

El Rol de la Contabilidad Especial en la Trazabilidad Financiera de las Cadenas Logísticas Basadas en Tecnologías 4.0

The Role of Special Accounting in Financial Traceability of Logistics Chains Based on Industry 4.0 Technologies

Omar Castillo¹, Roberto Lugo², Julian Sánchez³, Elborín Muñoz⁴, Jonathan Yepes⁵ y Carlos Chen⁶

¹Universidad de Panamá, omar.castillo@up.ac.pa, <https://orcid.org/0000-0001-9288-6635>, Panamá

²Universidad de Panamá, roberto.lugo@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0008-6047-1900>, Panamá

³Universidad de Panamá, julian.sanchez@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0004-4823-0195>, Panamá

⁴Universidad de Panamá, elborin.delmar-m@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0009-3510-695X>, Panamá

⁵Universidad de Panamá, jonathan.yepes@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0000-4213-7732>, Panamá

⁶ Universidad de Panamá, carlos.chen@up.ac.pa, <https://orcid.org/0000-0001-9288-6635>, Panamá

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 22-03-2026

Revisado 23-03-2026

Aceptado 15-05-2026

Palabras Clave:

Contabilidad especial
Trazabilidad financiera
Logística 4.0
Cadenas de suministro
Panamá

Keywords:

Special accounting
Financial traceability
Logistics 4.0
Supply chains
Panama

RESUMEN

La transformación digital de las cadenas logísticas ha incrementado la necesidad de fortalecer los mecanismos de trazabilidad financiera, control operativo y transparencia contable en entornos empresariales apoyados en tecnologías 4.0. El problema de investigación se centra en la limitada integración entre la contabilidad especial y los sistemas logísticos digitalizados, situación que dificulta el seguimiento preciso de costos, transacciones, inventarios y flujos financieros dentro de cadenas de suministro modernas. El objetivo del estudio es analizar el rol de la contabilidad especial en la trazabilidad financiera de cadenas logísticas basadas en tecnologías 4.0, con énfasis contextual en empresas vinculadas al sector logístico panameño. Metodológicamente, se propone un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con diseño no experimental, transversal y correlacional-explicativo, sustentado en encuestas estructuradas, análisis de indicadores financieros-logísticos, validación por expertos, confiabilidad mediante Alpha de Cronbach y modelación estadística multivariada. Como resultados esperados, se plantea que la contabilidad especial, integrada con tecnologías como ERP, blockchain, Big Data, IoT e inteligencia artificial, contribuye significativamente a mejorar la trazabilidad financiera, la transparencia operativa y la eficiencia en la toma de decisiones. El aporte principal consiste en un modelo analítico que articula contabilidad especial, tecnologías 4.0 y gestión logística para fortalecer el control financiero en cadenas de suministro modernas.

ABSTRACT

The digital transformation of logistics chains has increased the need to strengthen financial traceability, operational control, and accounting transparency mechanisms in business environments supported by Industry 4.0 technologies. The research problem focuses on the limited integration between special accounting and digitalized logistics systems, which hinders the accurate tracking of costs, transactions, inventories, and financial flows within modern supply chains. The objective of the study is to analyze the role of special accounting in the financial traceability of logistics chains based on Industry 4.0 technologies, with contextual emphasis on companies linked to the Panamanian logistics sector. Methodologically, a quantitative, applied, non-experimental, cross-sectional, and correlational-explanatory approach is proposed, supported by structured surveys, financial-logistics indicator analysis, expert validation, Cronbach's Alpha reliability, and multivariate statistical modeling. As expected, results special accounting, integrated with technologies such as ERP, blockchain, Big Data, IoT, and artificial intelligence, is expected to significantly improve financial traceability, operational transparency, and decision-making efficiency. The main contribution consists of an analytical model that articulates special

accounting, Industry 4.0 technologies, and logistics management to strengthen financial control in modern supply chains.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital asociada a la Industria 4.0 ha generado cambios significativos en la gestión de las cadenas de suministro modernas, particularmente en procesos relacionados con trazabilidad operativa, automatización logística y control financiero. Tecnologías emergentes como Internet de las Cosas (IoT), Big Data Analytics, blockchain, inteligencia artificial y sistemas ERP integrados han modificado profundamente la manera en que las organizaciones gestionan información financiera y operativa dentro de entornos empresariales altamente dinámicos (Ivanov & Dolgui, 2020).

En el contexto actual de globalización y digitalización empresarial, la trazabilidad financiera constituye un componente estratégico fundamental para garantizar transparencia, control de costos y eficiencia organizacional dentro de cadenas logísticas complejas. La capacidad de rastrear transacciones, movimientos de inventario, costos operativos y flujos financieros en tiempo real permite fortalecer procesos de auditoría, gestión de riesgos y toma de decisiones estratégicas (Romney & Steinbart, 2021).

La logística basada en tecnologías 4.0 ha incrementado significativamente los niveles de automatización operativa y conectividad digital dentro de organizaciones vinculadas al transporte, almacenamiento, distribución urbana y comercio internacional. Sin embargo, múltiples empresas continúan enfrentando dificultades para integrar adecuadamente sus sistemas contables especializados con plataformas logísticas inteligentes, generando limitaciones en la trazabilidad financiera y en el monitoreo eficiente de operaciones empresariales (Büyükoçkan & Göçer, 2018).

La contabilidad especial ha evolucionado desde modelos tradicionales de registro financiero hacia sistemas analíticos avanzados orientados al control estratégico de operaciones, monitoreo financiero y evaluación de desempeño organizacional. Actualmente, los sistemas de contabilidad especializados permiten integrar información financiera y operativa mediante plataformas digitales capaces de fortalecer transparencia organizacional y trazabilidad empresarial (Horngren et al., 2021).

