



**Automatización industrial de procesos y margen neto en empresas con almacenes en
Colombia**

Andrés Torres Yara

Gerónimo Lara Botero

Pregrado en Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA

Bogotá D.C.

2025

**Automatización industrial de procesos y margen neto en empresas con almacenes en
Colombia**

Andrés Torres Yara

Gerónimo Lara Botero

Tutor: Guillermo Arévalo

Pregrado en Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA

Bogotá, D.C.

2025

Glosario

AGVs: Vehículos Guiados Automáticamente, por sus siglas en inglés *Automated Guided Vehicles*

AMR: Robots Móviles Autónomos, por sus siglas en inglés *Autonomous Mobile Robots*

AS/RS: Sistema Automático de Almacenamiento y Recuperación, por sus siglas en inglés *Automatic Storage and Retrieval System*

AVS/RS: Sistema Automatizado de Almacenamiento y Recuperación mediante Vehículos, por sus siglas en inglés *Autonomous Vehicle Storage and Retrieval System*

CEDI: Centro de Distribución

EBIT: Utilidad Antes de Intereses e Impuestos, por sus siglas en inglés *Earnings Before Interest and Taxes*

EMIS: Servicio de Información de Mercados Emergentes, por sus siglas en inglés *Emerging Markets Information Service*

ERP: Planificación de Recursos Empresariales, por sus siglas en inglés *Enterprise Resource Planning*

GPS: Sistema de Posicionamiento Global, por sus siglas en inglés *Global Positioning System*

IA: Inteligencia Artificial

IoT: Internet de las Cosas, por sus siglas en inglés *Internet of Things*

IPA: Automatización Inteligente de Procesos, por sus siglas en inglés *Intelligent Process Automation*

MES: Sistemas de Ejecución de Manufactura, por sus siglas en inglés *Manufacturing Execution Systems*

Pymes: Pequeñas y Medianas Empresas

RFID: Identificador por Radiofrecuencia, por sus siglas en inglés *Radio Frequency Identification*

RMF: Cumplimiento Móvil Robótico, por sus siglas en inglés *Robotic Mobile Fulfillment*

ROA: Retorno sobre Activos, por sus siglas en inglés *Return on Assets*

ROI: Retorno sobre la Inversión, por sus siglas en inglés *Return on Investment*

RPA: Automatización Robótica de Procesos, por sus siglas en inglés *Robotic Process Automation*

RT: Tiempo Real, por sus siglas en inglés *Real Time*

TQM: Gestión de Calidad Total, por sus siglas en inglés *Total Quality Management*

WMS: Sistemas de Gestión de Almacenes, por sus siglas en inglés *Warehouse Management Systems*

Tabla de contenido

1. Introducción	11
1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.2. Justificación de la investigación	14
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
2.1. Automatización.....	17
2.2. Margen neto	18
2.3. Automatización y margen	19
2.4. Automatización y rentabilidad en Pymes	22
2.5. La automatización como estrategia de rentabilidad en almacenes: evidencia internacional aplicable a Colombia.....	24
2.6. Hipótesis	29
3. Metodología	30
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	34
3.2. Población y muestra.....	35
3.3. Instrumento de recolección de información.....	37
3.4. Procedimientos.....	39

4.	Análisis de los resultados.....	41
4.1	Modelo general	42
4.2	Resultados por tamaño empresarial	43
4.2.1	Pymes.....	43
4.2.2	Empresas grandes.....	45
4.3	Resultados por sector económico.....	46
4.3.1	Sector de Hidrocarburos y Energía.....	46
4.3.2	Sector de Víveres y Alimentos	48
4.3.3	Sector Retail y Comercio General	49
4.3.4	Sector Manufactura.....	50
5.	Discusión de los resultados	52
6.	Conclusiones	54
7.	Recomendaciones	56
	Referencias.....	59

Índice de tablas

Tabla 1. Variables utilizadas en el estudio.....	32
Tabla 2. Coeficiente por tamaño, sector y nivel de significancia.	41

Índice de Figuras

Figura 1. Estadística descriptiva modelo general	42
Figura 2. Modelo general.....	42
Figura 3. Estadística descriptiva Pymes.....	43
Figura 4. Modelo para Pymes	44
Figura 5. Estadística descriptiva para empresas grandes	45
Figura 6. Modelo para empresas grandes	45
Figura 7. Estadística descriptiva sector de hidrocarburos y energía.....	46
Figura 8. Sector de hidrocarburos y energía	47
Figura 9. Estadística descriptiva sector de víveres y alimentos.....	48
Figura 10. Sector de víveres y alimentos	48
Figura 11. Estadística descriptiva Sector de retail y comercio	49
Figura 12. Sector de retail y comercio general	49
Figura 13. Estadística descriptiva sector de manufactura.....	50
Figura 14. Sector de manufactura	51

Resumen

La automatización en los procesos de los almacenes comercializadores es un aspecto clave de la logística moderna, especialmente en un entorno tan competitivo como el colombiano. Esta tesis analiza cómo el nivel de automatización de los procesos logísticos influye en el margen neto de las empresas que poseen almacenes comercializadores en Colombia. Aunque existen avances en tecnologías como los sistemas automatizados de almacenamiento, la identificación por radiofrecuencia (RFID) y la inteligencia artificial, muchas empresas aún enfrentan limitaciones financieras y técnicas que dificultan su implementación.

El estudio se basa en una revisión de literatura que identifica las variables clave asociadas a la automatización y sus efectos en el margen neto. Con este marco, se desarrolla un análisis empírico que evalúa la relación entre el nivel de automatización y el desempeño financiero de los almacenes comercializadores en Colombia, integrando teoría y evidencia cuantitativa para comprender su impacto en el margen neto.

El análisis distingue resultados entre los sectores de Hidrocarburos y Energía, Víveres y Alimentos, Retail y Comercio General, y Manufactura, mostrando que la magnitud del efecto varía según las particularidades de cada industria. En conjunto, la investigación aporta evidencia útil para la gestión empresarial y la formulación de políticas que impulsen la innovación tecnológica, contribuyendo a un sector logístico más eficiente, rentable y competitivo en Colombia.

Palabras clave: *Automatización; Rentabilidad; Logística; Almacenes comercializadores; Eficiencia operativa; Margen neto*

Abstract

Automation in the operations of commercial warehouses is a key component of modern logistics, especially in a highly competitive environment such as Colombia. This thesis analyzes how the level of automation in logistical processes influences the net margin of companies that operate commercial warehouses in the country. Although there have been advancements in technologies such as automated storage systems, radio-frequency identification (RFID), and artificial intelligence, many firms still face financial and technical limitations that hinder their adoption.

The study is based on a literature review that identifies the key variables associated with automation and its effects on net margin. Building on this framework, an empirical analysis is conducted to evaluate the relationship between automation levels and the financial performance of commercial warehouses in Colombia, integrating theory and quantitative evidence to understand their impact on net margin.

The analysis differentiates results across the sectors of Hydrocarbons and Energy, Food and Groceries, Retail and General Commerce, and Manufacturing, showing that the magnitude of the effect varies depending on the specific characteristics of each industry. Overall, the research provides valuable evidence for business management and policy formulation aimed at promoting technological innovation, contributing to a more efficient, profitable, and competitive logistics sector in Colombia.

Key Words: *Automation; Profitability; Logistics; Wholesale Warehouses; Operational Efficiency; Net margin*

1. Introducción

En el contexto actual de transformación digital, la automatización se ha consolidado como una estrategia clave para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la competitividad empresarial. En particular, las empresas con almacenes comercializadores han comenzado a adoptar tecnologías como sistemas de gestión de almacenes (WMS), identificación por radiofrecuencia (RFID), macrodatos, y soluciones robóticas para optimizar procesos logísticos internos como el almacenamiento, la preparación de pedidos y el despacho. Sin embargo, a pesar del amplio reconocimiento de sus beneficios, la implementación de tecnologías automatizadas sigue siendo un reto, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (Pymes), debido a las altas inversiones iniciales, la complejidad técnica y las limitaciones en infraestructura tecnológica (Montreuil, 2011; Puerta Salazar y Rodríguez Hübner, 2021).

La pandemia del COVID-19 expuso con crudeza las debilidades de los sistemas logísticos tradicionales, revelando la necesidad de digitalizar procesos y fortalecer la resiliencia operativa de las empresas. Aunque gigantes como Amazon han demostrado con éxito los impactos positivos de la automatización en términos de reducción de errores y aceleración de entregas (McKinsey & Company, 2023a), muchas empresas comercializadoras en Colombia aún dependen de métodos manuales que limitan su capacidad de respuesta ante las exigencias del mercado. Esto genera una brecha tecnológica que, lejos de cerrarse, tiende a ampliarse, afectando la equidad en el acceso a la innovación logística (Kembro y Norrman, 2019).

Si bien la literatura internacional ha documentado ampliamente los efectos positivos de la automatización sobre la eficiencia y productividad, pocos estudios han abordado su impacto directo sobre el margen neto en el contexto específico de las empresas con almacenes

comercializadores en Colombia. Los estudios revisados, si bien relevantes, se enfocan en áreas como la inteligencia artificial en logística internacional o el control de inventarios en Pymes, sin profundizar en la relación concreta entre automatización y resultados financieros en este tipo de organizaciones. Esta ausencia representa un vacío en el conocimiento que esta investigación busca abordar.

En este sentido, el presente trabajo tuvo como propósito analizar la asociación entre el nivel de automatización de los procesos logísticos y el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia, mediante un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) y correlacional. Para esto, se utilizó una muestra de empresas obtenida de la plataforma EMIS, evaluando sus niveles de automatización por medio de una escala propuesta por los autores y sus márgenes netos. De esta manera, se aportó evidencia empírica al debate sobre los beneficios de la automatización y se proporcionaron herramientas analíticas para la toma de decisiones estratégicas en el sector comercial colombiano.

1.1.Planteamiento del problema

A pesar de los avances en tecnologías como los macrodatos, la identificación por radiofrecuencia y los sistemas de gestión de almacenes, la adopción de la automatización en los procesos de los almacenes comercializadores enfrenta importantes obstáculos en términos de eficiencia y costos, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (Pymes) (Puerta Salazar y Rodríguez Hübner, 2021; Montreuil, 2011). Si bien compañías líderes, como Amazon, han logrado optimizar sus operaciones mediante soluciones robóticas avanzadas que reducen errores y agilizan la entrega de pedidos (McKinsey & Company, 2023a), muchas empresas aún

dependen de procesos manuales, lo que limita su competitividad y capacidad de respuesta ante cambios del mercado (Montreuil, 2011).

