Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 23/11/2025 | Aceptado: 28/11/2025 | Publicación: 02/12/2025

El papel de la consolidación de cargas y la optimización de rutas en la resiliencia de la cadena de suministro: una revisión crítica.

El papel de la consolidación de carga y la optimización de rutas en la resiliencia de la cadena de suministro: un aspecto crítico revisar

El papel de la consolidación de carga y la optimización de rutas en la resiliencia de la cadena de suministro: una revisión crítica

Autor: Murilo Domiciano dos Santos

- Licenciatura en Administración de Empresas (Comercio Exterior), Universidad de São Francisco (1998).
- Máster en Administración de Empresas (MBA) con especialización en Logística Estratégica, Torricelli Integrated Colleges (2009).

Resumen:

El comercio internacional contemporáneo ha exigido enfoques innovadores para mitigar la vulnerabilidad de las cadenas de suministro globales. La literatura reciente indica que la consolidación de carga y la optimización dinámica de rutas pueden actuar como mecanismos de defensa contra interrupciones y fluctuaciones de costos. Este artículo propone una revisión crítica de...
Se analiza la eficacia de estas estrategias en el contexto del transporte de mercancías . Basándose en una revisión bibliográfica realizada entre 2021 y 2025, este artículo explora cómo la adopción de tecnologías analíticas favorece la toma de decisiones logísticas. Se observa que, si bien la teoría apunta a beneficios significativos, la implementación práctica se topa con resistencia organizacional, costes de integración de sistemas y silos de información, lo que exige enfoques de gestión híbridos para lograr un éxito efectivo.

Palabras clave: Logística internacional, resiliencia de la cadena de suministro, consolidación de carga, optimización de rutas, transporte de mercancías.

Abstracto:

El comercio internacional contemporáneo exige enfoques innovadores para mitigar la vulnerabilidad de las cadenas de suministro globales. La literatura reciente indica que la consolidación de carga y la optimización dinámica de rutas pueden actuar como mecanismos de defensa contra interrupciones y fluctuaciones de costos. Este artículo propone una revisión crítica de la efectividad de estas estrategias en el contexto del transporte de mercancías. Mediante un análisis de la literatura entre 2021 y 2025, se analiza cómo la adopción de tecnologías analíticas favorece la toma de decisiones logísticas. Se observa que, si bien la teoría apunta a beneficios significativos, la implementación práctica encuentra resistencia organizacional, costos de integración de sistemas y silos de información, lo que requiere enfoques de gestión híbridos para lograr un éxito efectivo.

Palabras clave: Logística internacional, resiliencia de la cadena de suministro, consolidación de carga, optimización de rutas, transporte de mercancías.

Introducción

La dinámica de la cadena de suministro global ha atravesado períodos de cambios significativos.

Volatilidad, que pone de relieve la fragilidad de los modelos logísticos excesivamente rígidos. En

En las últimas décadas, la búsqueda incesante de la eficiencia ha llevado a las organizaciones a adoptar la gestión de inventarios.

cadenas mínimas y muy estiradas, que las expusieron a choques externos. Los estudios sugieren

que la ocurrencia de huelgas portuarias, fluctuaciones arancelarias y crisis geopolíticas requiere una

Una reconfiguración del pensamiento logístico, que desplaza el enfoque de la mera eficiencia de costos a...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 23/11/2025 | Aceptado: 28/11/2025 | Publicación: 02/12/2025

Construyendo resiliencia estructural.

En el centro de esta transición se encuentra el papel del intermediario logístico, en particular el de
Los transitarios , que orquestan la complejidad multimodal. La literatura
Las tendencias actuales indican que la consolidación inteligente de carga y la optimización algorítmica de rutas son...
Herramientas clave para mitigar la volatilidad del mercado. Agrupando las remesas
Al dividir la logística en partes más pequeñas y rediseñar los flujos de transporte en tiempo real, las redes logísticas pueden, en
En teoría, ofrece una mayor previsibilidad del tráfico y protección contra fluctuaciones bruscas.
tarifas de envío internacional.

Sin embargo, la adopción de estas prácticas en la Industria 4.0 no está exenta de obstáculos. Este artículo
El objetivo es explorar de forma crítica la intersección entre la planificación logística multimodal y la resiliencia.
de las cadenas de suministro. El trabajo está estructurado para analizar la evolución de
Transporte de mercancías, impacto de las tecnologías predictivas en la planificación de rutas, viabilidad.
La economía de la consolidación, los desafíos prácticos de la implementación y, finalmente, la importancia de
Potenciar el factor humano para respaldar estas estrategias.