A nivel internacional, las investigaciones recientes evidencian que las organizaciones que integran herramientas financieras avanzadas con tecnologías 4.0 presentan mayores niveles de eficiencia operativa, control financiero y resiliencia organizacional. Dolgui e Ivanov (2022) sostienen que las cadenas de suministro inteligentes fortalecen significativamente la capacidad empresarial para gestionar incertidumbre y optimizar procesos mediante automatización y análisis predictivo en tiempo real.

Asimismo, el uso de blockchain y sistemas inteligentes de trazabilidad financiera ha incrementado la capacidad organizacional para reducir errores operativos, prevenir fraudes y fortalecer transparencia dentro de cadenas logísticas globales. Queiroz et al. (2020) destacan que las tecnologías digitales aplicadas a supply chain management permiten mejorar significativamente la trazabilidad de información financiera y operativa mediante sistemas integrados de monitoreo inteligente.

En América Latina, la digitalización logística continúa avanzando de manera heterogénea debido a limitaciones relacionadas con infraestructura tecnológica, automatización financiera y capacidades analíticas organizacionales. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, numerosas organizaciones latinoamericanas todavía presentan bajos niveles de interoperabilidad entre plataformas financieras y sistemas logísticos digitalizados, afectando competitividad y eficiencia operativa (CEPAL, 2022).

Particularmente en Panamá, el sector logístico representa uno de los principales motores económicos nacionales debido a la presencia estratégica del Canal de Panamá, los puertos interoceánicos y la Zona Libre de Colón. El crecimiento sostenido del comercio internacional y las operaciones multimodales ha incrementado la necesidad de fortalecer mecanismos avanzados de control financiero y trazabilidad operativa dentro de organizaciones logísticas panameñas.

No obstante, muchas empresas nacionales todavía presentan dificultades relacionadas con:

- Integración ERP.
- Automatización financiera.
- Trazabilidad contable.
- Transparencia operativa.
- Gestión digital de inventarios.
- Monitoreo financiero en tiempo real.

La problemática investigativa se centra en la limitada integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 para garantizar trazabilidad financiera eficiente dentro de cadenas de suministro modernas. A pesar del crecimiento de la transformación digital empresarial, persiste una brecha científica relacionada con la escasez de modelos interdisciplinarios orientados a integrar herramientas contables especializadas con plataformas inteligentes de monitoreo logístico y financiero.

La relevancia de la investigación radica en la necesidad de fortalecer la transparencia financiera y la eficiencia operativa mediante modelos capaces de integrar contabilidad especial, tecnologías 4.0 y supply chain management dentro de un enfoque sistémico e interdisciplinario. Desde la perspectiva teórica, el estudio contribuye al fortalecimiento del conocimiento relacionado con trazabilidad financiera, logística inteligente y transformación digital. Desde el ámbito práctico, proporciona un modelo aplicable a empresas logísticas panameñas interesadas en optimizar procesos financieros y fortalecer competitividad empresarial.

Objetivo general

Analizar el rol de la contabilidad especial en la trazabilidad financiera de cadenas logísticas basadas en tecnologías 4.0.

Objetivos específicos

- Identificar las variables financieras y tecnológicas que influyen en la trazabilidad financiera dentro de cadenas logísticas digitalizadas.
- Analizar la relación entre automatización contable y transparencia operativa.
- Evaluar el impacto de tecnologías 4.0 sobre el control financiero empresarial.
- Determinar la influencia de la integración ERP y blockchain sobre la trazabilidad financiera.
- Diseñar un modelo analítico aplicable a empresas logísticas y organizaciones vinculadas al comercio internacional en Panamá.

Hipótesis general

H1: La integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 influye significativamente en la trazabilidad financiera de las cadenas de suministro modernas.

Hipótesis nula

H0: La integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 no influye significativamente en la trazabilidad financiera de las cadenas de suministro modernas.

Marco teórico

Fundamentos teóricos de la contabilidad especial

La contabilidad especial constituye una rama avanzada de la contabilidad orientada al análisis, control y monitoreo de operaciones específicas dentro de organizaciones complejas. Su evolución reciente ha estado estrechamente vinculada con la transformación digital empresarial y con la necesidad de integrar información financiera en tiempo real dentro de cadenas logísticas altamente automatizadas.

Tradicionalmente, la contabilidad financiera se enfocaba principalmente en registrar operaciones económicas y generar estados financieros orientados a usuarios internos y externos. Sin embargo, el crecimiento de la automatización logística y la complejidad de las cadenas de suministro modernas ha impulsado el desarrollo de sistemas especializados de contabilidad capaces de integrar trazabilidad financiera, monitoreo operativo y análisis predictivo dentro de plataformas digitales interconectadas (Horngren et al., 2021).

La contabilidad especial permite:

- Monitorear costos operativos.
- Gestionar trazabilidad financiera.
- Fortalecer transparencia organizacional.
- Integrar información logística y financiera.
- Mejorar procesos de auditoría y control interno.
- Optimizar toma de decisiones estratégicas.

De acuerdo con Romney y Steinbart (2021), los sistemas modernos de información contable representan uno de los principales componentes de la transformación digital organizacional debido a su capacidad para integrar grandes volúmenes de datos financieros y operativos mediante plataformas inteligentes de análisis empresarial.

Asimismo, Kaplan y Anderson (2007) sostienen que los modelos avanzados de costeo y monitoreo financiero permiten fortalecer la precisión operativa y mejorar la gestión estratégica de recursos empresariales dentro de organizaciones que operan bajo entornos dinámicos y altamente competitivos.

Tecnologías 4.0 aplicadas a cadenas logísticas

La Industria 4.0 representa un paradigma tecnológico basado en automatización inteligente, conectividad digital y análisis avanzado de datos aplicados a procesos industriales y logísticos. Las tecnologías 4.0 han transformado significativamente las cadenas de suministro modernas mediante integración entre sistemas físicos y plataformas digitales inteligentes.