La pandemia evidenció la vulnerabilidad de los sistemas logísticos tradicionales y la urgencia de digitalizar procesos para garantizar la continuidad operativa (McKinsey & Company, 2023b). Sin embargo, la implementación de tecnologías automatizadas implica una inversión inicial elevada y la integración con sistemas preexistentes, lo que dificulta su adopción para aquellas organizaciones con menor capacidad financiera (Montreuil, 2011). No obstante, a pesar de sus ventajas, la automatización ofrece beneficios como la reducción de costos operativos, mayor precisión en la gestión de inventarios y nuevas oportunidades laborales en áreas especializadas (Kembro y Norrman, 2019; McKinsey & Company, 2023c), la brecha tecnológica entre grandes corporaciones y Pymes sigue representando un desafío para el sector, consolidando diferencias competitivas y limitando el acceso equitativo a la innovación logística (Montreuil, 2011).

Frente al vacío del conocimiento, en la búsqueda de literatura se abordaron parte de los obstáculos y oportunidades para acceder a procesos de automatización en almacenes comercializadores, los artículos revisados proporcionan información valiosa, pero no responden totalmente a la pregunta de investigación. Según Rey y Valle (2024) trata sobre cómo la inteligencia artificial (IA) puede optimizar los procesos logísticos y reducir los costos en la cadena de suministro, sin embargo, su enfoque está más centrado en la logística internacional y no aborda específicamente el contexto de los almacenes comercializadores en Colombia. Por otro lado, el trabajo de Macías et al. (2023) se enfoca en la importancia del control de inventarios en las Pymes, mencionando algunos obstáculos relacionados con la gestión de inventarios, pero

no se adentra en el tema de la automatización de procesos en almacenes ni en su impacto directo sobre el margen neto.

Finalmente, según de Gómez y Tocancipá (2023) examinan cómo la inteligencia artificial y las tecnologías de la información pueden optimizar la cadena de suministro, pero no aborda en detalle la automatización de procesos en empresas con almacenes comercializadores en términos de margen neto. En conclusión, los artículos revisados no responden completamente a la pregunta de investigación que tiene como objetivo nuestra investigación, ya que no se centran específicamente en las empresas con almacenes comercializadores en Colombia, lo que indica que, en nuestro conocimiento, no existen artículos que resuelvan totalmente esta cuestión.

En el contexto actual, la automatización se ha convertido en un factor estratégico para mejorar la eficiencia y competitividad de las empresas. En las empresas con almacenes comercializadores, su implementación promete optimizar procesos, reducir costos y generar mayor agilidad operativa. Sin embargo, aún persiste la duda sobre si estos beneficios se traducen de manera tangible en una mejora del margen neto. A partir de esta premisa surge la pregunta de investigación: ¿Qué asociación existe entre el nivel de automatización de los procesos logísticos y el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia?

1.2. Justificación de la investigación

Investigar la automatización de procesos en los almacenes comercializadores en Colombia es relevante porque permite entender cómo estas tecnologías pueden impactar directamente en el margen neto, un aspecto clave para la competitividad en un entorno económico cada vez más exigente (Kembro y Norrman, 2019; McKinsey & Company, 2023c).

Aunque grandes compañías han logrado importantes avances mediante soluciones robóticas que optimizan tiempos, reducen errores y mejoran la eficiencia logística (McKinsey & Company, 2023a), muchas pequeñas y medianas empresas comercializadoras continúan operando con procesos manuales, lo que limita su capacidad de adaptación frente a los cambios del mercado (Montreuil, 2011).

A pesar de la disponibilidad de tecnologías como los sistemas de gestión de almacenes, la identificación por radiofrecuencia (RFID) o los macrodatos, existen importantes obstáculos económicos y técnicos para su implementación, sobre todo en empresas con menor capacidad financiera (Puerta y Rodríguez, 2021). Analizar estos desafíos es esencial para identificar soluciones viables que faciliten la adopción progresiva de la automatización, que tienen un alto potencial de impacto en la eficiencia operativa.

Este estudio también se justifica por el vacío existente en la literatura científica sobre el tema. Aunque se han abordado aspectos relacionados con la inteligencia artificial en la logística (Rey y Valle, 2024) y el control de inventarios en Pymes (Macías et al., 2023), no se ha profundizado específicamente en el efecto que la automatización puede tener sobre el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en el contexto colombiano. Por esto, esta investigación no solo busca aportar conocimiento contextualizado y relevante, sino también ofrecer herramientas para la toma de decisiones estratégicas y la formulación de políticas que promuevan la innovación tecnológica en estas empresas.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar la asociación entre la automatización de procesos y el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia.

1.3.2. Objetivos específicos

- Comparar la evidencia cualitativa internacional acerca de la relación entre la automatización de procesos y los beneficios financieros derivados de su implementación, con el análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio.
- Determinar la asociación entre el nivel de automatización de procesos y el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia, diferenciando su comportamiento según el sector económico.
- Determinar la diferencia en los resultados de la regresión lineal entre las empresas clasificadas como micro, pequeñas y medianas empresas (Pymes), según lo establecido en el Decreto 957 del 5 de junio de 2019, y las empresas de gran tamaño.

2. Revisión de la literatura

2.1. Automatización

El nivel de automatización del almacén hace referencia al grado en que los procesos logísticos han sido reemplazados o apoyados por sistemas automatizados que permiten ejecutar tareas con mínima intervención humana. Esta variable se relaciona directamente con la modernización operativa de los almacenes comerciales y puede medirse observando la proporción de tareas que se realizan sin intervención humana. Según Azadeh et al. (2019), la automatización de procesos en la operación de los almacenes mejora considerablemente la eficiencia operativa, reduce los errores y permite operar de forma continua, lo cual es especialmente valioso para satisfacer la alta demanda en contextos como el comercio electrónico. Además, sistemas como los que incorpora la Industria 4.0, incluyendo el Internet de las Cosas (IoT), amplifican esta capacidad al ofrecer monitoreo y control en tiempo real.

En esta misma línea, la Automatización Inteligente de Procesos (IPA) ha surgido como una evolución significativa del RPA tradicional, integrando capacidades de inteligencia artificial para abordar tareas más complejas que requieren juicio humano. Lievano et al. (2022) destacan que la aplicación de IPA en entornos logísticos y manufactureros no solo permite reducir tiempos de procesamiento en un 60 %, sino también optimizar la asignación de recursos y minimizar desperdicios, lo que en conjunto se traduce en una mejora sustancial en la rentabilidad. Sin embargo, los autores advierten que la implementación de IPA conlleva retos asociados a la necesidad de infraestructura tecnológica avanzada y de talento especializado, lo que obliga a las empresas a priorizar iniciativas con un alto retorno de inversión y a realizar un análisis previo mediante minería de procesos para identificar áreas críticas de automatización.

Por otro lado, Quille et al. (2023) confirman que la automatización mediante RPA se asocia de manera directa en la rentabilidad de procesos logísticos, especialmente en la reducción de errores humanos y costos operativos. A través de estudios de caso, los autores demuestran que la automatización de procesos administrativos y de soporte en cadenas logísticas permite obtener ahorros significativos y mejoras en indicadores como la eficiencia transaccional y la reducción de tiempos de espera. Asimismo, subrayan la importancia de una correcta selección de los procesos a automatizar, recomendando metodologías iterativas que combinen simulación de eventos y análisis de rendimiento para maximizar el impacto económico de la automatización.

2.2.Margen neto

El margen neto representa el porcentaje de ganancia que obtiene una empresa después de descontar todos los costos y gastos relacionados con su operación, además de los impuestos, intereses e ingresos o egresos extraordinarios. Este indicador permite conocer qué proporción de los ingresos totales se convierte finalmente en utilidad neta, lo que lo convierte en una medida clave para evaluar la capacidad real de una organización para generar beneficios después de cumplir con todas sus obligaciones financieras y fiscales. Aunque su cálculo parece limitarse a un resultado numérico derivado del estado de resultados, la forma en que dicho margen se expresa también responde a decisiones internas sobre cómo representar el desempeño económico del negocio. En este sentido, Lowe et al. (2020) explican que los resultados financieros pueden convertirse en simplificaciones que resumen el esfuerzo organizacional en una cifra única, lo que implica que el margen neto no solo cuantifica la ganancia final, sino que también refleja cómo la empresa decide comunicar dicho desempeño.

De manera complementaria, el margen neto resulta una medida especialmente adecuada para evaluar la rentabilidad en empresas con almacenes comercializadores, puesto que integra los

efectos económicos reales derivados de la automatización. A diferencia del margen operacional, que solo refleja el desempeño del negocio antes de considerar impuestos, costos financieros o resultados extraordinarios, el margen neto permite capturar el impacto completo que generan las mejoras en eficiencia operativa y logística asociadas a tecnologías como RFID, WMS o automatización inteligente, cuyos beneficios pueden verse compensados inicialmente por inversiones en capital o gastos de implementación. Asimismo, indicadores como el ROA o el ROE dependen de la estructura de activos o de capital de cada empresa, lo cual puede sesgar la medición, especialmente cuando existen diferencias marcadas en tamaño, capacidad de inversión o infraestructura, como se evidencia en la comparación entre Pymes y empresas grandes dentro del presente estudio.

En contraste, el margen neto refleja de manera directa si la automatización contribuye efectivamente a mejorar el desempeño financiero posterior a todas las obligaciones económicas de la organización. Esta característica lo hace consistente con el objetivo del modelo empleado en la investigación, que busca medir la asociación total entre el nivel de automatización y el rendimiento financiero final, sin distorsiones derivadas de la estructura del negocio o del tipo de financiamiento. Por ello, el margen neto no solo permite evaluar el beneficio económico resultante de la automatización, sino también identificar su relevancia real en la generación de valor dentro de empresas comercializadoras en Colombia.

2.3. Automatización y margen

La relación entre el nivel de automatización de procesos para un almacén y su margen neto constituye un campo de estudio crítico en la logística contemporánea, donde la implementación de sistemas AS/RS (Automatic Storage/Retrieval System) representa una evolución significativa frente a los modelos tradicionales de almacenamiento. Yang, et al. (2021)

argumentan que la automatización de almacenes mediante tecnologías avanzadas como sistemas de transporte automatizados, grúas apiladoras controladas por computadora y software de gestión inteligente permite reducir considerablemente los costos operativos. Esto se logra a través de la optimización de la asignación de ubicaciones de almacenamiento y rutas de picking, lo cual disminuye los tiempos de manipulación y, en consecuencia, los costos logísticos. Los autores demuestran que, al integrar algoritmos de optimización en la automatización, los almacenes pueden mantener altos niveles de eficiencia operativa incluso bajo tasas de ocupación del 70%, mientras que sistemas menos automatizados experimentan pérdidas de rendimiento en condiciones similares, estableciendo así una clara correlación positiva entre automatización y rentabilidad.

