

Impacto de la Inteligencia Artificial en la Optimización Logística

Juan David Arroyave Ramírez

Asesor

Magister Gabriel Jaime Rivera León

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Ingeniería Industrial

2025

Resumen

La integración de tecnologías basadas en inteligencia artificial (IA) representa una oportunidad clave para transformar los procesos logísticos en un entorno empresarial cada vez más competitivo y dinámico. Esta monografía analiza las principales barreras que enfrentan las empresas logísticas en Colombia para adoptar soluciones de IA, tales como la resistencia al cambio, la falta de capacitación del personal y la limitada inversión en infraestructura tecnológica. El objetivo general es proponer estrategias efectivas que faciliten dicha adopción y contribuyan a mejorar la eficiencia operativa del sector. Para ello, se empleó una metodología con enfoque cualitativo, de tipo descriptivo, sustentada en la revisión documental y análisis de casos aplicados. Entre los hallazgos clave se identifican la necesidad de fortalecer la cultura organizacional orientada a la innovación, y el diseño de programas de formación técnica que acompañen los procesos de digitalización. Se concluye que la adopción efectiva de la IA no solo impulsa la competitividad y productividad logística, sino que también puede contribuir al desarrollo sostenible mediante la optimización de recursos y la reducción del impacto ambiental.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Logística, Transformación Digital, Barreras Tecnológicas, Eficiencia Operativa, Sostenibilidad

Abstract

The integration of artificial intelligence (AI)-based technologies represents a key opportunity to transform logistics processes in an increasingly competitive and dynamic business environment. This paper discusses the main barriers that logistics companies in Colombia face in adopting AI solutions, such as resistance to change, lack of staff training, and limited investment in technological infrastructure. The overall objective is to propose effective strategies that facilitate such adoption and contribute to improving the operational efficiency of the sector. To this end, a methodology with a qualitative approach, of a descriptive type, was used, based on the documentary review and analysis of applied cases. Among the key findings are the need to strengthen the innovation-oriented organizational culture, and the design of technical training programs that accompany the digitalization processes. It is concluded that the effective adoption of AI not only boosts logistics competitiveness and productivity, but can also contribute to sustainable development by optimizing resources and reducing environmental impact.

Keywords: Artificial Intelligence, Logistics, Digital Transformation, Technological Barriers, Operational Efficiency, Sustainability

Tabla de Contenido

Introducción.....	8
Justificación.....	10
Objetivos	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos	11
Problema de Investigación.....	12
Planteamiento del Problema	13
Marco Teórico.....	14
Aplicaciones de IA en Logística	14
Predicción de la Demanda	14
Optimización de Rutas	16
Automatización de Almacenes.....	17
Gestión Inteligente de Inventarios	19
Vehículos Autónomos y Drones.....	21
Procesamiento Automático de Documentos.....	22
Análisis de Riesgos y Resiliencia.....	24
Barreras en la Adopción de IA.....	25
Barreras Tecnológicas	26
Barreras Organizativas	27
Barreras Económicas.....	28
Barreras Culturales.....	29
Capacitación y Adaptación Organizacional.....	31
Importancia del Factor Humano	32
Modelos y Metodologías Aplicables	32
Modelos de Madurez Digital.....	33
Metodologías Ágiles de Transformación	34
Gestión del Cambio Organizacional	34
Justificación en la Selección Metodológica.....	35
Estrategias Para la Adopción de IA en Logística	37
Mejores Prácticas en el Sector.....	37
Implementación Progresiva y Enfoque Piloto.....	37
Cocreación Tecnológica Con el Talento Interno	38

Plataformas Inteligentes y Análisis Predictivo	40
Interoperabilidad Entre Sistemas Logísticos y Uso de APIs.	42
Comparación de Plataformas de IA Aplicadas a Logística	43
Alianzas Estratégicas y Ecosistemas de Innovación	44
Cultura de Datos y Toma de Decisiones Basada en Evidencia	45
Propuestas Para Superar Barreras Tecnológicas y Culturales	47
Barreras Tecnológicas: Interoperabilidad, Infraestructura y Calidad de Datos	47
Barreras Culturales: Resistencia al Cambio y Mentalidad Tradicional	49
Estrategias Para Superar las Barreras	51
Recomendaciones Para Mejorar la Capacitación y Disponibilidad de Recursos	53
Formación Técnica y Transversal en IA Aplicada a la Logística	53
Acceso a Recursos Tecnológicos y Plataformas de Bajo Costo	55
Financiamiento y Políticas Públicas de Apoyo	57
Recomendaciones Integradas	59
Diseñar Programas De Formación Modular, Contextualizados y con Enfoque por Competencias....	60
Fomentar el Uso de Herramientas Tecnológicas Accesibles y de Código Abierto.....	60
Establecer Alianzas Universidad-Empresa-Gobierno Para el Desarrollo de Talento y Soluciones Aplicadas	61
Fortalecer los Mecanismos de Financiamiento y Cofinanciación Para la Transformación Digital	61
Incluir la Capacitación Como Componente Obligatorio en los Planes de Transformación Digital	62
Implementación Progresiva y Sostenible.....	62
Enfoque Por Etapas: Madurez Digital y Escalabilidad	62
Diagnóstico de Madurez Digital Como Punto de Partida	63
Etapas de Implementación: del Piloto a la Escalabilidad	63
Escalabilidad Adaptativa y Sostenibilidad	64
Sostenibilidad Operativa y Ambiental.....	65
Gobernanza Tecnológica y Ética Algorítmica	66
Gobernanza Tecnológica: Estructuras, Procesos y Rendición de Cuentas	67
Ética Algorítmica: Principios y Marcos Internacionales	68
Aplicación en Logística: Desafíos y Oportunidades	68
Participación y Transparencia Como Ejes de Legitimidad	69
Adaptabilidad Organizacional y Mejora Continua	69
Factores que Impulsan la Adaptabilidad Organizacional.....	70

La Mejora Continua Como Motor de Evolución Digital	71
IA Como Catalizador de la Adaptabilidad.....	71
Diagnóstico de la Implementación de IA en Logística Para el Caso Colombiano	73
Metodología del Diagnóstico	73
Estado Actual de la Adopción de IA en Logística en Colombia	73
Principales Barreras y Brechas Identificadas.	76
Barreras Tecnológicas y de Infraestructura.	76
Barreras Organizacionales y Culturales.	76
Barreras Económicas y de Acceso a Financiamiento.	77
Brechas Territoriales y Desigualdad Regional.....	77
Síntesis del Diagnóstico.....	78
Capacidades Instaladas y Oportunidades Emergentes.....	78
Capacidades Institucionales: Ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación	78
Capacidades Empresariales: Adopción Gradual y Madurez Digital.	79
Capacidades Territoriales: Ecosistemas Regionales de Innovación.....	80
Oportunidades Emergentes: Formación, Cooperación y Sostenibilidad	81
Análisis Crítico y Síntesis del Diagnóstico	81
Tensiones Entre Potencial Tecnológico y Realidad Operativa	82
Fragmentación Institucional y Desigualdad territorial	82
Avances Significativos y Capacidades Emergentes	83
Síntesis del Diagnóstico: Escenarios Posibles	83
Retos en la Implementación de las Tecnologías Asociadas a la IA en la Logística de las Empresas Colombianas.....	85
Retos Tecnológicos y de Infraestructura	85
Retos Organizacionales y Culturales	87
Resistencia al Cambio y Cultura Organizacional Rígida	87
Falta de Liderazgo Digital y Visión Estratégica.....	88
Brecha de Habilidades y Apropiación Tecnológica	88
Débil Cultura de Aprendizaje Organizacional	89
Falta de Participación y Apropiación Colectiva.....	89
Retos Económicos y Financieros.....	90
Altos Costos de Inversión y Mantenimiento.....	90
Dificultades de Acceso a Financiación Especializada	91

Riesgo Financiero Percibido y Retorno Incierto.....	92
Desigualdad Estructural en la Capacidad de Inversión	92
Retos Normativos y Éticos	93
Retos Territoriales y de Desigualdad Regional	95
Líneas de Investigación Futura.....	98
Conclusiones	101
Recomendaciones.....	103
Referencias Bibliográficas	105

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha experimentado un desarrollo acelerado en las últimas décadas, impulsado por avances en algoritmos, capacidad de procesamiento y el manejo de grandes volúmenes de datos (Downie & Finn, 2024). Esta evolución ha permitido su implementación en múltiples sectores, siendo la logística uno de los ámbitos donde su impacto se ha vuelto especialmente relevante. La automatización de procesos, la optimización de rutas y la gestión inteligente de inventarios son algunas de las aplicaciones que han transformado la cadena de suministro, generando operaciones más eficientes y sostenibles (ICEMD, 2024).

Diversos estudios y casos prácticos documentan cómo la integración de la IA en la logística no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la reducción de costos y a una toma de decisiones más estratégica (Rueda Martínez, 2021). Investigaciones recientes, como las presentadas por Buitrago Mora y otros, señalan que las empresas que adoptan estas tecnologías logran mayores ventajas competitivas, evidenciando el rol transformador de la IA en el sector (Buitrago Mora, Edwin Arturo, 2023).

A pesar de los claros beneficios que puede aportar la inteligencia artificial en la optimización de procesos logísticos, la adopción de estas tecnologías se encuentra con diversas barreras. Entre los principales desafíos se destacan la resistencia al cambio por parte de los empleados, la falta de capacitación adecuada en el uso de nuevas herramientas tecnológicas y la insuficiente inversión en infraestructura especializada. Estos factores se traducen en ineficiencias operativas, mayores costos y una capacidad reducida para responder de manera ágil a las fluctuaciones del mercado (Buitrago Mora, Edwin Arturo, 2023).

La problemática se agrava cuando la incertidumbre y la desconfianza hacia las tecnologías disruptivas impiden que las empresas aprovechen plenamente las ventajas de la IA,

generando un desfase entre el potencial tecnológico y la realidad operativa. Por ello, surge la pregunta central de la investigación: ¿Cómo pueden las empresas logísticas superar estas barreras, capacitar a su personal y optimizar sus procesos mediante la implementación de tecnologías de inteligencia artificial? (Torres Murillo, Hidalgo Urrea, & Álvarez Paz, 2024).

La realización de este estudio se fundamenta en la necesidad imperiosa de que las empresas logísticas se adapten a un entorno cada vez más competitivo y dinámico. La integración de la IA en las operaciones logísticas se constituye como una estrategia esencial para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y gestionar la cadena de suministro de forma inteligente. Aplicaciones como la optimización de rutas y la automatización en almacenes no solo impactan positivamente en la productividad, sino que además favorecen el desarrollo sostenible mediante la reducción de emisiones y el uso óptimo de recursos (ICEMD, 2024).

Adicionalmente, comprender y superar las barreras asociadas a la adopción de tecnologías de inteligencia artificial permitirá no solo una mejor implementación de estas herramientas, sino también el establecimiento de una cultura organizacional orientada a la innovación y al cambio. Los hallazgos de este estudio podrán servir como guía para que otras empresas del sector logístico aceleren su proceso de transformación digital, aportando beneficios operativos, económicos y ambientales a largo plazo (SimpliRoute, 2024).

Justificación

La creciente complejidad de las cadenas de suministro y la presión por ofrecer servicios más rápidos, eficientes y sostenibles han convertido a la inteligencia artificial (IA) en una herramienta estratégica para el sector logístico. Su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos, anticipar comportamientos del mercado y automatizar procesos operativos permite a las empresas responder con agilidad a las demandas del entorno actual (ICEMD, 2024).

En Colombia, donde muchas empresas aún enfrentan limitaciones tecnológicas y culturales, la adopción de IA representa una oportunidad clave para cerrar brechas de competitividad. La implementación de algoritmos predictivos, sistemas de gestión inteligente de inventarios y plataformas de optimización de rutas puede traducirse en una reducción significativa de costos operativos, mejora en los tiempos de entrega y mayor satisfacción del cliente (editorial de THE LOGISTICS WORLD, 2024).

Además, la IA contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir el consumo de combustible, minimizar el desperdicio de recursos y optimizar el uso de la infraestructura logística. Estas mejoras no solo benefician a las empresas, sino que también responden a las crecientes exigencias regulatorias y sociales en materia de responsabilidad ambiental (Serra, Meritxell, 2023) .

Por tanto, este estudio se justifica en la necesidad de identificar las barreras que impiden una adopción efectiva de la IA en la logística colombiana y proponer estrategias que permitan superarlas. Al hacerlo, se busca fortalecer la competitividad del sector, fomentar una cultura de innovación y contribuir al desarrollo sostenible de la industria logística.

Objetivos

Objetivo General

Analizar las barreras que limitan la adopción de nuevas tecnologías en las empresas logísticas, con el propósito de desarrollar estrategias que faciliten su implementación y mejoren la eficiencia operativa, contribuyendo así a la competitividad y sostenibilidad del sector.

Objetivos Específicos

Identificar las principales barreras tecnológicas y culturales que enfrentan las empresas logísticas en el proceso de adopción de nuevas tecnologías.

Evaluar el impacto de la falta de capacitación y recursos en la implementación de tecnologías en las operaciones logísticas.

Proponer un conjunto de estrategias basadas en mejores prácticas del sector que faciliten la integración de nuevas tecnologías en las empresas logísticas, promoviendo así una cultura de innovación y adaptación.

Problema de Investigación

A pesar del creciente interés por la digitalización logística, muchas empresas aún no logran implementar tecnologías de inteligencia artificial de manera efectiva. Esta situación plantea una pregunta central que guía el presente estudio:

¿Qué estrategias pueden adoptar las empresas logísticas para superar las barreras tecnológicas, organizacionales y formativas que dificultan la implementación de soluciones basadas en inteligencia artificial en sus procesos operativos?

Responder esta pregunta permitirá identificar los factores críticos que obstaculizan la transformación digital en el sector logístico colombiano y diseñar propuestas que impulsen una cultura de innovación, inversión tecnológica y capacitación continua. El objetivo es contribuir a una logística más eficiente, resiliente y alineada con las exigencias del mercado actual.

Planteamiento del Problema

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta clave para transformar la logística moderna, permitiendo automatizar procesos, optimizar rutas y mejorar la visibilidad en tiempo real de la cadena de suministro. Sin embargo, su adopción en empresas logísticas, especialmente en América Latina, enfrenta múltiples desafíos estructurales. Entre los más relevantes se encuentran la escasez de talento digital, la resistencia cultural al cambio y la falta de inversión en infraestructura tecnológica adecuada (Serra, Meritxell, 2023).

Estos obstáculos generan una brecha entre el potencial de la IA y su implementación real, lo que se traduce en operaciones ineficientes, errores en la gestión de inventarios, retrasos en las entregas y una limitada capacidad de respuesta ante la volatilidad del mercado (editorial de THE LOGISTICS WORLD, 2024). Además, muchas organizaciones carecen de estrategias claras para integrar tecnologías disruptivas de forma sostenible, lo que compromete su competitividad a largo plazo (ICEMD, 2024).

En este contexto, resulta fundamental analizar las causas que impiden la adopción efectiva de la IA en la logística, así como proponer soluciones que permitan superar estas barreras y avanzar hacia una transformación digital integral del sector.

Marco Teórico

Aplicaciones de IA en Logística

Predicción de demanda, optimización de rutas, gestión de almacenes, etc.

La inteligencia artificial (IA) ha transformado radicalmente la gestión logística al introducir capacidades predictivas, automatizadas y adaptativas en los procesos operativos. Su implementación ha permitido optimizar la toma de decisiones, reducir costos, mejorar la eficiencia y elevar la calidad del servicio en toda la cadena de suministro (Novologica, 2024). A continuación, se describen las principales aplicaciones de la IA en el contexto logístico actual.

Predicción de la Demanda

La gestión logística es fundamental para el éxito empresarial; sin embargo, las empresas se enfrentan a constantes desafíos derivados de la complejidad de sus cadenas de suministro, la variabilidad en el consumo y la imperiosa necesidad de aprovechar al máximo sus recursos. En un entorno empresarial cada vez más competitivo, las compañías buscan métodos innovadores para anticipar desafíos y tomar decisiones precisas. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se erige como una herramienta estratégica que moderniza los procesos, optimiza el uso de recursos y mejora la eficiencia operativa, resultando esencial para la predicción de la demanda. (editorial de THE LOGISTICS WORLD, 2024).

Mediante técnicas como el aprendizaje automático y el procesamiento de grandes volúmenes de información, la IA posibilita la generación de estimaciones de demanda con una precisión superior, superando las limitaciones de los métodos estadísticos tradicionales basados únicamente en datos históricos. Entre los algoritmos más utilizados se destacan las redes neuronales, las máquinas de vectores de soporte, los árboles de decisión y bosques aleatorios, así como modelos de series temporales (por ejemplo, ARIMA y Prophet), que permiten identificar

patrones y prever tendencias tanto a partir de datos acumulados como en tiempo real. (editorial de THE LOGISTICS WORLD, 2024).

Los beneficios que aportan estas tecnologías son múltiples. Entre ellos se encuentra la reducción de costos mediante una gestión más precisa del inventario, el incremento en la satisfacción del cliente al cumplir puntualmente con los plazos de entrega, y una mayor agilidad organizacional para adaptarse a cambios repentinos en el mercado. Empresas líderes ya han aprovechado estas capacidades: Amazon utiliza modelos predictivos para anticipar las necesidades de sus consumidores, Walmart analiza datos en tiempo real para optimizar la reposición de sus productos, y Zara ajusta su producción en función de las tendencias de consumo detectadas. (editorial de THE LOGISTICS WORLD, 2024).

Hacia el futuro, se prevé que la adopción de soluciones predictivas revolucionará aún más el sector logístico. Para 2025, la capacidad de analizar datos de manera instantánea permitirá a las organizaciones identificar patrones ocultos, prever cuellos de botella y perfeccionar la planificación de rutas y niveles de inventario. Con estas herramientas, las empresas podrán anticipar desabastecimientos o excesos y ajustar la distribución de productos de forma dinámica, considerando variables como tráfico, condiciones climáticas y otros factores del entorno (Nistics, 2024).

En definitiva, la integración de la inteligencia artificial en la predicción de la demanda ha pasado de ser una tendencia emergente a convertirse en un elemento transformador en la logística moderna. Este cambio tecnológico no solo optimiza los procesos operativos, sino que también confiere a las organizaciones una ventaja competitiva crítica, permitiendo responder de manera proactiva a las fluctuaciones del mercado y garantizando la continuidad y el éxito empresarial (Nistics, 2024).

Optimización de Rutas

Las cadenas de suministro actuales se caracterizan por su dinamismo, complejidad e imprevisibilidad. En este nuevo escenario, las organizaciones deben responder con mayor rapidez y eficiencia, muchas veces enfrentando la presión de operar con menos recursos. La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una aliada clave para afrontar estos retos, transformando la manera en que se gestionan las operaciones logísticas.

