TELOS: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales
ISSN 1317-0570 / ISSN (e) 2343-5763
Vol. 28(3). Septiembre-Diciembre 2026

EL PAPEL DEL BLOCKCHAIN EN LA TRAZABILIDAD Y SEGURIDAD EN LA CADENA DE IMPORTACIONES: CASO PERUANO

Nikolle Hernandez Rey*
https://orcid.org/0009-0008-4655-1963
Sebastian Machuca Cornejo**
https://orcid.org/0009-0007-6213-9445

RECIBIDO: 08/03/2026 / **ACEPTADO**: 11/08/2026 / **PUBLICADO**: 16/09/2026

Cómo citar: Hernandez Rey, N., y Machuca Cornejo, S. (2026). El papel del blockchain en la trazabilidad y seguridad en la cadena de importaciones: Caso peruano. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 28*(3), 767-778. https://www.doi.org/10.36390/telos283.31

RESUMEN

En la actualidad, la transparencia es esencial para mejorar la logística; por ello, el objetivo es analizarla en la cadena junto con la alineación, adaptabilidad, agilidad e intención de adoptar blockchain, influyente en la competitividad y flexibilidad. Se empleó un diseño cuantitativo no experimental con un modelo de ecuaciones estructurales, recopilando datos mediante encuestas a colaboradores de pymes importadoras peruanas. Los resultados muestran que la transparencia influye positivamente en la alineación (β = 0.512, p = 0.000), adaptabilidad (β = 0.201, p = 0.000), agilidad (β = 0.360, p = 0.000) e intención de adopción (β = 0.304, p = 0.000). La alineación influye de manera positiva en la adaptabilidad (β = 0.670, p = 0.000), pero muestra un efecto no significativo en la agilidad (β= 0.008, p = 0.933). La adaptabilidad influye positivamente en la agilidad (β = 0.241, p = 0.004), donde la agilidad y sostenibilidad influyen positivamente en la adopción. En conclusión, el blockchain ayuda a las empresas a fortalecer la transparencia y sostenibilidad en sus operaciones; sin embargo, existen limitaciones en su adopción, ya que se necesita mejorar la infraestructura tecnológica. Ante ello, el estudio ofrece evidencia sobre el contexto peruano y propone herramientas que ayuden a las pymes a superar los retos logísticos, aprovechando el blockchain para lograr una mejor posición en el mercado.
Keywords: Cadena de suministro, transparencia, alineación, agilidad, adopción, blockchain

The Role of Blockchain in Traceability and Security within the Import Supply Chain: The Peruvian Case

ABSTRACT

Transparency is currently essential for improving logistics; therefore, the objective is to analyze it within the supply chain alongside alignment, adaptability, agility, and the intention to adopt blockchain—factors that influence competitiveness and flexibility. A non-experimental quantitative design using a structural equation model was employed, with data collected through surveys of employees at Peruvian importing SMEs. The results show that transparency positively influences alignment (β = 0.512, p = 0.000), adaptability (β = 0.201, p = 0.000), agility (β = 0.360, p = 0.000), and adoption intention (β = 0.304, p = 0.000). Alignment positively influences adaptability (β = 0.670, p = 0.000) but shows a no significant effect on agility (β = 0.008, p = 0.933). Adaptability positively influences agility (β = 0.241, p = 0.004), while agility and sustainability positively influence adoption. In conclusion, blockchain helps companies strengthen transparency and sustainability in their operations; however, there are limitations to its adoption, as technological infrastructure requires improvement. Consequently, this study provides evidence regarding the Peruvian context and proposes tools to help SMEs overcome logistical challenges by leveraging blockchain to achieve a better market position.
Keywords: Supply chain, transparency, alignment, agility, adoption, blockchain

Introducción

La transparencia en la cadena es importante en la logística, permitiendo operaciones claras y seguras. El comercio suele ser complejo y participan multitud de personas, lo que genera falta de visibilidad y desconfianza (Becchi et al., 2026; Latan et al., 2024). Para superar este contexto, el blockchain comparte información inmediata, facilitando el seguimiento del producto en todo el recorrido. A nivel internacional, sectores como alimentos y manufactura han avanzado gracias a la trazabilidad; sin embargo, en América Latina el avance es lento ante la falta tecnológica e inversión (Becchi et al., 2026; Shahzad et al., 2025). Además, Perú trabaja con medianas empresas que manejan una magnitud de las importaciones, mostrando dificultades notorias, siendo vital el uso del blockchain.

La sostenibilidad empresarial es la capacidad para combinar objetivos económicos, sociales y ambientales en sus procesos para asegurar la eficiencia (Tunca et al., 2026). La adaptabilidad y alineación permiten anticipar problemas y ajustar estrategias frente a cambios, impulsando la agilidad en la información para facilitar decisiones (Shahzad et al., 2025). Igualmente, la transparencia refuerza la sostenibilidad, contribuyendo al cumplimiento de estándares ambientales, fortaleciendo su competitividad. Finalmente, la intención de adoptar el blockchain genera confianza en procesos como un factor decisivo para que se inviertan tecnologías nuevas para su evolución (Vilanova & Bazanini, 2026).

Diversos estudios analizaron la transparencia a favor de la trazabilidad, permitiendo que se coordinen y compartan información entre los miembros. Además, facilita la adaptabilidad, logrando prever problemas y ajustan los procesos (Heussner & Hanf, 2026). Sin embargo, existen desafíos, como la falta de acuerdo sobre cómo medir la transparencia, lo que limita su uso. La transparencia aumenta

* Universidad San Ignacio de Loyola, Perú. nikolle.hernandez@usil.pe
** Universidad San Ignacio de Loyola, Perú. sebastian.machuca@usil.pe

la agilidad, generando una reacción en las empresas ante cambios inesperados (Adhiwibowo et al., 2025). A pesar de los avances, el blockchain en relación con la transparencia es poco estudiado en economías emergentes, lo que permite un espacio para nuevas investigaciones. La literatura muestra que la transparencia e intención de usar blockchain están conectadas, fortaleciendo procesos operativos (Rashid et al., 2026).

Sin embargo, existen vacíos sobre cómo la transparencia se vincula con la alineación, agilidad, adaptabilidad e intención de adopción de blockchain, donde una magnitud de las investigaciones se realizó en economías desarrolladas y sin considerar las limitaciones de países (Siagian et al., 2026). En el Perú, existe escasez de estudios que analicen cómo estas dinámicas se presentan en cadenas por pymes (Saha et al., 2025). Por ello, se investigará de qué manera la transparencia puede mediar la relación entre las variables (Shriharsha, Pai, et al., 2025). El análisis es fundamental, aportando herramientas para que las pymes gestionen riesgos de manera eficiente, optimicen la coordinación, fortalezcan su resiliencia ante incertidumbre y consoliden su competitividad en el mercado.

El estudio analiza cómo la transparencia operativa, la alineación, adaptabilidad, agilidad e intención de adoptar blockchain influyen en la competitividad de la empresa. Se eligió el sector de importaciones por su desarrollo, ante su actividad eficiente en la cadena logística (Li et al., 2026). Ante ello, se encuentra expuesto a riesgos por la complejidad de procesos, diversidad de actores y necesidad de garantizar trazabilidad. Aún existen brechas tecnológicas, por lo que su selección tiene relevancia económica, representación estrategias y determinante ante el uso de blockchain en el Perú (Chaurasia et al., 2026). El estudio ofrece evidencia sobre el contexto peruano y propone herramientas que ayuden a las pymes a superar los retos logísticos, aprovechando la digitalización y posición en los mercados (Hajian et al., 2025; Maor et al., 2026).

La investigación contribuyó a la literatura al abordar un vacío crítico en relación con transparencia operativa, alineación, adaptabilidad, agilidad e intención de adopción de blockchain en el contexto de las pymes (Ndudi-Okoro et al., 2026). A diferencia de estudios previos, se ofrece evidencia empírica adaptada a la realidad peruana, demostrando que las tecnologías condicionan la competitividad de las cadenas (Maor et al., 2026). Aportando un enfoque práctico y contextualizado permitiendo comprender cómo las organizaciones pueden enfrentar la incertidumbre, optimizando su coordinación y fortaleciendo su resiliencia (Pham et al., 2026; Türkeș et al., 2024). La investigación no solo amplía los estudios, sino que ofrece lineamientos para la formulación de estrategias que favorezcan la competitividad internacional.