Por otro lado, según Coombs et al. (2020) en el informe *The Strategic Impacts of Intelligent Automation for Knowledge and Service Work: An Interdisciplinary Review* sostiene que la automatización inteligente, basada en tecnologías como Machine Learning y robótica móvil, tiene un impacto directo en la rentabilidad. El estudio destaca cómo herramientas de automatización como RPA (Robotic Process Automation) han permitido retornos de inversión significativos, citando casos como Telefónica O2, donde se alcanzaron beneficios significativos gracias a la eliminación de procesos repetitivos. En el contexto específico de almacenes, la integración de sistemas autónomos de clasificación y gestión de inventarios puede reducir errores, incrementar la precisión operativa y, en última instancia, mejorar la rentabilidad. No obstante, el documento advierte que estos beneficios solo se materializan plenamente cuando las empresas acompañan la automatización con inversiones en infraestructura, formación del personal y una adecuada gestión de riesgos tecnológicos.

Desde otra perspectiva, Fragapane et al. (2021) destacan que la incorporación de robots móviles autónomos (AMR) en la gestión de almacenes contribuye a optimizar la administración de inventarios y a disminuir errores humanos, lo que deriva en menores costos operativos y mayor rentabilidad. Sin embargo, como advierten Liaqat et al. (2019), la eficacia de estos robots puede verse afectada en entornos dinámicos donde las condiciones cambian constantemente, lo que limita su rendimiento temporalmente. Por su parte, Anđelković y Radosavljević (2018) señalan que los sistemas de gestión de almacenes (WMS) refuerzan la precisión del picking, mejoran la satisfacción del cliente y, en consecuencia, potencian las ventas. En esta misma línea, Blahušiaková (2023) subraya que la automatización permite reducir tiempos y errores, aunque reconoce que la inversión inicial representa una barrera considerable para pequeñas y medianas empresas.

Desde un enfoque más estructural, Acemoglu y Restrepo (2019) proponen un marco teórico para comprender el impacto de la automatización en la rentabilidad, centrado en dos efectos principales: desplazamiento y reinstalación de tareas. Según los autores, la automatización desplaza actividades manuales, lo que reduce costos y errores, aumentando la productividad y, por ende, la rentabilidad. No obstante, advierten que el impacto positivo podría verse limitado si la tecnología implementada es solo marginalmente superior al trabajo humano. En contrapartida, la creación de nuevas tareas vinculadas a la supervisión, programación y mantenimiento de sistemas automatizados permite compensar parte de ese desplazamiento, generando valor añadido. En el ámbito de la logística y el almacenamiento, la literatura empírica también respalda esta postura, señalando que la rentabilidad no solo depende de la adopción de tecnología, sino del equilibrio entre automatización y la redefinición del trabajo humano.

De forma complementaria, Azadeh et al. (2019) exploran la implementación de sistemas automatizados como AVS/RS y RMF, que han demostrado incrementar la eficiencia operativa y reducir la dependencia de la mano de obra, aspectos que inciden positivamente en la rentabilidad. Los autores destacan que este tipo de sistemas permiten operar ininterrumpidamente y ajustar su producción a demandas variables, especialmente en entornos de comercio electrónico. Sin embargo, advierten que los altos costos iniciales exigen un análisis financiero detallado, ya que la rentabilidad solo se maximiza cuando la tecnología se alinea adecuadamente con las necesidades operativas y la integración de subsistemas es eficiente.

Finalmente, resulta imprescindible considerar una visión más amplia de la rentabilidad cuando se evalúan proyectos de automatización en los almacenes comercializadores de las empresas. Tal como plantea la literatura, la rentabilidad no se limita a métricas financieras inmediatas, sino que también debe incluir factores como la eficiencia en el flujo de trabajo, la satisfacción del cliente y la capacidad de adaptación ante cambios en la demanda. La automatización impacta positivamente en estos aspectos al reducir errores, acelerar procesos y mejorar la calidad del servicio, aunque su implementación requiere ponderar cuidadosamente las inversiones iniciales y los costos de mantenimiento para lograr un retorno sostenible en el tiempo.

2.4. Automatización y rentabilidad en Pymes

La literatura reciente ha profundizado en la comprensión de cómo la automatización, en particular en pequeñas y medianas empresas (Pymes), puede influir en sus capacidades operativas y en su rentabilidad. En el marco de la Industria 4.0, Yu y Schweisfurth (2020) realizaron un estudio en la frontera danesa-alemana que permite evidenciar la relación directa

entre el grado de automatización y la adopción de tecnologías emergentes. Sus hallazgos demuestran que las empresas con mayor nivel de automatización y una cartera de productos diversificada tienden a mostrar mayor propensión a implementar soluciones tecnológicas asociadas a la Industria 4.0. Aunque en esta investigación la rentabilidad no fue medida de forma directa, se identificaron correlaciones significativas entre el nivel de automatización y otros indicadores de desempeño operativo. De manera indirecta, los autores sugieren que superar las barreras iniciales de conocimiento e inversión permitiría a las empresas capturar beneficios económicos derivados de la automatización, lo que respalda la existencia de un vínculo potencial entre el desarrollo tecnológico y la rentabilidad en entornos industriales.

Por otro lado, Lepistö et al. (2021) abordan la relación entre la automatización y la rentabilidad desde la perspectiva de la Gestión de Calidad Total (TQM), complementada por enfoques contemporáneos como la gestión de riesgos y la gestión de *stakeholders*. A través de su estudio, concluyen que la TQM, entendida en su forma tradicional, no genera un impacto directo sobre la rentabilidad; sin embargo, la integración de prácticas robustas de gestión de riesgos y de *stakeholders* puede potenciar significativamente sus efectos positivos. En particular, la identificación y mitigación de amenazas operativas fortalece la rentabilidad al facilitar la mejora continua, mientras que la gestión de *stakeholders* permite una mejor articulación entre clientes, proveedores y equipos de liderazgo, generando sinergias que se traducen en beneficios financieros. Los autores también destacan que la digitalización, en contraste con lo esperado, no mostró un efecto positivo significativo sobre la rentabilidad, lo que sugiere que su adopción en Pymes todavía enfrenta desafíos de alineación estratégica y madurez organizacional.

Finalmente, en el marco de la transformación digital aplicada a almacenes, Jarašūnienė et al. (2023) destacan el papel del Internet de las Cosas (IoT) en la automatización de procesos

logísticos y su efecto en la rentabilidad. Según los autores, tecnologías como RFID, sensores y GPS permiten la identificación, seguimiento y gestión en tiempo real de mercancías, lo que incrementa la precisión de los inventarios y reduce los tiempos de procesamiento de pedidos, impactando positivamente en la rentabilidad. Asimismo, se observa que la implementación del IoT favorece la productividad y la satisfacción del cliente, ambos factores clave en la ecuación de rentabilidad empresarial. No obstante, la adopción de estas soluciones tecnológicas se ve condicionada por barreras económicas como los altos costos de instalación y la necesidad de personal calificado, aspectos que pueden limitar su aplicación en empresas de menor tamaño. La literatura señala, además, que, si bien los beneficios tienden a superar los costos en el largo plazo, la escalabilidad y el impacto económico del IoT dependen estrechamente del tamaño y la capacidad tecnológica de cada organización.

2.5.La automatización como estrategia de rentabilidad en almacenes: evidencia internacional aplicable a Colombia

Diversos estudios han abordado el impacto de la automatización sobre el rendimiento organizacional, especialmente en sectores industriales y logísticos. Alharbi (2024), en su investigación sobre la automatización de procesos empresariales en la industria manufacturera de Arabia Saudita, demuestra que la incorporación de tecnologías automatizadas contribuye significativamente a mejorar la rentabilidad empresarial. A través de un enfoque cuantitativo basado en encuestas a 301 empleados de los departamentos de operaciones, producción y tecnología, el estudio encontró que la automatización no solo incrementa la eficiencia operativa, sino también la productividad del personal, la innovación y la satisfacción del cliente, lo cual se traduce en un aumento directo de la rentabilidad.

Si bien el estudio se enfoca en manufactura, sus resultados son aplicables al ámbito logístico, donde la automatización constituye una etapa crucial dentro del proceso de comercialización. Esta automatización puede ofrecer beneficios comparables, como la disminución de costos operativos, la reducción de errores humanos y una mayor agilidad en el procesamiento de pedidos.

Según Alharbi (2024), la automatización contribuye tanto al aumento de la eficiencia operativa como a la mejora de la rentabilidad empresarial, mostrando una relación estadísticamente significativa con el desempeño corporativo (Coeficiente de correlación $r = 0,689$).

El análisis de regresión realizado por Alharbi (2024) mostró que aproximadamente el 47,5% de la variabilidad en el rendimiento empresarial puede explicarse por la automatización ($R^2 = 0,475$), lo que respalda la idea de que procesos automatizados pueden tener un impacto determinante en la rentabilidad de los almacenes comercializadores, particularmente en contextos donde se busca eficiencia, reducción de costos y sostenibilidad.

Asimismo, la automatización de almacenes ha cobrado relevancia como estrategia para mejorar la eficiencia logística y la rentabilidad de las organizaciones. En este contexto, Tong et al. (2023) proponen la construcción de una fábrica digital sostenible basada en la integración de sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) y WMS (Warehouse Management System), con el objetivo de implementar almacenes automatizados capaces de responder con mayor agilidad, precisión y sostenibilidad a las demandas del mercado. En línea con este enfoque, De Koster et al. (2017) resaltan que el diseño y gestión eficientes de los almacenes son fundamentales para

sincronizar la oferta con la demanda y optimizar el flujo de productos, lo que convierte a los sistemas automatizados en una herramienta clave para mejorar la operación logística.

En términos operativos, esta integración demostró beneficios medibles y directos sobre indicadores clave de rentabilidad logística. En comparación con los sistemas tradicionales de almacenamiento, el modelo propuesto permitió aumentar la capacidad de almacenamiento (de 3.000 a 11.000 unidades), reducir el tiempo de respuesta (de 10 segundos a 0,1 segundos), disminuir los errores operativos (de 1% a 0,1%) y reducir el número de operarios necesarios (de 15 a 5), todo bajo condiciones similares de infraestructura (Tong et al., 2023, p. 19).