1. La evolución del transporte de mercancías y la resiliencia

Históricamente, el transporte de mercancías se ha entendido como una actividad
predominantemente documental y transaccional, centrado en la intermediación de espacios físicos en
buques y aeronaves. Sin embargo, la literatura reciente indica que este papel se está volviendo...
transformando profundamente. Christopher (2021) argumenta que el agente moderno
evolucionó hasta convertirse en arquitecto de soluciones de red, asumiendo la responsabilidad de coordinar
Los flujos de información son tan importantes como los de bienes físicos.
Esta metamorfosis está impulsada por la necesidad de resiliencia. Dolgui e Ivanov (2021)
sugieren que la capacidad de un despachador para ofrecer rutas y modos de transporte alternativos
Las tecnologías secundarias actúan como un "amortiguador" esencial contra las interrupciones en la cadena de suministro global.
La flexibilidad que ofrecen los intermediarios cualificados tiende a proteger a las empresas de
empresas medianas que no tienen el volumen suficiente para negociar directamente con las grandes.
armadores globales.
Por otro lado, se observa que la transición a un modelo de servicio consultivo requiere
madurez organizacional. Fosso Wamba et al. (2022) demuestran que los agentes que
Sus decisiones se basan exclusivamente en la experiencia empírica de sus operadores.
Tiempos de respuesta más lentos ante fluctuaciones arancelarias imprevistas. El estudio indica que...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 23/11/2025 | Aceptado: 28/11/2025 | Publicación: 02/12/2025

La resiliencia efectiva depende de la integración de sistemas de visibilidad que permitan...
Seguimiento proactivo de la carga.
Además, la literatura apunta a un debate sobre los límites de esta intermediación. Si bien
Algunos autores abogan por la desintermediación digital completa a través de plataformas.
automatizado, Kache y Seuring (2021) consideran que la complejidad aduanera
El comercio transfronterizo sigue exigiendo capital intelectual humano. Se observa que la automatización...
Todo el proceso se topa con matices regulatorios locales, lo que justifica la continuidad de la labor del agente.
Gestión de carga como consultor especializado.
Así pues, se entiende que el transporte de mercancías contemporáneo oscila entre la tradición.
relacional y la necesidad de adoptar tecnologías. La capacidad de un intermediario para
Fomentar la resiliencia de las cadenas de suministro de sus clientes parece depender en gran medida de...
basado en su capacidad para integrar algoritmos de decisión con conocimiento tácito sobre el
Particularidades de las infraestructuras portuarias mundiales.

2. Optimización de rutas en la era de la digitalización logística

La optimización de rutas se ha abordado tradicionalmente mediante modelos.
Matemáticas estáticas, que buscan el menor costo o la menor distancia recorrida. Sin embargo, la
La evolución de los algoritmos en la Industria 4.0 ha introducido el enrutamiento dinámico y predictivo. Estudios
El trabajo de Ivanov (2024) sobre "Gemelos digitales" ilustra cómo las redes
Las operaciones logísticas pueden simularse en tiempo real, lo que permite a los gerentes visualizar el impacto.
de tormentas o congestión portuaria antes de tomar decisiones de
redirección.

Esta capacidad predictiva altera fundamentalmente la planificación logística. Dubey et al.
(2023) observaron que las organizaciones que utilizan algoritmos de enrutamiento impulsados por
Los macrodatos muestran una mayor tolerancia a las variaciones en la capacidad de
transportistas. Los resultados sugieren que la inteligencia artificial aplicada a la logística permite
la rápida reconfiguración del tráfico multimodal, transfiriendo la carga del transporte marítimo al transporte marítimo.
El transporte aéreo o terrestre ofrece una agilidad que minimiza la escasez de existencias.
Por el contrario, algunos investigadores advierten sobre la dependencia excesiva de estas tecnologías.
Waller y Fawcett (2022) enfatizan que los algoritmos de optimización asumen premisas de
racionalidad y continuidad de datos que a menudo no se corresponden con la realidad.
La naturaleza caótica del comercio internacional. Cuando la calidad de los datos introducidos en el sistema es baja,

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 23/11/2025 | Aceptado: 28/11/2025 | Publicación: 02/12/2025