En el artículo se presenta una revisión sobre el sector importador peruano, enfatizando la transparencia operativa, alineación, adaptabilidad, agilidad, la intención de adopción de blockchain, el rendimiento sostenible y el desarrollo de hipótesis. En la segunda parte, se encuentra la metodología para cumplir con los objetivos de la investigación. En la tercera, se presenta resultados y en la penúltima, se analizan los hallazgos del estudio y sus implicaciones. Finalmente, se describen conclusiones y análisis de limitaciones e investigaciones futuras.

Revisión de la literatura

El sector logístico peruano

En el sector importador, la logística juega un rol fundamental para las empresas, ya que la globalización impulsa el movimiento de insumos. En los últimos años ha ido creciendo, diversificando productos y ayudando a mejorar la categoría del Perú; sin embargo, el poco progreso de la digitalización y los altos costos operativos, causan que sean existan procesos menos eficientes (Aslam et al., 2024). La comunicación entre los participantes no mejora, aumentando los riesgos en las operaciones (Agi & Jha, 2022; Becchi et al., 2026). Por ello, el blockchain es una opción para tener una mejor transparencia y facilidad de seguimiento que genere confianza en las cadenas sostenibles (Rivera et al., 2024).

Constructos del modelo

La operatividad está cambiando la logística mediante la trazabilidad y seguridad de cada transacción (Babaei et al., 2025). Se destaca la relevancia de la eficacia en el comercio e importación, debido a que, por su complejidad, pueden presentar riesgo de fraude y falta de confianza (Arunasiri & Barenji, 2026; Guo et al., 2025). Con ello, el blockchain facilita el seguimiento de la cadena de cada producto y validación de datos, reduciendo la alteración de los registros. Ello promueve el alineamiento y genera una cadena ágil, adaptable frente a sus disrupciones y manteniendo la continuidad de las operaciones ante un buen desempeño en la eficiencia y buenos estándares tanto en el aspecto social como ambiental (Heussner & Hanf, 2026; Peng, 2025; Shetu & Karim, 2023).

La alineación está relacionada con estrategias y procesos de cada elemento de la organización, optimizando la comunicación y se reduciendo los procesos operativos, generando una respuesta ágil y efectiva ante los cambios (Alabduljabbar, 2026; Xu et al., 2025). La forma en que la organización avanza hacia sus objetivos depende de cómo mejora el trayecto de la información (Iranmanesh et al., 2023). La adopción del blockchain favorece un mejor manejo en los procesos de exportación, generando un diseño de cadena competitiva y relaciones colaborativas (Rivera et al., 2024).

La adaptabilidad es la flexibilidad que permite a las empresas satisfacer las demandas que surgen de manera inmediata, respondiendo y gestionando cambios (Hajian et al., 2025; Tanam & Govindan, 2026). El uso del blockchain favorece procedimientos que permiten la gestión efectiva ante la demanda, sostenibilidad y competencia (Nguyen Van et al., 2026). La sostenibilidad en las cadenas permite satisfacer las nuevas demandas que surgen, mientras que el uso de herramientas asegura mayor trazabilidad y transparencia en todos los procesos. Por ello, aumenta la confianza entre los miembros, reduce riesgos y fortalece la capacidad para mantenerse ante un mercado cambiante, logrando un entorno preparado para oportunidades (Dharmayanti et al., 2023).

La agilidad se conoce como la reacción rápida a cambios y la capacidad de superar la volatilidad. En el comercio, obtiene una gran importancia para la logística, encontrándose expuesta a múltiples riesgos operativos (Primadasa et al., 2025; Tanam & Govindan, 2026). Tener una cadena ágil permite la continuidad del negocio y resiliencia ante cambios, el cual necesita información confiable en tiempo real y una buena coordinación entre socios, lo cual debe basarse en la confianza y distribución en redes de blockchain para mejorar la rastreabilidad (Ali et al., 2025). En el Perú, la escasa digitalización está limitando esta agilidad, mostrando la necesidad de estrategias en confianza e innovación.

La sostenibilidad es un elemento estratégico para que las empresas logren mantener su competitividad frente al comercio, considerando que, a través del uso del blockchain, se facilita la optimización de procesos, creando confianza en las prácticas responsables (Masoomi

et al., 2025). También, ayudaría con las disposiciones legales relacionadas a la sostenibilidad con el uso de los recursos (Rahman et al., 2023). En la sostenibilidad logística, esta alineación de la empresa con las expectativas de los consumidores crea un sistema en el que los desafíos sostenibles se conviertan en oportunidades para su desarrollo (Yousefi & Mohamadpour Tosarkani, 2022).

Finalmente, la implementación de blockchain está sujeta a consideraciones, como consecuencia de influencias internas y externas, donde la disposición de adoptarlo incrementa la percepción de integridad y seguridad de procesos. Las operaciones proporcionan trazabilidad y los registros inmutables brindan mayor seguridad, lo que favorece a su implementación. Esto estimula el cumplimiento de los estándares internacionales que constituyen una motivación para su adopción con la finalidad de cumplir con los estándares de calidad (A. K. Dubey et al., 2026; Nayeem et al., 2025). Ante ello, la disposición de las organizaciones a implementarlo se encuentra influenciada por la confianza en su integridad, capacidades internas disponibles y presiones externas como regulaciones y estándares (Babaei et al., 2025).

Desarrollo de hipótesis

El objetivo es conocer cómo la transparencia puede alinear a los diversos actores, ya que la transparencia implica el intercambio de información que ayuda a los proveedores a coordinar sus actividades. El buen flujo de información aumenta la confianza y cooperación, disminuyendo la incertidumbre y alineando los objetivos de la cadena, lo que incrementa la eficacia (Randhawa et al., 2026; Shahzad et al., 2025). Ante ello, se proponen las siguientes hipótesis:

H1. La transparencia operativa (TOC) influye positivamente en la alineación (ACS).

Según la Teoría de Recursos y Capacidades, la información genera ventajas competitivas sostenibles, en las que la transparencia de la cadena brinda acceso a información oportuna, perfeccionando la visibilidad y disminuyendo las irregularidades. Con ello, mejora la confiabilidad y coordinación entre las partes (Lin, 2025). La toma de decisiones acertadas y alineadas tiene un impacto positivo en cuestión de coordinación de propósitos. En momentos de incertidumbre, permite ajustes sincronizados, siendo un proceso integrador que permite ajustar los principios de las funciones (De et al., 2025).

H2. La transparencia operativa (TOC) influye positivamente en la adaptabilidad (ADC).

La transparencia operativa actúa positivamente en la adaptabilidad. Al asegurar que los actores dispongan de información clara en tiempo real, reduce la falta de información y visibilidad, fortaleciendo la capacidad de anticipación y detección de cambios (Karami & Bouraghi, 2026; Shriharsha et al., 2025). Con esa capacidad, los eslabones ajustan sus operaciones con mayor rapidez. En contextos de riesgo, permite coordinar respuestas adaptativas sincronizadas (Qamar et al., 2025; Randhawa et al., 2026). Se considera una palanca para que la cadena reorganice recursos y procesos frente a variaciones. Ante ello, un mayor nivel de transparencia está asociado con una mayor adaptabilidad organizacional en la cadena.

H3. La transparencia operativa (TOC) influye positivamente en la agilidad (AG).

La visibilidad de las operaciones incrementa la agilidad y permite obtener productos en menor tiempo. La transparencia en visibilidad y acceso de datos reduce el tiempo de respuesta en la comunicación y permite decisiones certeras (Nie et al., 2026). Esta visibilidad mejora la visión de la demanda y planificación, permitiendo flexibilidad ante lo imprevisible (Nsb et al., 2025). Además, posibilita que se tomen mejores decisiones sobre la asignación de rutas y ajuste de los niveles de inventario ante la inestabilidad, facilitando la asignación de recursos de forma proactiva.

H4. La transparencia operativa (TOC) influye positivamente en la intención de adopción (IAC).

La transparencia operativa en la cadena influye en la intención de adoptar blockchain. Al ofrecer visibilidad compartida y reducir la información desigual, esta fortalece la percepción del valor que aportan los sistemas distribuidos (Iranmanesh et al., 2023). Ello facilita que los actores reconozcan los beneficios de integridad, rastreabilidad y trazabilidad, al interactuar con datos abiertos, motivando deseo de adoptar tecnologías para asegurar su información (Maor et al., 2026; Peng, 2025). La transparencia genera confianza en estructuras cercanas al funcionamiento, reduciendo la incertidumbre tecnológica (Kang & Hew, 2025). Cuanto mayor sea el nivel de transparencia, mayor será la intención de los actores hacia la implantación de soluciones en blockchain.

H5. La alineación (ACS) influye positivamente en la adaptabilidad (ADC).