En este enfoque, la automatización, al ser una parte integral del proceso de salida de mercancía, se ve directamente beneficiada por esta arquitectura. La integración entre sistemas ERP y WMS permite una trazabilidad completa y una planificación automatizada del despacho, lo que mejora la precisión en los pedidos, reduce el retrabajo por errores y acorta los ciclos logísticos. Todo esto se traduce en un impacto positivo sobre la rentabilidad, al optimizar recursos, reducir costos laborales y minimizar pérdidas operativas.

Además, la aplicación de sistemas MES (Manufacturing Execution Systems), que actúan como puente entre la gestión empresarial y los procesos automatizados, permite una toma de decisiones ágil, una supervisión en tiempo real y una planificación dinámica, fundamentales para la competitividad de empresas que dependen del embalaje y distribución de productos (Tong et al., 2023).

Aunque el estudio se realizó en el contexto industrial chino, sus resultados son extrapolables a los almacenes comercializadores en Colombia que buscan mejorar su

rentabilidad mediante la adopción de tecnologías emergentes, especialmente cuando consideran la automatización como un componente clave en el flujo de salida de bienes.

De igual forma, Zadorozhnyi et al. (2020) analizan el impacto de la automatización y la gestión innovadora en sistemas de almacenamiento caótico. Este modelo, basado en la experiencia de empresas como Amazon, propone el uso de tecnología RFID y etiquetas RT para lograr un control total sobre el flujo logístico. La implementación de este sistema permite automatizar procesos de embalaje, localización, control de inventarios y despacho, con lo cual se reduce la necesidad de intervención humana, se minimizan los errores y se acortan significativamente los tiempos de entrega.

Dichos beneficios, explican los autores, se traducen en una optimización de los costos operativos y una mejora sustancial en la rentabilidad del almacén. El estudio también destaca que este tipo de automatización ofrece una gran escalabilidad, siendo accesible incluso para empresas que operan en contextos de limitaciones logísticas, como las pequeñas y medianas empresas en Colombia (Zadorozhnyi et al., 2020).

Por su parte, Wang et al. (2021) plantean un modelo colaborativo denominado *almacén en red*, en el cual múltiples empresas del sector expreso comparten infraestructura, tecnología y procesos de automatización. A través del uso de algoritmos de optimización y de un modelo mejorado del valor de Shapley, los autores proponen una redistribución equitativa de los beneficios generados por la cooperación, teniendo en cuenta variables como la inversión, el riesgo y el nivel de innovación tecnológica.

Este modelo no solo optimiza el uso de recursos, sino que también permite a empresas con menor capacidad tecnológica acceder a procesos automatizados de alto nivel, favoreciendo la competitividad y aumentando la rentabilidad conjunta del ecosistema logístico. En el contexto colombiano, donde muchas empresas enfrentan barreras económicas y tecnológicas para modernizar sus almacenes, esta propuesta representa una alternativa viable y altamente eficiente.

Además, Loske et al. (2024) aportan evidencia empírica sobre la relación entre las características físicas de los productos y el desempeño de las operaciones de picking. A partir del análisis de más de 3,3 millones de registros en un centro logístico de distribución de alimentos, los autores encuentran que ciertos atributos del producto tienen un impacto directo sobre los tiempos de recogida. En particular, una mayor robustez y estabilidad en los productos reduce los errores de manipulación y mejora la eficiencia del proceso.

Cuando la automatización se integra con sistemas bien diseñados, los beneficios en términos de eficiencia, precisión y reducción de costos se amplifican, lo que contribuye a incrementar la rentabilidad de los almacenes comercializadores. Estos hallazgos son especialmente relevantes para el contexto colombiano, donde las decisiones operativas deben considerar tanto los costos logísticos como la sostenibilidad ambiental.

Desde una perspectiva comercial, Tagashira (2022) demuestra que la automatización no solo tiene efectos operativos, sino también comunicacionales. En un análisis econométrico realizado sobre 96 empresas japonesas del sector minorista, se concluyó que aquellas que hicieron pública la adopción de tecnologías de automatización experimentaron un aumento en sus ventas, gracias a una mejora en la percepción de calidad y eficiencia por parte de los consumidores (p. 6).

Este fenómeno, conocido como efecto de señalización, sugiere que la implementación visible de tecnología puede actuar como una herramienta de diferenciación competitiva, algo que podría ser aprovechado también por empresas comercializadoras en Colombia.

Finalmente, Lorson et al. (2023) abordan el papel de las interacciones humano-máquina en contextos de automatización parcial. El estudio subraya que la eficiencia de estos sistemas depende en gran medida de variables humanas como la motivación, la carga cognitiva, la percepción de justicia y la confianza en el sistema automatizado.

Los autores concluyen que, para lograr una implementación exitosa, especialmente en contextos laborales como el colombiano, es fundamental diseñar sistemas colaborativos en los que la tecnología potencie las capacidades humanas y no las reemplace completamente. Esta visión integradora asegura no solo una mejora en la rentabilidad, sino también en la aceptación y sostenibilidad del cambio tecnológico dentro de la organización.

2.6.Hipótesis

La automatización en los procesos de los almacenes comercializadores se ha consolidado como una herramienta clave para reducir tiempos operativos, minimizar errores, mejorar el control del inventario y aumentar la eficiencia diaria, lo que permite a las empresas operar con menores costos y mejores niveles de servicio. Estas mejoras generan un impacto directo en el desempeño financiero, especialmente en un entorno competitivo como el colombiano, donde optimizar recursos es determinante para sostener la rentabilidad y, específicamente, el margen neto. Por esta razón, planteamos que existe una asociación positiva y significativa entre el nivel de automatización y el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia.

3. Metodología

Con el propósito de analizar la relación entre la automatización de procesos y el margen neto en las empresas con almacenes comercializadores en Colombia, se desarrolló un diseño metodológico de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) y correlacional. Este enfoque permitió recopilar y procesar datos financieros objetivos, así como clasificar los niveles de automatización a partir de fuentes secundarias. La estrategia central consistió en obtener información estandarizada de empresas comercializadoras a través de la plataforma EMIS, complementada con búsquedas documentales y en línea que facilitaron la caracterización de las organizaciones y su grado de automatización.

Inicialmente, se descargaron los estados financieros (estado de resultados y balance general) de todas las empresas comercializadoras disponibles en EMIS. Para esto, se aplicó un proceso de filtrado dentro de la plataforma: primero se seleccionó Colombia como país y posteriormente, se utilizó el filtro de industria para identificar específicamente a las empresas clasificadas como almacenes comercializadores, posteriormente se filtró el año 2024. Con esta base inicial, se procedió a realizar un filtrado que garantizara la integridad de los datos, manteniendo únicamente aquellas empresas que presentaran registros consistentes en variables financieras clave como activos totales, pasivos, patrimonio, efectivo, activos intangibles, propiedad planta y equipo, flujos de efectivo, ingresos operativos, EBIT y utilidad neta.

El resultado de este proceso fue una muestra final de 219 empresas, las cuales se clasificaron en cuatro sectores con el fin de facilitar un análisis más homogéneo: hidrocarburos y energía, víveres y alimentos, retail y comercio general, y manufactura. La categorización se llevó a cabo a partir de la revisión del sector registrada en la plataforma EMIS, complementada con

información obtenida en las páginas oficiales de las empresas, reportes públicos y otras fuentes disponibles en internet. En casos específicos, algunas organizaciones fueron catalogadas en dos sectores (manufactura y comercialización) cuando simultáneamente producían y distribuían bienes.

A partir de la base de datos descargada desde la plataforma EMIS, se construyó un conjunto de variables esenciales para el análisis: el nivel de automatización, definido a partir de la evidencia de procesos automatizados reportada en documentos empresariales y fuentes verificables en internet; y el margen neto, calculado como la relación entre la utilidad neta y los ingresos operativos totales. Con estas variables se buscó evaluar la relación entre la automatización de procesos y el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia.

La información recolectada fue procesada en Microsoft Excel mediante el uso de herramientas de análisis de datos, a través de las cuales se realizaron tanto los cálculos de estadística descriptiva como la estimación de la regresión lineal correspondiente al estudio. El análisis se efectuó con datos del año 2024, utilizando exclusivamente la información disponible para dicho periodo, lo que permitió obtener resultados a partir de un conjunto de observaciones completas para todas las empresas incluidas en la muestra. En este proceso, la variable dependiente fue el margen neto, mientras que la variable independiente correspondió al nivel de automatización, según se describe en la Tabla 1 con sus respectivas definiciones y forma de medición.

Tabla 1. Variables utilizadas en el estudio

Nombre	Descripción
Margen neto	Porcentaje de ganancia final después de deducir todos los gastos.
Automatización	Grado de uso de tecnología en los procesos.
Sector	Conjunto de industrias por actividad económica

Fuente. Elaboración de los Autores

$$Margen\ neto_i = B_0 + B_1Automatización_i + E$$

Donde:

- i es el individuo.
- β_1 es el coeficiente estimado que acompaña a la variable independiente.
- α_i es la constante estimada por el modelo.
- E es el termino de error.

El análisis se desarrolló a partir de la estimación de un conjunto de modelos de regresión lineal ejecutados en Microsoft Excel, utilizando el complemento “Análisis de datos”. En primera instancia, se elaboró un modelo general con la muestra consolidada de 219 empresas, con el propósito de identificar si, en términos agregados, el nivel de automatización presenta un efecto estadísticamente significativo sobre el margen neto (Figura 2).

Con el fin de profundizar en la heterogeneidad entre distintos tipos de empresas y estructuras productivas, se aplicó el mismo modelo de regresión a seis subconjuntos adicionales: uno conformado únicamente por las empresas clasificadas como Pymes, según los criterios del Decreto 957 del 05 de junio de 2019; otro compuesto exclusivamente por las empresas grandes

que no cumplen dicha clasificación; y cuatro subconjuntos correspondientes a los sectores definidos en la investigación: Hidrocarburos y Energía, Víveres y Alimentos, Retail y Comercio General, y Manufactura. En total, se obtuvieron siete regresiones (Figuras 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14), lo que permitió examinar cómo varía la relación entre automatización y margen neto según el tamaño y la naturaleza económica de las empresas.

Figura 2 (Modelo general): Presenta los resultados consolidados de las 219 empresas, ofreciendo una visión amplia de la relación entre automatización y margen neto.

Figura 4 (Modelo para Pymes): Resume los resultados para empresas pequeñas y medianas, donde la automatización se asocia principalmente con mejoras de eficiencia que pueden reflejarse en el margen neto.

Figura 6 (Modelo para empresas grandes): Concentra el análisis en firmas con mayor capacidad de inversión, cuyos niveles de margen neto pueden responder de forma distinta a la automatización.

Figura 8 (Sector de Hidrocarburos y Energía): Reúne empresas de un sector donde el margen neto está fuertemente influenciado por la regulación, los precios internacionales y los costos energéticos, aspectos que inciden en la sensibilidad del margen frente a la automatización.