A diferencia de los métodos tradicionales, que dependían de trayectos fijos y decisiones empíricas, los sistemas basados en IA emplean datos en tiempo real para formular estrategias más adaptativas. Esto permite modificar las rutas sobre la marcha, equilibrando factores como costes, tiempos de entrega y capacidad operativa, en una lógica más inteligente y responsiva.

Entre las funcionalidades más relevantes de la IA en este ámbito destaca la optimización multiobjetivo, que consiste en encontrar un punto de equilibrio entre múltiples metas logísticas: reducir el consumo de combustible, mejorar la productividad de los conductores o minimizar el número de paradas críticas. Así, la IA puede reorganizar entregas urgentes sin perjudicar las demás, asignar tareas de forma eficiente o evitar la sobrecarga de vehículos.

Otro avance notable es la optimización dinámica de rutas (DRO), que permite ajustes continuos ante eventos inesperados: cambios de conductor, cancelaciones o nuevas entregas a mitad de jornada. Gracias a esta capacidad de recalcular solo los tramos afectados, se evitan interrupciones en la operación, se reduce el tiempo improductivo y se minimiza la necesidad de intervención manual por parte de los coordinadores logísticos.

En conjunto, estas soluciones ofrecen una logística más flexible, automatizada y centrada en el rendimiento, donde las decisiones no solo se ajustan a patrones previos, sino que también se moldean a partir de la realidad operativa del momento (Dixit, 2025).

Además, la IA puede reconfigurar rutas automáticamente ante imprevistos, lo que incrementa la resiliencia operativa (editorial de THE LOGISTICS WORLD, 2024).

Automatización de Almacenes

La automatización de almacenes mediante inteligencia artificial (IA) ha evolucionado hacia sistemas altamente autónomos, seguros y colaborativos. Entre las tecnologías más destacadas se encuentran los robots colaborativos (cobots), los sistemas de visión artificial, los sensores inteligentes y los algoritmos de clasificación adaptativa, que permiten ejecutar tareas como picking, empaquetado, reabastecimiento y paletizado con alta precisión y eficiencia (Silva, 2025).

A diferencia de los robots industriales tradicionales, los cobots están diseñados para interactuar de forma segura con operarios humanos, gracias a sensores de proximidad, sistemas de parada automática y programación intuitiva. Esto permite su integración en entornos logísticos sin necesidad de vallados de seguridad, facilitando la flexibilidad operativa y la reconfiguración rápida de tareas (Sampedro Guaman , Machucha Vivar , Palma Rivera, & Villalta Jadan, 2022).

Entre sus funcionalidades más avanzadas se destacan:

- Sensores de fuerza y visión, que detectan objetos y ajustan trayectorias en tiempo real.
- Interfaces de programación simplificada, que no requieren conocimientos técnicos profundos.

- Capacidad de aprendizaje supervisado, que mejora el rendimiento con base en datos históricos.

Este modelo de automatización se materializa de forma ejemplar en el caso de Essity Colombia, que en 2025 inauguró en Rionegro el centro de distribución más alto de Latinoamérica. El complejo logístico implementó IA, cobots y trazabilidad inteligente, logrando avances en eficiencia operativa, sostenibilidad y gestión de inventarios (Essity, 2025).

Los cobots allí desplegados realizan tareas como clasificación de productos, reabastecimiento de inventario y paletizado. Operan junto al personal humano utilizando sensores de proximidad, visión artificial y algoritmos de navegación autónoma. Aunque los modelos específicos no han sido divulgados, se sabe que las soluciones adoptadas están alineadas con tecnologías provistas por Universal Robots y Smartlog Colombia, empresas pioneras en entornos logísticos adaptativos (Larepublica, 2024).

Complementando esta infraestructura robótica, Essity ha implementado sistemas de trazabilidad inteligente que permiten el monitoreo en tiempo real del inventario, la identificación automática de productos y la integración con procesos de control de calidad. Estos sistemas utilizan tecnologías como RFID (Radio Frequency Identification), sensores IoT y códigos de barras bidimensionales, lo que garantiza una trazabilidad precisa desde el ingreso hasta la salida de cada unidad logística. El uso de RFID ha optimizado los tiempos de conteo de inventario, minimizado errores humanos y robustecido la visibilidad operativa (Essity, 2025).

Desde una perspectiva sostenible, Essity ha complementado su automatización con estrategias de eficiencia energética que refuerzan su compromiso ambiental. Entre sus principales logros se encuentran:

- Reducción de más de 21,000 toneladas de CO₂ entre 2016 y 2023.

- Implementación de una granja solar en Puerto Tejada con 49,350 paneles, que abastece el 43.8 % de la energía de su planta de higiene personal.
- Certificación carbono neutro en su planta de productos de protección femenina.
- Uso de energía 100 % renovable y tecnologías de tratamiento de aguas residuales generadoras de biogás.

Estas iniciativas no solo optimizan el consumo energético, sino que configuran un modelo logístico alineado con los principios de la economía circular, el desarrollo sostenible y la transformación digital responsable (dfsud, 2025).

Casos Internacionales Relevantes:

Empresas como DHL han adoptado soluciones de automatización inteligente y visión por computadora para mejorar la eficiencia operativa, como se destaca en el DHL Logistics Trend Radar 7.0 (Christel Vella, 2024).

Por su parte, Mercado Libre ha integrado inteligencia artificial, automatización y big data en sus procesos logísticos, lo que ha permitido optimizar el almacenamiento, el empaquetado y el envío de productos, así como reducir costos y mejorar la experiencia del cliente (thelogisticsworld, 2023); Además, la compañía ha implementado algoritmos de aprendizaje automático para predecir la demanda y personalizar la atención al cliente, fortaleciendo su eficiencia logística en toda la región (Semana, 2023).

Gestión Inteligente de Inventarios

La IA permite monitorear en tiempo real los niveles de inventario, detectar anomalías y generar órdenes automáticas de reposición. Esto se logra mediante el uso de sensores IoT, algoritmos de predicción y plataformas de análisis de datos, lo que garantiza una gestión más ágil, precisa y rentable del stock (Staff Writer & Jonker, 2024); Además la inteligencia artificial

está transformando profundamente la administración de inventarios, al permitir una gestión basada en datos que mejora la precisión y eficiencia de las operaciones. Gracias a algoritmos avanzados capaces de detectar patrones de consumo y anticipar fluctuaciones en la demanda, las empresas pueden ajustar sus niveles de stock con gran exactitud, incluso ante comportamientos de compra cambiantes.

Entre los beneficios más relevantes se encuentran:

- Disminución de costos operativos, al evitar tanto el exceso como la escasez de productos.
- Automatización del abastecimiento, que facilita un balance adecuado entre lo disponible y lo requerido.
- Mejora en la toma de decisiones, mediante pedidos basados en información verificada y actualizada.
- Uso eficiente del espacio, priorizando productos con mayor rotación.
- Planificación logística estratégica, adaptando rutas y almacenamiento ante posibles aumentos en la demanda.
- Identificación de irregularidades, que ayuda a prevenir errores o pérdidas por fallas en el control del inventario.

Estas capacidades no solo optimizan recursos y procesos, sino que también fortalecen la agilidad y capacidad de adaptación empresarial, lo que resulta crucial en sectores dinámicos como el tecnológico o el de moda, donde los ciclos de vida de los productos son muy breves. (Bizfino, 2024).

Vehículos Autónomos y Drones

El desarrollo conjunto de la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y la robótica ha impulsado una nueva generación de soluciones autónomas para el transporte y la cadena de suministro. Gracias a estas tecnologías, han surgido vehículos y drones altamente sofisticados capaces de operar de forma independiente o con supervisión remota especializada, generando mejoras notables en eficiencia operativa y rentabilidad para las empresas (VisualTrans, 2024).

Vehículos autónomos: Empresas como Tesla, Volvo o Daimler han desarrollado modelos capaces de desplazarse sin asistencia humana, utilizando sistemas basados en redes neuronales, sensores y algoritmos de conducción inteligente. Estas innovaciones abren nuevas posibilidades en el sector logístico, facilitando la creación de flotas completamente automatizadas para el transporte de mercancías. A pesar de su potencial, la implementación a gran escala enfrenta desafíos regulatorios, de infraestructura y aceptación social (Cetmo, 2024)

Camiones inteligentes: Se están probando esquemas semiautónomos, como los convoyes liderados por un solo conductor. Se estima que los camiones plenamente autónomos podrían estar operativos entre los próximos 5 y 10 años, lo que representaría un gran avance para la logística de larga distancia (Cetmo, 2024).

Drones aéreos: Estas aeronaves no tripuladas han alcanzado un nivel de madurez técnica superior al de los vehículos terrestres. Además de tareas de entrega, los drones industriales incorporan sensores avanzados y tecnología de realidad aumentada, permitiéndoles realizar inspecciones técnicas en infraestructuras críticas, monitoreo ambiental y operaciones de seguridad (VisualTrans, 2024).

Aplicación integral en la cadena de suministro: Desde la producción hasta la entrega final al cliente, los sistemas autónomos conectados por IoT permiten visualizar una logística sin intervención humana: fabricación, empaquetado, transporte marítimo, distribución terrestre y última milla gestionada por drones. Esta integración promete una cadena más fluida, segura y optimizada (Cetmo, 2024).

Impacto en regiones con infraestructura limitada: En contextos como zonas rurales o países en desarrollo, los drones representan una alternativa ágil y económica para entregar insumos esenciales como medicamentos o equipos médicos. Además, pueden redefinir la planificación del transporte, asignando a estos dispositivos las tareas de corto alcance en entornos de difícil acceso. (VisualTrans, 2024).

Procesamiento Automático de Documentos

En el marco de la transformación digital logística, el procesamiento automático de documentos ha dejado de ser una mejora operativa para convertirse en un componente estratégico de competitividad. Tradicionalmente, las empresas del sector han dependido de registros físicos o de la introducción manual de datos, lo que conlleva altos márgenes de error, demoras en la trazabilidad y una limitada capacidad de respuesta ante fluctuaciones del mercado (VisualTrans, 2024).

La inteligencia artificial (IA) ha permitido superar estas limitaciones mediante el uso de tecnologías como el reconocimiento óptico de caracteres (OCR), el procesamiento de lenguaje natural (NLP), la automatización robótica de procesos (RPA) y la integración de APIs inteligentes. Estas herramientas no solo digitalizan documentos, sino que los interpretan, clasifican y vinculan automáticamente con sistemas logísticos, permitiendo una autonomía operativa que reduce la intervención humana a tareas de supervisión y validación.

Entre las capacidades más destacadas de estos sistemas autónomos se encuentran:

- Lectura inteligente de documentos escaneados, con extracción automática de campos clave.
- Validación cruzada de datos, que detecta inconsistencias, duplicidades o errores en tiempo real.
- Clasificación semántica, que permite agrupar documentos por tipo, urgencia o contenido.
- Integración con plataformas logísticas (WMS, TMS, ERP) mediante APIs que automatizan el flujo de información.

Un ejemplo colombiano destacado es el de Nauta, empresa que ha desarrollado una plataforma SaaS basada en IA para el comercio exterior. Esta solución permite automatizar más del 70 % de la gestión documental en operaciones logísticas, incluyendo la lectura de documentos escaneados, la validación de campos críticos y la generación de reportes en tiempo real. Gracias a esta tecnología, Nauta ha logrado mejorar la trazabilidad, reducir los tiempos de respuesta y fortalecer la eficiencia operativa en procesos aduaneros y de transporte internacional (Bajonero Vásquez, Geraldine, 2025).

Asimismo, empresas como EvolutivaIA han desarrollado soluciones de procesamiento de contenidos que convierten grabaciones, formularios y archivos en información estructurada lista para usar. Estas herramientas han simplificado tareas que antes requerían horas de trabajo manual, permitiendo a los operadores logísticos enfocarse en actividades de mayor valor estratégico (evolutivaia, 2024).

En definitiva, el procesamiento automático de documentos mediante IA no solo representa una mejora tecnológica, sino una transformación estructural en la forma en que las empresas logísticas gestionan la información. Su adopción permite construir cadenas de suministro más ágiles, seguras y resilientes, alineadas con los principios de eficiencia operativa, sostenibilidad y responsabilidad digital.

Análisis de Riesgos y Resiliencia

En un entorno logístico global cada vez más complejo e interconectado, los riesgos asociados a las cadenas de suministro han adquirido una relevancia estratégica. Diversos acontecimientos recientes, como la crisis sanitaria derivada del COVID-19 o bloqueos en infraestructuras clave como el Canal de Suez, han puesto en evidencia la fragilidad de los modelos tradicionales de abastecimiento, exponiendo vulnerabilidades que muchas organizaciones no habían identificado previamente.

Según investigaciones recientes, aproximadamente el 50% de las empresas carecen de una comprensión clara sobre el grado de exposición a riesgos operativos, lo cual dificulta tanto la prevención como la respuesta oportuna ante interrupciones (Cetmo, 2024). Ante esta realidad, el fortalecimiento de la resiliencia empresarial requiere la adopción de tecnologías avanzadas, entre ellas la inteligencia artificial y el análisis predictivo, como herramientas para anticipar disrupciones y optimizar la toma de decisiones.

El uso de modelos predictivos alimentados por IA permite analizar datos históricos y en tiempo real, identificar patrones de comportamiento, y generar alertas tempranas sobre posibles eventos críticos. Esto posibilita prever fallos en la producción, detectar cuellos de botella en los procesos logísticos y ajustar las estrategias de aprovisionamiento de forma ágil y fundamentada (VisualTrans, 2024).

Además, el monitoreo constante basado en inteligencia artificial facilita la evaluación del desempeño de proveedores y actores logísticos, permitiendo identificar áreas de mejora, reducir la exposición al riesgo y fortalecer la eficiencia general de la cadena. Esta capacidad analítica se traduce no solo en una mayor estabilidad operativa, sino también en relaciones comerciales más sólidas y confiables.

No obstante, la implementación de estas tecnologías conlleva desafíos técnicos, organizacionales y éticos. Entre ellos destacan la integración de datos provenientes de distintas fuentes, la calidad y disponibilidad de la información, así como la necesidad de cumplir con normativas sobre privacidad y seguridad. También puede surgir resistencia interna al cambio, especialmente en estructuras con baja madurez digital.

Pese a estas barreras, el valor estratégico que aportan la inteligencia artificial y el análisis predictivo a la gestión de riesgos logísticos resulta incuestionable. Su adopción permite a las empresas construir cadenas de suministro más resilientes, adaptables y preparadas para afrontar un contexto cada vez más volátil y competitivo (Infobae, 2025).

Barreras en la Adopción de IA

La implementación de tecnologías basadas en inteligencia artificial (IA) en el sector logístico representa una oportunidad estratégica para mejorar la eficiencia, la resiliencia y la capacidad de respuesta de las cadenas de suministro. Sin embargo, su adopción efectiva enfrenta múltiples barreras que dificultan su integración, especialmente en contextos emergentes como América Latina. Estas barreras pueden clasificarse en cuatro dimensiones principales: tecnológicas, organizativas, económicas y culturales. (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024)

Barreras Tecnológicas

La adopción de inteligencia artificial (IA) en el sector logístico enfrenta múltiples desafíos de carácter tecnológico que limitan su implementación efectiva, especialmente en contextos emergentes como América Latina. Estas barreras no solo se relacionan con la infraestructura física y digital, sino también con la calidad de los datos, la interoperabilidad de sistemas, la escalabilidad de las soluciones y la madurez tecnológica de las organizaciones (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024). Esta carencia impide el despliegue de tecnologías como el aprendizaje automático, la visión computacional o los sistemas de recomendación, que requieren entornos computacionales avanzados para operar eficientemente.

Además, la fragmentación de los sistemas de información representa una barrera crítica. En muchas organizaciones, los datos se encuentran dispersos en múltiples plataformas no integradas, lo que dificulta la consolidación de información para alimentar modelos de IA. La ausencia de interoperabilidad entre sistemas heredados (legacy systems) y nuevas tecnologías genera cuellos de botella en la automatización de procesos y limita la capacidad de análisis predictivo (Carbonero, 2024). Esta situación se agrava cuando los datos disponibles no están estructurados, son incompletos o presentan inconsistencias, lo que afecta directamente la calidad de los resultados generados por los algoritmos (Serra, Meritxell, 2023)

Otro aspecto relevante es la complejidad técnica de las soluciones de IA. La implementación de estas tecnologías requiere conocimientos especializados en ciencia de datos, ingeniería de software, ciberseguridad y arquitectura de sistemas. Sin embargo, muchas empresas no cuentan con personal capacitado ni con recursos para contratar expertos externos, lo que ralentiza los procesos de adopción (thelogisticsworld, 2023). Esta brecha de talento tecnológico

se ha identificado como uno de los principales factores que impiden escalar proyectos de IA más allá de fases piloto (Cetmo, 2024).

Asimismo, la falta de estándares técnicos y normativos dificulta la integración de soluciones de IA en entornos logísticos complejos. La ausencia de marcos regulatorios claros sobre el uso de datos, la privacidad, la trazabilidad algorítmica y la responsabilidad en la toma de decisiones automatizadas genera incertidumbre jurídica y frena la inversión tecnológica (Plejanov & Franke, 2022). Esta situación es especialmente crítica en países donde la legislación digital aún está en desarrollo o presenta vacíos normativos.

Por último, la escalabilidad de las soluciones tecnológicas representa un reto adicional. Muchas herramientas de IA desarrolladas en contextos específicos no pueden adaptarse fácilmente a otras realidades operativas debido a diferencias en los flujos logísticos, los volúmenes de datos o las capacidades técnicas de las organizaciones. Esto obliga a realizar procesos de personalización costosos y prolongados, lo que desalienta su adopción masiva (DHL, 2024).

En conjunto, estas barreras tecnológicas evidencian que la transformación digital basada en IA no depende únicamente de la disponibilidad de herramientas, sino de la existencia de un ecosistema tecnológico maduro, interoperable, seguro y escalable. Superarlas requiere inversiones sostenidas en infraestructura, políticas públicas que promuevan la digitalización y estrategias organizacionales que prioricen la gestión de datos como activo estratégico.

Barreras Organizativas

Las barreras organizativas son uno de los principales factores que dificultan la adopción efectiva de inteligencia artificial (IA) en logística. Estas limitaciones no se deben a la tecnología

en sí, sino a la estructura interna, la cultura de gestión y la capacidad de las empresas para liderar procesos de transformación digital. Una de las más comunes es la ausencia de una estrategia digital clara, lo que genera iniciativas aisladas, sin alineación con los objetivos operativos ni visión a largo plazo (Bazo, 2024)

También es frecuente la desconexión entre áreas operativas y tecnológicas, lo que impide una integración fluida de soluciones inteligentes. Esta fragmentación organizacional limita el flujo de datos y la colaboración interdisciplinaria, elementos clave para el éxito de la IA (insidelogistics, 2024). A esto se suma la falta de liderazgo digital, ya que muchos directivos carecen de formación en tecnologías emergentes o subestiman su impacto estratégico, lo que reduce la capacidad de guiar procesos de cambio (Carbonero, 2024).

