales y modelos de gestión ambiental reconocidos (DiMaggio & Powell, 1983; Meyer & Rowan, 1977).

La principal limitación del estudio se relaciona con el tamaño muestral y el carácter situado de la investigación. Aunque la población fue censal y adecuada para el contexto analizado, los resultados no deben generalizarse de manera automática a todos los operadores logísticos del país. Investigaciones futuras podrían ampliar el número de empresas, incorporar indicadores ambientales objetivos, comparar distintos tipos de operadores y aplicar diseños longitudinales que permitan evaluar la evolución de las prácticas de logística verde.

Conclusiones

La investigación permitió determinar que la logística verde incide significativamente en la operatividad de la cadena de suministro en los operadores logísticos analizados. La relación positiva y muy fuerte entre las variables demuestra que las prácticas orientadas a la eficiencia energética, gestión de residuos, transporte sostenible y optimización de recursos se vinculan con mejoras en la eficiencia operativa, tiempos de respuesta, cumplimiento normativo y satisfacción del cliente.

El análisis descriptivo evidenció que las prácticas de logística verde y el desempeño de la cadena de suministro se encuentran en un nivel de consolidación intermedio. Esto significa que existen acciones ambientales y operativas implementadas, pero aún se requieren procesos más sistemáticos de planificación, control, medición y mejora continua para alcanzar niveles superiores de sostenibilidad y competitividad.

El modelo de regresión lineal múltiple confirmó una elevada capacidad explicativa de la logística verde sobre la cadena de suministro, con $R^2 = 0,964$. La gestión de residuos fue el predictor más influyente, seguida por la eficiencia energética. En consecuencia, las estrategias orientadas a clasificación, reciclaje, disposición adecuada de residuos, ahorro energético y monitoreo de consumos deben considerarse prioridades de intervención para fortalecer la operatividad logística en la ZEDE.

El estudio aporta evidencia empírica para el contexto ecuatoriano al analizar operadores logísticos ubicados en una Zona Especial de Desarrollo Económico. Sus resultados pueden servir como base para diseñar planes de mejora ambiental, fortalecer sistemas de gestión logística sostenible, orientar decisiones empresariales y promover investigaciones posteriores sobre sostenibilidad en el comercio exterior.

Referencias

- Arana, C., & Rengifo, N. (2023). La logística verde una ventaja competitiva en el comercio internacional para las pymes del sector de confecciones de Tuluá Valle del Cauca. Unidad Central del Valle del Cauca.
- Aronsson, H., & Brodin, M. (2006). The environmental impact of changing logistics structures. *The International Journal of Logistics Management*, 17(3), 394-415. <https://doi.org/10.1108/09574090610717545>
- Arroyo, D., Castillo, K., & Rolón, B. (2025). La influencia de la logística verde en el mundo de los negocios internacionales. *Reflexiones Contables*, 8(1), 16-22. <https://doi.org/10.22463/26655543.4792>
- Barbosa, S., Moori, R., & Madeira, A. (2019). Fatores que colaboram para o desenvolvimento da logística verde nos operadores logísticos. *REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade*, 9(2), 20-29. <https://doi.org/10.18696/reunir.v9i2.738>
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Candiotti, P., Hurtado, L., Rituay, P., & Cúneo, F. (2023). Logística verde como estrategia para las empresas agroexportadoras de la región Lambayeque, Perú. *Revista de Ciencias Sociales*, 29(7), 44-65.
- Chura, K., & Coronado, L. (2022). Análisis de la relación entre la logística verde y la eficiencia de la cadena de suministros en las empresas agroexportadoras de quinua en la macro región sur del Perú durante los años 2014 al 2019. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Díaz, E., & Gallego, M. (2021). La logística verde en los negocios internacionales. Universidad de Córdoba.
- DiMaggio, P., & Powell, W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147-160.

- Donaldson, T., & Preston, L. (1995). The stakeholder theory of the corporation: Concepts, evidence and implications. *Academy of Management Review*, 20(1), 65-91.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman Publishing.
- George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS Statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.
- Guanotuña, L., Vallejo, R., Garay, V., & Velásquez, P. (2022). La logística verde. ¿Es la planificación de rutas del futuro? *Polo del Conocimiento*, 7(4), 31-48. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3807>
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis*. Cengage Learning.
- Klassen, R., & Johnson, P. (2004). *The green supply chain*. OUP Oxford.
- Mendoza, E., González, A., & Sotomayor, J. (2025). Free trade zones as a driver of economic recovery in Latin America. A vision for Ecuador. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 27(3), 951-961. <https://doi.org/10.36390/telos273.15>
- Meyer, J., & Rowan, B. (1977). Institutionalized organizations: Formal structure as myth and ceremony. *American Journal of Sociology*, 83(2), 340-363. <https://doi.org/10.1086/226550>
- Morseletto, P. (2019). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>
- Nguyen, A., & Tai, T. (2025). Reciprocal mediation effects between infrastructure and Green Logistics Performance Index on the balance of trade of Asian countries. *Journal of International Logistics and Trade*, 1-23. <https://doi.org/10.1108/JILT-07-2025-0057>
- Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of nations*. Free Press.
- Quintero, C. (2020). *Diseño de un modelo de logística verde para la empresa Red Integradora S.A.S-Redservi*. Fundación Universidad de América.

- Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 11(4), 397-409. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00062-8)
- Scott, W. R. (2001). *Institutions and organizations*. Sage Publications.
- Seuring, S., & Müller, M. (2008). Core issues in sustainable supply chain management: A Delphi study. *Business Strategy and the Environment*, 17(8), 455-466. <https://doi.org/10.1002/bse.607>
- Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53-80. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2007.00202.x>
- Suárez, D., & Silva, C. (2020). La logística verde como estrategia de competitividad, empresa ambientalmente regionales y el uso eficaz de los recursos. *Eidec*, 623-669. <https://doi.org/10.34893/na8w-qb04>
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2019). *Using multivariate statistics*. Pearson.
- Thu, V., Van, P., Thu, N., Huyen, V., & Thu, H. (2024). Assessing the impact of green logistics performance on Vietnam's export trade to regional comprehensive economic partnership countries. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 7(2), 742-754.
- Vaquero, F. (2025). *Impacto de la innovación tecnológica y la sostenibilidad en la logística*. Universidad de Valladolid.
- Wang, D., Dong, Q., Peng, Z., & Rehman, S. (2018). The green logistics impact on international trade: Evidence from developed and developing countries. *Sustainability*, 10, 2235. <https://doi.org/10.3390/su10072235>
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, 22(3), 265-289. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.01.005>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.