Figura 10 (Sector de Víveres y Alimentos): Muestra los resultados para empresas de consumo masivo, donde la automatización está vinculada principalmente con la eficiencia logística, la reducción de costos y la continuidad operativa, factores que inciden directamente en el margen neto.

Figura 12 (Sector de Retail y Comercio General): Se enfoca en un sector caracterizado por altos costos fijos y exigencias de eficiencia en inventarios.

Figura 14 (Sector de Manufactura): Agrupa a empresas productivas, cuyo margen neto depende en gran medida de la gestión de insumos, la innovación y la eficiencia energética, factores que pueden tener un peso mayor que el nivel de automatización en la variación de los resultados.

Estas siete figuras en conjunto permiten identificar un patrón general de asociación positiva entre el nivel de automatización y el margen neto, al tiempo que evidencian diferencias relevantes según el tamaño empresarial y las características sectoriales. En consecuencia, el análisis comparativo aporta una visión más matizada, revelando impactos diferenciados y destacando la necesidad de un enfoque segmentado para comprender el papel de la automatización en el comportamiento del margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia.

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación corresponde a un estudio de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), no experimental y de alcance correlacional. Este tipo de diseño resulta adecuado porque permite analizar la relación existente entre dos variables, el nivel de automatización y el margen neto empresarial, sin manipularlas directamente, observándolas en su contexto natural. El enfoque mixto se justifica debido a que la variable financiera (margen neto) proviene de datos cuantitativos verificables, mientras que el nivel de automatización parte inicialmente de información cualitativa obtenida mediante revisión documental sobre infraestructura logística, presencia de CEDIS y uso de tecnologías aplicadas en los procesos de almacenamiento. Posteriormente, dicha información cualitativa es categorizada y transformada en una escala ordinal, lo que permite clasificar el grado de automatización y convertirlo en una medida susceptible de análisis estadístico. Esta integración de técnicas cualitativas para la construcción

de la variable y cuantitativas para su tratamiento estadístico hace posible aplicar un modelo de regresión que evalúa la asociación entre ambas variables dentro del contexto real de las empresas comercializadoras en Colombia.

El diseño fue transversal, dado que la información se recopiló y procesó en un solo momento a partir de datos históricos del 2024, con el propósito de establecer comparaciones entre ellos. Como señalan Hernández et al. (2014), este tipo de estudios busca describir asociaciones estadísticas sin modificar las condiciones originales de los fenómenos.

El análisis estadístico contempló la depuración de datos mediante la exclusión de empresas que no contaban con estados financieros completos o que no presentaban información verificable sobre la existencia de un centro de distribución (CEDI) o la implementación de procesos de automatización. Para la etapa de validación se emplearon únicamente dos variables: el margen neto como variable dependiente y el nivel de automatización como variable independiente. La automatización se clasificó en tres rangos (1-3), establecidos a partir de la evidencia obtenida en fuentes secundarias relacionadas con infraestructura logística y reportes de tecnologías aplicadas. Finalmente, se aplicó un modelo de regresión lineal simple sobre la base de los criterios y filtros previamente descritos, con el propósito de examinar la relación entre las variables seleccionadas.

3.2.Población y muestra

La población objeto de estudio estuvo conformada por todas las empresas comercializadoras registradas en la plataforma EMIS que contaban con información financiera pública correspondiente al año 2024. Aunque la base general de la plataforma contiene

información de poco más de 10.000 empresas comercializadoras en Colombia, a partir de este universo se construyó una muestra inicial cercana a las 1.000 organizaciones con información relevante para los objetivos del estudio. No obstante, tras el proceso de depuración, que exigía estados financieros completos y comparables en los rubros analizados, así como información verificable sobre la existencia de CEDIS o la implementación de procesos de automatización, la muestra final quedó conformada por 219 compañías, las cuales pudieron ser categorizadas adecuadamente según su nivel de automatización. Es importante resaltar que, de acuerdo con los criterios estadísticos para poblaciones ligeramente superiores a 10.000 empresas, el tamaño de muestra requerido para un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 % es de aproximadamente 215 empresas; por lo tanto, la muestra obtenida de 219 compañías supera este umbral, garantizando una representatividad adecuada para los fines del estudio.

El criterio de selección correspondió a un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que la inclusión de las empresas dependía de la disponibilidad de datos financieros y de información verificable sobre su grado de automatización. Este enfoque es común en estudios donde no toda la población objetivo está dispuesta o en capacidad de proporcionar datos completos y verificables (Etikan, Musa y Alkassim, 2016).

En cuanto a la distribución sectorial de la muestra final, se agruparon 22 empresas en hidrocarburos y energía, 51 en víveres y alimentos, 124 en retail y comercio general, y 43 en manufactura (algunas clasificadas en doble categoría). Este enfoque segmentado permitió realizar análisis más consistentes, evitando sesgos derivados de las diferencias estructurales entre industrias.

3.3. Instrumento de recolección de información

El principal instrumento de recolección fue una base de datos construida a partir de los estados financieros descargados de EMIS, la cual integró información de balances generales y estados de resultados para el año 2024. Esta información se complementó con búsquedas en internet y páginas oficiales de las compañías, con el fin de identificar evidencia de automatización y existencia de centros de distribución.

Para categorizar el nivel de automatización, se diseñó una escala ordinal de tres rangos, definida de la siguiente manera:

- Automatización baja (Rango 1): empresas con existencia de CEDI pero sin evidencia clara de sistemas automatizados. Aunque contar con un CEDI implica infraestructura logística consolidada, solo se ubicó en el nivel más bajo porque no se identificaron indicios suficientes de automatización activa. Sin embargo, se consideró adecuado incluirlas en la escala, dado que la presencia de un CEDI sugiere procesos logísticos robustos y una probabilidad relativamente alta de incorporar alguna automatización básica o potencial futura automatización.
- Automatización media (Rango 2): empresas que muestran evidencia concreta de automatización en procesos logísticos, de almacenamiento o de distribución, pero sin referencia explícita a la existencia de un CEDI. Estas presentan un nivel claramente superior al rango 1, pues la presencia verificada de tecnologías automatizadas indica una adopción real y operativa de herramientas de automatización, aunque no integradas a una infraestructura logística centralizada.

- Automatización alta (Rango 3): empresas con evidencia simultánea de automatización y presencia de CEDI. Se clasificaron en el rango más alto porque combinan dos elementos clave: infraestructura logística avanzada y adopción activa de tecnologías automatizadas, lo que implica el mayor nivel de sofisticación operativa dentro de la muestra.

La elección de esta escala de 1 a 3 se fundamenta en cuatro razones metodológicas principales:

Disponibilidad y heterogeneidad de la información: La información pública sobre automatización es limitada y desigual entre empresas. En ausencia de indicadores técnicos estandarizados, solo fue posible construir categorías basadas en evidencia verificable. Una escala más detallada hubiese generado categorías difíciles de diferenciar de manera fiable.

Correspondencia natural con los patrones encontrados:

Las búsquedas en fuentes secundarias revelaron tres configuraciones de evidencia:

- Existencia de CEDI sin automatización visible.
- Automatización sin CEDI.
- Automatización junto con CEDI.

Estas agrupaciones se ajustan de forma lógica a una escala ordinal de tres niveles.

Justificación del orden de la escala ($1 < 2 < 3$):

El orden responde al grado creciente de complejidad y madurez operativa:

- El Rango 1 se asignó a empresas con CEDI porque, aunque no se identificó automatización explícita, la existencia de un CEDI indica procesos logísticos

estructurados y una mayor probabilidad de incorporar automatización, pero sin evidencia concluyente.

- El Rango 2 refleja un nivel superior, pues incluye empresas con automatización verificada, incluso si no cuentan con CEDI. La presencia demostrada de tecnología automatizada implica un mayor nivel operativo que el rango 1.
- El Rango 3 representa la máxima categoría, integrando tanto automatización como CEDI, lo cual denota el nivel más alto de sofisticación tecnológica y logística.

Pertinencia estadística:

Una escala de tres rangos facilita la conversión de información cualitativa en valores cuantificables sin perder su carácter ordinal. Además, permite mantener un equilibrio adecuado entre simplicidad analítica e interpretación estadística dentro del modelo de regresión lineal simple.

Esta clasificación permitió transformar información cualitativa en datos cuantificables para el análisis. En paralelo, se definió el margen neto como variable dependiente y el nivel de automatización como variable independiente.

3.4.Procedimientos

- Construcción de la base de datos (EMIS): se recopilaron los estados financieros de todas las empresas comercializadoras disponibles para el año 2024.
- Depuración de la muestra: se eliminaron aquellas compañías que no contaban con información completa en las variables definidas.

- Clasificación sectorial: las empresas fueron categorizadas en cuatro sectores mediante revisión documental y búsqueda en internet.
- Determinación del nivel de automatización: se asignó un puntaje de 1 a 3 a cada empresa según la evidencia de automatización y existencia de CEDI.
- Procesamiento en el complemento “Análisis de datos” de Excel: se incorporó la base de datos previamente depurada conforme a todos los criterios establecidos.
- Aplicación del modelo estadístico: se ejecutaron varias regresiones lineales para
- Interpretación y discusión: los hallazgos se contextualizaron con el marco teórico y literatura existente, destacando las implicaciones para la gestión empresarial en Colombia.
- Redacción final: se documentaron los resultados y se sometió el trabajo a revisión académica para su entrega y sustentación final.

4. Análisis de los resultados

La Tabla 2 presenta los coeficientes obtenidos a partir de los modelos de regresión lineal simple estimados para la muestra total y para cada uno de los subconjuntos analizados según tamaño empresarial (Pymes y empresas grandes) y sector económico. En todos los casos se modeló el margen neto como variable dependiente y el nivel de automatización como variable independiente. Los valores numéricos corresponden a los coeficientes estimados para la automatización y la constante, mientras que los asteriscos indican el nivel de significancia estadística: un asterisco (*) indica $p < 0,10$, dos asteriscos (**) $p < 0,05$ y tres asteriscos (***) $p < 0,01$.

Tabla 2. Coeficiente por tamaño, sector y nivel de significancia.

	Modelo general	Pymes	Empresas grandes	Hidrocarburos y energía	Viveres y alimentos	Retail y comercio	Manufactura
Automatización	-0,001	0,020**	-0,017	-0,003	0,018***	0,012	0,005
Constante	0,021	-0,022	0,053	0,038	-0,020	0,036	0,0023

***	$p < 0,01$
**	$p < 0,05$
*	$p < 0,1$

Nota: Elaboración propia

De esta manera, la Tabla 2 permite identificar cómo varía el efecto del nivel de automatización sobre el margen neto según el tamaño empresarial (Pymes y empresas grandes) y los sectores evaluados (hidrocarburos y energía, viveres y alimentos, retail y comercio general, y manufactura), además de comparar estos resultados con el comportamiento general de la muestra total.