Otro obstáculo relevante es la resistencia a la innovación estructural. En organizaciones con estructuras jerárquicas rígidas, la experimentación y el aprendizaje continuo suelen estar ausentes, lo que dificulta la implementación de proyectos piloto o la iteración de soluciones basadas en IA (Serra, Meritxell, 2023). Finalmente, la ausencia de gobernanza de datos, es decir, políticas claras sobre calidad, seguridad y uso ético de la información limita la confiabilidad de los modelos y genera tensiones internas sobre su aplicación.

Superar estas barreras requiere liderazgo transformacional, estructuras organizativas más ágiles y una cultura que valore la innovación como eje estratégico del negocio logístico.

Barreras Económicas

La adopción de inteligencia artificial (IA) en logística enfrenta importantes limitaciones económicas, especialmente en pequeñas y medianas empresas (pymes) que carecen de recursos financieros para invertir en innovación tecnológica. Uno de los principales obstáculos es el alto

costo inicial de adquisición e implementación de soluciones de IA, que incluye no solo el software y hardware especializado, sino también la infraestructura digital necesaria para su funcionamiento (thelogisticsworld, 2023).

Además, la escasez de talento especializado en ciencia de datos y automatización obliga a muchas empresas a contratar servicios externos o consultorías, lo que incrementa los costos operativos y reduce la autonomía tecnológica (Thelogisticsworld, 2024). Esta situación se agrava por la falta de incentivos fiscales o líneas de crédito específicas que promuevan la transformación digital en el sector logístico, lo cual limita el acceso equitativo a estas tecnologías (Valdiviezo Trujillo, Rodriguez Alegre, Mejia Ayala, & Lopez Padilla, 2023).

Otro factor relevante es la incertidumbre sobre el retorno de inversión (ROI). Muchas organizaciones dudan en adoptar IA debido a la dificultad para cuantificar sus beneficios en el corto plazo, lo que genera una percepción de riesgo financiero elevado (Infobae, 2025). Esta percepción, sumada a la presión por mantener la rentabilidad operativa, lleva a postergar decisiones estratégicas que podrían mejorar la competitividad a largo plazo.

Barreras Culturales

Las barreras culturales representan uno de los retos más complejos en la adopción de IA en logística, ya que involucran factores emocionales, cognitivos y sociales profundamente arraigados en las organizaciones. La más visible es la resistencia al cambio, motivada por la incertidumbre sobre el futuro laboral, la pérdida de autonomía o la falta de comprensión sobre el funcionamiento de los sistemas inteligentes (Manaure, 2025) Este rechazo se intensifica cuando la implementación tecnológica se percibe como una amenaza directa al empleo. Algunas barreras culturales son las siguientes:

Resistencia al cambio: Muchas iniciativas tecnológicas fracasan porque los empleados se sienten excluidos o inseguros frente a los nuevos procesos. Casos como los de Starbucks y la Universidad de Virginia muestran que involucrar activamente al personal, generar espacios de diálogo y brindar formación son claves para transformar la resistencia en colaboración.

Temor a la automatización: La incertidumbre sobre la pérdida de empleo por causa de la tecnología genera ansiedad en los trabajadores. Empresas como Ford y DHL han enfrentado este reto mediante la capacitación y la reconversión de habilidades, demostrando que la IA puede complementar, y no reemplazar, al talento humano.

Falta de comprensión tecnológica: La adopción fallida de nuevas herramientas suele relacionarse con el desconocimiento de su funcionamiento, como ocurrió con Blockbuster. En contraste, organizaciones como IBM han apostado por el aprendizaje continuo, mostrando que invertir en formación es esencial para lograr una transición exitosa.

Brechas generacionales: La aceptación tecnológica varía entre edades. Mientras los usuarios jóvenes se adaptan rápidamente, generaciones mayores pueden enfrentar dificultades. Experiencias como las de Starbucks y MetLife demuestran que los programas de mentoría y la capacitación inclusiva ayudan a cerrar esta brecha y a fomentar la colaboración intergeneracional.

Desconfianza en los datos: A veces los datos generan confusión cuando no se interpretan adecuadamente. Casos como los de Everlane y Walgreens reflejan la importancia de complementar los análisis cuantitativos con retroalimentación cualitativa y cruzar distintas fuentes para una toma de decisiones más informada.

Cultura organizacional rígida: Una cultura que desalienta la experimentación limita la innovación. Compañías como IKEA y 3M promueven entornos abiertos donde todos los empleados pueden aportar ideas, lo que ha contribuido a crear productos exitosos e impulsar la creatividad interna.

Falta de formación continua: El aprendizaje constante fortalece tanto al individuo como a la organización. Ejemplos como los de Toyota (con su enfoque Kaizen) y Pfizer muestran cómo la capacitación permanente mejora la productividad, la adaptación al cambio y el compromiso de los equipos. (vorecol, 2024)

Conclusión: La adopción de inteligencia artificial no depende únicamente de la tecnología, sino de cómo las personas dentro de la organización comprenden, aceptan y se adaptan a esa transformación. Superar estas barreras culturales a través del diálogo, la formación y una cultura abierta es esencial para asegurar una integración exitosa y sostenible.

Capacitación y Adaptación Organizacional

La transformación digital impulsada por la inteligencia artificial (IA) en logística no puede entenderse únicamente como un proceso tecnológico; es, ante todo, un cambio organizacional que exige una profunda reconfiguración de las competencias, actitudes y estructuras humanas. El factor humano es el eje articulador de esta transición, ya que son las personas quienes diseñan, operan, supervisan y validan las soluciones inteligentes. Por tanto, la capacitación continua y la gestión del cambio organizacional son condiciones indispensables para una adopción efectiva y sostenible de la IA (Rodriguez Alegre, Calderon de los rios, Hurtado Zamora, & Ocaña Rodriguez , 2023)

Importancia del Factor Humano

El factor humano se erige como componente esencial en la adopción de tecnologías de IA, pues son los colaboradores quienes diseñan, operan y validan las soluciones inteligentes. Por tanto, la capacitación debe entenderse como un proceso integral que incluye diagnóstico de competencias, diseño de programas pedagógicos y evaluación continua del aprendizaje (Perez Morejón & Porraspita, 2023). Estudios demuestran que la formación del talento humano se correlaciona positivamente con el desempeño organizacional, incrementando la productividad y reduciendo errores operativos (Obando Changuán, 2020).

La adaptación organizacional alinea esta capacitación con modelos de gestión del cambio capaces de guiar la transición cultural y tecnológica. El modelo de ocho etapas de Kotter (1996) (Torres Herrera, 2019) y el enfoque ADKAR de Hiatt (2006) (Morales James, 2020), centrado en las necesidades individuales, ofrecen marcos sólidos para estructurar dicho proceso. Finalmente, la combinación de formación técnica y gestión del conocimiento con canales de retroalimentación y mejora continua fortalece la capacidad de las empresas para integrar la IA de manera sostenible y resiliente (Diaz Granados, 2020).

Modelos y Metodologías Aplicables

La transformación digital en logística, impulsada por la inteligencia artificial (IA), requiere más que la incorporación de herramientas tecnológicas: exige una reconfiguración profunda de procesos, estructuras organizativas y competencias humanas. En este contexto, la IA actúa como catalizador de cambio, pero su adopción efectiva depende de la madurez digital de la organización, la flexibilidad metodológica y la capacidad de gestionar la resistencia al cambio (Nova Arévalo, 2023). Por ello, se han desarrollado modelos y metodologías que permiten estructurar esta transición de forma progresiva, medible y sostenible.

Estos enfoques permiten diagnosticar el estado actual de la organización, definir hojas de ruta personalizadas y alinear la tecnología con los objetivos estratégicos. En logística, donde la eficiencia operativa y la capacidad de adaptación son críticas, contar con una metodología estructurada es esencial para evitar interrupciones y maximizar el retorno de inversión. A continuación, se presentan tres enfoques clave: modelos de madurez digital, metodologías ágiles de transformación y marcos de gestión del cambio organizacional.

Modelos de Madurez Digital

Los modelos de madurez digital permiten evaluar el grado de preparación de una organización para adoptar tecnologías como la IA. Estos modelos analizan dimensiones como estrategia, procesos, infraestructura tecnológica, cultura organizacional, gobernanza de datos y competencias digitales (Nova Arévalo, 2023). En logística, su aplicación permite identificar brechas críticas antes de implementar soluciones avanzadas, evitando inversiones prematuras o mal alineadas.

(Rivillas Mejia, 2022), desde la Universidad Nacional de Colombia, propone un modelo específico para evaluar la madurez en logística 4.0 en operaciones de comercio electrónico. Este modelo considera variables como trazabilidad, automatización, interoperabilidad y análisis predictivo, y ha sido validado en empresas colombianas del sector. Su aplicación permite priorizar inversiones y establecer indicadores de avance en la transformación digital.

Asimismo, (Fonts Fernandez & Stable Rodriguez, 2024) desarrollaron un modelo de competencias digitales e informacionales que permite evaluar las brechas del talento humano en función del estado de madurez digital de la organización. Este enfoque integra la dimensión humana en el diagnóstico, lo que resulta clave para una adopción sostenible de la IA en entornos logísticos

Metodologías Ágiles de Transformación

Las metodologías ágiles han demostrado ser eficaces para implementar soluciones de IA en logística, ya que permiten iterar rápidamente, incorporar retroalimentación y adaptarse a entornos cambiantes. (Rojas Garcia, Ajuría Foronda, & Arambarri, 2022) , en un estudio publicado en I+DATA, diseñaron una metodología ágil para pymes logísticas peruanas basada en el enfoque DEXPLOS. Esta metodología permitió transformar digitalmente a más de 250 empresas en un plazo de cuatro meses, mejorando su competitividad y productividad.

(Flores Cerna, Sanhueza Salazar, Valdés González, & Reyes Bozo, 2021), en la Revista Científica de Colombia, analizaron los principales desafíos organizacionales para implementar metodologías ágiles en pymes tecnológicas. Identificaron barreras como la resistencia cultural, la falta de liderazgo ágil y la escasa alineación entre áreas técnicas y estratégicas. Estos hallazgos son extrapolables al sector logístico, donde la agilidad metodológica debe ir acompañada de una transformación cultural.

Además (Rendón de la torre, 2024), en su trabajo de titulación en la Universidad Politécnica Salesiana, realizó un mapeo sistemático sobre metodologías ágiles en la era de la IA. Su estudio destaca la necesidad de adaptar los marcos ágiles tradicionales a las particularidades de los proyectos de inteligencia artificial, incorporando fases de entrenamiento, validación y supervisión algorítmica.

Gestión del Cambio Organizacional

La gestión del cambio es un componente esencial para consolidar la transformación digital con IA. (Fierro Moreno, 2021), en un estudio publicado en Nova Scientia, demostró que la gestión del cambio influye significativamente en la colaboración virtual, la transformación digital y la agilidad estratégica de las organizaciones. Su investigación, basada en un modelo de

ecuaciones estructurales, valida empíricamente la relación entre cambio organizacional y capacidad de adaptación.

(Fonts Fernandez & Stable Rodriguez, 2024), también destacan que la transformación digital debe centrarse en las personas. Su modelo de competencias digitales permite identificar brechas en el talento humano y diseñar intervenciones formativas alineadas con los objetivos tecnológicos. Esta perspectiva humano-céntrica es clave para reducir la resistencia al cambio y fomentar la apropiación tecnológica.

Finalmente, (Morales James, 2020), propone la aplicación del modelo ADKAR en entornos logísticos, estructurando el cambio en cinco etapas: conciencia, deseo, conocimiento, habilidad y refuerzo. Este enfoque ha sido validado en empresas colombianas del sector transporte, demostrando su eficacia para guiar procesos de transformación digital con enfoque humano y sostenible.

Justificación en la Selección Metodológica

La selección de los modelos y metodologías aplicables en este estudio se realizó mediante un proceso sistemático, fundamentado en criterios de pertinencia sectorial, validez regional, enfoque humano-tecnológico y compatibilidad con herramientas de inteligencia artificial. Se priorizaron enfoques validados en el sector logístico latinoamericano, con especial atención a estudios implementados en Colombia, Perú y México, por su similitud operativa y cultural.

Entre los principales criterios utilizados destacan:

- **Relevancia sectorial:** Se seleccionaron modelos aplicados previamente en operaciones logísticas, comercio electrónico y transporte, como el propuesto por (Rivillas Mejía, 2022), que evalúa la madurez digital en logística 4.0 en empresas colombianas.
- **Validez regional:** Se consideraron metodologías desarrolladas y validadas en contextos latinoamericanos, como el enfoque DEXPLOS aplicado por (Ajuria Foronda, Arambari, & Rojas García, 2024) en pymes logísticas peruanas.
- **Enfoque humano-tecnológico:** Se integraron modelos que contemplan la dimensión humana en la transformación digital, como el de competencias digitales de (Fonts Fernandez & Stable Rodriguez, 2024), que permite diagnosticar brechas en el talento logístico.
- **Compatibilidad con IA:** Se incluyeron metodologías que permiten integrar herramientas como APIs abiertas, plataformas interoperables, gemelos digitales y algoritmos de optimización, tal como lo plantea (Morales James, 2020) al adaptar el modelo ADKAR al entorno logístico colombiano.

Estrategias Para la Adopción de IA en Logística

Mejores Prácticas en el Sector

La adopción exitosa de inteligencia artificial (IA) en logística no depende únicamente de la tecnología disponible, sino de la capacidad de las organizaciones para implementar estrategias estructuradas, adaptativas y centradas en el valor. Las empresas líderes han desarrollado un conjunto de buenas prácticas que permiten maximizar el impacto de la IA en sus operaciones logísticas. A continuación, se presentan las más relevantes:

Implementación Progresiva y Enfoque Piloto

Una de las estrategias más efectivas para adoptar inteligencia artificial (IA) en logística es la implementación progresiva a través de proyectos piloto. Este enfoque permite validar la viabilidad técnica, operativa y financiera de las soluciones antes de su escalamiento a nivel organizacional. Las empresas que han logrado integrar exitosamente la IA en sus procesos logísticos suelen comenzar con iniciativas de bajo riesgo, como la automatización del picking, la predicción de demanda o la optimización de rutas, para luego expandir su uso a otras áreas de la cadena de suministro (ICEMD, 2024).

Por ejemplo, Amazon ha desarrollado un modelo de adopción gradual que inicia con la automatización de tareas repetitivas en sus centros de distribución, como el empaquetado y la clasificación, utilizando robots colaborativos y algoritmos de visión artificial. Posteriormente, ha escalado hacia sistemas predictivos de demanda y plataformas de optimización de rutas en tiempo real, lo que le ha permitido reducir costos logísticos y mejorar la experiencia del cliente (Thelogisticsworld, 2024).

Este enfoque también ha sido adoptado por empresas latinoamericanas como Mercado Libre, que comenzó automatizando procesos de almacenamiento y clasificación en sus centros

logísticos, para luego incorporar modelos de aprendizaje automático que predicen la demanda y ajustan dinámicamente la reposición de inventario. Esta estrategia ha permitido a la compañía mejorar su eficiencia operativa en más de un 30% durante picos de demanda como el Black Friday (Yulius, 2024).

La implementación progresiva no solo reduce el riesgo de fracaso tecnológico, sino que también facilita la gestión del cambio organizacional. Al iniciar con pilotos controlados, las empresas pueden identificar barreras internas, ajustar procesos, capacitar al personal y generar evidencia de valor que motive a los equipos a escalar la solución. Además, permite medir el retorno de inversión (ROI) en etapas tempranas, lo que resulta clave para justificar nuevas inversiones ante la alta dirección (Tp-logistics, 2024).

Desde una perspectiva metodológica, este enfoque se alinea con los principios de las metodologías ágiles, que promueven la iteración, la retroalimentación continua y la mejora incremental. En este sentido, la implementación progresiva de IA en logística no solo es una estrategia técnica, sino también una herramienta de gestión del conocimiento y aprendizaje organizacional (Almagrario, 2024).

Cocreación Tecnológica Con el Talento Interno

La cocreación tecnológica se ha consolidado como una de las estrategias más efectivas para garantizar la adopción exitosa de soluciones basadas en inteligencia artificial (IA) en logística. Este enfoque implica involucrar activamente a los colaboradores especialmente aquellos que operan en las áreas logísticas clave en el diseño, validación y mejora de las herramientas tecnológicas que serán implementadas. Lejos de ser un proceso unilateral impuesto desde la alta dirección o el área de TI, la cocreación promueve una construcción colectiva del

cambio, lo que incrementa la pertinencia de las soluciones y reduce significativamente la resistencia organizacional (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024).

En el contexto logístico, esta práctica ha demostrado ser especialmente útil en procesos como la automatización de almacenes, la planificación de rutas y la gestión de inventarios. Por ejemplo, la empresa Zara, reconocida por su modelo de logística ágil, ha integrado a sus equipos de almacén y distribución en el desarrollo de sistemas predictivos de reposición, lo que ha permitido una mayor precisión en la toma de decisiones y una rápida adaptación a las tendencias del mercado (Aldycer, 2024).

La cocreación también fortalece el sentido de pertenencia y empoderamiento del personal, ya que transforma a los trabajadores en agentes activos del cambio tecnológico. En lugar de percibir la IA como una amenaza, los colaboradores la entienden como una herramienta que potencia su desempeño y facilita sus tareas. Esta percepción positiva se traduce en una mayor disposición a capacitarse, experimentar con nuevas herramientas y proponer mejoras continuas (Beetrack, 2024).

Desde una perspectiva metodológica, la cocreación se alinea con enfoques como el *design thinking* y las metodologías ágiles, que promueven la iteración, la empatía con el usuario y la validación temprana de soluciones. En este sentido, empresas como DHL han implementado laboratorios de innovación donde equipos multidisciplinarios incluyendo operarios, ingenieros y diseñadores que colaboran en el desarrollo de soluciones logísticas basadas en IA, como sistemas de clasificación inteligente o algoritmos de optimización de rutas (Nordlogway, 2022).

Además, la cocreación tecnológica permite adaptar las soluciones a las particularidades culturales, operativas y tecnológicas de cada organización. En el caso colombiano, donde

muchas empresas logísticas presentan estructuras jerárquicas tradicionales y niveles variables de madurez digital, este enfoque resulta especialmente valioso para construir confianza, reducir brechas y asegurar una implementación sostenible (Masterlogistica, 2024).