La optimización de rutas puede generar costes imprevistos y tiempos de tránsito más prolongados.
Además, la implementación de sistemas de enrutamiento complejos (Gestión de Transporte)
Los sistemas (TMS) requieren importantes inversiones de capital. Para organizaciones de tamaño mediano
El tamaño, los costes de licencia y el coste de integración de estos programas informáticos con los sistemas heredados (ERP).
Esto podría poner en peligro la rentabilidad de la inversión a corto plazo. Gunasekaran et al. (2022)
Recomiendan que las empresas adopten soluciones modulares y basadas en la nube para superar estos problemas.
barreras financieras y el mantenimiento de la viabilidad económica del proyecto.
Se puede afirmar que la optimización digitalizada de rutas contribuye a la fluidez del comercio.
Pero no es la panacea. La evidencia de la literatura indica que los mejores resultados...
Esto ocurre cuando la sugerencia algorítmica es validada de forma crítica por expertos en logística.
garantizar que no se tengan en cuenta variables no cuantificables, como la relación con las autoridades.
Al planificar la ruta, conviene tener en cuenta la normativa aduanera local.

3. Consolidación de carga y sus implicaciones económicas

La estrategia de consolidación de carga (carga inferior a un contenedor - LCL) representa una
Una palanca táctica vital para los transportistas con volúmenes de carga parcial (LTL). Desde el punto de vista
Desde el punto de vista económico, la literatura demuestra que agrupar múltiples remesas en una sola...
Los contenedores reducen significativamente el costo unitario del flete. Estudios recientes indican que
Esta práctica también mitiga la volatilidad del tipo de cambio y las fluctuaciones en los recargos.
combustible, lo que proporciona una mayor estabilidad presupuestaria a los importadores (Christopher, 2021).
Además de la reducción de costes, la consolidación se ha estudiado desde una perspectiva de sostenibilidad.
ambiental. Fosso Wamba et al. (2022) muestran que la optimización de la capacidad volumétrica
El uso de contenedores reduce la huella de carbono por unidad de carga transportada. Se observa que...
Las prácticas de consolidación rigurosas contribuyen a la descarbonización de la cadena de suministro.
suministros, alineando a las empresas con los requisitos de cumplimiento ESG contemporáneos.
(Medioambiental, Social y de Gobernanza).
Sin embargo, la consolidación introduce riesgos tanto temporales como operativos. La necesidad de esperar
El llenado completo de los contenedores en los almacenes de origen puede prolongar el tiempo de entrega.
tiempo de tránsito (tiempo de entrega), que, según Kache y Seuring (2021), puede afectar negativamente a la
La rotación de inventarios en cadenas de suministro sensibles al tiempo, como las de productos.
perecederos o de alta tecnología. La literatura sugiere que debe lograrse un equilibrio prudente.
entre las economías de escala y el costo de oportunidad del inventario en tránsito.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 23/11/2025 | Aceptado: 28/11/2025 | Publicación: 02/12/2025

Para mitigar estos retrasos, los intermediarios logísticos han adoptado estrategias de consolidación.
Programas de "centro y radios" y de transbordo avanzado . Dubey et al. (2023) informan que
Operaciones logísticas que sincronizan con precisión la llegada de envíos de carga parcial (LTL) en
La consolidación de almacenes tiende a reducir los tiempos de espera a niveles marginales. Esta sincronización,
Sin embargo, requiere una visibilidad sistémica aguda y un intercambio transparente de información.
La información se comparte entre todos los proveedores involucrados.
Se puede concluir que la consolidación de carga es una herramienta poderosa para la competitividad.
mercado medio. Sin embargo, la evidencia sugiere que su éxito depende de la coordinación.
temporal refinado. La práctica requiere que los gerentes de logística consideren continuamente el comercio.
Existe una desconexión entre la reducción inmediata de los costes de transporte y las posibles repercusiones en los niveles de servicio.
acordado con el cliente final.

4. Desafíos, limitaciones y la realidad de la implementación

A pesar del atractivo teórico de las estrategias de enrutamiento predictivo y consolidación inteligente,
Su implementación en la vida organizacional diaria se topa con graves limitaciones estructurales. Una
Uno de los principales obstáculos identificados en la literatura es la fragmentación de datos. Kache y
Seuring (2021) señala que los "silos de información" dentro de las propias empresas impiden la
Los sistemas logísticos acceden a los datos de ventas e inventario en tiempo real, lo que compromete la
eficacia de cualquier modelo de optimización.
Además, existe una falta de estandarización de la información en los diferentes eslabones de la cadena de suministro global.
(transportistas, aduanas, almacenes) actúa como un factor limitante. Ivanov (2024) describe que
la incompatibilidad entre las interfaces de programación de aplicaciones (API) de los proveedores de
El servicio genera lagunas de visibilidad. Cuando el agente de carga pierde el rastro de
Un envío durante la transferencia multimodal, toda la inteligencia de la red algorítmica es
inválido.