A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos a partir del procesamiento de la base de datos de 219 empresas, descargada de EMIS y depurada según los criterios establecidos en la metodología. El análisis se estructura en tres niveles: primero se expone el modelo general con todas las empresas de la muestra, después se profundiza en los resultados diferenciados por tamaño empresarial y, finalmente, se describen las particularidades observadas en cada uno de los cuatro sectores económicos considerados en la investigación.

4.1 Modelo general

Figura 1. Estadística descriptiva modelo general

<i>Margen Neto</i>		<i>Automatizacion</i>	
Media	0,017	Media	2,361
Desviación estándar	0,103	Desviación estándar	0,705
Mínimo	-0,706	Mínimo	1,000
Máximo	0,824	Máximo	3,000
Cuenta	219	Cuenta	219

Nota: Elaborado por medio de Excel

La Figura 1 presenta la estadística descriptiva del modelo general. En ella se resumen los valores mínimos, máximos, promedios y dispersión tanto del margen neto como del nivel de automatización para las 219 empresas incluidas en la muestra. En términos generales, se observa un margen neto promedio positivo, aunque con una variabilidad importante entre compañías, lo que refleja diferencias en eficiencia, estructura de costos y rentabilidad entre los distintos modelos de negocio. El nivel de automatización, medido mediante la escala ordinal de tres rangos, se concentra principalmente en niveles bajos y medios, lo que confirma que la adopción de tecnologías automatizadas en almacenes comercializadores aún se encuentra en una fase inicial para una parte importante de la muestra.

Figura 2. Modelo general

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,010
Coefficiente de determinación R ²	0,000
R ² ajustado	-0,005
Error típico	0,103
Observaciones	219

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,000	0,000	0,022	0,881
Residuos	217	2,313	0,011		
Total	218	2,313			

<i>Margen neto</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,021	0,024	0,844	0,400	-0,028	0,069	-0,028	0,069
Automatización	-0,001	0,010	-0,150	0,881	-0,021	0,018	-0,021	0,018

Nota: Elaborado por medio de Excel

La Figura 2 muestra los resultados del modelo de regresión lineal simple estimado para la muestra total. En este caso, el coeficiente asociado al nivel de automatización es negativo y de pequeña magnitud ($\beta = -0,001$) y no presenta significancia estadística, lo que indica que, para el conjunto de las 219 empresas, no se identifica una asociación estadísticamente robusta entre el nivel de automatización y el margen neto. Es decir, cuando se observan todas las empresas de manera agregada, el incremento en el nivel de automatización no se traduce, en promedio, en cambios significativos en el margen neto desde el punto de vista estadístico.

Este resultado sugiere que el efecto de la automatización sobre el desempeño financiero no es homogéneo en toda la muestra y que, posiblemente, se encuentra condicionado por características específicas de las empresas, como su tamaño, su sector de actividad o la forma en que integran la tecnología en sus procesos. Por lo cual, resulta pertinente analizar los resultados de manera desagregada, diferenciando entre Pymes y empresas grandes y, posteriormente, entre sectores económicos.

4.2 Resultados por tamaño empresarial

4.2.1 Pymes

Figura 3. Estadística descriptiva Pymes

<i>Margen Neto</i>		<i>Automatizacion</i>	
Media	0,023	Media	2,232
Desviación estándar	0,058	Desviación estándar	0,657
Mínimo	-0,195	Mínimo	1,000
Máximo	0,336	Máximo	3,000
Cuenta	112	Cuenta	112

Nota: Elaborado por medio de Excel

La Figura 3 presenta la estadística descriptiva del subconjunto de empresas clasificadas como Pymes según el Decreto 957 de 2019, mientras que la Figura 4 recoge los resultados de la regresión lineal simple para este grupo. En términos descriptivos, las Pymes exhiben márgenes netos en general más ajustados y una dispersión considerable, lo que es consistente con modelos de negocio más sensibles a variaciones en costos, demanda y acceso a financiamiento. El nivel de automatización tiende a ubicarse entre los rangos 1 y 2, lo que indica que la mayoría de estas empresas se encuentra en etapas iniciales o intermedias de adopción tecnológica.

Figura 4. Modelo para Pymes

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,230
Coefficiente de determinación R ²	0,053
R ² ajustado	0,044
Error típico	0,057
Observaciones	112

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA</i>					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,020	0,020	6,165	0,015
Residuos	110	0,352	0,003		
Total	111	0,372			

<i>Margen neto</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	-0,022	0,019	-1,159	0,249	-0,060	0,016	-0,060	0,016
Automatizacion	0,020	0,008	2,483	0,015	0,004	0,036	0,004	0,036

Nota: Elaborado por medio de Excel

En el modelo de regresión correspondiente a las Pymes, el coeficiente de automatización es positivo ($\beta = 0,020$) y resulta estadísticamente significativo al 5 %, lo que indica que, dentro de este grupo, niveles más altos de automatización se asocian con un mayor margen neto. Aunque la magnitud del coeficiente es moderada, su significancia sugiere que, para estas empresas, avanzar de un rango inferior a uno superior de automatización puede contribuir a

mejorar sus resultados financieros, probablemente a través de ganancias en eficiencia operativa, reducción de errores y mejor uso de los recursos disponibles.

Este hallazgo es especialmente relevante si se tiene en cuenta que las Pymes suelen enfrentar mayores restricciones de capital y capacidades técnicas. En este contexto, el hecho de que la automatización sí muestre un efecto positivo y significativo en este segmento refuerza la idea de que las inversiones en tecnología pueden convertirse en un mecanismo para compensar limitaciones estructurales y mejorar la competitividad.

4.2.2 Empresas grandes

Figura 5. Estadística descriptiva para empresas grandes

<i>Margen Neto</i>		<i>Automatizacion</i>	
Media	0,011	Media	2,495
Desviación estándar	0,135	Desviación estándar	0,732
Mínimo	-0,706	Mínimo	1,000
Máximo	0,824	Máximo	3,000
Cuenta	107	Cuenta	107

Nota: Elaborado por medio de Excel

La Figura 5 presenta la estadística descriptiva de las empresas grandes, mientras que la Figura 6 muestra el modelo de regresión estimado para este grupo. En comparación con las Pymes, estas compañías tienden a mostrar márgenes netos promedio diferentes y niveles de automatización algo más altos, lo que refleja su mayor capacidad de inversión en infraestructura tecnológica y sistemas logísticos avanzados.

Figura 6. Modelo para empresas grandes

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,091
Coefficiente de determinación R ²	0,008
R ² ajustado	-0,001
Error típico	0,135
Observaciones	107

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,016	0,016	0,876	0,352
Residuos	105	1,917	0,018		
Total	106	1,933			

<i>Margen neto</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,053	0,047	1,127	0,262	-0,040	0,145	-0,040	0,145
Automatización	-0,017	0,018	-0,936	0,352	-0,052	0,019	-0,052	0,019

Nota: Elaborado por medio de Excel

No obstante, el coeficiente estimado para el nivel de automatización en el modelo de empresas grandes es negativo ($\beta = -0,017$) y no significativo estadísticamente. Esto indica que, en este conjunto, no se observa una relación estadísticamente comprobable entre el nivel de automatización y el margen neto. La ausencia de significancia puede interpretarse de varias maneras: por ejemplo, que en empresas grandes el impacto de la automatización sobre la rentabilidad está mediado por otros factores, como la escala de operaciones, la complejidad de la cadena de suministro, la estructura de costos o el tipo de tecnología implementada.

En otras palabras, aunque estas empresas pueden tener niveles de automatización más elevados, esto no se traduce automáticamente en mayores márgenes netos, posiblemente porque la decisión de automatizar responde a estrategias más amplias de posicionamiento, servicio al cliente o crecimiento, y no únicamente a la maximización del margen en el corto plazo.

4.3 Resultados por sector económico

4.3.1 Sector de Hidrocarburos y Energía

Figura 7. Estadística descriptiva sector de hidrocarburos y energía

<i>Margen Neto</i>		<i>Automatizacion</i>	
Media	0,031	Media	2,409
Desviación estándar	0,047	Desviación estándar	0,734
Mínimo	-0,016	Mínimo	1,000
Máximo	0,199	Máximo	3,000
Cuenta	22	Cuenta	22

Nota: Elaborado por medio de Excel

La Figura 7 presenta la estadística descriptiva de las empresas del sector de Hidrocarburos y Energía, mientras que la Figura 8 recoge los resultados del modelo de regresión lineal simple para este grupo. En términos generales, se observa que este sector presenta niveles de margen neto influenciados por condiciones externas, como la volatilidad de los precios internacionales, los costos de producción y transporte, y el marco legal. El nivel de automatización se ubica también en rangos bajos y medios, lo que refleja una adopción tecnológica heterogénea entre empresas.

Figura 8. Sector de hidrocarburos y energía

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,043
Coefficiente de determinación R ²	0,002
R ² ajustado	-0,048
Error típico	0,048
Observaciones	22

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA</i>					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,000	0,000	0,037	0,850
Residuos	20	0,046	0,002		
Total	21	0,046			

<i>Margen neto</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,038	0,036	1,050	0,306	-0,037	0,113	-0,037	0,113
Automatizacion	-0,003	0,014	-0,191	0,850	-0,033	0,027	-0,033	0,027

Nota: Elaborado por medio de Excel

En este sector, el coeficiente de automatización es negativo y no significativo ($\beta = -0,003$), lo que indica que no se encuentra evidencia estadísticamente robusta de que el nivel de automatización explique variaciones en el margen neto de estas compañías. Esto sugiere que la rentabilidad de las empresas de Hidrocarburos y Energía depende en mayor medida de factores estructurales, como los precios de los combustibles, los marcos regulatorios o los costos

asociados a la exploración y producción, que de los proyectos de automatización implementados en los almacenes o centros de distribución.

4.3.2 Sector de Víveres y Alimentos

Figura 9. Estadística descriptiva sector de víveres y alimentos

<i>Margen Neto</i>		<i>Automatizacion</i>	
Media	0,019	Media	2,216
Desviación estándar	0,035	Desviación estándar	0,730
Mínimo	-0,158	Mínimo	1,000
Máximo	0,110	Máximo	3,000
Cuenta	51	Cuenta	51

Nota: Elaborado por medio de Excel

La Figura 9 contiene la estadística descriptiva de las empresas del sector de Víveres y Alimentos, y la Figura 10 presenta el modelo de regresión estimado para este grupo. Este sector se caracteriza por operar con márgenes relativamente ajustados, alta rotación de inventarios y una fuerte presión en costos de abastecimiento y distribución.