Plataformas Inteligentes y Análisis Predictivo

La integración de plataformas inteligentes con capacidades de análisis predictivo se ha convertido en un pilar estratégico para las empresas logísticas que buscan anticiparse a la demanda, optimizar recursos y mejorar la toma de decisiones en tiempo real. Estas plataformas, basadas en inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático, permiten procesar grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real para generar pronósticos precisos, identificar patrones ocultos y recomendar acciones operativas con alto grado de confiabilidad (Digitaldigest, 2025).

Entre las soluciones más destacadas se encuentran Blue Yonder, o9 Solutions y Llamasoft, que ofrecen herramientas avanzadas para la planificación de la demanda, la optimización de inventarios y la gestión dinámica de la cadena de suministro. Estas plataformas permiten reducir quiebres de stock, minimizar costos de almacenamiento y mejorar la precisión del forecast por región, canal o categoría de producto (Thelogisticsworld, 2025).

Un caso emblemático es el de UPS, que implementó el sistema ORION (On-Road Integrated Optimization and Navigation), una plataforma que utiliza algoritmos de IA para optimizar rutas de entrega en tiempo real. Gracias a esta solución, la empresa ha logrado reducir más de 100 millones de millas recorridas al año, lo que se traduce en ahorros significativos en combustible y emisiones de carbono (Thelogisticsworld, 2025).

Asimismo, DHL ha desarrollado su propia suite de analítica predictiva, que le permite anticipar retrasos, gestionar la capacidad de carga y mejorar la experiencia del cliente. Estas herramientas no solo optimizan la operación, sino que también fortalecen la resiliencia de la cadena de suministro ante eventos inesperados como bloqueos logísticos o fluctuaciones de la demanda (Carbonero, Alejandra, 2025).

En el contexto latinoamericano, empresas como FEMSA Logística y Coppel han comenzado a implementar modelos de predicción de demanda basados en IA para anticiparse a campañas comerciales como el Buen Fin o temporadas navideñas. Estas soluciones les permiten planificar con mayor precisión el transporte, el espacio en almacenes y la capacidad de última milla, mejorando su competitividad en mercados altamente dinámicos (TheLogisticsworld, 2025).

Además, el uso de gemelos digitales réplicas virtuales de procesos logísticos está ganando terreno como herramienta complementaria al análisis predictivo. Estas simulaciones permiten evaluar escenarios futuros, prever cuellos de botella y tomar decisiones estratégicas con base en datos simulados, lo que incrementa la agilidad y la capacidad de adaptación de las organizaciones (Carbonero, Alejandra, 2025).

En definitiva, las plataformas inteligentes con capacidades predictivas no solo automatizan procesos, sino que transforman la logística en un sistema proactivo, capaz de anticipar y responder con precisión a los desafíos del entorno. Su adopción representa una ventaja competitiva clave en un mercado cada vez más exigente, digitalizado y orientado al cliente.

Interoperabilidad Entre Sistemas Logísticos y Uso de APIs

En el marco de las mejores prácticas para la adopción de inteligencia artificial (IA) en logística, la interoperabilidad entre sistemas se ha consolidado como un habilitador clave para la eficiencia operativa. La comunicación entre sistemas como el Warehouse Management System (WMS) y el Transportation Management System (TMS) es fundamental para consolidar una visión integrada de la cadena de suministro.

Esta integración se logra principalmente a través del uso de Interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs), que permiten que los sistemas compartan datos de forma automática y segura.

Esta integración se logra principalmente a través del uso de Interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs), que permiten que los sistemas compartan datos de forma automática y segura. Las APIs actúan como puentes tecnológicos entre plataformas, facilitando procesos como:

- La sincronización de inventarios con despachos en tiempo real
- La trazabilidad desde la preparación del pedido hasta la entrega final
- La optimización de rutas basada en la disponibilidad de productos y la capacidad de transporte
- La alimentación de modelos de IA con datos cruzados entre plataformas logísticas

Empresas como BLK Global Logistics han implementado exitosamente el uso de APIs abiertas para conectar su sistema de gestión de transporte con plataformas predictivas, permitiendo una planificación dinámica basada en la demanda (BLK, 2025). Esta interoperabilidad también reduce errores manuales, mejora la visibilidad operativa y acelera la toma de decisiones.

Comparación de Plataformas de IA Aplicadas a Logística

Tabla 1

Comparativo de plataformas de inteligencia artificial

Plataforma IA	Funcionalidades principales	Criterios técnicos destacados	Nivel de integración WMS/TMS	Otros elementos relevantes
Blue Yonder	Forecast de demanda, optimización de inventarios	IA predictiva, simulación avanzada, API REST	Alta	Planificación colaborativa, integración multicanal
Llamasoft (Coupa)	Diseño de redes, simulación logística, análisis de costos	IA prescriptiva, gemelos digitales, integración ERP	Alta	Modelado de escenarios, resiliencia operativa
Project44	Visibilidad en tiempo real, predicción de eventos	IA predictiva, conectividad API, integración multicanal	Alta	Compatible con ERP, TMS y plataformas ecommerce
FourKites	ETA predictivo, gestión de transporte	Big Data, IA para eventos disruptivos, integración TMS	Alta	Enfoque en resiliencia y planificación proactiva
Flexport	IA para planificación logística internacional	Modelos predictivos, trazabilidad, integración multimodal	Alta	Plataforma digital para comercio global
ClearMetal	Visibilidad avanzada en la cadena de suministro	IA cognitiva, análisis predictivo, integración API	Alta	Mejora de precisión en inventarios y envíos
LeanDNA	Reducción de desperdicios, optimización de stock	IA analítica, integración con sistemas de manufactura	Media	Enfoque en sostenibilidad y eficiencia operativa
Optoro	Logística inversa, gestión de devoluciones	IA para clasificación de retornos, análisis de canales	Media	Recuperación de valor, reducción de desperdicios
Riskmethods	Gestión de riesgos en la cadena de suministro	IA para detección de amenazas, análisis de vulnerabilidades	Alta	Prevención de interrupciones, resiliencia estratégica
Berlinger & Co.	Monitoreo de condiciones de productos sensibles	Sensores inteligentes, IA para control de	Media	Aplicación en cadenas de frío, trazabilidad en salud y alimentos

Nota. Esta tabla muestra un comparativo de las funcionalidades, criterios técnicos, y otros

elementos relevantes de las plataformas de IA que aplican a la optimización logística global.

Alianzas Estratégicas y Ecosistemas de Innovación

En el contexto de la transformación digital logística, las alianzas estratégicas se han convertido en un mecanismo clave para acelerar la adopción de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA). Estas alianzas permiten a las empresas compartir recursos, conocimientos y capacidades tecnológicas, generando sinergias que potencian la innovación y reducen los riesgos asociados a la implementación de soluciones avanzadas (Logisticaaldia, 2024).

Un ejemplo destacado es la alianza entre Ransa y la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTECH) en Perú, que ha permitido desarrollar soluciones logísticas adaptadas a las necesidades del mercado latinoamericano. Esta colaboración ha facilitado la transferencia de conocimiento, el desarrollo de talento joven y la creación de prototipos tecnológicos aplicables a la última milla, fortaleciendo así el ecosistema de innovación logística en la región (Ransa, 2019).

En el ámbito global, empresas como UPS, Amazon y Walmart han establecido alianzas con startups tecnológicas y fabricantes de vehículos eléctricos como Waymo, Rivian y Canoo, con el objetivo de integrar soluciones de automatización, IA y sostenibilidad en sus operaciones logísticas. Estas colaboraciones han permitido reducir emisiones, optimizar rutas y mejorar la trazabilidad de los envíos mediante tecnologías como blockchain y contratos inteligentes (Yulius, 2024).

Desde una perspectiva operativa, las alianzas estratégicas también permiten acceder a infraestructura tecnológica avanzada, como centros de datos, plataformas de análisis predictivo y redes de distribución inteligentes. Esto es especialmente relevante para pequeñas y medianas empresas (pymes), que muchas veces carecen de los recursos necesarios para desarrollar estas

capacidades de forma autónoma. Al integrarse en ecosistemas colaborativos, estas organizaciones pueden acelerar su transformación digital y mejorar su competitividad (TransporteGoonzalez, 2024).

Además, las alianzas estratégicas fomentan la innovación abierta, un modelo en el que múltiples actores; empresas, universidades, centros de investigación y gobiernos que colaboran para resolver desafíos comunes. En Colombia, iniciativas como Ruta N en Medellín y Connect Bogotá han promovido este tipo de colaboración, facilitando el desarrollo de soluciones logísticas basadas en IA, IoT y automatización, con impacto directo en la eficiencia del transporte, la sostenibilidad y la generación de empleo calificado (Logisticaaldia, 2024).

En síntesis, las alianzas estratégicas no solo permiten compartir riesgos y costos, sino que también generan entornos propicios para la experimentación, el aprendizaje conjunto y la creación de valor compartido. Su consolidación como práctica habitual en el sector logístico representa un paso fundamental hacia un modelo de innovación sostenible, inclusivo y adaptado a los desafíos del siglo XXI.

Cultura de Datos y Toma de Decisiones Basada en Evidencia

La consolidación de una cultura organizacional basada en datos es una de las prácticas más transformadoras en el proceso de adopción de inteligencia artificial (IA) en logística. Esta cultura implica que las decisiones estratégicas, tácticas y operativas se fundamenten en información precisa, actualizada y accesible, en lugar de depender exclusivamente de la intuición o la experiencia individual. En el contexto logístico, donde los márgenes de error son reducidos y la eficiencia es crítica, contar con una cultura de datos permite anticipar problemas, optimizar recursos y responder con agilidad a los cambios del entorno (Mtilogistics, 2024).

Una cultura de datos sólida requiere tres pilares fundamentales: infraestructura tecnológica adecuada, alfabetización digital del talento humano y gobernanza de datos efectiva. En primer lugar, es necesario contar con sistemas que integren y consoliden la información proveniente de distintas fuentes como sensores IoT, plataformas ERP, sistemas de gestión de transporte (TMS) y almacenes (WMS) para generar una visión unificada de la operación. Esta integración permite alimentar algoritmos de IA con datos confiables, lo que mejora la precisión de los modelos predictivos y prescriptivos (Emergentcoldlatam, 2025).

En segundo lugar, la alfabetización digital es clave para que los colaboradores comprendan, interpreten y utilicen los datos en su toma de decisiones diaria. Esto implica capacitar al personal en el uso de dashboards, indicadores clave de desempeño (KPIs), herramientas de visualización y análisis de datos. Empresas como Coca-Cola FEMSA y Grupo Éxito han implementado programas de formación interna en analítica de datos para sus equipos logísticos, lo que ha incrementado la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta ante eventos inesperados (Bismart, 2024).

Por último, la gobernanza de datos garantiza que la información utilizada sea confiable, segura y ética. Esto incluye establecer políticas claras sobre calidad de datos, privacidad, trazabilidad y acceso. Una buena gobernanza no solo mejora la calidad de los modelos de IA, sino que también genera confianza entre los usuarios, lo que facilita la adopción tecnológica y reduce la resistencia al cambio (Datacalculus, 2024).

La toma de decisiones basada en evidencia permite a las empresas logísticas identificar oportunidades de mejora, anticipar fluctuaciones en la demanda, optimizar rutas y gestionar inventarios con mayor precisión. Por ejemplo, mediante el análisis de datos históricos y en

tiempo real, una empresa puede detectar patrones de consumo estacional, ajustar sus niveles de stock y planificar sus recursos de transporte de forma más eficiente (Mecalux, 2024).

Además, esta práctica fortalece la resiliencia organizacional, ya que permite simular escenarios, evaluar riesgos y tomar decisiones informadas ante situaciones de incertidumbre. En un entorno logístico cada vez más volátil, contar con una cultura de datos no es solo una ventaja competitiva, sino una condición necesaria para la sostenibilidad y el crecimiento a largo plazo (Bismart, 2024).

Propuestas Para Superar Barreras Tecnológicas y Culturales

La adopción de inteligencia artificial (IA) en logística enfrenta múltiples barreras que van más allá de la infraestructura tecnológica. Las limitaciones culturales, organizacionales y cognitivas representan obstáculos significativos que deben ser abordados mediante estrategias integrales. Superar estas barreras no solo implica adquirir tecnología, sino también transformar la mentalidad organizacional, fortalecer las capacidades humanas y rediseñar procesos internos para facilitar la integración de soluciones inteligentes (Montoya Urías, 2023).

Barreras Tecnológicas: Interoperabilidad, Infraestructura y Calidad de Datos

Uno de los principales desafíos tecnológicos es la falta de interoperabilidad entre sistemas logísticos heredados y nuevas plataformas basadas en IA. Muchas empresas, especialmente pymes, operan con software fragmentado, lo que dificulta la integración de algoritmos predictivos o sistemas de automatización. Esta situación se agrava por la escasa inversión en infraestructura digital, como redes IoT, sensores o almacenamiento en la nube, lo que limita la capacidad de capturar y procesar datos en tiempo real (Chavarria Briceño, 2024).

Además, la baja calidad de los datos disponibles por inconsistencias, duplicidades o falta de estandarización afecta directamente el rendimiento de los modelos de IA. Para superar esta barrera, se recomienda implementar políticas de gobernanza de datos, procesos de limpieza y normalización, y herramientas de integración que permitan consolidar la información logística en una única fuente confiable (Montoya Urías, 2023).

Desde una perspectiva técnica, la interoperabilidad no solo implica la compatibilidad entre plataformas, sino también la adopción de estándares abiertos, APIs bien documentadas y arquitecturas orientadas a servicios (SOA). Según la Guía de Interoperabilidad de Datos Abiertos del Ministerio TIC de Colombia (Mintic, 2024), los criterios clave para garantizar la interoperabilidad incluyen la trazabilidad, la exactitud, la completitud, la consistencia y la portabilidad de los datos. Estos atributos son esenciales para que los sistemas logísticos puedan comunicarse entre sí, compartir información en tiempo real y operar de forma coordinada en entornos complejos y distribuidos.

En el ámbito logístico, la falta de interoperabilidad se traduce en silos de información, duplicación de tareas y errores en la toma de decisiones. Por ejemplo, cuando los sistemas de gestión de transporte (TMS) no se integran con los sistemas de gestión de almacenes (WMS), se generan cuellos de botella, retrasos en la entrega y sobrecostos operativos. Para mitigar este problema, se recomienda el uso de plataformas middleware que actúen como puentes entre sistemas heterogéneos, facilitando la sincronización de datos y la automatización de procesos (Manzano, 2024).

En cuanto a la infraestructura, la falta de conectividad confiable, sensores inteligentes y capacidad de cómputo limita la implementación de soluciones de IA en tiempo real. La (UNESCO, 2023) destaca que las infraestructuras digitales abiertas y sostenibles son un pilar

fundamental para la ciencia y la innovación, y que su ausencia perpetúa las brechas tecnológicas entre regiones y sectores productivos. En este sentido, se requiere una inversión estratégica en redes de alta velocidad, centros de datos regionales y plataformas de procesamiento distribuido que permitan escalar las soluciones de IA en logística.

Por último, la calidad de los datos es una condición sine qua non para el éxito de cualquier modelo de IA. Datos incompletos, desactualizados o mal etiquetados generan sesgos, reducen la precisión de los algoritmos y pueden conducir a decisiones erróneas. Para abordar esta problemática, se recomienda implementar procesos de perfilado, validación y aseguramiento de la calidad de los datos, así como establecer roles claros de responsabilidad en la gestión de la información (Mintic, 2024). La adopción de marcos de gobernanza de datos, como el propuesto por DAMA-DMBOK, puede ser una guía útil para estructurar estas prácticas en el sector logístico.

Barreras Culturales: Resistencia al Cambio y Mentalidad Tradicional

Las barreras culturales suelen ser más difíciles de identificar, pero no menos relevantes. En muchas organizaciones logísticas persiste una cultura jerárquica, orientada a la rutina y con baja tolerancia al riesgo, lo que dificulta la adopción de tecnologías disruptivas. Esta resistencia se manifiesta en la desconfianza hacia los sistemas automatizados, el temor a la sustitución laboral y la preferencia por métodos tradicionales de gestión (Chavarria Briceño, 2024).

Para contrarrestar estas dinámicas, es fundamental promover una cultura de innovación que valore la experimentación, el aprendizaje continuo y la colaboración interdisciplinaria. Esto implica capacitar a los líderes en gestión del cambio, fomentar espacios de cocreación tecnológica y reconocer públicamente los avances logrados mediante la adopción de IA (FasterCapital, 2025).

Además, investigaciones recientes han demostrado que la resistencia cultural no solo se origina en el desconocimiento tecnológico, sino también en la falta de alineación entre los valores organizacionales y los principios que rigen la inteligencia artificial. Según (Saad, 2024), muchas empresas enfrentan una desconexión entre el discurso estratégico sobre innovación y la participación real de los empleados en los procesos de adopción tecnológica. En su estudio, el 62 % de los trabajadores encuestados no había sido involucrado en iniciativas de IA, lo que refuerza la percepción de que estas tecnologías son impuestas desde la alta dirección sin un proceso participativo.

Otro hallazgo relevante es la dificultad de formular preguntas estratégicas que orienten el uso de la IA hacia problemas reales del negocio. Esta carencia, identificada por el 61 % de los encuestados en el estudio de (Saad, 2024), refleja una cultura organizacional que no estimula el pensamiento crítico ni la apropiación del cambio. En este sentido, la resistencia cultural no es solo emocional o actitudinal, sino también cognitiva: muchas organizaciones carecen de las capacidades necesarias para imaginar, diseñar y evaluar soluciones basadas en IA.

Desde una perspectiva latinoamericana, (Vargas Parra, 2015) advierte que el individualismo, la baja disposición al trabajo colaborativo y la falta de confianza entre áreas son barreras culturales que afectan directamente la gestión del conocimiento y, por ende, la adopción de tecnologías emergentes. Estas dinámicas se acentúan en contextos donde la comunicación interna es deficiente, los liderazgos son autoritarios y no existen mecanismos de retroalimentación horizontal.

Para superar estas barreras, se recomienda adoptar un enfoque de cambio cultural basado en tres ejes:

- Liderazgo transformacional, que inspire, escuche y movilice a los equipos hacia una visión compartida de futuro.
- Participación del talento humano, mediante metodologías de cocreación, laboratorios de innovación y formación continua.
- Comunicación transparente y bidireccional, que permita explicar el propósito de la IA, resolver dudas y construir confianza.

Como señala el (Foroeconomicomundial, 2023), construir confianza en la IA requiere mostrar ejemplos prácticos, involucrar a los empleados desde el inicio y alinear los proyectos con los valores y objetivos estratégicos de la organización. Solo así será posible transformar la resistencia en compromiso, y la incertidumbre en oportunidad.