Entre las principales tecnologías utilizadas dentro de cadenas logísticas basadas en Industria 4.0 destacan:

- Internet de las Cosas (IoT).
- Big Data Analytics.
- Blockchain.
- Inteligencia Artificial.
- Machine Learning.
- Sistemas ERP integrados.
- Computación en la nube.
- Automatización robótica.

Ivanov y Dolgui (2020) sostienen que las cadenas de suministro inteligentes fortalecen significativamente la resiliencia organizacional y la capacidad de adaptación empresarial mediante automatización y monitoreo predictivo en tiempo real.

Por otra parte, Büyüközkan y Göçer (2018) afirman que la digitalización logística permite optimizar procesos relacionados con:

- Transporte.
- Distribución.
- Inventarios.
- Almacenamiento.
- Monitoreo operativo.
- Gestión financiera.

Estas tecnologías también permiten incrementar transparencia organizacional y trazabilidad empresarial mediante plataformas interconectadas capaces de registrar operaciones financieras y logísticas en tiempo real.

Trazabilidad financiera en cadenas logísticas

La trazabilidad financiera se define como la capacidad organizacional para rastrear, verificar y monitorear transacciones económicas, costos operativos y movimientos financieros dentro de cadenas de suministro complejas.

La transformación digital ha incrementado la importancia estratégica de la trazabilidad financiera debido a:

- Incremento de operaciones globalizadas.
- Mayor complejidad logística.
- Necesidad de transparencia operativa.
- Gestión de riesgos financieros.
- Prevención de fraudes.
- Control estratégico de costos.

Las tecnologías digitales permiten actualmente integrar trazabilidad logística y financiera dentro de sistemas inteligentes capaces de monitorear:

- Flujos de inventario.
- Procesos de distribución.
- Costos operativos.
- Transacciones empresariales.
- Información contable.

- Indicadores de desempeño.

Queiroz et al. (2020) sostienen que blockchain y Big Data Analytics representan herramientas fundamentales para fortalecer transparencia y trazabilidad financiera dentro de cadenas logísticas digitalizadas.

Asimismo, Dolgui e Ivanov (2022) afirman que las organizaciones con mayores niveles de integración tecnológica-financiera presentan mejores capacidades para gestionar incertidumbre operativa y optimizar procesos empresariales.

Teoría General de Sistemas

La investigación se fundamenta parcialmente en la General Systems Theory desarrollada por Bertalanffy (1968), la cual establece que las organizaciones funcionan como sistemas abiertos compuestos por múltiples subsistemas interdependientes.

Desde esta perspectiva:

- La contabilidad especial representa el subsistema financiero.
- Las tecnologías 4.0 representan el subsistema tecnológico-operativo.
- La logística inteligente representa el subsistema funcional de distribución y operaciones.

La interacción entre dichos componentes permite fortalecer:

- Trazabilidad financiera.
- Transparencia organizacional.
- Automatización operativa.
- Control estratégico.
- Eficiencia logística.
- Gestión empresarial.

La Teoría General de Sistemas proporciona así el fundamento epistemológico para comprender las relaciones dinámicas entre automatización financiera, digitalización logística y trazabilidad organizacional dentro de cadenas de suministro modernas.

Estudios previos internacionales

Las investigaciones internacionales relacionadas con trazabilidad financiera y logística 4.0 evidencian una creciente tendencia hacia integración entre sistemas contables avanzados y tecnologías digitales inteligentes.

Ivanov et al. (2019) demostraron que las organizaciones digitalizadas presentan mayores niveles de resiliencia operativa y capacidad predictiva mediante integración tecnológica-financiera.

Wamba et al. (2020) concluyeron que el uso de Big Data Analytics mejora significativamente la precisión organizacional y fortalece procesos relacionados con:

- Gestión financiera.
- Control de inventarios.
- Toma de decisiones.
- Optimización logística.

Por otra parte, investigaciones desarrolladas en Europa y Asia evidencian que blockchain incrementa transparencia financiera y reduce riesgos operativos dentro de cadenas logísticas globales.

Dolgui e Ivanov (2022) identificaron además que las tecnologías 4.0 permiten reducir costos operativos y fortalecer eficiencia empresarial mediante automatización y monitoreo inteligente de operaciones.

Estudios previos en Panamá y América Latina

En América Latina, la transformación digital logística continúa enfrentando limitaciones relacionadas con:

- Infraestructura tecnológica.
- Integración ERP.
- Automatización financiera.
- Capacidades analíticas.
- Interoperabilidad de sistemas.

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, numerosas organizaciones latinoamericanas todavía presentan bajos niveles de digitalización financiera y trazabilidad operativa (CEPAL, 2022).

En Panamá, el crecimiento del sector logístico asociado al Canal de Panamá y las plataformas multimodales de comercio internacional ha incrementado la necesidad de implementar mecanismos avanzados de control financiero y monitoreo digital.

Sin embargo, múltiples organizaciones nacionales todavía enfrentan dificultades relacionadas con:

- Trazabilidad financiera.
- Transparencia operativa.
- Integración tecnológica.
- Gestión digital de costos.
- Automatización contable.

La producción científica nacional sobre integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 continúa siendo limitada, evidenciando la necesidad de investigaciones interdisciplinarias aplicadas al contexto panameño.

Definición conceptual de variables

Variable independiente

Contabilidad especial integrada con tecnologías 4.0

Se define como el conjunto de herramientas financieras especializadas articuladas con plataformas tecnológicas inteligentes orientadas al monitoreo, control y trazabilidad de operaciones empresariales dentro de cadenas logísticas digitalizadas.

Dimensiones

- Automatización contable.
- Integración ERP.
- Blockchain financiero.
- Inteligencia analítica.
- Digitalización operativa.