La forma de organizar la cadena mejora su capacidad de adaptarse. Cuando los diferentes operadores comparten objetivos y métricas, logran la sincronización interna, permitiendo la reducción de fricciones operativas (Becchi et al., 2026; Iranmanesh et al., 2023). Asimismo, facilita que los eslabones actúen en conjunto, ante cambios del entorno más previsibles, reconfigurando rutas y puntos de control más flexibles. Ante ello, propone que, a mayor alineación, la cadena será capaz de adaptarse en mayor medida ante perturbaciones (Ndudi-Okoro et al., 2026).

H6. La alineación (ACS) influye positivamente en la agilidad (AG).

La alineación tiene un efecto positivo sobre la agilidad. Compartir objetivos hace que las áreas reduzcan conflictos y facilita la colaboración. Esta congruencia proporciona un tiempo de respuesta mejorado, logrando una respuesta veloz ante los cambios de la demanda (Iranmanesh et al., 2023). El cumplimiento de normas permite configurar rutas y ajustes operacionales con un tiempo de retraso más limitado. En un entorno dinámico, permite que los cambios se incorporen fácilmente y que las respuestas sean coherentes (Vilanova & Bazanini, 2026). Finalmente, el alineamiento estratégico comparte sus atributos, asociándose con la elasticidad y respuesta de la cadena (Leana-Morales & Cuevas-Vargas, 2024).

H7. La adaptabilidad (ADC) influye positivamente en la agilidad (AG).

La flexibilidad en las operaciones permite obtener mayor velocidad en la respuesta (Iranmanesh et al., 2023). La adaptabilidad como capacidad dinámica permite anticipar cambios y reconfigurar la estructura de recursos, disminuyendo la fricción en la activación de cambios que involucren movilizaciones en los niveles de inventario y distribución (Heussner & Hanf, 2026). En situaciones de interrupción, la adaptabilidad aumenta la agilidad en la reacción, ya que los procesos cambian rápidamente, logrando que ambas capacidades se refuercen y proporcionen mejores respuestas (Heunis et al., 2025).

H8. La agilidad (AG) influye positivamente en la intención de adopción del blockchain (IAC).

Los cambios permiten a las empresas probar nuevas tecnologías, mediante las pequeñas y medianas empresas presentan procesos más ágiles para integrar el blockchain sin inconvenientes, confiando en su capacidad para adaptarse sin interrumpir las operaciones

(Iranmanesh et al., 2023). Igualmente, estas capacidades se utilizan eficazmente para optimizar sus operaciones comerciales, poseyendo estructuras organizativas efectivas que son sensibles al cambio (Zhang et al., 2025). Por lo tanto, la combinación del blockchain y agilidad proporciona mejoras sostenibles en la competitividad del mercado (Nsb et al., 2025).

H9. La sostenibilidad (S) tiene un impacto positivo en la adopción del blockchain (IAC).

El blockchain favorece una adopción tecnológica confiable, estimulando su aceptación en las prácticas relacionadas con la sostenibilidad. Las empresas que lo utilizan han reducido desperdicios, mejorando la supervisión, utilizando recursos de manera eficiente y cumpliendo con la normativa ambiental (Shahzad et al., 2025; Tunca et al., 2026; Zhang et al., 2025). Por ello, una mayor eficiencia operativa mejora el desempeño de la cadena y la sostenibilidad, promoviendo acciones sostenibles en la cadena.

En la siguiente figura se presenta la relación de las temáticas desde la transparencia operativa, relacionado la alineación, adopción, adaptabilidad y la agilidad, permitiendo a las compañías responder a las problemáticas ambientales. Esta transparencia impacta la implementación del blockchain para facilitar el intercambio de información, donde la sostenibilidad es considerada una influencia adicional. Igualmente, contribuye al fortalecimiento de la sostenibilidad y competitividad en el sector de las importaciones de las empresas, generando una base para las hipótesis del estudio y orientando el análisis de los datos (Iranmanesh et al., 2023).

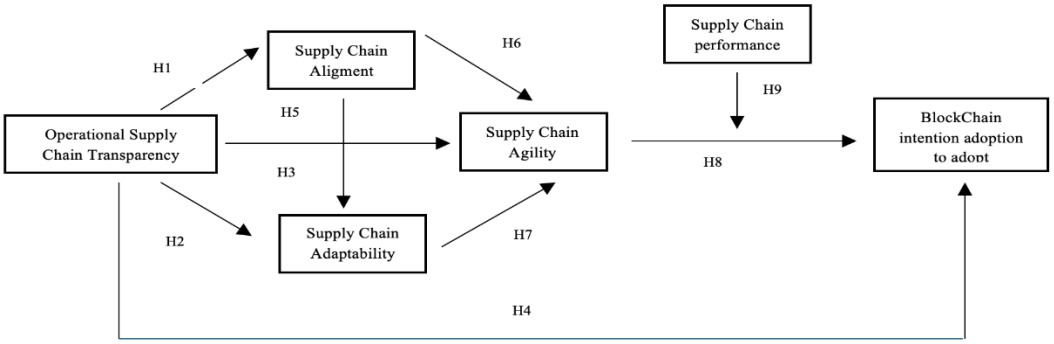

Figura 1. Modelo de investigación

Materiales y método

Diseño de investigación

El estudio realizó un enfoque cuantitativo, aplicando un Modelado de Trayectorias por Mínimos Cuadrados Parciales**,** con el fin de analizar la conexión entre las variables. La técnica se considera confiable, permitiendo obtener resultados precisos y análisis de las relaciones causales entre ellas (Mudjahidin et al., 2024). Mediante el instrumento del cuestionario y la encuesta como técnica aplicada en Google Forms, se identificaron los principales componentes de las pymes importadoras peruanas, que cuentan con un entorno de adaptación tecnológica y operativa.

Los datos fueron procesados en SmartPLS, determinando las relaciones entre las variables, evaluando la confianza y aceptabilidad de resultados (Iranmanesh et al., 2023). Para la recopilación de datos, se utilizó un cuestionario que ayudó a identificar las variables, elaborado mediante una escala Likert, que mide las variables de transparencia operativa, distribución, adaptabilidad, agilidad, sostenibilidad e intención de adopción de blockchain.

Instrumento

El cuestionario fue realizado en dos partes, la primera recoge los datos sociodemográficos de los participantes y la segunda los ítems del instrumento. Fue diseñado con una escala Likert desde totalmente en desacuerdo hasta totalmente de acuerdo. Se basó en las investigaciones de (Iranmanesh et al., 2023; F. Shahzad et al., 2025), adoptando ítems para analizar la transparencia operativa, adaptabilidad, agilidad, desempeño e intención de adopción de blockchain (Shela et al., 2023).

Igualmente, se realizó en contexto peruano, con una prueba piloto de 25 participantes que cumplieron con los criterios, ayudando a asegurar que los ítems fueran comprendidos. Finalmente, se calculó la confiabilidad empleando el coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo 0.677. El diseño se puede observar en https://doi.org/10.5281/zenodo.17643944.

Muestra

Se aplicó un cuestionario en el segundo semestre del 2025, siendo el tamaño mínimo de la muestra de 260 personas, de las cuales fueron analizadas 250 respuestas (Marcoulides & Saunders, 2006). Además, los voluntarios fueron representantes del área logística, elegidos por su experiencia. La población es de alrededor de 50,000, para la cual se estimó un tamaño mínimo de muestra de 260 personas. La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, tomando en cuenta a los accesibles y dispuestos especialistas en participar en el estudio (Shemer et al., 2022).

Lima fue seleccionada como lugar de estudio por su mayor actividad logística en importaciones, siendo significativa para estudiar las pequeñas y medianas empresas que adaptan sus operaciones a las tecnologías emergentes y adoptan prácticas sostenibles. Las características que se tomaron en cuenta fueron su rango de edad, experiencia, nivel educativo, tamaño de empresa y área de trabajo.