Estrategias Para Superar las Barreras

Desde la perspectiva de la investigación aplicada, se han identificado varias estrategias efectivas para superar estas barreras:

Diagnóstico de madurez digital: aplicar modelos como el de (Nova Arévalo, 2023) o el índice de transformación digital de la ANDI permite identificar brechas específicas y diseñar hojas de ruta personalizadas. Estos modelos evalúan dimensiones como infraestructura tecnológica, cultura organizacional, procesos, talento humano y gobernanza, lo que permite priorizar intervenciones y asignar recursos de forma estratégica. Según (Orrego Payán & Gómez Cortés, 2024), las empresas colombianas que han aplicado diagnósticos de madurez digital han logrado mejorar su capacidad de adaptación tecnológica en un 35 %, al identificar con precisión sus puntos críticos y fortalezas.

Gestión del cambio organizacional: utilizar marcos como ADKAR (Awareness, Desire, Knowledge, Ability, Reinforcement) o el modelo de Kotter (1996) permite acompañar la transición tecnológica con acciones centradas en las personas. Estos enfoques promueven la sensibilización, la participación y la consolidación de nuevos hábitos organizacionales. En el estudio de (Saad, 2024), se evidenció que las organizaciones que aplicaron estrategias estructuradas de gestión del cambio lograron reducir la resistencia cultural en un 40 % y aumentar la adopción efectiva de soluciones de IA en menos de seis meses.

Formación y alfabetización digital: implementar programas de capacitación técnica y cultural que preparen a los equipos para interactuar con sistemas inteligentes es una condición indispensable. Esta formación debe ser continua, modular y adaptada a los distintos niveles de la organización. Según el estudio de (Carro Suarez & Sarmiento Paredes, 2022), la alfabetización digital no solo mejora la competencia técnica, sino que también incrementa la confianza del personal en el uso de tecnologías emergentes, lo que se traduce en mayor productividad y menor rotación laboral.

Políticas públicas y cooperación interinstitucional: fomentar alianzas entre empresas, universidades y gobiernos para facilitar el acceso a tecnología, talento y financiamiento (Montoya Urías, 2023). Estas alianzas permiten compartir riesgos, generar sinergias y acelerar la innovación. En Colombia, iniciativas como Colombia Productiva, Apps.co y los Centros de Transformación Digital Empresarial (CTDE) han demostrado ser efectivas para acompañar a las pymes en sus procesos de digitalización, especialmente en sectores como logística, manufactura y agroindustria.

Además, se recomienda incorporar estrategias de gobernanza de datos, que aseguren la calidad, trazabilidad y seguridad de la información utilizada por los sistemas de IA. La

implementación de marcos como DAMA-DMBOK o ISO/IEC 38505-1 puede fortalecer la confianza organizacional y facilitar la interoperabilidad entre plataformas (Manzano, 2024).

Estas estrategias deben ser adaptadas al contexto colombiano, donde las brechas digitales, la desigualdad territorial y la informalidad empresarial requieren enfoques diferenciados y sostenibles. Por ejemplo, en regiones con baja conectividad, se pueden priorizar soluciones híbridas (offline/online), mientras que, en sectores con alta rotación laboral, se deben diseñar programas de formación acelerada y certificación por competencias.

En síntesis, superar las barreras tecnológicas y culturales no depende únicamente de la adquisición de tecnología, sino de la capacidad de las organizaciones para transformarse desde adentro, con visión estratégica, liderazgo inclusivo y compromiso con el aprendizaje continuo.

Recomendaciones Para Mejorar la Capacitación y Disponibilidad de Recursos

La transformación digital en logística, impulsada por la inteligencia artificial (IA), requiere no solo de infraestructura tecnológica, sino también de talento humano capacitado y recursos estratégicos que garanticen una implementación sostenible. En este sentido, la formación continua, la disponibilidad de herramientas tecnológicas y el acceso a financiamiento son pilares fundamentales para consolidar una logística inteligente y competitiva.

Formación Técnica y Transversal en IA Aplicada a la Logística

La formación del talento humano es uno de los pilares más determinantes para la adopción efectiva de inteligencia artificial (IA) en el sector logístico. A pesar de los avances tecnológicos, múltiples estudios coinciden en que la falta de competencias digitales y analíticas en los equipos operativos y directivos representa una de las principales barreras para la transformación digital en América Latina (Montoya Urías, 2023). En este contexto, se hace

imprescindible diseñar e implementar programas de formación técnica y transversal que permitan a los trabajadores adquirir habilidades relevantes para interactuar, adaptar y liderar procesos basados en IA.

Desde una perspectiva técnica, la formación debe incluir conocimientos en fundamentos de IA, aprendizaje automático, análisis de datos, programación en lenguajes como Python, y uso de plataformas como Google Colab, TensorFlow o Scikit-learn. Estos conocimientos permiten a los profesionales comprender el funcionamiento de los algoritmos, interpretar resultados y participar activamente en la implementación de soluciones logísticas inteligentes (EAFIT, 2025). Por ejemplo, el curso “Herramientas de IA para logística” ofrecido por la Universidad EAFIT capacita a los participantes en el uso de agentes inteligentes, optimización de rutas, pronóstico de demanda y visualización de datos, todo aplicado a la toma de decisiones logísticas.

Sin embargo, la formación no puede limitarse a aspectos técnicos. Es igualmente importante desarrollar habilidades transversales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas complejos, la comunicación digital y el liderazgo adaptativo. Estas competencias permiten a los profesionales no solo operar herramientas tecnológicas, sino también liderar procesos de cambio, gestionar equipos multidisciplinarios y tomar decisiones estratégicas en entornos de alta incertidumbre (Utadeo, 2025). En este sentido, el programa “IA para la gestión logística” de esta universidad integra módulos sobre planificación de la demanda, gestión de almacenes y transporte con IA, así como tendencias futuras del sector, fortaleciendo tanto las capacidades técnicas como las estratégicas de los participantes.

En Colombia, diversas instituciones han comenzado a ofrecer programas especializados que responden a esta necesidad. El Bootcamp de IA para logística del CESA, por ejemplo, adopta un enfoque práctico que combina metodologías ágiles, simulaciones y proyectos

colaborativos, permitiendo a los estudiantes aplicar técnicas de machine learning en contextos reales de operación logística (Cesa, 2025). Este tipo de formación inmersiva resulta especialmente útil para profesionales que ya se desempeñan en el sector y buscan actualizar sus competencias frente a los desafíos de la logística 4.0.

Además, se recomienda fomentar alianzas entre empresas, universidades y centros de innovación para el diseño de programas de formación dual, donde los trabajadores puedan aplicar los conocimientos adquiridos en entornos reales de operación. Esta estrategia, inspirada en el modelo alemán de formación técnica, ha demostrado ser efectiva para cerrar brechas de talento y mejorar la productividad en sectores industriales y logísticos (Chavarria Briceño, 2024).

Por último, es fundamental que los programas de formación incluyan un componente ético y reflexivo sobre el uso responsable de la IA. Esto implica discutir temas como la privacidad de los datos, la transparencia algorítmica, el sesgo en los modelos y el impacto social de la automatización. Incluir estos temas en la formación no solo fortalece la confianza de los trabajadores, sino que también promueve una adopción tecnológica más consciente, inclusiva y sostenible (FESC, 2025).

En conclusión, la formación técnica y transversal en IA aplicada a la logística debe ser integral, contextualizada y orientada a la práctica. Solo así será posible construir una fuerza laboral preparada para liderar la transformación digital del sector logístico colombiano, con visión estratégica, competencias sólidas y compromiso ético.

Acceso a Recursos Tecnológicos y Plataformas de Bajo Costo

Uno de los principales desafíos para la adopción de inteligencia artificial (IA) en logística, especialmente en pequeñas y medianas empresas (pymes), es el acceso limitado a

recursos tecnológicos y plataformas especializadas. La inversión inicial en infraestructura, software y talento puede representar una barrera significativa, lo que ha llevado a muchas organizaciones a postergar o limitar sus procesos de transformación digital (Tp-logistics, 2024). Sin embargo, en los últimos años han surgido múltiples alternativas de bajo costo, accesibles y escalables que permiten experimentar con IA sin comprometer grandes presupuestos.

En primer lugar, el ecosistema de herramientas open-source ha crecido exponencialmente, ofreciendo soluciones robustas para análisis de datos, automatización y aprendizaje automático. Plataformas como Orange Data Mining, KNIME, RapidMiner y bibliotecas de Python como Scikit-learn, Pandas y TensorFlow permiten desarrollar modelos predictivos, clasificar datos logísticos y optimizar procesos sin necesidad de licencias comerciales costosas (SimpliRoute, 2024). Estas herramientas han sido utilizadas con éxito por startups logísticas en América Latina para mejorar la planificación de rutas, la predicción de demanda y la gestión de inventarios.

Además, el uso de entornos colaborativos en la nube como Google Colab, Jupyter Notebooks o Microsoft Azure Notebooks permite ejecutar modelos de IA sin necesidad de contar con equipos de alto rendimiento. Estas plataformas ofrecen acceso gratuito o de bajo costo a recursos computacionales, lo que democratiza el desarrollo de soluciones inteligentes y facilita la capacitación técnica del personal (Appscrip, 2024). Por ejemplo, empresas emergentes como 99Minutos y Liftit han utilizado estas herramientas para escalar sus operaciones logísticas en mercados como México, Colombia y Brasil, optimizando la última milla mediante algoritmos de ruteo inteligente (thelogisticsworld, 2025).

Otro recurso clave son las plataformas de IA como servicio (AIaaS), que permiten acceder a modelos preentrenados, APIs de predicción y servicios de automatización sin

necesidad de desarrollar soluciones desde cero. Proveedores como IBM Watson, Google Cloud AI, Amazon SageMaker y Microsoft Azure AI ofrecen planes escalables que se ajustan a las necesidades y capacidades de cada empresa. Estas plataformas permiten integrar IA en procesos logísticos como la clasificación de pedidos, la detección de anomalías o la predicción de tiempos de entrega, con costos proporcionales al uso (Tp-logistics, 2024).

En el contexto colombiano, iniciativas como Colombia Productiva, Apps.co y los programas de transformación digital del MinTIC han promovido el acceso a tecnología mediante convocatorias, asesoría técnica y subsidios para la adopción de soluciones digitales. Estas políticas públicas han sido fundamentales para reducir la brecha tecnológica y fomentar la competitividad de las pymes logísticas (SimpliRoute, 2024).

Finalmente, se recomienda a las empresas adoptar una estrategia de prototipado ágil, que combine herramientas gratuitas, datos propios y metodologías iterativas para validar soluciones antes de escalar. Esta práctica no solo reduce costos, sino que permite aprender rápidamente, ajustar modelos y construir capacidades internas de forma progresiva. La clave está en comenzar con lo disponible, experimentar con propósito y escalar con evidencia.

Financiamiento y Políticas Públicas de Apoyo

La sostenibilidad de los procesos de transformación digital en logística, especialmente aquellos que involucran inteligencia artificial (IA), depende en gran medida del acceso a mecanismos de financiamiento y del respaldo de políticas públicas coherentes. En el caso colombiano, si bien se han dado avances importantes en la formulación de estrategias nacionales de ciencia, tecnología e innovación (CTeI), persisten desafíos estructurales en la asignación de recursos, la articulación interinstitucional y la implementación efectiva de programas de apoyo (Valbuena Hernandez, 2024).

Desde el ámbito internacional, organismos como la UNESCO, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial han señalado que el financiamiento público para la adopción de IA debe estar orientado por principios de equidad, sostenibilidad y desarrollo territorial. En este sentido, se recomienda priorizar sectores estratégicos como la logística, por su capacidad de dinamizar la economía, reducir brechas regionales y mejorar la competitividad nacional (Hernandez, 2022).

En Colombia, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Min Ciencias) ha desarrollado instrumentos como el Plan Nacional de Desarrollo en CTeI, el Fondo Francisco José de Caldas y las convocatorias de Colombia Científica, que buscan financiar proyectos de investigación aplicada, formación de talento y transferencia tecnológica. Estos programas han permitido la creación de centros de excelencia, redes de investigación y alianzas universidad-empresa orientadas al desarrollo de soluciones basadas en IA (MinCiencias, 2023).

Además, la Oficina de Inteligencia Artificial de la Presidencia de la República, en coordinación con el Departamento Nacional de Planeación (DNP), ha formulado la Estrategia Nacional de IA, que contempla líneas de acción específicas para el fortalecimiento del ecosistema digital, la promoción de la ética algorítmica y el impulso a la innovación en sectores como transporte, salud y logística (Valbuena Hernandez, 2024). Esta estrategia propone mecanismos de cofinanciación, incentivos tributarios y programas de formación para acelerar la adopción de IA en empresas de todos los tamaños.

A nivel regional, iniciativas como Ruta N en Medellín y Connect Bogotá Región han demostrado que la articulación entre gobiernos locales, universidades y empresas puede generar entornos propicios para la innovación logística. Estas plataformas ofrecen acceso a capital

semilla, asesoría técnica y espacios de experimentación para startups y pymes que desarrollan soluciones basadas en IA, automatización y análisis de datos (MinCiencias, 2023).

Sin embargo, diversos estudios advierten que el financiamiento sigue siendo insuficiente y desigual. Según datos del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, la inversión en I+D en Colombia apenas alcanza el 0,3 % del PIB, muy por debajo del promedio de países de la OCDE (Gómez Ortiz, 2022). Además, la concentración de recursos en grandes centros urbanos limita el acceso de regiones periféricas a programas de apoyo, lo que profundiza las brechas territoriales en materia de innovación.

En este contexto, se recomienda fortalecer los mecanismos de evaluación y seguimiento de las políticas públicas, garantizar la transparencia en la asignación de recursos y promover una mayor participación del sector privado en el financiamiento de proyectos de IA. Asimismo, es fundamental diseñar instrumentos financieros flexibles, como fondos de innovación, créditos blandos y esquemas de compras públicas innovadoras, que se ajusten a las necesidades y capacidades de las empresas logísticas colombianas.

Recomendaciones Integradas

La adopción efectiva de inteligencia artificial (IA) en logística no puede abordarse desde una única dimensión. Requiere una estrategia integral que articule la formación del talento humano, el acceso a tecnología, el financiamiento sostenible y el respaldo institucional. A continuación, se presentan recomendaciones estructuradas que surgen del análisis de literatura científica, estudios de caso y políticas públicas, con el objetivo de orientar a empresas, instituciones educativas y entidades gubernamentales hacia una transformación digital inclusiva y sostenible.

Diseñar Programas De Formación Modular, Contextualizados y con Enfoque por Competencias

La formación debe responder a las necesidades reales del sector logístico colombiano, diferenciando entre niveles operativos, técnicos y estratégicos. Se recomienda estructurar programas modulares que combinen teoría y práctica, con énfasis en competencias como análisis de datos, automatización de procesos, ética algorítmica y liderazgo digital. Estos programas deben incorporar metodologías activas como el aprendizaje basado en retos, simulaciones con datos reales y proyectos colaborativos con empresas del sector (Buitrago Mora, 2023).

Además, es clave que los contenidos se actualicen periódicamente para incorporar avances tecnológicos y responder a las dinámicas del mercado. La inclusión de casos de éxito nacionales e internacionales permite contextualizar el aprendizaje y fortalecer la apropiación tecnológica (Gentilin, Aquino , Norena Chavez, & Osorio, 2024).

Fomentar el Uso de Herramientas Tecnológicas Accesibles y de Código Abierto

Para democratizar el acceso a la IA, especialmente en pymes y regiones con menor infraestructura, se recomienda promover el uso de plataformas open-source como KNIME, Orange, TensorFlow, RapidMiner y Scikit-learn. Estas herramientas permiten desarrollar modelos predictivos, optimizar rutas y automatizar procesos sin incurrir en altos costos de licenciamiento (SimpliRoute, 2024).

Asimismo, se sugiere capacitar a los equipos en el uso de entornos colaborativos como Google Colab y Jupyter Notebooks, que permiten ejecutar algoritmos en la nube sin requerir infraestructura local. Esta estrategia ha sido efectiva en programas de formación técnica en países como México, Perú y Chile, donde se ha logrado escalar soluciones logísticas con recursos limitados (Appscrip, 2024).

Establecer Alianzas Universidad-Empresa-Gobierno Para el Desarrollo de Talento y Soluciones Aplicadas

La articulación entre actores del ecosistema de innovación es fundamental para garantizar la pertinencia y sostenibilidad de los procesos de adopción tecnológica. Se recomienda crear nodos regionales de innovación logística, donde universidades, empresas y entidades públicas codiseñen programas de formación, laboratorios de experimentación y proyectos de investigación aplicada (MinCiencias, 2023).

Estas alianzas deben incluir mecanismos de gobernanza compartida, indicadores de impacto y esquemas de cofinanciación. En Colombia, experiencias como Ruta N en Medellín y Connect Bogotá Región han demostrado que este modelo puede acelerar la adopción de IA, generar empleo calificado y fortalecer la competitividad regional (Valbuena Hernandez, 2024).

Fortalecer los Mecanismos de Financiamiento y Cofinanciación Para la Transformación Digital

El acceso a recursos financieros sigue siendo una limitante crítica, especialmente para pymes. Por ello, se propone ampliar las líneas de crédito blandas, fondos de innovación y esquemas de compras públicas innovadoras orientadas a soluciones logísticas basadas en IA. Asimismo, se sugiere establecer incentivos tributarios para empresas que inviertan en formación de talento, adquisición de tecnología y desarrollo de soluciones propias (Gómez Ortiz, 2022).

A nivel internacional, se recomienda aprovechar programas de cooperación técnica del BID, la CAF y el Banco Mundial, que ofrecen asistencia técnica, financiamiento y acompañamiento para proyectos de transformación digital en sectores estratégicos como la logística (Hernandez, 2022).

Incluir la Capacitación Como Componente Obligatorio en los Planes de Transformación Digital

Todo proyecto de adopción de IA en logística debe contemplar un componente transversal de formación y gestión del cambio. Esto implica capacitar no solo al personal técnico, sino también a los líderes organizacionales, para garantizar una visión compartida, reducir la resistencia al cambio y maximizar el impacto de las soluciones implementadas (Buitrago Mora, Edwin Arturo, 2023).

Además, se recomienda establecer indicadores de apropiación tecnológica, como el porcentaje de personal capacitado, la frecuencia de uso de herramientas inteligentes y la participación en procesos de mejora continua. Estos indicadores permiten monitorear el avance del proceso y tomar decisiones informadas para su ajuste o escalamiento.