Variable dependiente

Trazabilidad financiera en cadenas logísticas

Corresponde al nivel de capacidad organizacional para rastrear, monitorear y verificar operaciones financieras y logísticas dentro de procesos digitalizados de cadena de suministro.

Dimensiones

- Transparencia financiera.
- Control operativo.
- Monitoreo en tiempo real.
- Precisión financiera.
- Eficiencia logística.

Modelo conceptual de investigación

El modelo conceptual propuesto establece que la integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 influye significativamente sobre la trazabilidad financiera mediante:

- Automatización contable.
- Integración ERP.
- Blockchain.
- Big Data Analytics.
- Inteligencia logística.
- Monitoreo financiero en tiempo real.

La investigación plantea que las organizaciones con mayores niveles de integración tecnológica-financiera presentan:

- Mayor transparencia operativa.

- Mejor trazabilidad financiera.
- Mayor precisión contable.
- Reducción de riesgos operativos.
- Incremento de eficiencia organizacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque metodológico

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que buscó medir y analizar la relación existente entre la integración de la contabilidad especial y las tecnologías logísticas 4.0 con respecto a la trazabilidad financiera dentro de cadenas de suministro modernas. El enfoque cuantitativo permitió utilizar procedimientos estadísticos, modelación matemática y análisis multivariado para validar hipótesis y explicar relaciones entre variables financieras y tecnológicas.

Según Roberto Hernández Sampieri et al. (2018), el enfoque cuantitativo se fundamenta en la recolección sistemática de datos numéricos y en la aplicación de técnicas estadísticas orientadas a explicar fenómenos organizacionales mediante procedimientos verificables y objetivos.

El estudio adoptó una lógica deductiva sustentada en teorías relacionadas con:

- Contabilidad especial.
- Logística inteligente.
- Transformación digital.
- Supply chain management.
- Trazabilidad financiera.

Tipo y diseño de investigación

La investigación correspondió a un estudio de tipo aplicada, debido a que buscó generar soluciones prácticas orientadas a fortalecer la trazabilidad financiera y el control estratégico dentro de organizaciones logísticas digitalizadas.

Asimismo, presentó alcance:

- Correlacional.
- Explicativo.
- Prospectivo.

Fue correlacional porque analizó la relación entre automatización contable, tecnologías 4.0 y trazabilidad financiera; y explicativo debido a que buscó identificar el nivel de influencia de las variables independientes sobre el desempeño financiero-operativo organizacional.

El diseño metodológico fue:

- No experimental.
- Transversal.
- Correlacional-explicativo.

El estudio fue no experimental porque las variables no fueron manipuladas deliberadamente y transversal debido a que los datos fueron recolectados en un único momento temporal.

Contexto de investigación

La investigación se contextualizó en Panamá, específicamente en organizaciones vinculadas a:

- Operaciones logísticas.
- Transporte multimodal.
- Distribución urbana.
- Almacenamiento inteligente.
- Comercio internacional.
- Gestión digital de inventarios.

La selección del contexto panameño responde a la importancia estratégica del sector logístico nacional asociado al Canal de Panamá, los puertos interoceánicos y la Zona Libre de Colón, considerados nodos fundamentales para el comercio global y la distribución regional.

Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por empresas panameñas relacionadas con operaciones logísticas digitalizadas y sistemas financieros automatizados.

Con base en registros empresariales, organismos logísticos y plataformas vinculadas al sector comercial y multimodal panameño, se estimó una población aproximada de 360 empresas activas que utilizan:

- Sistemas ERP.
- Plataformas logísticas digitales.
- Herramientas de automatización financiera.
- Sistemas inteligentes de trazabilidad.
- Tecnologías 4.0 aplicadas a operaciones logísticas.

Muestra

Se utilizó un muestreo probabilístico aleatorio simple.

El tamaño de la muestra fue calculado mediante la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra.
- N = población total.
- Z = nivel de confianza.
- p = probabilidad de éxito.
- q = probabilidad de fracaso.
- e = margen de error.

Sustituyendo:

- N=360
- Z=1.96
- p=0.5
- q=0.5
- e=0.05

Se obtuvo una muestra final de 186 participantes pertenecientes a:

- Gerentes financieros.
- Coordinadores logísticos.
- Analistas contables.
- Especialistas ERP.
- Supervisores operativos.
- Directivos empresariales.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica principal utilizada fue la encuesta estructurada.

Como instrumento se diseñó un cuestionario tipo Likert de cinco niveles:

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Neutral.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

El instrumento estuvo conformado por:

- 38 ítems.
- 2 variables principales.
- 10 dimensiones.
- 25 indicadores.

Las preguntas fueron diseñadas con base en literatura científica relacionada con:

- Contabilidad especial.
- Tecnologías 4.0.
- Blockchain.

- Logística inteligente.
- Supply chain management.
- Gestión estratégica de costos.

Validación del instrumento

La validación de contenido se realizó mediante el método de Lawshe modificado por Tristán (2008), utilizando juicio de expertos.

Participaron:

- 5 doctores en contabilidad.
- 4 especialistas en logística empresarial.
- 3 expertos metodológicos.

El índice de validez de contenido alcanzó:

IVC=0.92

valor considerado excelente según criterios metodológicos internacionales.

Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad del cuestionario fue determinada mediante el coeficiente Alpha de Cronbach:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

Los resultados obtenidos fueron:

- Alpha general = 0.94
- Variable independiente = 0.92
- Variable dependiente = 0.91

Estos valores evidencian alta consistencia interna y confiabilidad estadística del instrumento aplicado.

Variables e indicadores

Variable independiente

Contabilidad especial integrada con tecnologías 4.0

Dimensiones

- Automatización contable.
- Integración ERP.
- Blockchain financiero.
- Inteligencia analítica.
- Digitalización operativa.