Figura 10. Sector de víveres y alimentos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,364
Coefficiente de determinación R ²	0,133
R ² ajustado	0,115
Error típico	0,033
Observaciones	51

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA</i>					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,008	0,008	7,492	0,009
Residuos	49	0,054	0,001		
Total	50	0,062			

<i>Margen neto</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	-0,020	0,015	-1,313	0,195	-0,050	0,010	-0,050	0,010
Automatizacion	0,018	0,006	2,737	0,009	0,005	0,031	0,005	0,031

Nota: Elaborado por medio de Excel

En este caso, el coeficiente estimado para el nivel de automatización es positivo ($\beta = 0,018$) y altamente significativo al 1 %, lo que indica una asociación estadísticamente sólida entre un mayor nivel de automatización y un mejor margen neto dentro de este sector. Esta

relación puede explicarse por el papel que cumple la automatización en la reducción de errores en inventarios, la optimización de procesos de almacenamiento y picking y la mejora en la velocidad y precisión del despacho, elementos críticos en cadenas de suministro de alimentos y productos de consumo masivo.

El resultado sugiere que, en Víveres y Alimentos, la automatización sí se traduce en ventajas financieras tangibles, al contribuir a la reducción de costos operativos y a la estabilidad de los márgenes en un entorno altamente competitivo.

4.3.3 Sector Retail y Comercio General

Figura 11. Estadística descriptiva Sector de retail y comercio

<i>Margen Neto</i>		<i>Automatizacion</i>	
Media	0,007	Media	2,427
Desviación estándar	0,128	Desviación estándar	0,652
Mínimo	-0,706	Mínimo	1,000
Máximo	0,824	Máximo	3,000
Cuenta	124	Cuenta	124

Nota: Elaborado por medio de Excel

La Figura 11 presenta la estadística descriptiva del sector Retail y Comercio General, mientras que la Figura 12 muestra el modelo de regresión correspondiente. Este sector se caracteriza por márgenes netos sensibles a variaciones en el volumen de ventas, estructuras de costos fijos relevantes y una creciente integración de canales físicos y digitales.

Figura 12. Sector de retail y comercio general

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,062
Coefficiente de determinación R ²	0,004
R ² ajustado	-0,004
Error típico	0,128
Observaciones	124

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,008	0,008	0,473	0,493
Residuos	122	1,995	0,016		
Total	123	2,003			

<i>Margen neto</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,036	0,044	0,812	0,418	-0,052	0,124	-0,052	0,124
Automatización	0,012	0,018	-0,687	0,493	-0,047	0,023	-0,047	0,023

Nota: Elaborado por medio de Excel

En este caso, el coeficiente de automatización es positivo ($\beta = 0,012$), aunque no alcanza niveles de significancia estadística convencionales. Esto indica que, si bien existe una tendencia a que mayores niveles de automatización se asocien con mejor margen neto, la evidencia no es suficientemente fuerte como para afirmarlo con certeza estadística.

Una posible explicación es que muchos proyectos de automatización en el sector retail se enfocan en mejorar la experiencia del cliente, la integración omnicanal o la trazabilidad, beneficios que pueden no reflejarse de manera inmediata en el margen neto, pero sí en otros indicadores como satisfacción del cliente, participación de mercado o crecimiento de ingresos.

4.3.4 Sector Manufactura

Figura 13. Estadística descriptiva sector de manufactura

<i>Margen Neto</i>		<i>Automatización</i>	
Media	0,034	Media	2,349
Desviación estándar	0,068	Desviación estándar	0,752
Mínimo	-0,075	Mínimo	1,000
Máximo	0,336	Máximo	3,000
Cuenta	43	Cuenta	43

Nota: Elaborado por medio de Excel

La Figura 13 presenta la estadística descriptiva de las empresas del sector Manufactura, y la Figura 14 recoge los resultados del modelo de regresión lineal simple para este grupo. Este

sector se distingue por su énfasis en la eficiencia productiva, el control de costos de insumos y la gestión de capacidades de planta.

Figura 14. Sector de manufactura

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,052
Coefficiente de determinación R ²	0,003
R ² ajustado	-0,022
Error típico	0,069
Observaciones	43

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,001	0,001	0,111	0,740
Residuos	41	0,193	0,005		
Total	42	0,193			

<i>Margen neto</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,023	0,035	0,665	0,510	-0,047	0,093	-0,047	0,093
Automatización	0,005	0,014	0,334	0,740	-0,024	0,033	-0,024	0,033

Nota: Elaborado por medio de Excel

En el modelo estimado, el coeficiente de automatización es positivo ($\beta = 0,005$), aunque no significativo estadísticamente. Esto sugiere que, en las empresas manufactureras analizadas, el nivel de automatización de los almacenes no aparece como un determinante estadísticamente relevante del margen neto. Es probable que, en este sector, la rentabilidad esté más asociada a la automatización de procesos productivos, a la innovación en productos, al control de materias primas o a la eficiencia energética, dimensiones que no fueron objeto directo de este modelo.

5. Discusión de los resultados

Los hallazgos obtenidos permiten matizar la hipótesis planteada en la investigación, según la cual se esperaba una asociación positiva y significativa entre el nivel de automatización y el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia. Aunque esta relación no se confirma para la muestra total, la evidencia sí muestra efectos positivos y significativos en segmentos específicos, lo que indica que el impacto de la automatización es condicionado y depende del contexto empresarial y sectorial.

En el caso de las Pymes, el efecto positivo y significativo de la automatización sobre el margen neto es consistente con la literatura que destaca el potencial de la tecnología para mejorar la productividad y la eficiencia en empresas con recursos limitados. Estudios como los de Azadeh et al. (2019), Fragapane et al. (2021) y Jarašūnienė et al. (2023) muestran que la implementación de sistemas automatizados, robots móviles, RFID o soluciones basadas en IoT permite reducir tiempos, errores y costos operativos, generando impactos favorables sobre la rentabilidad. En este sentido, los resultados empíricos de esta tesis sugieren que, cuando las Pymes logran superar las barreras de inversión y conocimiento, la automatización puede convertirse en un factor diferenciador que mejora su desempeño financiero.

Algo similar ocurre en el sector de Víveres y Alimentos, donde la automatización muestra un efecto positivo y altamente significativo. Este hallazgo se alinea con los planteamientos de De Koster et al. (2017), Tong et al. (2023) y Loske et al. (2024), quienes resaltan el papel de la automatización y del diseño eficiente de almacenes en cadenas de suministro de alta rotación, como las de alimentos, en las que la precisión en inventarios, la rapidez en el picking y la reducción de errores tienen un impacto directo en los costos y en la estabilidad del margen.

Por otro lado, la ausencia de significancia estadística en el modelo general y en los sectores de Hidrocarburos y Energía, Retail y Manufactura sugiere que la automatización, por sí sola, no garantiza mejores márgenes netos. Este resultado es coherente con los planteamientos de Acemoglu y Restrepo (2019), quienes afirman que el impacto de la automatización depende de cómo se reestructuren las tareas, se rediseñen los procesos y se integre el trabajo humano con las nuevas tecnologías. En sectores como Hidrocarburos o Manufactura, la rentabilidad está fuertemente modulada por factores externos (precios internacionales, costos de materias primas, regulación) o por otras dimensiones tecnológicas (automatización de líneas de producción, innovación de producto), que no fueron modeladas directamente en este estudio.

En el sector retail, la tendencia positiva pero no significativa del coeficiente de automatización puede interpretarse como un efecto en construcción. Tal como señalan McKinsey & Company (2023a, 2023b) y Tagashira (2022), muchas inversiones en automatización y digitalización en este sector se orientan a mejorar la experiencia del cliente, la disponibilidad de producto, el uso de canales digitales y la percepción de calidad, aspectos que pueden tardar más tiempo en reflejarse en el margen neto, pero que contribuyen a la competitividad en el mediano plazo.

En términos generales, los resultados refuerzan la idea de que la automatización debe entenderse como una herramienta estratégica cuyo impacto financiero depende de la forma en que se integra a los procesos, de la estructura sectorial y del tamaño de la empresa. No basta con incorporar tecnología; es necesario acompañarla de una adecuada gestión del cambio, capacitación del talento humano, planificación financiera y alineación con los objetivos de negocio, tal como proponen Lorson et al. (2023) y Lepistö et al. (2021).

6. Conclusiones

El presente trabajo cumplió con el objetivo de analizar la asociación entre el nivel de automatización de los procesos logísticos y el margen neto de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia, a partir de un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) y correlacional basado en datos secundarios. El modelo de regresión lineal simple, estimado con información financiera de 219 empresas para el año 2024, permitió evaluar esta relación tanto para la muestra total como para distintos segmentos según tamaño y sector económico.

Las principales conclusiones son las siguientes:

- En la muestra total no se encontró una relación estadísticamente significativa entre el nivel de automatización y el margen neto. El coeficiente de automatización en el modelo general resulta de pequeña magnitud y sin significancia estadística, lo que indica que, de forma agregada, el nivel de automatización de los almacenes no explica por sí solo las variaciones en la rentabilidad neta de las empresas.
- En las Pymes sí se observa una asociación positiva y significativa entre automatización y margen neto. El coeficiente positivo y significativo para este grupo sugiere que avanzar en el nivel de automatización se relaciona con mejoras en la rentabilidad, probablemente por la reducción de errores, el aumento de la productividad y una mejor utilización de los recursos. Esto refuerza el papel de la automatización como herramienta estratégica para fortalecer la competitividad de las pequeñas y medianas empresas.
- El sector de Víveres y Alimentos presenta una relación robusta entre automatización y margen neto. En este sector, el coeficiente de automatización es positivo y altamente significativo, lo que indica que la automatización de procesos logísticos y de almacén

aporta beneficios financieros claros en cadenas de suministro caracterizadas por alta rotación y presión sobre los costos.

- En empresas grandes y en los sectores de Hidrocarburos y Energía, Retail y Manufactura no se encontraron efectos estadísticamente significativos de la automatización sobre el margen neto. Esto sugiere que, en estos casos, la rentabilidad está más influida por factores externos o estratégicos no capturados en el modelo, como precios internacionales, estructura de mercado, innovación productiva o políticas de financiamiento.
- El impacto de la automatización es contingente y heterogéneo. La evidencia empírica muestra que la automatización no tiene un efecto uniforme en todos los contextos, sino que su influencia depende del tamaño empresarial y del sector económico. Esto implica que las decisiones de inversión en automatización deben considerar las particularidades de cada organización y de su entorno competitivo.