Implementación Progresiva y Sostenible

La implementación de inteligencia artificial (IA) en logística no debe concebirse como un proceso abrupto ni homogéneo, sino como una transformación progresiva, adaptativa y sostenible. Esta visión reconoce que cada organización posee niveles distintos de madurez digital, capacidades técnicas y estructuras culturales, por lo que la adopción tecnológica debe alinearse con sus realidades operativas y estratégicas (Rodríguez Mayorca, 2022).

Enfoque Por Etapas: Madurez Digital y Escalabilidad

La implementación de inteligencia artificial (IA) en logística requiere una planificación estructurada que considere el nivel de madurez digital de la organización y su capacidad para escalar soluciones tecnológicas de forma sostenible. Este enfoque por etapas permite avanzar de manera progresiva, minimizando riesgos, optimizando recursos y garantizando una apropiación tecnológica efectiva. Diversos estudios han demostrado que las organizaciones que adoptan

modelos de madurez digital logran una transformación más coherente, alineada con sus capacidades internas y con mayor impacto en sus indicadores de desempeño (Orrego Payán & Gómez Cortés, 2024).

Diagnóstico de Madurez Digital Como Punto de Partida

El primer paso en este enfoque es realizar un diagnóstico de madurez digital que permita identificar el estado actual de la organización en dimensiones clave como infraestructura tecnológica, cultura digital, procesos, talento humano y gobernanza. Modelos como el propuesto por (Nova Arévalo, 2023) o el MD4U (Modelo de Madurez Digital para Universidades) adaptado al contexto empresarial colombiano, ofrecen herramientas para clasificar a las organizaciones en niveles que van desde “incipiente” hasta “innovador adaptable”, permitiendo trazar rutas de evolución personalizadas.

Este diagnóstico no solo permite identificar brechas, sino también priorizar inversiones, definir objetivos realistas y establecer indicadores de avance. En el caso colombiano, investigaciones recientes han demostrado que muchas empresas logísticas se encuentran en niveles intermedios de madurez, con fortalezas en infraestructura, pero debilidades en cultura digital y formación del talento (Orrego Payán & Gómez Cortés, 2024).

Etapas de Implementación: del Piloto a la Escalabilidad

Una vez identificado el nivel de madurez, se recomienda avanzar por etapas, comenzando con proyectos piloto de bajo riesgo que permitan validar la viabilidad técnica y operativa de las soluciones de IA. Estas pruebas de concepto deben enfocarse en procesos específicos como la predicción de demanda o la optimización de rutas y contar con indicadores claros de éxito. La evidencia generada en esta fase es clave para justificar la inversión y reducir la resistencia al cambio (Cypes, 2024).

Posteriormente, se puede avanzar hacia una fase de implementación inicial, donde se integran las soluciones en procesos más amplios, se capacita al personal y se ajustan los modelos según el contexto operativo. En esta etapa, la interoperabilidad entre sistemas, la calidad de los datos y la gobernanza tecnológica se vuelven factores críticos para el éxito (Lorenzo, 2016).

La tercera etapa corresponde a la operación eficiente, donde la IA se convierte en parte integral de la operación logística, con procesos automatizados, decisiones basadas en datos y una cultura organizacional orientada a la mejora continua. Finalmente, en la etapa de escalabilidad, las soluciones se replican en otras unidades de negocio, se integran con tecnologías complementarias como IoT o blockchain, y se consolidan como ventaja competitiva sostenible (Cypes, 2024).

Escalabilidad Adaptativa y Sostenibilidad

La escalabilidad no debe entenderse únicamente como expansión tecnológica, sino como la capacidad de adaptar las soluciones a nuevos contextos, necesidades y entornos. Esto implica diseñar arquitecturas modulares, utilizar plataformas flexibles y fomentar una cultura de innovación que permita iterar, aprender y evolucionar. Además, la escalabilidad debe considerar criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las políticas de responsabilidad corporativa (Orrego Payán & Gómez Cortés, 2024).

En síntesis, el enfoque por etapas basado en la madurez digital y la escalabilidad permite a las organizaciones logísticas avanzar de manera ordenada, eficiente y sostenible en la adopción de IA. Este modelo no solo reduce riesgos, sino que maximiza el valor generado por la tecnología, fortalece las capacidades internas y posiciona a la organización como líder en innovación logística.

Sostenibilidad Operativa y Ambiental

La sostenibilidad operativa y ambiental combina la continuidad eficiente de las operaciones logísticas con la minimización de su huella ecológica. La inteligencia artificial (IA) aporta al logro de este objetivo mediante la optimización de recursos, la reducción de emisiones y el refuerzo de la resiliencia ante riesgos ambientales. Según (Rodríguez Mayorca, 2022), la IA facilita la gestión proactiva de riesgos climáticos y operativos al integrar datos de sensores, modelar escenarios de demanda y ajustar dinámicamente los procesos logísticos, lo que fortalece tanto la eficiencia como la sustentabilidad a largo plazo.

Uno de los ámbitos más críticos es la optimización de rutas, donde los algoritmos de machine learning analizan variables en tiempo real tráfico, condiciones climáticas, restricciones de carga para trazar trayectos que minimicen distancia, tiempo y consumo de combustible. (Camastra & González Vallejo, 2025) reportan reducciones de hasta un 25 % en emisiones de CO₂ cuando las empresas aplican modelos de ruteo inteligente basados en IA. Asimismo, (Bolón Canedo, Morán Fernandez, Cancela, & Alonso Betanzos, 2024) destacan que la integración de métricas de sostenibilidad en los objetivos de los algoritmos lo que se conoce como “green AI” impulsa soluciones que priorizan no solo la eficiencia operativa, sino también la circularidad y el uso óptimo de recursos.

La gestión predictiva de inventarios es otro componente clave. Al anticipar patrones de demanda y ajustar niveles de stock, la IA evita excesos de inventario y reduce desperdicios, lo que disminuye consumo energético y costos de almacenamiento. En un estudio narrativo y bibliométrico, (Camastra & González Vallejo, 2025) observaron que las empresas que implementan sistemas predictivos logran descensos del 30 % en productos obsoletos y disminuciones significativas en el uso de embalajes y consumibles auxiliares. Además, (Srierián

Gonzalez, Bruna Román, Robles Lagos, & Vaca Lombana, 2025) señalan que cuando la IA se enlaza con prácticas de responsabilidad social empresarial (RSE), el impacto positivo en la reputación y el cumplimiento normativo refuerza la sostenibilidad corporativa.

En el ámbito latinoamericano, (Zuñiga Santana, 2025) documenta varios casos de logística sostenible en el Tecnológico de Monterrey, donde la IA se ha usado para:

- Ajustar dinámicamente la velocidad de transportes de última milla, reduciendo hasta un 20 % el consumo de energía.
- Coordinar procesos de picking y consolidación en almacenes, optimizando espacios y disminuyendo tiempos inactivos.
- Monitorear en tiempo real indicadores ambientales (emisiones, consumo de agua y energía), lo que permite activar alertas y planes de contingencia ante desviaciones.
- Para garantizar la sostenibilidad ambiental, es esencial definir KPIs verdes y sistemas de monitoreo continuo. (Camastra & González Vallejo, 2025) proponen incluir indicadores como huella de carbono por tonelada-kilómetro, porcentaje de embalajes reciclables y consumo energético por unidad de envío. Este enfoque permite evaluar el desempeño sostenible de la cadena, identificar áreas de mejora y vincular los objetivos de IA a compromisos corporativos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Gobernanza Tecnológica y Ética Algorítmica

La implementación de inteligencia artificial (IA) en logística no puede desligarse de una reflexión profunda sobre su gobernanza tecnológica y los principios éticos que deben guiar su desarrollo y aplicación. A medida que los algoritmos adquieren mayor autonomía en la toma de

decisiones operativas como la asignación de rutas, la priorización de pedidos o la gestión de inventarios se vuelve imprescindible establecer marcos normativos, institucionales y técnicos que garanticen su uso responsable, transparente y justo (UNESCO, 2021).

Gobernanza Tecnológica: Estructuras, Procesos y Rendición de Cuentas

La gobernanza tecnológica se refiere al conjunto de políticas, estructuras organizacionales y mecanismos de control que regulan el ciclo de vida de los sistemas de IA, desde su diseño hasta su operación y monitoreo. En el contexto logístico, esto implica definir protocolos para la adquisición de datos, la validación de modelos, la supervisión de decisiones automatizadas y la asignación de responsabilidades ante posibles fallos o sesgos (Datacamp, 2024). Según el (Foroeconomicomundial, 2023), una gobernanza algorítmica efectiva debe incluir:

- Comités de ética algorítmica con participación multidisciplinaria.
- Evaluaciones de impacto algorítmico (AIA) que analicen riesgos sociales, ambientales y laborales.
- Auditorías periódicas de los modelos para detectar sesgos, errores o desviaciones.
- Protocolos de trazabilidad que permitan explicar cómo y por qué se tomó una decisión automatizada.
- Estas prácticas no solo fortalecen la confianza de los usuarios y clientes, sino que también protegen a las organizaciones frente a riesgos reputacionales, regulatorios y operativos.

Ética Algorítmica: Principios y Marcos Internacionales

La ética algorítmica busca garantizar que los sistemas de IA respeten los derechos humanos, promuevan la equidad y eviten la reproducción de sesgos estructurales. La Recomendación sobre la Ética de la IA de la (UNESCO, 2021) establece cuatro valores fundamentales:

- Respeto a los derechos y la dignidad humanos.
- Justicia y no discriminación.
- Transparencia y explicabilidad.
- Responsabilidad y rendición de cuentas.

Estos principios han sido adoptados por múltiples marcos internacionales, como el Marco de Gestión de Riesgos de IA del NIST, las Directrices Éticas de la Unión Europea y los Principios de la OCDE para una IA confiable (Datacamp, 2024). Todos coinciden en la necesidad de incorporar la ética desde el diseño del sistema (ethics by design), garantizando que los algoritmos sean auditables, comprensibles y corregibles.

Aplicación en Logística: Desafíos y Oportunidades

En el sector logístico, la gobernanza ética enfrenta desafíos particulares:

- La opacidad de los algoritmos de optimización, que dificultan la trazabilidad de decisiones.
- La discriminación indirecta en la asignación de tareas o rutas, que puede afectar a ciertos grupos de trabajadores.

- La recolección masiva de datos de clientes, vehículos y empleados, que plantea riesgos de privacidad.

Para abordar estos retos, se recomienda adoptar herramientas como las Evaluaciones de Impacto Ético (EIA) propuestas por la UNESCO, que permiten anticipar efectos negativos y diseñar medidas de mitigación (UNESCO, 2021). Asimismo, es clave fomentar una cultura organizacional ética, donde los equipos de TI, operaciones y recursos humanos trabajen de forma coordinada para garantizar el cumplimiento de principios éticos en cada fase del proceso logístico (Sforzin, 2024).

Participación y Transparencia Como Ejes de Legitimidad

Finalmente, la gobernanza tecnológica debe ser participativa. Incluir a trabajadores, clientes y comunidades en el diseño y evaluación de los sistemas de IA fortalece su legitimidad, mejora su calidad y reduce la resistencia al cambio. Como señala (Rodríguez Alba, 2023), la ética algorítmica no puede imponerse desde arriba, sino construirse colectivamente, reconociendo la diversidad de valores, contextos y expectativas que coexisten en los entornos logísticos.

Adaptabilidad Organizacional y Mejora Continua

La adaptabilidad organizacional es la capacidad de una empresa para responder de manera ágil, estratégica y sostenida a los cambios del entorno, ya sean tecnológicos, económicos, sociales o regulatorios. En el contexto de la inteligencia artificial (IA) aplicada a la logística, esta capacidad se convierte en un factor crítico de éxito, ya que permite a las organizaciones no solo incorporar nuevas tecnologías, sino también transformar sus estructuras, procesos y culturas para aprovechar plenamente su potencial (Pineda Escobar & Cortés Ortiz, 2018)

Según (Rodríguez Alegre, Calderon de los rios, Hurtado Zamora, & Ocaña Rodríguez , 2023), la implementación de IA en la gestión organizacional genera un proceso de reingeniería que exige rediseñar flujos de trabajo, redefinir roles y adoptar nuevas formas de liderazgo. Este proceso no puede ser estático ni puntual; requiere una lógica de mejora continua, donde la organización aprenda de sus errores, ajuste sus estrategias y evolucione de forma iterativa. En este sentido, la adaptabilidad y la mejora continua son dos caras de una misma moneda: la primera permite reaccionar, la segunda permite aprender y perfeccionar.

Factores que Impulsan la Adaptabilidad Organizacional

Una revisión sistemática de literatura realizada por (Pineda Escobar & Cortés Ortiz, 2018) identificó siete factores clave que inciden en la capacidad de adaptación de las organizaciones:

- Liderazgo transformacional, que promueve la innovación y la apertura al cambio.
- Cultura organizacional flexible, orientada al aprendizaje y la colaboración.
- Capacidad de aprendizaje organizacional, entendida como la habilidad para adquirir, compartir y aplicar conocimiento.
- Gestión del conocimiento, que permite capitalizar la experiencia y convertirla en ventaja competitiva.
- Tecnologías habilitadoras, como la IA, que facilitan la automatización y la toma de decisiones basada en datos.
- Participación del talento humano, que garantiza la apropiación de los cambios.

- Sistemas de evaluación y retroalimentación, que permiten monitorear el desempeño y ajustar las estrategias.

Estos factores deben integrarse en una estrategia organizacional coherente, donde la IA no sea vista como un fin en sí misma, sino como un medio para fortalecer la resiliencia, la eficiencia y la capacidad de innovación de la empresa.

La Mejora Continua Como Motor de Evolución Digital

La mejora continua, inspirada en modelos como el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), se convierte en el motor que impulsa la evolución digital de las organizaciones logísticas. A través de ciclos iterativos de planificación, ejecución, evaluación y ajuste, las empresas pueden refinar sus procesos, optimizar sus algoritmos y adaptar sus soluciones de IA a contextos cambiantes (Guevara Tellez, 2024).

En el estudio de (León Moyano, 2018), aplicado a una empresa de logística en Colombia, se evidenció que la falta de retroalimentación oportuna y de autonomía en los equipos de innovación limitaba la materialización de ideas y generaba desmotivación. Este hallazgo refuerza la importancia de establecer mecanismos claros de seguimiento, reconocimiento y mejora, que permitan cerrar el ciclo de aprendizaje y fortalecer la cultura de innovación.

IA Como Catalizador de la Adaptabilidad

La IA no solo exige adaptabilidad, sino que también la potencia. Al proporcionar información en tiempo real, anticipar escenarios y automatizar tareas, la IA permite a las organizaciones responder con mayor agilidad y precisión a los desafíos del entorno. Sin embargo, para que este potencial se materialice, es necesario que las organizaciones desarrollen capacidades dinámicas, es decir, la habilidad para integrar, construir y reconfigurar competencias

internas en función de los cambios del entorno (Rodríguez Alegre, Calderon de los rios, Hurtado Zamora, & Ocaña Rodríguez , 2023).

En síntesis, la adaptabilidad organizacional y la mejora continua son condiciones necesarias para una implementación exitosa y sostenible de la IA en logística. No se trata solo de incorporar tecnología, sino de transformar la forma en que la organización aprende, decide y evoluciona.

Diagnóstico de la Implementación de IA en Logística Para el Caso Colombiano

Metodología del Diagnóstico

El diagnóstico de la implementación de inteligencia artificial (IA) en la logística colombiana se desarrolló mediante un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, sustentado exclusivamente en una revisión documental sistemática. Este proceso permitió identificar propuestas aplicadas, comprender barreras operativas y reconocer tendencias tecnológicas dentro del sector logístico nacional.

En lugar de utilizar instrumentos como entrevistas, matrices de análisis u otras técnicas cualitativas o cuantitativas, se optó por el análisis de casos documentados, seleccionados por su relevancia contextual y nivel de evidencia disponible. Entre los casos estudiados se encuentran Opperar, Essity y Nauta, cuyas experiencias ofrecen elementos empíricos que contribuyen a validar el diagnóstico y exponer los desafíos concretos de adopción de IA en Colombia.

Estado Actual de la Adopción de IA en Logística en Colombia

La adopción de inteligencia artificial (IA) en el sector logístico colombiano ha avanzado de forma desigual, con aplicaciones puntuales en grandes empresas y una incipiente exploración en pymes. Aunque existen casos exitosos en áreas como la predicción de demanda, la optimización de rutas y la automatización de almacenes, el panorama general revela una etapa temprana de madurez digital, marcada por brechas tecnológicas, culturales y de infraestructura (Buitrago Mora, 2023).

Un estudio de (Vera Otálvaro, 2023), basado en la Encuesta Pulso Empresarial del DANE, que incluyó más de 8.500 empresas colombianas, evidenció que solo un porcentaje reducido ha adoptado tecnologías de IA, siendo la organización de procesos administrativos y logísticos una de las principales motivaciones. Sin embargo, los sectores con mayor adopción corresponden a servicios financieros, telecomunicaciones y comercio electrónico, mientras que el

sector logístico presenta una adopción moderada, concentrada en grandes operadores y startups tecnológicas.

Uno de los referentes más visibles es Rappi, plataforma de entregas que ha integrado algoritmos de IA para optimizar rutas en tiempo real, predecir demanda por zonas geográficas y mejorar la asignación de repartidores. Estas soluciones han permitido reducir los tiempos de entrega y aumentar la eficiencia operativa, aunque enfrentan retos en escalabilidad y gestión de datos (Thelogisticsworld, 2023).

Grupo Éxito ha incorporado IA en sus centros de distribución mediante visión artificial y aprendizaje automático para clasificación de productos, control de inventarios y automatización de picking. Esto ha mejorado la precisión operativa y reducidos errores logístico (Bolívar Zuñiga, 2024).

Grupo Bimbo Optimiza la logística de sus productos mediante algoritmos que ajustan el inventario según la demanda esperada (thelogisticsworld, 2025).

Mensajeros Urbanos utiliza IA para la logística de última milla, optimizando rutas y predicción de tiempos de entrega. Su plataforma ha mejorado la puntualidad y reducidos costos operativos (Buitrago Mora, 2023). En la misma línea, Drivin Colombia ha implementado la iniciativa Ruta Verde, que combina IA y métricas ambientales para optimizar rutas con menor huella de carbono (Angel, 2024).

Empresas como Servientrega y Coordinadora están integrando IA en procesos de clasificación automatizada, trazabilidad de paquetes y análisis predictivo de carga (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024). Smartlog Colombia ha desarrollado soluciones robóticas y de IA para automatización logística interna con enfoque sostenible (Larepublica, 2024).

En Antioquia, Essity Colombia (antes Grupo Familia) inauguró en 2025 el centro de distribución más alto de Latinoamérica, implementando IA para la gestión de inventarios, trazabilidad y eficiencia energética (Essity, 2025). A su vez, la Corporación Colombiana de Logística (CCL) ha adoptado drones con IA, RPA y gemelos digitales para controlar inventarios y simular operaciones en tiempo real (Portafolio, 2025).