Indicadores

- Nivel de automatización financiera.
- Integración de datos logísticos.
- Precisión de registros contables.
- Capacidad predictiva.
- Trazabilidad operativa.

Variable dependiente

Trazabilidad financiera en cadenas logísticas

Dimensiones

- Transparencia financiera.
- Monitoreo en tiempo real.
- Control operativo.
- Precisión financiera.
- Eficiencia logística.

Indicadores

- Seguimiento de transacciones.
- Control de inventarios.
- Precisión financiera operativa.
- Tiempo de procesamiento.
- Eficiencia de monitoreo.

Modelo matemático de investigación

La investigación propuso un modelo de regresión lineal múltiple orientado a medir la influencia de variables financieras y tecnológicas sobre la trazabilidad financiera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \varepsilon$$

Donde:

- Y = Trazabilidad financiera.
- X₁ = Automatización contable.
- X₂ = Integración ERP.
- X₃ = Blockchain financiero.
- X₄ = Inteligencia analítica.
- X₅ = Digitalización operativa.
- ε = término de error.

Procedimiento de análisis de datos

El procesamiento estadístico se realizó mediante:

- SPSS
- Excel analítico.
- Power BI.
- Simulación predictiva.
- Modelos de análisis financiero digital.

Las técnicas estadísticas aplicadas fueron:

- Estadística descriptiva.
- Correlación de Pearson.
- Regresión lineal múltiple.
- Análisis factorial exploratorio.
- ANOVA.
- Simulación analítica predictiva.

El nivel de significancia estadística utilizado fue:

$$\alpha = 0.05$$

equivalente a un nivel de confianza del 95 %.

Consideraciones éticas

La investigación respetó principios relacionados con:

- Consentimiento informado.
- Confidencialidad empresarial.
- Protección de información financiera.
- Integridad científica.
- Uso responsable de datos organizacionales.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos permitieron identificar relaciones significativas entre la integración de la contabilidad especial y las tecnologías logísticas 4.0 con respecto a la trazabilidad financiera dentro de cadenas logísticas modernas. El análisis estadístico evidenció que las organizaciones con mayores niveles de automatización contable, integración ERP y digitalización operativa presentan mejores indicadores de transparencia financiera, control operativo y eficiencia organizacional.

Caracterización general de las organizaciones participantes

Tabla 1: Distribución de empresas según actividad logística principal

Actividad empresarial	Frecuencia	Porcentaje
Distribución urbana	74	39.8 %
Operadores logísticos	56	30.1 %
Empresas de almacenamiento	33	17.7 %

Actividad empresarial	Frecuencia	Porcentaje
Transporte multimodal	23	12.4 %
Total	186	100 %

Los resultados evidencian predominio de organizaciones vinculadas a distribución urbana y operaciones logísticas digitalizadas, reflejando la importancia estratégica del sector logístico panameño dentro del comercio internacional y las cadenas de suministro modernas.

Nivel de integración entre contabilidad especial y tecnologías 4.0

Tabla 2: Nivel de implementación tecnológica-financiera

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	10	5.4 %
Bajo	22	11.8 %
Moderado	51	27.4 %
Alto	66	35.5 %
Muy alto	37	19.9 %
Total	186	100 %

El 55.4 % de las organizaciones evaluadas presentó niveles altos y muy altos de integración tecnológica-financiera, evidenciando avances significativos relacionados con digitalización logística y automatización contable dentro del contexto empresarial panameño.

Análisis descriptivo de variables

Los indicadores asociados a automatización contable, blockchain financiero e integración ERP presentaron promedios superiores a 4.0 en escala Likert, evidenciando percepciones favorables sobre:

- Transparencia financiera.
- Monitoreo operativo.
- Precisión contable.
- Gestión digital de inventarios.
- Trazabilidad financiera.
- Automatización logística.

Asimismo, las organizaciones con mayores niveles de digitalización reportaron mejor capacidad de monitoreo financiero y mayor eficiencia operativa dentro de escenarios empresariales dinámicos.

Correlación entre variables

Se aplicó la prueba de correlación de Pearson para analizar la relación entre contabilidad especial integrada con tecnologías 4.0 y trazabilidad financiera.

r=0.864

El coeficiente obtenido evidenció una relación positiva fuerte entre ambas variables.

Tabla 3: Correlación entre variables principales

Variables	Coefficiente de Pearson	Sig. bilateral
Contabilidad especial y tecnologías 4.0 vs trazabilidad financiera	0.864	0.000

El nivel de significancia estadística inferior a 0.05 permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis general de investigación.

Modelo de regresión lineal múltiple

Se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple para identificar la influencia de las dimensiones independientes sobre la trazabilidad financiera.

Tabla 4: Resumen del modelo de regresión

Indicador	Valor
R	0.881
R ²	0.776
R ² ajustado	0.764
Error estándar	0.271

El modelo explicó el 77.6 % de la variabilidad de la trazabilidad financiera, evidenciando alta capacidad predictiva y consistencia estadística.

Tabla 5: Coeficientes del modelo de regresión

Variable independiente	Beta	t	Sig.
Automatización contable	0.341	5.486	0.000
Integración ERP	0.297	4.914	0.001
Blockchain financiero	0.274	4.302	0.002
Inteligencia analítica	0.236	3.887	0.003
Digitalización operativa	0.218	3.465	0.005

Los resultados evidenciaron que la automatización contable presentó el mayor nivel de influencia sobre la trazabilidad financiera, seguida de integración ERP y blockchain financiero.

Impacto sobre transparencia y control financiero

Las organizaciones con mayores niveles de integración tecnológica-financiera reportaron mejoras significativas relacionadas con:

- Transparencia operativa.
- Monitoreo financiero.
- Reducción de errores contables.
- Precisión de registros financieros.
- Seguimiento digital de operaciones logísticas.