Tabla 1

Características de población

Indicador	Cantidad	Porcentaje (%)
Total de participantes	250	
Género		
Masculino	135	54%
Femenino	115	46%

Años de experiencia laboral		
Menos de un año		
1 a 3 años	34	13,6%
4 a 7 años	41	16,4%
8 a 15 años	64	25,6%
Más de 15 años	51	20,4%
Nivel educativo		
Postgrado	130	52%
Profesional universitario	73	29,2%
Licenciatura	47	1,8%
Tamaño de empresa		
1 a 10 empleados (microempresa)	24	9,6%
11 a 50 empleados (pequeña empresa)	50	20%
51 a 250 empleados (mediana empresa)	111	44,4%
251 o más empleados (grandes empresas)	65	26%
Área de trabajo dentro de la empresa		
Logística	118	47,2%
Producción	37	14,8%
Finanzas/Administración	38	14,8%
Ventas/Marketing	33	13,2%
Innovación/Tecnología	16	6,4%
Dirección	9	3,6%
Edad		
Menos de 24 años	67	26,8%
De 25 a 34 años	16	6,4%
De 35 a 44 años	64	25,6%
De 45 a 54 años	78	31,2%
55 años o más	25	10%

Procesamiento de datos e instrumento

Para analizar los resultados, se realizó un análisis estadístico, logrando determinar los efectos del cuestionario entre las variables del modelo. Mediante Smartpls, se evaluó la confiabilidad de los datos y conexión entre las variables (Mudjahidin et al., 2024). Finalmente, se analizaron las hipótesis, permitiendo tener una visión clara de los resultados.

Análisis de resultados

Modelo de medida

La evaluación del modelo inició mediante el análisis de las cargas factoriales, debiendo ser superiores a 0.70 para evidenciar que los indicadores representan adecuadamente el constructo al que pertenecen (Cassia & Magno, 2024). Como se observa en la Tabla 2, los indicadores "OT1", "OT4", "AC2", "SD2", SG1", "S1", "S4", "BA1" y "BA2" presentaron valores inferiores a lo recomendado; por ello, fueron eliminados del modelo. Después de filtrar los factores que no cumplían con lo mencionado, se evidenció que los indicadores se encontraban entre 0.740 y 0.879, superando los valores recomendados (Cheah et al., 2026).

Tabla 2.

Validez convergente del modelo

	Outer loadings	VIF	AVE	CA	CR
AC1 <- AC	0.740	1.390	0.62	0.70	0.83
AC3 <- AC	0.853	1.528			
AC4 <- AC	0.774	1.290			
BA3 <- BA	0.879	1.322	0.75	0.66	0.85
BA4 <- BA	0.849	1.322			
OT2 <- OT	0.852	1.263	0.73	0.63	0.84
OT3 <- OT	0.855	1.263			
S2 <- S	0.865	1.320			
S3 <- S	0.863	1.541			
SD1 <- SD	0.820	1.380	0.62	0.70	0.83

SD3 <- SD	0.767	1.293			
SD4 <- SD	0.783	1.382			
SG2 <- SG	0.776	1.384	0.63	0.71	0.84
SG3 <- SG	0.839	1.422			
SG4 <- SG	0.769	1.000			

La evaluación del factor de inflación de la varianza (VIF) mostró valores entre 1.263 y 1.541, inferiores al límite recomendado de 5, evidenciando la ausencia de problemas de multicolinealidad (Vaithilingam et al., 2024). Por otra parte, la varianza media extraída (AVE) demostró valores entre 0.62 y 0.75, superiores a 0.50, confirmando una adecuada validez convergente de los constructos (Kante & Michel, 2023). En conjunto, estos resultados evidencian que los indicadores representan de manera adecuada los constructos propuestos y respaldan la calidad del modelo de medida.

La eficiencia del modelo se tomó en cuenta aspectos para darle validación, mediante el Alfa de Cronbach y la Fiabilidad Compuesta (CR). Ante ello, los valores del Alfa de Cronbach variaron entre 0.63 y 0.71, mientras que la fiabilidad registró valores entre 0.83 y 0.85, considerando aceptable para confirmar la confiabilidad de los constructos (Shela et al., 2023). Estos resultados demuestran que las escalas utilizadas presentan una consistencia adecuada para la evaluación del modelo estructural (Pereira et al., 2024).

Tabla 3

Criterio de Fornell-Larcker

	AC	BA	OT	S	SD	SG
AC	0.791					
BA	0.386	0.864				
OT	0.512	0.492	0.853			
S	0.351	0.569	0.271	0.864		
SD	0.773	0.403	0.543	0.306	0.790	
SG	0.378	0.516	0.495	0.506	0.443	0.795

Por otro lado, la validez discriminante fue evaluada mediante los criterios de Fornell-Larcker y Heterotrait-Monotrait. Como se observa en la Tabla 3, la raíz cuadrada del AVE de cada constructo fue superior a las correlaciones con los demás, cumpliendo el criterio de Fornell-Larcker (Ringle et al., 2023).

Tabla 4

Matriz de ratios Heterotrait-Monotrait (HTMT)

	AC	BA	OT	S	SD	SG	S x SG
AC							
BA	0.565						
OT	0.752	0.765					
S	0.513	0.857	0.420				
SD	1.096	0.590	0.815	0.443			
SG	0.494	0.733	0.727	0.725	0.616		
S x SG	0.201	0.254	0.306	0.306	0.106	0.410	

Asimismo, la matriz HTMT mostró que la mayoría de las relaciones presentaron valores inferiores al umbral recomendado de 0.90, proporcionando evidencia de validez discriminante entre los constructos evaluados (Kante & Michel, 2023). Sin embargo, la relación entre alineación y adaptabilidad presentó un valor superior al criterio establecido (HTMT = 1.096). Este resultado puede asociarse con la proximidad entre ambos constructos, debido a que la alineación de la cadena implica la coordinación y sincronización de recursos, procesos e información entre los actores, aspectos que pueden favorecer la capacidad de adaptación ante cambios del entorno (Guenther et al., 2023).

En conjunto, los resultados obtenidos en el modelo de medida evidencian niveles adecuados de confiabilidad y validez de los constructos evaluados. Las cargas factoriales, la ausencia de problemas de multicolinealidad, los valores de AVE, Alfa de Cronbach y Fiabilidad Compuesta respaldan la calidad del instrumento de medición empleado. Asimismo, los análisis de validez discriminante mediante los criterios de Fornell-Larcker y HTMT permiten concluir que el modelo de medida presenta propiedades adecuadas para continuar con la evaluación del modelo y el contraste de las hipótesis planteadas.

Modelo estructural

La evaluación del modelo se realiza con los coeficientes path, para calcular el Original Sample, T statistics y P values, obtenidos mediante el método bootstrap de SmartPLS, siendo el más usado para calcular el error estándar (Ringle et al., 2023). Basado en el nivel de confianza, se considera un nivel significativo para la prueba de hipótesis de 0.05, correspondiendo a un 95% de nivel de

confianza. El estadístico T, permite evaluar la significancia de las relaciones, por lo que el valor umbral se establece en 1.96 (Richter & Tudoran, 2024).

Los resultados del modelo mostraron la transparencia como un efecto positivo y significativo sobre la alineación (β = 0.512; p < 0.001), adaptabilidad (β = 0.201; p < 0.001), agilidad (β = 0.360; p < 0.001) y la adopción de blockchain (β = 0.304; p < 0.001). Estos resultados demuestran que una mayor transparencia e intercambio de información dentro de la cadena lograrían fortalecer las capacidades de las empresas, favoreciendo la adopción de tecnologías, como el blockchain (Heussner & Hanf, 2026).

Tabla 5

Prueba de hipótesis

Hypothesis		Path Value	STDEV	T Value	P value	Acceptance
Operational Supply Transparency-> Supply Alignment	H1	0.512	0.057	8.920	0.000	Accepted
Operational Supply Transparency-> Supply Adaptability	H2	0.201	0.052	3.833	0.000	Accepted
Operational Supply Transparency-> Supply Agility	H3	0.360	0.083	4.346	0.000	Accepted
Operational Supply Transparency-> Blockchain Adoption	H4	0.304	0.053	5.727	0.000	Accepted
Supply Alignment -> Supply Adaptability	H5	0.670	0.043	15.546	0.000	Accepted
Supply Alignment -> Supply Agility	H6	0.008	0.093	0.084	0.933	Negado
Supply Adaptability -> Supply Agility	H7	0.241	0.083	2.893	0.004	Accepted
Supply Agility -> Blockchain Adoption	H8	0.171	0.071	2.388	0.017	Accepted
Sustainable supply performance -> Blockchain Adoption	H9	0.408	0.064	6.430	0.000	Accepted

Asimismo, la relación entre la alineación y adaptabilidad presentó un efecto positivo (β = 0.670; p < 0.001), evidenciando que una buena coordinación entre los actores genera una mejor capacidad en la adaptación en caso de cambios repentinos. Por otro lado, la relación entre alineación y agilidad no presentó significancia (β = 0.008; p < 0.933), lo que demuestra que la alineación, por sí sola, no resulta suficiente para incrementar la agilidad (R. Dubey et al., 2023; Sharma et al., 2026).