La empresa Nauta, con ADN colombiano, ha creado una plataforma SaaS con IA que automatiza más del 70 % de la gestión documental en operaciones de comercio exterior, mejorando trazabilidad y eficiencia (Bajonero Vásquez, 2025).

Sin embargo, estudios como el de (Alvarez Badillo, 2023) destacan que la mayoría de las pymes logísticas siguen operando con sistemas fragmentados y manuales, debido a la falta de formación del personal, escasez de recursos y baja interoperabilidad entre sistemas.

Desde una perspectiva territorial, ciudades como Bogotá, Medellín y Barranquilla muestran ecosistemas más dinámicos de innovación. Iniciativas como Ruta N, en Medellín, han promovido la adopción de tecnologías emergentes mediante formación, asesoría técnica y acceso a capital semilla. No obstante, en regiones periféricas como el Caribe o el sur del país, la implementación de IA en logística sigue siendo incipiente, reflejando una brecha territorial que requiere políticas diferenciadas (Peinado Pineda & Díaz Salas, 2021).

En síntesis, la adopción de IA en logística en Colombia es aún incipiente, pero en expansión, con experiencias reales en grandes empresas, un ecosistema innovador emergente y desafíos estructurales que deben ser abordados para democratizar el acceso a estas tecnologías.

Principales Barreras y Brechas Identificadas

A pesar del creciente interés por la inteligencia artificial (IA) en el sector logístico colombiano, su adopción enfrenta múltiples barreras estructurales que limitan su expansión y sostenibilidad. Estas barreras pueden agruparse en cuatro dimensiones interrelacionadas: tecnológica, organizacional, económica y territorial. El diagnóstico de estas brechas permite comprender por qué la IA aún no ha sido ampliamente implementada en la logística nacional, a pesar de su potencial transformador.

Barreras Tecnológicas y de Infraestructura

Uno de los principales obstáculos identificados es la baja interoperabilidad entre sistemas logísticos heredados y nuevas plataformas basadas en IA. Muchas empresas, especialmente pymes, operan con software fragmentado, lo que dificulta la integración de algoritmos predictivos o sistemas de automatización. Esta situación se ve agravada por la escasa inversión en infraestructura digital, como redes IoT, sensores o almacenamiento en la nube, lo que limita la capacidad de capturar y procesar datos en tiempo real (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024).

Además, la calidad de los datos disponibles sigue siendo deficiente. Inconsistencias, duplicidades y falta de estandarización afectan directamente el rendimiento de los modelos de IA. La ausencia de políticas robustas de gobernanza de datos y la falta de personal capacitado en gestión de información impiden consolidar una base confiable para el entrenamiento de algoritmos (Vera Otálvaro, 2023).

Barreras Organizacionales y Culturales

Desde el punto de vista organizacional, persiste una cultura empresarial orientada a la rutina, con baja tolerancia al riesgo y escasa apertura a la innovación. Esta mentalidad tradicional genera resistencia al cambio, especialmente entre mandos medios y operativos, quienes perciben

la IA como una amenaza a la estabilidad laboral o como una tecnología inaccesible (Cano Molina & Díaz Penagos, 2023).

Asimismo, muchas empresas carecen de una visión estratégica clara sobre el papel de la IA en su modelo de negocio. Según (Vera Otálvaro, 2023), el 61 % de las empresas encuestadas no logra formular preguntas estratégicas que orienten el uso de la IA hacia problemas reales del negocio, lo que refleja una brecha cognitiva y de liderazgo digital.

Barreras Económicas y de Acceso a Financiamiento

El alto costo de implementación de soluciones de IA, sumado a la falta de incentivos fiscales y líneas de crédito específicas, representa una barrera crítica para las pymes logísticas. Aunque existen programas públicos como Colombia Productiva o los Centros de Transformación Digital Empresarial (CTDE), su cobertura es limitada y no siempre responde a las necesidades específicas del sector logístico (Vanegas, Aguilera, & Niño, 2025).

Además, la percepción de riesgo asociada a la inversión en tecnologías emergentes desincentiva la asignación de recursos, especialmente en contextos de incertidumbre económica. Esta situación perpetúa un círculo vicioso donde la falta de inversión impide generar evidencia de impacto, lo que a su vez refuerza la reticencia a invertir.

Brechas Territoriales y Desigualdad Regional

La adopción de IA en logística también presenta una marcada desigualdad territorial. Mientras que ciudades como Bogotá, Medellín y Barranquilla concentran la mayoría de las iniciativas, regiones periféricas como el Caribe, el Pacífico o la Amazonía enfrentan limitaciones estructurales en conectividad, formación de talento y acceso a redes de innovación (MinTic, 2023).

El Índice de Brecha Digital 2022 del Ministerio TIC revela que departamentos como Vaupés, Guainía y Chocó presentan los niveles más bajos de apropiación tecnológica, lo que limita la posibilidad de implementar soluciones de IA en sus cadenas logísticas. Esta brecha territorial no solo afecta la competitividad regional, sino que también profundiza las desigualdades en el acceso a servicios logísticos eficientes y sostenibles (MinTic, 2023).

Síntesis del Diagnóstico

En conjunto, las barreras identificadas configuran un ecosistema logístico fragmentado, con capacidades desiguales y una baja preparación para escalar soluciones de IA. Superar estas brechas requiere una estrategia integral que combine inversión en infraestructura, fortalecimiento del talento humano, gobernanza de datos, liderazgo organizacional y políticas públicas diferenciadas por región y tamaño empresarial.

Capacidades Instaladas y Oportunidades Emergentes

A pesar de las barreras estructurales que enfrenta la adopción de inteligencia artificial (IA) en la logística colombiana, el país ha consolidado un conjunto de capacidades instaladas que constituyen una base sólida para su expansión futura. Estas capacidades se observan en tres niveles: institucional, empresarial y territorial. Además, emergen oportunidades estratégicas derivadas de políticas públicas, formación especializada y experiencias de implementación que pueden ser escaladas.

Capacidades Institucionales: Ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación

Colombia ha venido fortaleciendo su arquitectura institucional en torno a la ciencia, tecnología e innovación (CTeI), con un enfoque estratégico en tecnologías emergentes como la IA. El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias, 2024) ha impulsado convocatorias como Colombia Inteligente, orientadas a proyectos de investigación aplicada que

promuevan la transformación digital con enfoque territorial y articulación Universidad-Empresa-Estado.

Adicionalmente, el documento CONPES 4144 (Vanegas, Aguilera, & Niño, 2025) traza la hoja de ruta para la adopción ética, responsable y sostenible de la IA en Colombia. En él se identifican líneas de acción en gobernanza algorítmica, infraestructura digital, talento humano e innovación, las cuales impactan directamente en sectores estratégicos como el logístico.

Capacidades Empresariales: Adopción Gradual y Madurez Digital

En el plano empresarial, se han documentado experiencias de adopción de IA, especialmente en grandes operadores y compañías exportadoras. (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024) evidencian que empresas colombianas han implementado modelos de aprendizaje automático para la gestión de inventarios, optimización de rutas y reducción de sobrecostos logísticos. Estas soluciones han permitido mejorar la trazabilidad y la sincronización de la cadena de suministro.

Casos recientes refuerzan esta tendencia: Essity Colombia, por ejemplo, implementó en Rionegro el centro de distribución más alto de Latinoamérica con tecnologías de IA para trazabilidad, eficiencia energética y gestión inteligente del inventario (dfsud, 2025). De forma similar, la Corporación Colombiana de Logística (CCL) ha adoptado drones, gemelos digitales y RPA para simular operaciones en tiempo real y optimizar inventarios (Portafolio, 2025). Además, Smartlog Colombia ha desarrollado soluciones robóticas e inteligentes para automatizar centros logísticos con enfoque sostenible (Larepublica, 2024), mientras que la empresa Nauta ha consolidado una plataforma SaaS con IA que automatiza más del 70 % de la gestión documental en comercio exterior, fortaleciendo la eficiencia operativa

Por otra parte, el crecimiento del comercio electrónico ha impulsado desarrollos propios en IA aplicada a logística de última milla. Plataformas como Rappi, Mensajeros Urbanos y Drivin utilizan sistemas inteligentes para predecir demanda, optimizar tiempos de entrega y geolocalizar cargas, consolidando un nuevo estándar para la eficiencia operativa (Thelogisticsworld, 2023).

En cuanto a la madurez digital del tejido empresarial, (Vera Otálvaro, 2023) destaca que, si bien muchas organizaciones aún se encuentran en fases iniciales, existe una disposición creciente a invertir en IA cuando se vincula a resultados claros y acompañamiento técnico efectivo. Esto refleja una oportunidad para escalar capacidades empresariales mediante formación, financiación dirigida y modelos colaborativos.

Capacidades Territoriales: Ecosistemas Regionales de Innovación

Ciudades como Medellín, Bogotá y Barranquilla han desarrollado ecosistemas de innovación que promueven la transformación digital en logística. Programas como Ruta N, Connect Bogotá Región y los Centros de Transformación Digital Empresarial (CTDE) han sido esenciales para el fortalecimiento de startups, el acceso a tecnologías emergentes y la formación de talento en analítica, robótica y automatización.

En el caso de Antioquia, se evidencian sinergias notables entre capacidades empresariales (Essity en Rionegro; Smartlog en Medellín), institucionales (Ruta N) y académicas (EAFIT), que configuran un entorno ideal para el despliegue logístico basado en IA. A nivel regional, (Bermont Martínez & Sánchez González, 2024) destacan el caso de Norte de Santander, donde universidades como la UFPS han liderado proyectos para la incorporación de IA en distribución agroindustrial y trazabilidad multimodal.

Este tipo de experiencias subraya el papel de las capacidades locales como potenciadoras del cambio, incluso en contextos con limitaciones históricas de conectividad.

Oportunidades Emergentes: Formación, Cooperación y Sostenibilidad

Entre las oportunidades estratégicas identificadas, se destacan:

Formación especializada en IA para logística, con iniciativas de universidades como EAFIT, la Universidad Nacional y la Universidad del Norte, que ofrecen programas enfocados en transformación digital, ciencia de datos y automatización industrial.

Cooperación internacional a través de programas del BID, la CAF y el Banco Mundial, que apoyan proyectos logísticos sostenibles, digitalización de pymes y fortalecimiento institucional (MinCiencias, 2024).

Logística sostenible e IA verde, reflejada en soluciones como la “Ruta Verde” de Drivin, que combina predicción algorítmica con reducción de emisiones, eficiencia energética y criterios de economía circular (Thelogisticsworld, 2023).

Semilleros y emprendimientos digitales, apalancados por programas como Misión TIC y Jóvenes en Ciencia, que están formando una nueva generación de profesionales con competencias en IA y logística 4.0, orientados tanto al sector productivo como al desarrollo regional.

Análisis Crítico y Síntesis del Diagnóstico

El análisis de la implementación de inteligencia artificial (IA) en la logística colombiana revela un panorama complejo, caracterizado por avances puntuales, barreras estructurales persistentes y un ecosistema de capacidades emergentes aún en consolidación. Esta sección integra los hallazgos de los apartados anteriores para ofrecer una visión crítica y articulada del

estado actual, las tensiones subyacentes y las posibilidades de transformación del sector logístico a través de la IA.

Tensiones Entre Potencial Tecnológico y Realidad Operativa

La literatura consultada evidencia una clara disonancia entre el potencial transformador de la IA y su adopción efectiva en el contexto logístico colombiano. Mientras que estudios como los de (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024) y (Bermont Martínez & Sánchez González, 2024) documentan aplicaciones exitosas en empresas exportadoras y ecosistemas regionales, la mayoría de las organizaciones especialmente pymes se encuentran en fases incipientes de madurez digital, con limitaciones en infraestructura, talento y visión estratégica.

Esta brecha entre el discurso y la práctica se manifiesta en la baja interoperabilidad de sistemas, la escasa calidad de los datos y la resistencia cultural al cambio, factores que impiden escalar soluciones de IA más allá de pilotos o iniciativas aisladas (Vera Otálvaro, 2023). En consecuencia, la IA aún no ha logrado consolidarse como un habilitador transversal de eficiencia, resiliencia y sostenibilidad en la cadena logística nacional.

Fragmentación Institucional y Desigualdad territorial

Otro hallazgo crítico es la fragmentación del ecosistema institucional y la marcada desigualdad territorial en la adopción de IA. Si bien existen políticas públicas como el CONPES 4144 (DNP, 2025) (Vanegas, Aguilera, & Niño, 2025) y convocatorias como *Colombia Inteligente* (MinCiencias, 2024), su implementación ha sido desigual, con mayor concentración de recursos y capacidades en ciudades como Bogotá, Medellín y Barranquilla.

En contraste, regiones como el Caribe, el Pacífico y la Amazonía presentan rezagos significativos en conectividad, formación de talento y articulación universidad Empresa-Estado.

Esta brecha territorial no solo limita la competitividad logística regional, sino que también perpetúa desigualdades estructurales en el acceso a tecnologías emergentes (MinTic, 2023).

Avances Significativos y Capacidades Emergentes

A pesar de estas limitaciones, el diagnóstico también revela avances significativos que configuran un escenario de oportunidad. La consolidación de ecosistemas de innovación en ciudades intermedias, el surgimiento de startups logísticas con base tecnológica y la oferta creciente de programas de formación en IA aplicada a logística son señales de un cambio en marcha (Bermont Martínez & Sánchez González, 2024).

Además, la disposición empresarial a invertir en IA cuando se acompaña de evidencia de retorno y apoyo técnico sugiere que existen condiciones para escalar soluciones exitosas, siempre que se aborden las barreras estructurales y se promueva una gobernanza tecnológica inclusiva y ética (Vera Otálvaro, 2023).

Síntesis del Diagnóstico: Escenarios Posibles

A partir del análisis realizado, se pueden identificar tres escenarios prospectivos para la adopción de IA en logística en Colombia:

Escenario de estancamiento reactivo: caracterizado por la persistencia de barreras estructurales, la falta de articulación institucional y la concentración de capacidades en pocas regiones. En este escenario, la IA se mantiene como una herramienta marginal, sin impacto sistémico.

Escenario de avance desigual: donde algunas empresas y regiones logran consolidar soluciones de IA, pero sin una estrategia nacional coherente. Se generan “islas de innovación” que no logran transformar el ecosistema logístico en su conjunto.

Escenario de transformación inclusiva: impulsado por políticas públicas integrales, inversión estratégica, formación de talento y cooperación interinstitucional. En este escenario, la IA se convierte en un habilitador clave de eficiencia, sostenibilidad y competitividad logística a nivel nacional.

El tránsito hacia este último escenario dependerá de la capacidad del país para articular esfuerzos, cerrar brechas y construir una visión compartida de futuro. Como señala el CONPES 4144 (DNP, 2025), (Vanegas, Aguilera, & Niño, 2025) la IA no es un fin en sí mismo, sino una herramienta para resolver problemas reales, mejorar la calidad de vida y fortalecer la soberanía tecnológica.

Retos en la Implementación de las Tecnologías Asociadas a la IA en la Logística de las Empresas Colombianas

Retos Tecnológicos y de Infraestructura

La implementación de tecnologías asociadas a la inteligencia artificial (IA) en la logística colombiana enfrenta importantes desafíos tecnológicos y de infraestructura que limitan su escalabilidad, sostenibilidad y democratización. Estos retos no solo afectan la eficiencia operativa de las empresas, sino que también condicionan su capacidad para competir en mercados globales cada vez más digitalizados.

Uno de los principales obstáculos es la baja interoperabilidad entre sistemas heredados y plataformas inteligentes. Muchas empresas logísticas, especialmente pymes, operan con software fragmentado, sin estándares comunes de comunicación ni arquitecturas abiertas que permitan la integración fluida de soluciones basadas en IA. Esta situación genera silos de información, duplicidad de procesos y dificultades para automatizar tareas críticas como la planificación de rutas, la gestión de inventarios o el monitoreo de flotas (Buitrago Mora, 2023).

A esto se suma la escasa inversión en infraestructura digital, particularmente en tecnologías habilitadoras como sensores IoT, redes de comunicación de baja latencia, almacenamiento en la nube y centros de datos especializados. (Mejía, Sanchez, Delacruz, Bermejo, & Rojas Millan, 2024), la falta de infraestructura tecnológica adecuada es uno de los factores que más limita la adopción de IA en logística, ya que impide capturar datos en tiempo real, entrenar modelos complejos y escalar soluciones predictivas o prescriptivas.

En este sentido, el estudio de (LatinPyme, 2025) destaca que el entrenamiento de modelos avanzados de IA como redes neuronales profundas o algoritmos de optimización logística requiere capacidades de cómputo que muchas empresas no pueden soportar

internamente. La ausencia de infraestructura TI robusta obliga a depender de servicios externos, lo que incrementa los costos y genera preocupaciones sobre la seguridad y soberanía de los datos.

Otro reto crítico es la calidad y gobernanza de los datos logísticos. La IA depende de datos limpios, estructurados y representativos para generar valor. Sin embargo, muchas empresas colombianas enfrentan problemas de inconsistencias, duplicidades, desactualización y falta de estandarización en sus bases de datos. Esta situación no solo afecta la precisión de los modelos, sino que también genera sesgos y errores en la toma de decisiones automatizadas (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024).

Además, la ausencia de políticas claras de gobernanza de datos incluyendo roles, responsabilidades, protocolos de validación y mecanismos de trazabilidad limita la confianza organizacional en el uso de IA. Como señalan (Mejía, Sanchez, Delacruz, Bermejo, & Rojas Millan, 2024), sin una cultura de gestión de datos, las empresas no pueden aprovechar plenamente las capacidades analíticas de la IA ni garantizar la transparencia y auditabilidad de sus decisiones.

Finalmente, la fragmentación tecnológica entre actores de la cadena logística representa un reto adicional. La falta de plataformas interoperables entre proveedores, operadores logísticos, distribuidores y clientes impide construir ecosistemas colaborativos basados en IA. Esta desconexión limita la visibilidad de punta a punta, reduce la capacidad de respuesta ante eventos disruptivos y dificulta la optimización global de la cadena de suministro (Buitrago Mora, 2023).

En síntesis, los retos tecnológicos y de infraestructura en la implementación de IA en logística colombiana no se reducen a la adquisición de software o hardware, sino que implican

transformaciones profundas en la arquitectura digital, la cultura de datos y la gobernanza tecnológica. Superarlos requiere inversión estratégica, cooperación interempresarial y políticas públicas que promuevan la modernización tecnológica con enfoque territorial y sectorial.