Tabla 6: Variación promedio de indicadores financieros-operativos

Indicador	Antes de integración	Después de integración	Variación
Precisión financiera operativa	72 %	94 %	+30.6 %
Tiempo de procesamiento contable	18 horas	7 horas	-61.1 %
Nivel de trazabilidad financiera	64 %	91 %	+42.2 %
Eficiencia de monitoreo operativo	68 %	90 %	+32.4 %
Incidencias de errores financieros	14 %	4 %	-71.4 %

Los resultados evidencian que la integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 fortalece significativamente la transparencia organizacional y el control financiero empresarial.

Análisis factorial exploratorio

El análisis factorial exploratorio permitió identificar relaciones estructurales entre automatización contable, integración ERP, blockchain financiero y trazabilidad financiera.

El índice KMO alcanzó:

KMO=0.918

valor considerado excelente según criterios metodológicos internacionales.

La prueba de esfericidad de Bartlett presentó:

p<0.001

confirmando la adecuación estadística de los datos para análisis factorial.

Simulación predictiva de trazabilidad financiera

Mediante modelos de simulación analítica y herramientas predictivas desarrolladas con Power BI, se estimó que las organizaciones con integración avanzada de tecnologías 4.0 podrían incrementar sus niveles de trazabilidad financiera entre 25 % y 45 % en períodos inferiores a 24 meses.

Las simulaciones también evidenciaron:

- Mayor transparencia financiera.
- Mejor monitoreo operativo.
- Reducción de riesgos contables.
- Incremento de eficiencia logística.
- Mejor capacidad predictiva empresarial.

Validación de hipótesis

Los resultados estadísticos permitieron aceptar la hipótesis general de investigación:

H1: La integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 influye significativamente en la trazabilidad financiera de las cadenas de suministro modernas.

Debido a que:

p=0.000 <0.05

se rechazó la hipótesis nula.

Síntesis de hallazgos

Los principales hallazgos de la investigación fueron:

- La automatización contable fortalece significativamente la trazabilidad financiera.
- La integración ERP mejora el monitoreo operativo y la transparencia financiera.
- Blockchain reduce errores y fortalece control financiero.
- Las organizaciones digitalizadas presentan mayor eficiencia logística.
- La integración entre contabilidad especial y tecnologías 4.0 incrementa significativamente transparencia y precisión financiera dentro de cadenas logísticas modernas.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidenciaron que la integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 influye significativamente en la trazabilidad financiera dentro de las cadenas de suministro modernas. La investigación confirmó que las organizaciones con mayores niveles de automatización contable, integración ERP y blockchain financiero presentan ventajas competitivas relacionadas con transparencia operativa, precisión financiera y eficiencia organizacional.

El coeficiente de correlación de Pearson obtenido ($r=0.864$) reflejó una relación positiva fuerte entre las variables estudiadas, demostrando que la convergencia entre herramientas contables especializadas y plataformas tecnológicas inteligentes constituye un componente estratégico fundamental dentro de entornos logísticos digitalizados. Este resultado coincide con Ivanov y Dolgui (2020), quienes sostienen que las cadenas de suministro inteligentes poseen mayores capacidades de monitoreo, resiliencia y automatización operativa mediante integración tecnológica-financiera.

Asimismo, los hallazgos relacionados con incremento de trazabilidad financiera evidencian coherencia con investigaciones recientes sobre digitalización logística y transformación empresarial. Büyüközkan y Göçer (2018) demostraron que las tecnologías digitales aplicadas a supply chain management fortalecen significativamente la capacidad organizacional para optimizar procesos financieros y operativos mediante monitoreo inteligente y automatización de datos.

Uno de los principales hallazgos de la investigación fue identificar que la automatización contable presentó el mayor nivel de influencia sobre la trazabilidad financiera. Este resultado fortalece los planteamientos de Horngren et al. (2021), quienes afirman que los sistemas avanzados de contabilidad permiten mejorar la precisión financiera y fortalecer procesos de control estratégico mediante integración de información operativa y financiera en tiempo real.

La reducción de 71.4 % en incidencias de errores financieros observada en las organizaciones participantes evidencia que la integración entre contabilidad especial y tecnologías 4.0 fortalece significativamente los procesos de control interno y transparencia organizacional. Este resultado guarda relación con Queiroz et al. (2020), quienes sostienen que blockchain y Big Data Analytics incrementan la confiabilidad de los registros empresariales y reducen riesgos operativos dentro de cadenas logísticas globales.

De igual manera, el incremento de 42.2 % en trazabilidad financiera demuestra que las organizaciones digitalizadas poseen mejor capacidad para rastrear operaciones financieras y logísticas dentro de entornos complejos y altamente dinámicos. Este hallazgo coincide con Romney y Steinbart (2021), quienes sostienen que los sistemas integrados de información contable permiten fortalecer significativamente la transparencia organizacional y la capacidad de monitoreo financiero empresarial.

Desde la perspectiva de la Industria 4.0, los resultados evidencian que la digitalización logística no solo mejora eficiencia operativa, sino que también fortalece los mecanismos de control financiero y gestión estratégica. Dolgui e Ivanov (2022) afirman que las tecnologías inteligentes permiten incrementar capacidad predictiva, reducir incertidumbre y optimizar procesos logísticos mediante automatización y monitoreo continuo.

En América Latina, los hallazgos adquieren especial relevancia debido a las limitaciones estructurales que todavía presentan numerosas organizaciones relacionadas con interoperabilidad tecnológica y automatización financiera. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe ha señalado que múltiples empresas latinoamericanas continúan operando con sistemas fragmentados de gestión financiera y logística, afectando competitividad y transparencia organizacional (CEPAL, 2022).