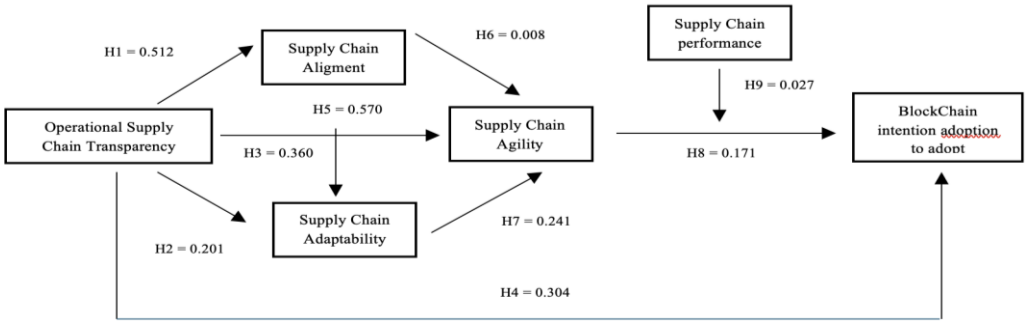

Figura 2. *Modelo de trazabilidad del blockchain*

Se analizó el tamaño de f^2 para identificar la influencia de cada relación dentro del modelo. Por ello, tomando en cuenta la teoría, evaluamos que los valores de 0.02, 0.15 y 0.35 representan efectos pequeños, medianos y grandes (Shela et al., 2023). Los resultados muestran que la relación entre transparencia y alineación presentó un efecto grande (f^2 = 0.354), mientras que la relación entre sostenibilidad y adopción de blockchain alcanzó un efecto mediano (f^2 = 0.230), evidenciando que estas relaciones presentan una mayor relevancia dentro del modelo planteado (Richter & Tudoran, 2024).

Por otro lado, las relaciones entre transparencia y adopción de blockchain (f^2 = 0.130), transparencia y adaptabilidad (f^2 = 0.080), transparencia y agilidad (f^2 = 0.124), adaptabilidad y adopción de blockchain (f^2 = 0.030), como agilidad y adopción de blockchain (f^2 = 0.031), presentaron efectos pequeños (Ringle et al., 2023). A pesar de que las relaciones tienen una menor influencia individual, contribuyen al comportamiento del modelo y permiten comprender la interacción entre los constructos que se están tomando en cuenta en el modelo (Cheah et al., 2026).

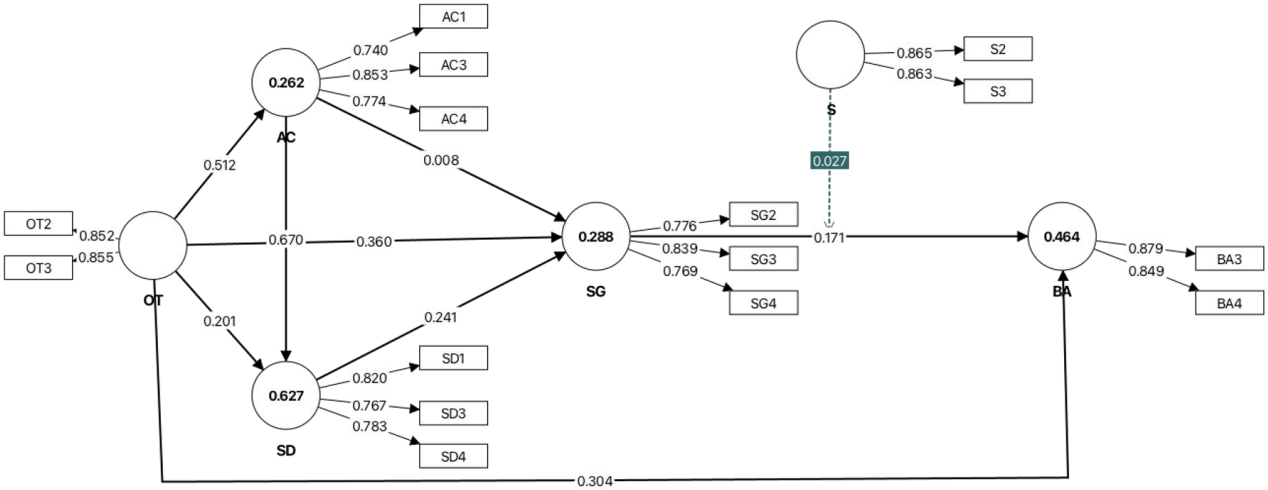

Figura 3
SmartPLS

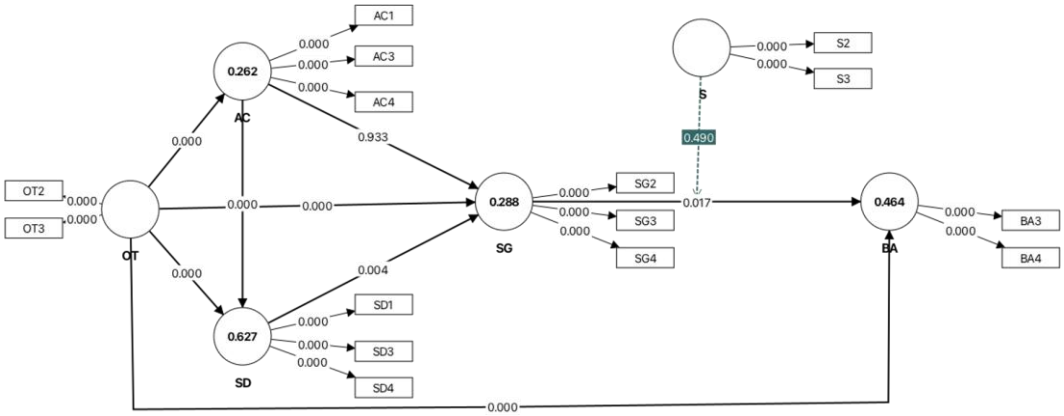

Figura 4. *Bootstrapping*

Se analizó la relevancia predictiva del modelo mediante el coeficiente Q². Los resultados fueron superiores a cero en las variables analizadas, confirmando que el modelo presenta capacidad predictiva (Vaithilingam et al., 2024). Los valores obtenidos para adopción de blockchain (0.251), alineación (0.251), adaptabilidad (0.287) y agilidad (0.230) evidencian que las variables presentan una capacidad predictiva en el modelo (Cheah et al., 2026).

Finalmente, se revisaron los indicadores de error de predicción RMSE y MAE, los cuales fueron reducidos en los constructos analizados (AC: RMSE = 0.874; MAE = 0.683; BA: RMSE = 0.764; MAE = 0.573; SD: RMSE = 0.853; MAE = 0.688; SG: RMSE = 0.886; MAE = 0.691). Por ello, se evidencia que las estimaciones obtenidas presentan un nivel adecuado de precisión y respaldan la utilidad del modelo para analizar la adopción de blockchain en las pymes importadoras (Richter & Tudoran, 2024).

Discusiones

La primera hipótesis fue aceptada, confirmando que la transparencia sí influye de manera positiva en la alineación (β = 0.512; p = 0.000). Este resultado demuestra que una mayor disponibilidad y visibilidad de la información permite una mejor coordinación entre los participantes de la cadena, fortaleciendo la confianza y reduciendo las incertidumbres en las operaciones. Además, el acceso inmediato a la información facilita la toma de decisiones, disminuye posibles errores y favorece una mayor integración entre las empresas, contribuyendo a mejorar su competitividad (Becchi et al., 2026; Xu et al., 2025).

En la segunda hipótesis, se confirmó que la transparencia influye positivamente en la adaptabilidad, ya que los resultados muestran que facilita la identificación de riesgos promoviendo los cambios en las operaciones (β = 0.201 y p-value = 0.000). La transformación digital y la resiliencia de la cadena logran detectar los riesgos y mejorar la dinámica de los procesos (Aslam et al., 2024). Los cambios se realizan con flexibilidad al detectar el entorno; sobre todo, cuando están disponibles en el tiempo indicado. La transparencia mejora la capacidad de respuesta ante los inconvenientes, aumentando la eficiencia y el flujo de información de manera rápida reconfigurando los recursos. Además, fomenta la colaboración, permitiendo toma de decisiones ágiles y coherentes a los cambios (Heussner & Hanf, 2026; Liu et al., 2023).