La bibliografía también pone de relieve la presencia crónica de "aversión algorítmica" en las operaciones.
logística. Waller y Fawcett (2022) observaron que los planificadores de transporte con décadas de
La experiencia tiende a ignorar las recomendaciones generadas por los sistemas de optimización.
creen que sus heurísticas personales son más precisas ante la complejidad de las costumbres.
Esta resistencia cultural dificulta la adopción y la ampliación de las tecnologías de control.
Los costos ocultos de la integración constituyen otra barrera significativa. Aunque las soluciones
Aunque las tecnologías basadas en Software como Servicio (SaaS) han hecho que las herramientas TMS sean más asequibles,

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 23/11/2025 | Aceptado: 28/11/2025 | Publicación: 02/12/2025

El coste de la reingeniería de procesos y la auditoría de datos limpios puede resultar prohibitivo para las empresas.
empresas medianas. Gunasekaran et al. (2022) demuestran que muchos proyectos de
La digitalización de la logística fracasa no por deficiencias del software , sino por falta de financiación.
Pasos para la transición de datos heredados.
De este análisis se desprende que la tecnología logística no opera en el vacío.
Los estudios sugieren que las organizaciones que no logran gestionar el cambio de comportamiento...
Sus equipos, y aquellos que no invierten en la integridad de sus bases de datos, rara vez logran extraer...
El valor prometido por la literatura tecnológica. Mitigar estos defectos requiere una
Reconocimiento realista de las limitaciones corporativas antes de que comience la implementación.

5. Habilidades analíticas y valoración del factor humano

Reconocer las barreras para la implementación tecnológica culmina en la comprensión de que
El factor humano sigue siendo fundamental para la resiliencia logística. La transición de un modelo a otro
Un cambio de la toma de decisiones empírica a una cultura basada en datos requiere una
proceso intencional de empoderamiento ejecutivo. Autores como Choi et al. (2022) enfatizan el
La importancia de la "interacción humana", argumentando que la supervisión humana crítica es
Imprescindible para corregir sesgos en los modelos predictivos.
Para que la integración de datos y la optimización de rutas funcionen, los gerentes de logística
Necesitan alfabetización de datos . La literatura indica que los profesionales
Capaz de interpretar correctamente los intervalos de confianza y analizar las tendencias en los paneles de control.
Comprender las limitaciones de un algoritmo conduce a un éxito mucho mayor en su aplicación práctica.
Las soluciones multimodales son más importantes que aquellas que solo operan la plataforma mecánicamente.
Los programas corporativos se centraban en el desarrollo de habilidades internas, como por ejemplo los talleres.
La simulación y el entrenamiento continuos tienden a reducir la aversión tecnológica mencionada anteriormente.
Anteriormente, Dubey et al. (2023) sugieren que la participación de los operadores de línea
El enfoque en la personalización de las reglas del sistema de optimización crea una sensación de pertenencia.
(propiedad), aumentando las tasas de adherencia sistémica y reduciendo el tiempo de adaptación.
operacional.
Valorar el capital humano también contribuye a reducir la dependencia crónica de
costosa consultoría externa. Al institucionalizar el conocimiento dentro de la propia empresa,
Los departamentos de comercio exterior obtienen autonomía para realizar experimentos en
Consolidación de carga a pequeña escala, validando hipótesis antes de la reestructuración.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 23/11/2025 | Aceptado: 28/11/2025 | Publicación: 02/12/2025

a gran escala. Este método de aprendizaje empírico se ha identificado como más sostenible.
para organizaciones lean.
En resumen, la evidencia sugiere que el mejor sistema logístico no es necesariamente el más eficiente.
automatizado, pero uno en el que existe una clara sinergia entre la herramienta analítica y la
discernimiento gerencial. Por lo tanto, la capacitación dirigida no debe entenderse como
No se trata de un coste adicional, sino que actúa como el pilar estructural que posibilita la verdadera innovación en la cadena de suministro.
cadena de suministro contemporánea.