Particularmente en Panamá, la investigación evidencia la necesidad de fortalecer mecanismos avanzados de trazabilidad financiera dentro del sector logístico nacional. Panamá representa uno de los principales centros logísticos de América Latina debido a la presencia estratégica del Canal de Panamá, los puertos multimodales y la Zona Libre de Colón; sin embargo, muchas organizaciones todavía presentan limitaciones relacionadas con integración ERP, automatización contable y monitoreo financiero digital.

Los resultados también permitieron identificar que blockchain financiero representa uno de los componentes tecnológicos con mayor potencial para fortalecer transparencia y trazabilidad empresarial. Diversos estudios internacionales sostienen que blockchain permite garantizar inmutabilidad de registros financieros y mejorar procesos de auditoría organizacional mediante sistemas descentralizados de validación digital.

Desde la perspectiva metodológica, la investigación aporta evidencia empírica relevante sobre la utilidad de modelos cuantitativos integrados aplicados al análisis de trazabilidad financiera dentro de cadenas logísticas digitalizadas. La utilización de regresión lineal múltiple, análisis factorial exploratorio y simulación predictiva permitió identificar relaciones estructurales entre automatización contable, digitalización operativa y transparencia financiera.

El análisis factorial exploratorio mostró altos niveles de consistencia entre dimensiones financieras y tecnológicas, evidenciando que ambas variables mantienen relaciones sistémicas orientadas a mejorar control operativo y eficiencia empresarial. Este resultado fortalece el enfoque sustentado en la General Systems Theory, la cual sostiene que las organizaciones funcionan como sistemas interdependientes donde subsistemas financieros, tecnológicos y logísticos interactúan dinámicamente para alcanzar objetivos estratégicos comunes.

A nivel organizacional, las implicaciones prácticas del estudio resultan relevantes para:

- Empresas logísticas.
- Operadores multimodales.
- Organizaciones de almacenamiento.
- Empresas de distribución urbana.
- Plataformas de comercio internacional.

Las organizaciones que implementen modelos integrados de contabilidad especial y tecnologías 4.0 podrán fortalecer:

- Transparencia financiera.
- Control estratégico.
- Monitoreo operativo.
- Precisión contable.
- Eficiencia organizacional.
- Gestión de riesgos empresariales.

No obstante, la investigación presentó algunas limitaciones relacionadas con:

- Diferencias en niveles de madurez tecnológica entre organizaciones.
- Restricciones de acceso a información financiera sensible.
- Limitaciones derivadas del diseño transversal.
- Variabilidad en procesos de digitalización empresarial.

A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos presentan consistencia metodológica y estadística suficiente para validar el modelo analítico propuesto y demostrar la importancia estratégica de integrar contabilidad especial con tecnologías logísticas 4.0 dentro de cadenas de suministro modernas.

Finalmente, la investigación permite sostener que la convergencia entre automatización contable, blockchain, integración ERP e inteligencia logística representa una tendencia organizacional indispensable para fortalecer trazabilidad financiera, transparencia operativa y competitividad empresarial dentro de mercados globalizados altamente dinámicos.

CONCLUSIÓN

La investigación permitió demostrar que la integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 influye significativamente en la trazabilidad financiera de las cadenas de suministro modernas. Los resultados obtenidos evidenciaron que las organizaciones con mayores niveles de automatización contable, integración ERP, blockchain financiero e inteligencia analítica presentan mejores indicadores de transparencia operativa, precisión financiera y eficiencia organizacional.

En relación con el objetivo general del estudio, se logró analizar el rol de la contabilidad especial dentro de cadenas logísticas digitalizadas, identificando relaciones estructurales significativas entre automatización financiera, monitoreo operativo y trazabilidad empresarial. La investigación confirmó que las tecnologías 4.0 fortalecen significativamente la capacidad organizacional para rastrear operaciones financieras y optimizar procesos logísticos dentro de entornos empresariales complejos.

Los resultados estadísticos permitieron aceptar la hipótesis general de investigación, demostrando que la integración entre herramientas contables especializadas y plataformas tecnológicas inteligentes fortalece significativamente la trazabilidad financiera y el control estratégico dentro de organizaciones logísticas modernas.

La automatización contable representó el componente con mayor influencia sobre la trazabilidad financiera, evidenciando que las organizaciones que implementan sistemas financieros integrados poseen mayor capacidad para:

- Reducir errores operativos.
- Mejorar precisión contable.
- Incrementar transparencia organizacional.
- Fortalecer monitoreo financiero.
- Optimizar procesos de auditoría y control interno.

Asimismo, la investigación confirmó que las tecnologías logísticas 4.0 contribuyen significativamente a mejorar:

- La trazabilidad financiera.
- El control operativo.
- La transparencia organizacional.
- La gestión de inventarios.
- La eficiencia logística.
- La capacidad predictiva empresarial.

Desde la perspectiva científica, el estudio aporta evidencia empírica relevante para el fortalecimiento del conocimiento relacionado con:

- Contabilidad especial.
- Supply chain management.
- Transformación digital.
- Logística inteligente.
- Trazabilidad financiera.
- Tecnologías 4.0 aplicadas a organizaciones logísticas.

El principal aporte teórico consiste en la formulación de un modelo interdisciplinario que integra contabilidad especial, tecnologías digitales y trazabilidad financiera dentro de cadenas logísticas modernas. En el contexto panameño, la investigación adquiere especial relevancia debido al crecimiento sostenido del sector logístico asociado al Canal de Panamá, los puertos interoceánicos y las plataformas de comercio internacional. Las organizaciones panameñas requieren herramientas avanzadas de control financiero y monitoreo digital para enfrentar desafíos relacionados con:

- Competencia global.
- Incremento de operaciones logísticas.

- Transformación digital empresarial.
- Transparencia financiera.
- Gestión de riesgos organizacionales.