En la tercera hipótesis, la transparencia operativa tiene un efecto positivo en la agilidad. Los resultados indican que, una mejor transparencia genera un mejor progreso en el comportamiento en la eficiencia de la empresa (β = 0.360 y p-value = 0.000), confirmando la relación significativa. Los hallazgos indicaron que un mayor acceso a información en tiempo real genera que se reduzcan los tiempos de respuesta, favoreciendo una toma de decisiones rápida, mejorando los flujos de información, liderazgo y el intercambio transparente de datos, disminuyendo los tiempos de respuesta (Ali et al., 2025). La transparencia facilita la agilidad ante situaciones imprevistas, beneficiando las operaciones de manera segura. Al tener una información completa, se logra una respuesta dinámica a los cambios que existan entre las empresas y tener una mejor eficiencia en la cadena (Nsb et al., 2025).

La cuarta hipótesis muestra que la transparencia operativa influye en la intención de adopción de la tecnología blockchain, confirmando la relación estadística (β = 0.304 y p-value = 0.000). Al incorporar tecnologías, como el blockchain, genera una mayor apertura en las

operaciones en las empresas, generando seguridad al incorporarlas. La transparencia y la comunicación eficaz disminuyen las percepciones de riesgo y aumentan la disponibilidad (Adhiwibowo et al., 2025). Esto indica que las operaciones se vuelven eficaces, permitiendo que las organizaciones se sientan seguras. Tener procesos transparentes y fáciles de seguir, ayuda a reducir sus dudas y los anima a trabajar con estas tecnologías (Kang & Hew, 2025).

La quinta hipótesis muestra que la alineación afecta positivamente la adaptabilidad (β = 0.670 y p-value = 0.000). Esta presenta una mayor cohesión estratégica y analítica dentro de la cadena, fortaleciendo la adaptabilidad y respuestas ante cambios ambientales (R. Dubey et al., 2023; Karami & Bouraghi, 2026). Provoca que las empresas vean una opción de poder alinearse ante los cambios utilizando la tecnología. Los hallazgos muestran la importancia de mantener una buena alineación, permitiendo responder de forma rápida y coordinada ante inconvenientes. Además, ayuda a que las decisiones se tomen en grupo y con confianza. El blockchain permite la construcción de sistemas de información, contribuyendo a la mejora en la colaboración y capacidad (Iranmanesh et al., 2023).

La sexta hipótesis no fue aceptada, debido a que la relación entre la alineación y la agilidad no presentó significancia (β = 0.008; p = 0.933). Este resultado demuestra que la coordinación entre los miembros de la cadena no necesariamente genera una mayor rapidez en los procesos (Tobisch et al., 2026). Se puede considerar que una alta alineación puede estar asociada con estructuras más organizadas y procesos definidos, los cuales podrían limitar la capacidad de respuesta inmediata ante cambios. Por ello, una coordinación rígida puede reducir la flexibilidad necesaria para alcanzar mejores niveles de agilidad (Khan et al., 2024; Leana-Morales & Cuevas-Vargas, 2024; Peng, 2025).

La séptima hipótesis es significativa, ya que la adaptabilidad impacta positivamente sobre la agilidad (β = 0.241 y p-value = 0.004). Las cadenas son capaces de anticipar sus procesos y obtienen mayores niveles de flexibilidad gracias a ello. Estas dinámicas enfocadas a la adaptabilidad estimulan el incremento de agilidad al disminuir fricciones y aumentar la reconfiguración de recursos (Li et al., 2026). Los hallazgos indican que pueden anticiparse y ajustar sus procesos logrando ser flexibles, mejorando la respuesta ante los cambios y teniendo un desempeño eficiente. Esta afirmación se alinea con lo mencionado por los autores, según quienes la adaptabilidad se considera una de las capacidades dinámicas importantes para potenciar la agilidad y facilita la reconfiguración de recursos (R. Dubey et al., 2023).

La octava hipótesis fue validada, puesto que la agilidad de la cadena tiene un impacto positivo en la intención de adoptar blockchain (β = 0.171 y p-value = 0.017). Los hallazgos reafirman la importancia de la transparencia como un recurso estratégico que afecta la alineación, la adaptabilidad, entre otros factores. Cuanto más ágiles son las cadenas, más fácil es adoptar tecnologías y soluciones basadas en blockchain (De et al., 2025). La transparencia se convierte en un eje en la intersección operativa, la transformación digital y sostenibilidad en la gestión moderna de las cadenas. Asimismo, refuerza que las cadenas ágiles no solo mejoran su desempeño, sino que facilitan la incorporación de nuevos métodos (Zhang et al., 2025; Nsb et al., 2025).

Finalmente, la novena hipótesis fue aceptada, demostrando que la sostenibilidad influye de manera positiva en la implementación de blockchain (β = 0.408; p = 0.000). Además, evidencia que las empresas con mayor enfoque en la logística verde logran tener una mejor incorporación de tecnologías que les ayuden en sus operaciones, transparencia y, sobre todo, eficiencia en la cadena. Se puede resaltar que las prácticas sostenibles realmente facilitan la adaptación y contribuyen a tener un mejor enfoque en el cumplimiento de los objetivos ambientales y empresariales, logrando un resultado eficiente y sostenible a largo plazo.

Limitaciones e investigación futura

El estudio tiene limitaciones a considerar al realizar interpretaciones. Por un lado, se recogieron datos sobre la percepción de los participantes a través de encuestas, lo que puede afectar la objetividad de las respuestas. También, se refiere a pymes importadoras, en el cual los resultados no se pueden aplicar a industrias de mayor tamaño y complejidad. Por último, la falta de literatura en el Perú y la falta de tecnología en logística, fueron limitaciones para realizar un mejor análisis sobre los resultados.

Para futuras investigaciones, combinar los datos cuantitativos y cualitativos; por ejemplo, entrevistas o estudios, ayudarían a conocer con detalle cómo las empresas viven el proceso de su uso. Además, impulsa un análisis con relación a los hechos y otras variables que afectan su adopción. Una opción sería un análisis de otros sectores y países con similar situación, con el fin de mejorar el panorama. Esto es un apoyo para comprender la organización y transparencia en los procesos.

Implicaciones del estudio

El uso de la teoría brindó bases para comprender el beneficio del blockchain y optimización de eficiencia en pymes importadoras. Se explicó cómo la adopción de tecnologías influye en la transparencia, flexibilidad y agilidad que producen. Adicionalmente, genera un valor agregado, desde el enfoque comercial, como un elemento que fortalece la confianza y colaboración entre todos los eslabones.

Igualmente, las empresas pueden aplicar en su administración de operaciones, ya que este es un elemento que monitorea el flujo de la información y control en la cadena, así como la reducción de errores y garantizar la confianza. Asimismo, permite mejorar la comunicación con proveedores y clientes, causando relaciones seguras y transparentes. Finalmente, la necesidad de fomentar la digitalización es esencial para el fortalecimiento de la competitividad de mano de la capacitación para facilitar su adopción.

Conclusiones

Los hallazgos demostraron que la transparencia es un constructo clave para seguir fortaleciendo los procesos de la cadena, donde esta influye de manera positiva en la alineación, adaptabilidad, agilidad y adopción del blockchain. Igualmente, la sostenibilidad y la capacidad de respuesta de la empresa evidencian que la tecnología permite mejorar la trazabilidad, el intercambio de información y la toma de decisiones en las pymes importadoras peruanas.

Por ello, el blockchain es una alternativa estratégica para impulsar la digitalización y competitividad de las empresas, fortaleciendo procesos más transparentes y eficientes. Sin embargo, la transparencia, como constructo, no garantiza mayor agilidad, por lo que requiere complementarse con capacidades empresariales que permitan una adecuada adaptación ante los cambios del entorno.

Declaración de Conflictos de Interés
No declaran conflictos de interés.

Contribución de autoría

Autor	Conceptualización	Curacion	Analisis/ Software	Metodologia	Recursos	Supervision/ Validacion	Escritura inicial	Escritura final, revisión
1	x		x		x	x		x
2		x		x	x		x	

Financiamiento
Ninguno.