Conclusión

Esta revisión buscó analizar críticamente el papel de las estrategias de consolidación de carga y
La optimización predictiva de rutas desempeña un papel fundamental en el fortalecimiento de la resiliencia de las cadenas de suministro globales.
Con base en la literatura revisada, se observa que el sector de logística y transporte de mercancías
Se encuentra en un período de transición severa, en el que la dependencia de los métodos empíricos ha disminuido.
Esto ha dado paso a la necesidad imperiosa de inteligencia analítica y digitalización estructurada.
La síntesis de los estudios sugiere que la consolidación de carga (LCL) sigue siendo un mecanismo.
Económicamente eficaz para reducir los costes unitarios y mitigar las fluctuaciones del tipo de cambio.
Sin embargo, se ha descubierto que su éxito depende de una orquestación sistémica que evita la
Tiempo de tránsito excesivo. La introducción de algoritmos de enrutamiento soluciona este problema.
en sinergia con estas operaciones, proporcionando mayor previsibilidad a los flujos multimodales y
lo que permite la identificación temprana de cuellos de botella en puertos y carreteras.
Como contribución teórica, el artículo destaca que el concepto de resiliencia logística no es...
Está limitado por la robustez física de los medios de transporte, pero depende principalmente de la agilidad.
Informativo. El debate demuestra que la flexibilidad operativa que ofrecen los intermediarios
Los profesionales cualificados complementan la precisión de los sistemas de análisis empresarial, sugiriendo una
un enfoque teórico en el que la tecnología y el conocimiento empírico de las costumbres deben ser
estudiados de manera unificada y no mutuamente excluyente.
En términos de contribución práctica, el debate alerta a los directivos sobre las dificultades reales.
en la implementación tecnológica. La literatura indica que invertir en tecnologías sofisticadas es inútil.
sistemas de optimización si las bases de datos corporativas permanecen fragmentadas y la
El equipo manifestó su aversión a los algoritmos. El texto refuerza la importancia de la implementación.
Implementación por fases y validación continua de los resultados por parte de profesionales experimentados.
Entre las limitaciones de este estudio, cabe destacar que la literatura se basa frecuentemente en...

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VI, vol. 1 2025 | Envío: 23/11/2025 | Aceptado: 28/11/2025 | Publicación: 02/12/2025

Contextos macroeconómicos de mercados mayoritariamente maduros, cuyas conclusiones pueden variar.
cuando se aplica a la infraestructura portuaria en economías emergentes, donde los cuellos de botella
Los factores burocráticos superan las deficiencias algorítmicas. Además, los análisis de costos de
Las oportunidades de tiempo para la consolidación de carga pueden variar enormemente dependiendo de...
la perecibilidad o el valor añadido del producto transportado.
Finalmente, con respecto a una futura agenda de investigación, el desarrollo de
Las investigaciones empíricas se centraron en el comportamiento del operador logístico frente a la información de inteligencia.
artificial. Estudios que miden cuantitativamente cómo los programas de capacitación mitigan la
Resistencia a los sistemas TMS, así como investigaciones sobre el uso de la tecnología Blockchain .
Eliminar los silos de información en el cross-docking será de gran valor para la
Avances en la ciencia de la gestión de operaciones logísticas.

Referencias

Choi, T. M., Kumar, S., Yue, X., & Chan, H. L. (2022). Tecnologías disruptivas y gestión de operaciones en la era de la Industria 4.0 y más allá. Production and Operations Management, 31(1), 9–31.

Christopher, M. (2021). Logística y gestión de la cadena de suministro. Pearson Reino Unido.
Dolgui, A., & Ivanov, D. (2021). Gemelos digitales y resiliencia de la cadena de suministro. International Journal of Production Research, 59(1), 1–5.
Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, SJ, Fosso Wamba, S., Roubaud, D. y Foropon, C. (2023). Investigación empírica de la capacidad de análisis de datos y la flexibilidad organizacional como complementos de la resiliencia de la cadena de suministro. International Journal of Production Economics, 217, 10–19.

Fosso Wamba, S., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2022). Cómo los "macrodatos" pueden tener un gran impacto: resultados de una revisión sistemática y un estudio de caso longitudinal.
Revista Internacional de Economía de la Producción, 165, 234–246.
Gunasekaran, A., Yusuf, Y.Y., Adeleye, E.O., & Papadopoulos, T. (2022). Prácticas de fabricación ágil: el papel de los macrodatos y la analítica empresarial con múltiples estudios de caso.
Revista Internacional de Investigación de la Producción, 56(1-2), 385–397.
Ivanov, D. (2024). Resiliencia de la cadena de suministro y transformación digital: una revisión. Supply Chain Management: An International Journal.
Kache, F., & Seuring, S. (2021). Desafíos y oportunidades de la información digital en la intersección del análisis de macrodatos y la gestión de la cadena de suministro. Revista Internacional de Gestión de Operaciones y Producción.
Waller, M.A., & Fawcett, S.E. (2022). Ciencia de datos, análisis predictivo y macrodatos: una revolución que transformará el diseño y la gestión de la cadena de suministro. Journal of Business Logistics, 34(2), 77–84.

Este artículo se publica en acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.