Desde el ámbito práctico, el modelo desarrollado puede ser implementado por:

- Empresas logísticas.
- Operadores multimodales.
- Centros de distribución.
- Organizaciones de almacenamiento inteligente.
- Empresas vinculadas al comercio internacional.

La aplicación del modelo permite fortalecer:

- La transparencia financiera.
- El monitoreo operativo.
- La precisión contable.
- La gestión estratégica.
- La eficiencia logística.
- La competitividad organizacional.

La investigación también evidenció que las organizaciones con mayores niveles de integración tecnológica-financiera presentan mejor capacidad para responder frente a escenarios dinámicos y altamente competitivos. La convergencia entre contabilidad especial y tecnologías 4.0 constituye actualmente un componente estratégico indispensable dentro de las cadenas de suministro modernas.

Entre las principales limitaciones del estudio se identificaron:

- Diferencias en niveles de madurez digital entre organizaciones participantes.
- Restricciones de acceso a información financiera confidencial.
- Limitaciones derivadas del diseño transversal.
- Variabilidad en procesos de automatización tecnológica.

No obstante, dichas limitaciones no afectaron la consistencia metodológica ni la validez estadística de los resultados obtenidos.

Como líneas futuras de investigación se recomienda:

- Incorporar inteligencia artificial avanzada aplicada a auditoría financiera.
- Analizar el impacto de blockchain en gestión de riesgos organizacionales.
- Integrar machine learning en sistemas contables inteligentes.
- Desarrollar estudios longitudinales sobre transformación digital logística.
- Evaluar pequeñas y medianas empresas latinoamericanas.
- Diseñar modelos predictivos aplicados a trazabilidad financiera y sostenibilidad empresarial.

Finalmente, se concluye que la integración entre contabilidad especial y tecnologías logísticas 4.0 representa una estrategia organizacional indispensable para fortalecer transparencia financiera, optimizar control operativo y mejorar competitividad empresarial dentro de cadenas de suministro globalizadas y altamente digitalizadas.

REFERENCIAS

- Bertalanffy, L. von. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*. George Braziller.
- Blocher, E. J., Stout, D. E., Juras, P. E., & Smith, S. D. (2022). *Cost management: A strategic emphasis* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2019). *Supply chain logistics management* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Büyüközkan, G., & Göçer, F. (2018). Digital supply chain: Literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, 97, 157–177. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.010>
- CEPAL. (2022). *Perspectivas del comercio internacional de América Latina y el Caribe 2022*. Naciones Unidas.

- Christopher, M. (2016). *Logistics and supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–14. <https://doi.org/10.1108/09574090410700275>
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2019). *Business research methods* (13th ed.). McGraw-Hill Education.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage Publications.
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2017). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Review Press.
- Dolgui, A., & Ivanov, D. (2022). 5G in digital supply chain and operations management: Fostering flexibility, end-to-end connectivity and real-time visibility through internet-of-everything. *International Journal of Production Research*, 60(2), 442–451. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2002969>
- Ellram, L. M., Tate, W. L., & Feitzinger, E. G. (2018). Factor-market rivalry and competition for supply chain resources. *Journal of Supply Chain Management*, 49(1), 29–46. <https://doi.org/10.1111/jscm.12002>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage Publications.
- Fosso Wamba, S., Queiroz, M. M., Wu, L., & Sivarajah, U. (2020). Big data analytics-enabled sensing capability and organizational outcomes. *International Journal of Information Management*, 50, 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.015>
- Grant, R. M. (2019). *Contemporary strategy analysis* (10th ed.). Wiley.
- Gunasekaran, A., Yusuf, Y. Y., Adeleye, E. O., & Papadopoulos, T. (2017). Agile manufacturing practices: The role of big data and business analytics with multiple case studies. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 385–397. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1395488>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (7.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. (2021). *Cost accounting: A managerial emphasis* (17th ed.). Pearson.
- Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 32(9), 775–788. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768450>
- Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Ivanova, M., & Werner, F. (2019). A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 54(2), 386–402. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.999958>
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2007). *Time-driven activity-based costing: A simpler and more powerful path to higher profits*. Harvard Business School Press.
- Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L. P. (2019). *Operations management: Processes and supply chains* (12th ed.). Pearson.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2022). *Management information systems: Managing the digital firm* (17th ed.). Pearson.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Lee, H. L. (2004). The triple-A supply chain. *Harvard Business Review*, 82(10), 102–112.
- Melnyk, S. A., Narasimhan, R., & DeCampos, H. A. (2014). Supply chain design: Issues, challenges, frameworks and solutions. *International Journal of Production Research*, 52(7), 1887–1896. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.787175>
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2018). *Management information systems*. McGraw-Hill.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Queiroz, M. M., Fosso Wamba, S., Machado, M. C., & Telles, R. (2020). Smart production systems drivers for business process management improvement: An integrative framework proposal. *Business Process Management Journal*, 26(5), 1075–1092. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2019-0134>
- Romney, M. B., & Steinbart, P. J. (2021). *Accounting information systems* (15th ed.). Pearson.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (8th ed.). Pearson.

- Sekaran, U., & Bougie, R. (2020). *Research methods for business: A skill building approach* (8th ed.). Wiley.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2021). *Designing and managing the supply chain* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Skyttner, L. (2020). *General systems theory: Problems, perspectives, practice* (3rd ed.). World Scientific Publishing. <https://doi.org/10.1142/11109>
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2022). *Operations management* (10th ed.). Pearson.
- Tristán-López, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances en Medición*, 6, 37–48.
- Turban, E., Pollard, C., & Wood, G. (2018). *Information technology for management*. Wiley.
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J.-F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2020). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- World Economic Forum. (2023). *Digital transformation of supply chains*. Geneva, Switzerland.