Declaración sobre el uso de IA
Aplicación utilizada: ChatGPT (OpenAI), versión GPT-5.6 Luna.
Usos: Se utilizó como herramienta de apoyo para la revisión del contenido del manuscrito.
Responsabilidad de los autores: Los autores revisaron y validaron el contenido final del manuscrito y asumen plena responsabilidad por su contenido, exactitud e integridad

Referencias

Adhiwibowo, W., Widayat, W., & Syafei, W. A. (2025). Design of dual blockchain-based with point of authority for halal traceability system application on fresh meat-based supply chain. *Results in Engineering*, *26*, 105133. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105133

Agi, M. A. N., & Jha, A. K. (2022). Blockchain technology in the supply chain: An integrated theoretical perspective of organizational adoption. *International Journal of Production Economics*, *247*, 108458. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108458

Alabduljabbar, S. (2026). Dual transformation pathways in supply chains: Linking national reforms to efficiency gains and capability development. *Supply Chain Management: An International Journal*, *31*(7), 100-117. https://doi.org/10.1108/SCM-08-2025-0812

Ali, I., Gligor, D., Balta, M., & Papadopoulos, T. (2025). Leadership style's role in fostering supply chain agility amid geopolitical shocks. *Industrial Marketing Management*, *124*, 212-223. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.11.015

Aslam, J., Lai, K., Kim, Y. B., & Treiblmaier, H. (2024). The implications of blockchain for logistics operations and sustainability. *Journal of Innovation & Knowledge*, *9*(4), 100611. https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100611

Babaei, A., Tirkolaee, E. B., Gallo, M., Jokar, M. R. A., & Khedmati, M. (2025). Hub-blockchain: Unveiling the transparency paradigm in physical supply chains. *Journal of Industrial Information Integration*, *48*, 100964. https://doi.org/10.1016/j.jii.2025.100964

Becchi, B., D'Adamo, I., Di Leo, S., Gastaldi, M., Grosso, C., & Trusiani, C. (2026). Integrating knowledge management and digital product passports to foster sustainable and collaborative ecosystems. *Journal of Knowledge Management*, *30*(11), 214-241. https://doi.org/10.1108/JKM-10-2025-1512

Cassia, F., & Magno, F. (2024). The value of self-determination theory in marketing studies: Insights from the application of PLS-SEM and NCA to anti-food waste apps. *Journal of Business Research*, *172*, 114454. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114454

Chaurasia, B. K., Tiwari, N., & Pateria, N. (2026). Privacy-preserving vaccine supply chain management leveraging blockchain and self-sovereign identity. *Scientific Reports*, *16*(1), 14581. https://doi.org/10.1038/s41598-026-37402-4

Cheah, J.-H., Sarstedt, M., Hair, J. F., & Ringle, C. M. (2026). Consistent partial least squares structural equation modeling using SmartPLS. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *0*(0), 1-14. https://doi.org/10.1080/10705511.2026.2633754

De, A., Tocco, B., & Gorton, M. (2025). Optimizing short food supply chain logistics to lower carbon emissions and enhance operational efficiency for small-scale rural producers. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *146*, 104855. https://doi.org/10.1016/j.trd.2025.104855

Dharmayanti, N., Ismail, T., Hanifah, I. A., & Taqi, M. (2023). Exploring sustainability management control system and eco-innovation matter sustainable financial performance: The role of supply chain management and digital adaptability in indonesian context. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *9*(3), 100119. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100119

Dubey, A. K., Upadhyay, D., Rocha, A., & Goyal, A. (2026). Optimized logistics network management operations through predictive analytics and blockchain-enabled smart contracts: Techniques, algorithms, and system architecture. *Computers*, *15*(7), 431. https://doi.org/10.3390/computers15070431

Dubey, R., Bryde, D. J., Dwivedi, Y. K., Graham, G., Foropon, C., & Papadopoulos, T. (2023). Dynamic digital capabilities and supply chain resilience: The role of government effectiveness. *International Journal of Production Economics*, *258*, 108790. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108790

Guenther, P., Guenther, M., Ringle, C. M., Zaefarian, G., & Cartwright, S. (2023). Improving PLS-SEM use for business marketing research. *Industrial Marketing Management*, *111*, 127-142. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2023.03.010

Guo, P., Feng, G., Wang, K., & Wei, L. (2025). Blockchain-enabled quality transparency and invoice tokenization in deep-tier supply chains. *European Journal of Operational Research*, S0377221725007271. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2025.09.010

Hajian, A., Rezaeinejad, S., Rayman, K., & Khorsandroo, S. (2025). An innovative supply chain solution for information management in cyber resilience: Blockchain technology. *Journal of Innovation & Knowledge*, *10*(4), 100744. https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100744

Heunis, H., Pulles, N. J., Giebels, E., Kollöffel, B., & Sigurdardottir, A. G. (2025). Strategic adaptability negotiation training in purchasing and supply management: A multi-method instructional approach. *Journal of Purchasing and Supply Management*, *31*(2), 100968. https://doi.org/10.1016/j.pursup.2024.100968

Heussner, J., & Hanf, J. H. (2026). Blockchain as the trust layer of supply chain 4.0: A theory-based systematic review of transparency and governance mechanisms in agrifood supply chains. *Digital Business*, *6*(2), 100180. https://doi.org/10.1016/j.digbus.2026.100180

Iranmanesh, M., Maroufkhani, P., Asadi, S., Ghobakhloo, M., Dwivedi, Y. K., & Tseng, M.-L. (2023). Effects of supply chain transparency, alignment, adaptability, and agility on blockchain adoption in supply chain among SMEs. *Computers & Industrial Engineering*, *176*, 108931. https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108931

Kang, A. S., & Hew, S. L. (2025). Sustainable ESG practices and smart manufacturing adoption readiness for SME operational agility: The conditional mediating role of financial access. *Sustainable Futures*, *10*, 101081. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101081

Kante, M., & Michel, B. (2023). Use of partial least squares structural equation modelling (PLS-SEM) in privacy and disclosure research on social network sites: A systematic review. *Computers in Human Behavior Reports*, *10*, 100291. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100291

Karami, M., & Bouraghi, H. (2026). Blockchain enabled real time supply chain optimization bridging financial markets and operational efficiency. *Discover Analytics*, *4*(1), 26. https://doi.org/10.1007/s44257-026-00075-4

Khan, M. Z., Kumar, A., Liu, Y., Gupta, P., & Sharma, D. (2024). Modeling enablers of agile and sustainable sourcing networks in a supply chain: A case of the plastic industry. *Journal of Cleaner Production*, *435*, 140522. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140522

Latan, H., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Sarkis, J., Chiappetta Jabbour, C. J., & Ali, M. (2024). The nexus of supply chain performance and blockchain technology in the digitalization era: Insights from a fast-growing economy. *Journal of Business Research*, *172*, 114398. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114398

Leana-Morales, C., & Cuevas-Vargas, H. (2024). Unlocking supply chain agility: Exploring the nexus of transformational leadership and knowledge management. *Procedia Computer Science*, *242*, 1339-1346. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.129

Li, J., Song, H., & Ma, Y. (2026). The mechanism and impact of digital transformation on supply chain resilience in the manufacturing industry. *Scientific Reports*, *16*(1), 7635. https://doi.org/10.1038/s41598-026-38930-9

Lin, H.-F. (2025). Examining the determinants of blockchain technology-enabled maritime supply chain system adoption intention: Does market turbulence play a moderating role? *Marine Policy*, *174*, 106616. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106616

Liu, J., Wu, J., & Gong, Y. (2023). Maritime supply chain resilience: From concept to practice. *Computers & Industrial Engineering*, *182*, 109366. https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109366

Maor, R., Truszkowski, J., Ablett, F., Jennings, H., Walker, H., Dunn, J., Norman, M., Carrasco, R., Jaime-Arteaga, M., Miles-Bunch, I., Phelan, L., Prior, L., Antonelli, A., Wilkin, P., Saunders, J., Deklerck, V., & Chater, C. C. C. (2026). High-resolution soybean tracing for deforestation-free supply chains. *Communications Earth & Environment*, *7*(1), 310. https://doi.org/10.1038/s43247-026-03380-8

Marcoulides, G. A., & Saunders, C. (2006). Editor's Comments: PLS: A silver bullet? *Management Information Systems Quarterly*, *30*(2), iii-ix. https://doi.org/10.2307/25148727

Masoomi, B., Sahebi, I. G., Kumar, A., Ghobakhloo, M., & Iranmanesh, M. (2025). Industry 5.0 and opportunities for promoting supply chain sustainability: A study of the renewable energy industry. *Technology in Society*, *83*, 103023. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.103023

Mudjahidin, M., Aristio, A. P., Febyanti, S. M., Junaedi, L., & Septiananda, A. S. (2024). Structural model for analyzing the impact of social CRM on customer relationship performance in automotive manufacturing company. *Procedia Computer Science, Seventh Information Systems International Conference (ISICO 2023)*, *234*, 861-868. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.073

Nayeem, A. R., Shakur, M. S., Debnath, B., Siraj, M. T., Hossain, G. M. G., Rahman, M. A., & Bari, A. B. M. M. (2025). Unraveling the blockchain technology adoption barriers in the fast-moving consumer goods supply chain: An integrated fuzzy-set qualitative comparative analysis approach. *Asia Pacific Management Review*, 100374. https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2025.100374