7. Recomendaciones

1. Recomendaciones para las empresas

- Priorizar la automatización en Pymes y en cadenas de víveres y alimentos: dado que en estos segmentos se observó un efecto positivo y significativo sobre el margen neto, se recomienda que las Pymes y las empresas del sector de Viveres y Alimentos consideren la automatización de sus almacenes como una inversión estratégica, especialmente en procesos de recepción, almacenamiento, picking y despacho.
- Implementar la automatización de forma gradual y alineada con la estrategia financiera: la decisión de automatizar debe acompañarse de un análisis de retorno esperado, flujos de caja y capacidad de endeudamiento, de manera que las inversiones tecnológicas no comprometan la estabilidad financiera de la empresa.
- Acompañar la automatización con gestión del cambio y capacitación: la evidencia sugiere que el éxito de la automatización depende también de factores humanos y organizacionales. Por esto, se recomienda invertir en formación del personal, rediseño de procesos y mecanismos de comunicación interna que faciliten la adopción de nuevas tecnologías.
- En empresas grandes y sectores donde la relación no fue significativa, complementar la automatización con otras estrategias: para estos casos, la automatización debería integrarse con iniciativas de innovación en producto, mejora de la eficiencia energética, diversificación de mercados o rediseño de la cadena de suministro, de manera que su impacto se potencie dentro de una estrategia más amplia.

2. Recomendaciones para la formulación de políticas públicas

- Diseñar programas de apoyo a la automatización en Pymes: dado que la automatización muestra efectos positivos claros en este grupo, se sugiere que entidades públicas y gremiales promuevan líneas de crédito, incentivos tributarios o programas de cofinanciación orientados específicamente a la modernización tecnológica de almacenes en Pymes.
- Fomentar la difusión de buenas prácticas y casos de éxito: La creación de espacios de divulgación, formación y transferencia de conocimiento sobre automatización en logística puede reducir las barreras de información y percepción de riesgo en empresas que aún no han iniciado este proceso.

3. Recomendaciones para futuras investigaciones

- Incorporar nuevas variables explicativas: el modelo utilizado se centró exclusivamente en el nivel de automatización y el margen neto. Futuros estudios podrían incluir variables como indicadores de eficiencia operativa, niveles de servicio al cliente, intensidad de capital, estructura de costos o grado de integración digital, con el fin de ampliar la comprensión del impacto de la automatización.
- Profundizar en estudios de caso cualitativos o mixtos: sería valioso complementar el análisis cuantitativo con estudios de caso que permitan observar en detalle cómo se implementan los proyectos de automatización en los almacenes, qué retos enfrentan las empresas y qué factores explican su éxito o fracaso.

4. Limitaciones del estudio

El estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la información proviene exclusivamente de datos secundarios obtenidos en EMIS y de evidencia documental sobre automatización, lo que impide verificar

directamente los procesos internos de cada empresa. Además, el nivel de automatización se midió mediante una escala ordinal construida a partir de fuentes públicas, lo que puede subestimar o sobreestimar su grado real. El análisis se realizó con datos de un solo año (2024), por lo que no captura efectos de largo plazo ni la evolución de la automatización en el tiempo. Finalmente, el modelo estadístico utilizó únicamente una variable independiente, dejando por fuera factores adicionales que también pueden influir en el margen neto.

A pesar de que el margen neto es una variable verificable, calculada directamente a partir de los estados financieros oficiales, esta medida puede simplificar el efecto real de la automatización en la rentabilidad, ya que no refleja matices operativos como el nivel de integración tecnológica, la curva de aprendizaje interna o la eficiencia diferencial entre tecnologías parcialmente automatizadas y sistemas plenamente autónomos. Por lo tanto, aun cuando la variable dependiente esté correctamente cuantificada, su interpretación puede subestimar la complejidad de las mejoras logísticas derivadas de la automatización.

Asimismo, el modelo empleado identifica únicamente la asociación entre el nivel de automatización y el margen neto, dejando por fuera variables de control que podrían enriquecer la explicación estadística del fenómeno. Factores como la estructura de capital, la intensidad de uso de activos, el costo de la energía, el nivel de integración en la cadena de suministro o la madurez tecnológica de la industria pueden influir de manera conjunta en la rentabilidad y modificar el impacto observado de la automatización. Si bien el análisis comparó resultados por tamaño empresarial y sector, futuras investigaciones podrían incorporar estos elementos adicionales a fin de captar con mayor precisión la complejidad financiera y operativa de las empresas con almacenes comercializadores en Colombia.

Referencias

- Acemoglu, D., y Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30.
- Alharbi, S. S. (2024). Gear up for development: The automation advantage for sustainability in manufacturing in the Kingdom of Saudi Arabia. *Sustainability*, 16(11), 4386.
- Anđelković, A., & Radosavljević, M. (2018). Improving order-picking process through implementation of warehouse management system. *Strategic Management*, 23(1).
<https://doi.org/10.5937/StraMan1801003A>
- Azadeh, K., De Koster, R., y Roy, D. (2019). Robotized and automated warehouse systems: Review and recent developments. *Transportation Science*, 53(4), 917–945.
- Blahušiaková, M. (2023). Business process automation – new challenges to increasing the efficiency and competitiveness of companies. *Strategic Management*, 28(3), 18–33.
<https://doi.org/10.5937/StraMan2300038B>
- Coombs, C., Hislop, D., Taneva, S. K., & Barnard, S. (2020). The strategic impacts of Intelligent Automation for knowledge and service work: An interdisciplinary review. *Journal of Strategic Information Systems*, 29 (1), 101600.
- De Koster, R. B. M., Johnson, A. L., & Roy, D. (2017). Warehouse design and management. *International Journal of Production Research*, 55(21), 6327–6330.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1371856>

- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). *Comparison of convenience sampling and purposive sampling*. American Journal of Theoretical and Applied Statistics, 5(1), 1–4.
<https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fragapane, G., De Koster, R., Sgarbossa, F., & Strandhagen, J. O. (2021). Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda. European Journal of Operational Research, 294(2), 405–426.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.01.019>
- Gómez, Y., & Tocancipá, S. (2023). *El futuro de la cadena de suministro desde inteligencia artificial (IA) y las tecnologías de la información*.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Jarašūnienė, A., Čižiūnienė, K., & Čereška, A. (2023). Research on impact of IoT on warehouse management. *Sensors*, 23 (4), 2213.
- Kembro, J., y Norrman, A. (2019). Exploring the impact of big data analytics in logistics: A multiple case study. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.
- Lepistö, N., Valta, J., & Yrjölä, H. (2021). Facilitating SMEs' digital risk management for increased profitability. *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2021)*.

- Liaqat, A., Hutabarat, W., Tiwari, D., Tinkler, L., Harra, D., Morgan, B., Taylor, A., Lu, T., & Tiwari, A. (2019). Autonomous mobile robots in manufacturing: Highway Code development, simulation, and testing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 104(9), 4617–4628. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04257-1>
- Lievano-Martínez, F. A., Fernández-Ledesma, J. D., Burgos, D., Branch-Bedoya, J. W., & Jimenez-Builes, J. A. (2022). Intelligent process automation: An application in manufacturing industry. *Sustainability*, 14(14), 8804. <https://doi.org/10.3390/su14148804>
- Lorson, F., Fügener, A., & Hübner, A. (2023). New teammates in the warehouse: Human interactions with automated and robotized systems. *IIE Transactions*, 55 (5), 536–553.
- Loske, D., Mangiaracina, R., Regattieri, A., & Klumpp, M. (2024). The impact of product packaging characteristics on order picking performance in grocery retailing. *Journal of Business Logistics*, 46 (1), e12400.
- Lowe, A., Nama, Y., Bryer, A., Chabrak, N., Dambrin, C., Jeacle, I., Lind, J., Lorino, P., Robson, K., Bottausci, C., Spence, C., Carter, C., & Svetlova, E. (2020). Problematizing profit and profitability: discussions. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 33(4), 753-793. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2019-4223>
- Macías Ramírez, A. K., Molina Cardona, E. N., & Acevedo Tamayo, A. C. (2023). Importancia del control de inventarios en las Pymes comercializadoras de tecnología tangible en el área metropolitana de Antioquía. *Corporación Universitaria Minuto de Dios*.
- McKinsey & Company. (2023a). *Automation in logistics: Big opportunity, bigger uncertainty*.

McKinsey & Company. (2023b). *Automation in European grocers' supply chains*.

McKinsey & Company. (2023c). *Automation has reached its tipping point*.

Montreuil, B. (2011). Towards a physical internet: Meeting the global logistics sustainability grand challenge. *Logistics Research*.

Puerta Salazar, S., & Rodriguez Hübner, V. A. (2021). *Automatización de almacenes: Nuevas tecnologías*. Universidad de Lima.

Quille, R. V., Valencia de Almeida, F., Borycz, J., Corrêa, P. L. P., Filgueiras, L. V. L., Machicao, J., Almeida, G. M., Midorikawa, E. T., Demuner, V. R. S., Ramírez Bedoya, J. A., & Vajgel, B. (2023). *Performance analysis method for robotic process automation*. *Sustainability*, 15(4), 3702. <https://doi.org/10.3390/su15043702>

Rey Escobar, I., & Valle Nieto, J. E. (2024). Transformación digital en la logística internacional: Estrategias y desafíos de la inteligencia artificial para los inventarios y cadena de suministro en las empresas exportadoras colombianas. *Universidad Pontificia Bolivariana*.

Tagashira, T. (2022). Information effects of warehouse automation on sales in omnichannel retailing. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 66, 102903.

Tong, Q., Ming, X., & Zhang, X. (2023). Construction of sustainable digital factory for automated warehouse based on integration of ERP and WMS. *Sustainability*, 15(1), 1022.

Wang, L., Wang, X., & Cai, X. (2021). The common warehouse model and profit distribution of the express industry. *Algorithms*, 14(2), 50.

- Yang, D., Wu, Y., & Ma, W. (2021). Optimization of storage location assignment in automated warehouse. *Microprocessors and Microsystems*, 80, 103356.
<https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103356>
- Yu, F., & Schweisfurth, T. (2020). Industry 4.0 technology implementation in SMEs: A survey in the Danish-German border region. *International Journal of Innovation Studies*, 4(2), 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.05.001>
- Zadorozhnyi, Z.-M., Muravskyi, V., Pochynok, N., & Hrytsyshyn, A. (2020). Innovation management and automated accounting in the chaotic storage logistics. *Marketing and Management of Innovations*, 2, 313–323.