Ndudi-Okoro, K., Uba, C. D., Omoloso, O., & Mshelia, J. B. (2026). A systematic review of CSR disclosure by dual-purpose multinational corporations in African fresh fruit supply chains. *Discover Sustainability*, *7*(1), 703. https://doi.org/10.1007/s43621-026-02984-6

Nguyen Van, L., Dang Ngoc, H., Hoang Thi Viet, H., & Dau Hoang, H. (2026). Blockchain-enabled ESG management and anti-greenwashing: A bibliometric analysis, systematic review, and integrated conceptual framework. *Humanities and Social Sciences Communications*, *13*(1), 1067. https://doi.org/10.1057/s41599-026-07473-9

Nie, W., Tsolakis, N., Dora, M., & Kumar, M. (2026). Clarifying the intersections of visibility, traceability, and transparency: A data-centric framework for supply chain management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *213*, 104918. https://doi.org/10.1016/j.tre.2026.104918

Nsb, A., Raj, R., Kumar, V., Gangaraju, P. K., & De, T. (2025). An agility and performance assessment framework for supply chains using confirmatory factor analysis and structural equation modelling. *Supply Chain Analytics*, *9*, 100093. https://doi.org/10.1016/j.sca.2024.100093

Peng, Z. (2025). Transforming energy resilience through supply chain digitization: Risk management as a mediator. *International Review of Economics & Finance*, *102*, 104293. https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104293

Pereira, L. M., Sanchez Rodrigues, V., & Freires, F. G. M. (2024). Use of partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) to Improve Plastic Waste Management. *Applied Sciences*, *14*(2), 628. https://doi.org/10.3390/app14020628

Pham, H. T. T., Huang, C., Jiang, F., Elphick-Darling, R., Bonti, A., Pan, L., & Abdelrazek, M. (2026). Blockchain-empowered unified services for streamlined traceability implementation in food supply chain: A demonstration in Australian seafood traceability. *Scientific Reports*, *16*(1), 18281. https://doi.org/10.1038/s41598-026-36778-7

Primadasa, R., Kusrini, E., Mansur, A., & Masudin, I. (2025). Enhancing SME supply chain sustainability through organizational ambidexterity and supply chain agility using the MOORA-ISM-MICMAC framework. *Sustainable Futures*, *10*, 101373. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101373

Qamar, A., Clegg, B., Bryson, J., & Du, B. (2025). Risk mitigation, adaptability and sectoral resilience: Buffering in automotive supply chains prior & post disruption. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *201*, 104263. https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104263

Rahman, M. S., Gani, M. O., Fatema, B., & Takahashi, Y. (2023). B2B firms' supply chain resilience orientation in achieving sustainable supply chain performance. *Sustainable Manufacturing and Service Economics*, *2*, 100011. https://doi.org/10.1016/j.smse.2023.100011

Randhawa, P., Sankaran, M., Jooluri, N., Chaudhary, A., Kesavalalji, R., Garine, R., & Naik, N. (2026). An analytical framework for blockchain-enabled internet of things in transparent supply chain systems. *Supply Chain Analytics*, *14*, 100211. https://doi.org/10.1016/j.sca.2026.100211

Rashid, A., Ahmad, R. W., Nachouki, M., & Khan, A. U. R. (2026). Enhancing fruit supply chain traceability through blockchain and cryptographic protocols for achieving UN sustainable development goals. *Scientific Reports*, *16*(1), 7219. https://doi.org/10.1038/s41598-026-37534-7

Richter, N. F., & Tudoran, A. A. (2024). Elevating theoretical insight and predictive accuracy in business research: Combining PLS-SEM and selected machine learning algorithms. *Journal of Business Research*, *173*, 114453. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114453

Ringle, C. M., Sarstedt, M., Sinkovics, N., & Sinkovics, R. R. (2023). A perspective on using partial least squares structural equation modelling in data articles. *Data in Brief*, *48*, 109074. https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109074

Rivera, L., Gauthier-Umaña, V., & Chauhan, C. (2024). Blockchain: An opportunity to improve supply chains in the wake of digitalization. *International Journal of Information Management Data Insights*, *4*(2), 100290. https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2024.100290

Saha, A., Raut, R. D., Kumar, M., Paul, S. K., Shi, Y., Shah, B., & Ghoshal, S. (2025). Achieving sustainable carbon-neutral supply chain: A perspective of integrating blockchain technology. *Technological Forecasting and Social Change*, *219*, 124262. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2025.124262

Shahzad, F., Ben Zaied, Y., Zhang, Q., & Tseng, M.-L. (2025). Exploring the impact of blockchain technology adoption on sustainable supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 109762. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109762

Sharma, M., AlNuaimi, B. K., Khan, M., Alghafes, R., & Pandey, R. (2026). Blockchain-enabled dynamic capabilities for supply chain ambidexterity: Empirical evidence from manufacturing firms for enhanced competence and flexibility. *Technological Forecasting and Social Change*, *226*, 124467. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2025.124467

Shela, V., Ramayah, T., Aravindan, K. L., Ahmad, N. H., & Alzahrani, A. I. (2023). Run! This road has no ending! A systematic review of PLS-SEM application in strategic management research among developing nations. *Heliyon*, *9*(12), e22476. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22476

Shemer, L., Shayanfar, E., Avner, J., Miquel, R., Mishra, S., & Radovic, M. (2022). COVID-19 impacts on mobility and travel demand. *Case Studies on Transport Policy*, *10*(4), 2519-2529. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.11.011

Shetu, S., & Karim, M. R. (2023). COVID-19, supply chain, and profitability: A survey based on an emerging economy. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, *16*(1), 1-15. https://doi.org/10.31387/oscm0520368

Shriharsha, B Pai, J., & S Hungund, S. (2025). Enhancing decision-making in construction projects. The mediating role of adaptability and response strategy in supply chain and coordination dynamics. *Results in Engineering*, *27*, 106193. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106193

Siagian, H., Tarigan, R. S., Suprapto, W., Basana, S. R., Tarigan, Z. J. H., & Sarkam, S. F. (2026). The role of managerial capability on operational performance through supply chain digitalization and adaptability. *International Journal of Data and Network Science*, *10*(1), 447-460. https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2025.9.007

Tanam, A., & Govindan, R. (2026). Blockchain-based decentralized and adaptive access control framework for secure cloud environments. *International Journal of Innovative Technology and Interdisciplinary Sciences*, *9*(1), 463-489. https://doi.org/10.15157/ijitis.2026.9.1.463-489

Tobisch, F., Häuptle, K., & Matthes, F. (2026). Supporting agility at scale through an organization-wide software engineering community of practice: Insights from a large software development organization. *Proceedings of the 41st ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing, SAC '26*, 1010-1017. https://doi.org/10.1145/3748522.3779820

Tunca, S., Kelten, Z. K., & Balcioglu, Y. S. (2026). Optimizing carbon footprint reduction ın supply chains through blockchain enabled transparency and business analytics for high emission industries. *Discover Sustainability*, *7*(1), 867. https://doi.org/10.1007/s43621-026-03050-x

Türkeş, M. C., Stăncioiu, A. F., & Marinescu, R.-C. (2024). Modeling the impact of resilience factors and relational practice on performance of the supply chain. *Journal of Innovation & Knowledge*, *9*(3), 100533. https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100533

Vaithilingam, S., Ong, C. S., Moisescu, O. I., & Nair, M. S. (2024). Robustness checks in PLS-SEM: A review of recent practices and recommendations for future applications in business research. *Journal of Business Research*, *173*, 114465. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114465

Vilanova, M. E. M., & Bazanini, R. (2026). Digital mirage of sustainability: Algorithmic greenwashing and informational asymmetries in the Brazilian beef supply chain. *Cleaner Waste Systems*, *15*, 100538. https://doi.org/10.1016/j.clwas.2026.100538

Xu, Y., Chi, M., Lee, C.-Y., Chong, H.-Y., & Skitmore, M. (2025). Effect of blockchain and inter-organizational trust on collaboration between contractors and supply chain partners. *Ain Shams Engineering Journal*, *16*(6), 103396. https://doi.org/10.1016/j.asej.2025.103396

Yousefi, S., & Mohamadpour Tosarkani, B. (2022). An analytical approach for evaluating the impact of blockchain technology on sustainable supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, *246*, 108429. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108429

Zhang, T., Jia, F., & Chen, L. (2025). Blockchain adoption in supply chains: Implications for sustainability. *Production Planning & Control*, *36*(5), 699-722. https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2296669