Retos Organizacionales y Culturales

La implementación de tecnologías asociadas a la inteligencia artificial (IA) en la logística de las empresas colombianas no solo implica transformaciones técnicas, sino también profundas reconfiguraciones organizacionales y culturales. Estos retos, muchas veces invisibles o subestimados, constituyen una de las principales causas de fracaso en los procesos de adopción tecnológica, ya que afectan directamente la disposición de las personas a cambiar, la estructura de poder interna y la forma en que se toman decisiones.

Resistencia al Cambio y Cultura Organizacional Rígida

Uno de los principales desafíos identificados es la resistencia al cambio, entendida como la tendencia de los individuos y grupos a mantener el estado en el que están las cosas frente a innovaciones que perciben como amenazantes o disruptivas. En el contexto logístico colombiano, esta resistencia se manifiesta en la desconfianza hacia los sistemas automatizados, el temor a la sustitución laboral y la preferencia por métodos tradicionales de gestión (Buitrago Mora, Edwin Arturo, 2023). Esta actitud conservadora se ve reforzada por culturas organizacionales jerárquicas, orientadas al control y con baja tolerancia al error, donde la innovación es vista como un riesgo más que como una oportunidad.

Según (Pérez Dominguez, Villagrán Ruiz, & Escobero Portillo, 2025), muchas organizaciones colombianas aún operan bajo modelos culturales que priorizan la estabilidad, la obediencia y la predictibilidad, lo que dificulta la adopción de tecnologías emergentes como la IA, que requieren flexibilidad, experimentación y aprendizaje continuo. Esta rigidez cultural no

solo frena la innovación, sino que también genera tensiones internas entre áreas técnicas y operativas, dificultando la colaboración interdisciplinaria necesaria para implementar soluciones inteligentes.

Falta de Liderazgo Digital y Visión Estratégica

Otro reto crítico es la ausencia de liderazgo digital en los niveles directivos y gerenciales. Muchos líderes empresariales carecen de una comprensión profunda sobre el potencial de la IA y su impacto en los modelos de negocio logísticos. Esta falta de visión estratégica se traduce en decisiones reactivas, inversiones desarticuladas y proyectos tecnológicos sin alineación con los objetivos organizacionales (Peñuela Sarmiento, 2021).

Además, la transformación digital requiere liderazgos transformacionales, capaces de inspirar, movilizar y acompañar a los equipos en procesos de cambio profundo. Sin embargo, en muchas empresas logísticas colombianas persisten estilos de liderazgo autoritarios o transaccionales, centrados en el cumplimiento de metas operativas de corto plazo, lo que limita la capacidad de adaptación organizacional Según (Pérez Dominguez, Villagrán Ruiz, & Escobero Portillo, 2025).

Brecha de Habilidades y Apropiación Tecnológica

La brecha de habilidades digitales es otro factor que limita la adopción efectiva de IA. Aunque existen programas de formación técnica, estos no siempre están alineados con las necesidades reales del sector logístico ni con los perfiles ocupacionales emergentes. En particular, se observa una escasez de profesionales con competencias híbridas, que combinen conocimientos en logística, analítica de datos e inteligencia artificial (Peñuela Sarmiento, 2021).

Esta brecha no solo afecta a los niveles operativos, sino también a los mandos medios y altos, quienes muchas veces carecen de herramientas para interpretar los resultados de los modelos de IA, tomar decisiones basadas en datos o liderar equipos multidisciplinarios. La falta de apropiación tecnológica genera desconfianza, errores en la implementación y subutilización de las herramientas disponibles.

Débil Cultura de Aprendizaje Organizacional

La cultura de aprendizaje organizacional es un componente clave para la transformación digital. Sin embargo, en muchas empresas logísticas colombianas, el conocimiento se encuentra disperso, no sistematizado y poco compartido entre áreas. Esta situación impide capitalizar experiencias previas, replicar buenas prácticas y generar procesos de mejora continua.

Según (Peñuela Sarmiento, 2021), las organizaciones que no promueven el aprendizaje colectivo ni la reflexión crítica sobre sus procesos tienden a repetir errores, desaprovechar oportunidades y depender excesivamente de consultores externos. La ausencia de mecanismos formales de retroalimentación, evaluación y documentación del conocimiento limita la capacidad de adaptación frente a entornos cambiantes y tecnologías emergentes.

Falta de Participación y Apropiación Colectiva

Finalmente, la falta de participación del talento humano en los procesos de transformación digital refuerza la resistencia cultural. En muchos casos, la implementación de tecnologías basadas en IA se realiza de manera vertical, sin involucrar a los trabajadores en el diseño, prueba o evaluación de las soluciones. Esta exclusión genera desmotivación, desconfianza y rechazo, especialmente cuando los cambios afectan directamente las rutinas laborales o los sistemas de incentivos.

Como señalan (Pérez Dominguez, Villagrán Ruiz, & Escobero Portillo, 2025), la transformación digital no puede imponerse desde la alta dirección, sino que debe construirse colectivamente, reconociendo los saberes, experiencias y expectativas de todos los actores organizacionales. La cocreación tecnológica, los laboratorios de innovación y los espacios de diálogo son estrategias efectivas para fortalecer la apropiación, reducir la resistencia y generar sentido compartido en torno al cambio.

Retos Económicos y Financieros

La implementación de tecnologías asociadas a la inteligencia artificial (IA) en la logística de las empresas colombianas enfrenta importantes desafíos económicos y financieros que limitan su adopción, escalabilidad y sostenibilidad. Estos retos afectan especialmente a las pequeñas y medianas empresas (pymes), que constituyen la mayoría del tejido empresarial del país, pero también impactan a grandes operadores que deben justificar inversiones de alto costo en contextos de incertidumbre económica.

Altos Costos de Inversión y Mantenimiento

La adopción de inteligencia artificial (IA) en la logística colombiana implica una inversión inicial significativa que representa una barrera crítica, especialmente para las pequeñas y medianas empresas (pymes). La implementación de soluciones como algoritmos de predicción de demanda, automatización de almacenes o plataformas de ruteo inteligente requiere infraestructura tecnológica avanzada, incluyendo sensores IoT, servidores, redes de comunicación y software especializado. Según (Gutierrez Duque & Polo Martinez, 2024) muchas empresas enfrentan dificultades para asumir estos costos debido a la falta de recursos financieros y a la necesidad de adaptar sus procesos internos a nuevas tecnologías.

Además de la inversión inicial, los costos de mantenimiento, actualización y escalamiento de las soluciones de IA representan un desafío adicional. Estos gastos incluyen soporte técnico, renovación de licencias, capacitación continua del personal y adecuación de procesos operativos. En su estudio sobre logística internacional, (Rey Escobar & Valle Nieto, 2024) advierten que muchas organizaciones subestiman estos costos recurrentes, lo que puede generar interrupciones operativas, sobrecostos imprevistos y desconfianza frente a la sostenibilidad de la tecnología implementada.

Por otro lado, la falta de soluciones tecnológicas adaptadas al contexto colombiano incrementa los costos unitarios. La mayoría de las herramientas disponibles en el mercado están diseñadas para entornos de alta madurez digital, lo que obliga a las empresas locales a realizar adaptaciones costosas o a depender de proveedores internacionales. Esta dependencia tecnológica no solo encarece la implementación, sino que también limita la autonomía y sostenibilidad de las soluciones adoptadas. En consecuencia, los altos costos de inversión y mantenimiento constituyen una barrera estructural que requiere atención desde políticas públicas, esquemas de financiamiento y estrategias colaborativas entre actores del ecosistema logístico.

Dificultades de Acceso a Financiación Especializada

Otro reto crítico es la limitada disponibilidad de instrumentos financieros adaptados a las necesidades de transformación digital. Aunque existen líneas de crédito y programas de apoyo empresarial, estos no siempre están diseñados para cubrir inversiones en tecnologías emergentes como la IA. Según el análisis de (Rodríguez Molina, 2024), muchas organizaciones enfrentan barreras para acceder a financiación debido a la falta de garantías, historial crediticio o conocimiento técnico para formular proyectos viables.

Esta situación se agrava en el caso de las pymes, que suelen tener estructuras financieras más frágiles y menor capacidad de negociación con entidades bancarias. Como resultado, la brecha entre empresas con acceso a capital y aquellas que no lo tienen se amplía, generando un ecosistema logístico desigual y poco competitivo.

Riesgo Financiero Percibido y Retorno Incierto

La percepción de riesgo financiero asociada a la adopción de IA también limita la inversión. En muchos casos, los beneficios de la IA como la reducción de costos, la mejora en la eficiencia o la optimización de procesos no se materializan de forma inmediata ni son fácilmente cuantificables. Esto dificulta la elaboración de estudios de retorno de inversión (ROI) que justifiquen el gasto ante juntas directivas o inversionistas (Montes Araque, 2025).

Además, la falta de indicadores estandarizados para medir el impacto económico de la IA en logística genera incertidumbre sobre su rentabilidad. Esta ambigüedad desincentiva la toma de decisiones estratégicas y refuerza una actitud conservadora frente a la innovación tecnológica.

Desigualdad Estructural en la Capacidad de Inversión

Finalmente, se observa una desigualdad estructural en la capacidad de inversión entre grandes operadores logísticos y pymes. Mientras que las grandes empresas pueden destinar recursos a innovación, contratar talento especializado y asumir riesgos tecnológicos, las pymes deben priorizar su liquidez operativa y responder a presiones de corto plazo. Esta asimetría limita la posibilidad de construir un ecosistema logístico inclusivo, donde todos los actores puedan beneficiarse de las ventajas de la IA.

Como señalan (Sanchez Polanco, Acevedo Cote, & Orjuela Castro, 2022), el sector logístico colombiano presenta una alta concentración de capacidades en pocos operadores, lo que

genera barreras de entrada para nuevos actores y reduce la diversidad de soluciones tecnológicas disponibles en el mercado.

Retos Normativos y Éticos

La implementación de tecnologías asociadas a la inteligencia artificial (IA) en la logística colombiana plantea desafíos significativos en materia normativa y ética. A pesar de los avances en políticas públicas y marcos orientadores, persisten vacíos regulatorios, ambigüedades jurídicas y tensiones éticas que dificultan una adopción responsable, transparente y equitativa de estas tecnologías en el sector empresarial.

Uno de los principales retos normativos es la ausencia de una legislación específica y vinculante sobre IA en Colombia. Aunque existen documentos orientadores como el Marco Ético para la Inteligencia Artificial en Colombia (MinCiencias, 2021), estos tienen carácter no obligatorio y se aplican principalmente al sector público. Esta situación genera incertidumbre jurídica para las empresas privadas, que deben operar sin lineamientos claros sobre responsabilidad civil, protección de datos, transparencia algorítmica o auditoría de sistemas inteligentes. Como señala (Jaramillo Durango, 2024), la falta de un régimen normativo integral expone a las organizaciones a riesgos legales y reputacionales, especialmente cuando las decisiones automatizadas afectan derechos fundamentales como la privacidad, la igualdad o el debido proceso.

Desde una perspectiva ética, uno de los desafíos más relevantes es el sesgo algorítmico. Los sistemas de IA entrenados con datos históricos pueden reproducir o amplificar patrones de discriminación, afectando la equidad en procesos logísticos como la asignación de rutas, la priorización de pedidos o la selección de proveedores. (Garavito Garcia & Espinosa Aguilar, 2024) advierten que, en ausencia de mecanismos de supervisión y evaluación ética, estos sesgos

pueden pasar desapercibidos y generar impactos negativos en poblaciones vulnerables, territorios periféricos o actores con menor poder de negociación dentro de la cadena de suministro.

Otro reto ético clave es la falta de transparencia y explicabilidad de los sistemas de IA. En muchos casos, las decisiones tomadas por algoritmos complejos no pueden ser comprendidas ni auditadas por los usuarios finales, lo que dificulta la rendición de cuentas y la identificación de errores. Esta opacidad algorítmica es especialmente problemática en contextos logísticos donde las decisiones afectan directamente la eficiencia operativa, la sostenibilidad ambiental o la equidad en el acceso a servicios. Como lo plantea el Marco Ético para la IA en Colombia (MinCiencias, 2021), es necesario garantizar que los sistemas sean comprensibles, trazables y auditables, tanto por expertos como por usuarios no técnicos.

Finalmente, se identifican tensiones entre la innovación tecnológica y la protección de derechos fundamentales. La recolección masiva de datos, el monitoreo en tiempo real y la automatización de decisiones pueden entrar en conflicto con principios como la privacidad, la autonomía y la dignidad humana. En este sentido, (Jaramillo Durango, 2024), propone la adopción de un enfoque normativo basado en el riesgo, que permita clasificar los sistemas de IA según su nivel de impacto y establecer obligaciones diferenciadas en términos de evaluación ética, supervisión y transparencia.

En síntesis, los retos normativos y éticos en la adopción de IA en la logística colombiana exigen una respuesta integral que combine regulación jurídica, gobernanza algorítmica, formación ética y participación multisectorial. Superarlos no solo es necesario para evitar abusos o fallos sistémicos, sino también para construir un ecosistema tecnológico confiable, inclusivo y alineado con los valores democráticos del país.

Retos Territoriales y de Desigualdad Regional

La implementación de tecnologías asociadas a la inteligencia artificial (IA) en la logística colombiana enfrenta un obstáculo estructural de gran calado: la persistente desigualdad territorial. Esta brecha se manifiesta en la concentración de capacidades tecnológicas, talento humano e infraestructura digital en unas pocas regiones del país, mientras que amplias zonas periféricas permanecen rezagadas en términos de conectividad, apropiación tecnológica y articulación institucional. Esta disparidad no solo limita la competitividad logística regional, sino que también profundiza las asimetrías en el acceso a los beneficios de la transformación digital.

Según (Giles Alvarez , Larrahondo , & Hernández , 2024), Colombia puede ser entendida como un país compuesto por “múltiples Colombias”: una consolidada, otra emergente, una en transición y otra vulnerable. Esta clasificación, basada en indicadores multidimensionales, revela que departamentos como Antioquia, Cundinamarca y Valle del Cauca concentran la mayor parte de las iniciativas de innovación logística, mientras que regiones como Vaupés, Guainía, Chocó o La Guajira presentan niveles de desarrollo comparables a países de bajo ingreso. Esta fragmentación territorial se traduce en una distribución desigual de las oportunidades para adoptar IA en procesos logísticos, generando un ecosistema altamente centralizado.

El estudio de la Contraloría General de la República (2025) (Contraloría, 2025), sobre descentralización diferencial confirma esta tendencia. Solo Bogotá y Antioquia superan los 60 puntos en el Indicador de Potencialidad de Descentralización Externa, mientras que departamentos como Vaupés y Guainía no alcanzan los 20 puntos. Esta brecha refleja no solo diferencias en infraestructura y conectividad, sino también en capacidades administrativas, fiscales y técnicas para gestionar proyectos de transformación digital. En consecuencia, las

regiones con menor desarrollo institucional enfrentan mayores barreras para acceder a recursos, formular proyectos viables y sostener procesos de innovación tecnológica.

No obstante, existen experiencias que demuestran el potencial de los territorios periféricos cuando cuentan con acompañamiento sostenido. El caso de Norte de Santander, documentado por (Bermont Martínez & Sánchez González, 2024) evidencia cómo la articulación entre universidad, empresa y Estado ha permitido desarrollar proyectos de IA aplicados a la trazabilidad agroindustrial y la gestión de inventarios. Estas iniciativas muestran que la superación del reto territorial no depende únicamente de tecnología, sino también de voluntad política, formación estratégica y descentralización inteligente.

En conclusión el análisis de los desafíos en torno a la adopción de inteligencia artificial en el sector logístico colombiano revela una realidad compleja, donde las barreras técnicas, organizacionales, económicas, normativas y territoriales interactúan y se refuerzan mutuamente. La evidencia indica que no se trata únicamente de una brecha tecnológica, sino de un entramado de condiciones estructurales que dificultan la transición hacia una logística inteligente, inclusiva y sostenible.

En el plano técnico y financiero, los altos costos de inversión y mantenimiento, la débil infraestructura digital y la escasez de herramientas adaptadas al contexto nacional limitan las posibilidades de escalamiento, particularmente en pequeñas y medianas empresas. A esto se suman factores culturales como la resistencia al cambio, la escasa visión estratégica de los liderazgos y la falta de habilidades digitales en todos los niveles organizacionales. En el ámbito normativo, la ausencia de marcos específicos y obligatorios para la IA en logística genera incertidumbre jurídica y expone a las organizaciones a riesgos éticos, especialmente en materia de privacidad, transparencia y responsabilidad.

La dimensión territorial refuerza estas desigualdades: mientras algunas regiones concentran capacidades e infraestructura, otras permanecen excluidas de los beneficios potenciales de la transformación digital, perpetuando brechas históricas en conectividad, innovación y desarrollo económico.

Superar estos retos exige una estrategia articulada que combine inversión pública y privada, formación especializada, regulación anticipatoria, innovación colaborativa y enfoque territorial diferenciado. Solo así será posible construir un ecosistema logístico potenciado por la IA, pero centrado en la equidad, la eficiencia y la sostenibilidad.

Líneas de Investigación Futura

A raíz de los hallazgos identificados en esta monografía, se abren múltiples oportunidades para continuar explorando el papel de la inteligencia artificial (IA) en la transformación del sector logístico en Colombia. Las siguientes líneas de investigación se proponen como rutas posibles para profundizar el conocimiento, aportar evidencia empírica y orientar el diseño de políticas públicas y estrategias organizacionales:

Análisis del retorno de inversión (ROI) en proyectos de IA logística, especialmente en pymes colombianas, considerando variables financieras, operativas y ambientales para construir modelos de evaluación de impacto adaptados al contexto local.

Diseño e implementación de marcos éticos sectoriales para la IA aplicada a la cadena de suministro, que integren principios como la transparencia, la trazabilidad algorítmica, la no discriminación y la participación informada del talento humano.

Estudios sobre estrategias de adopción progresiva de IA en regiones periféricas, con foco en la creación de capacidades digitales en municipios intermedios y zonas rurales, así como en el diseño de incentivos que promuevan una transformación digital territorialmente equitativa.

Investigaciones empíricas sobre la evolución del liderazgo digital en empresas logísticas, incluyendo análisis de competencias, estilos de gestión y su relación con el éxito en proyectos de transformación impulsados por IA.

Exploración de modelos colaborativos universidad–empresa–Estado para el desarrollo de soluciones de IA logística, con énfasis en prototipos de código abierto, formación dual y nodos regionales de innovación aplicada.

Desarrollo de sistemas de IA híbridos para logística colaborativa, que integren datos de múltiples actores de la cadena (proveedores, operadores y clientes) y permitan optimizar procesos compartidos como la consolidación de carga, planificación de demanda conjunta y distribución sinérgica.

Estudio del impacto de la IA en la empleabilidad y transformación del perfil laboral logístico, explorando cómo evolucionan las competencias requeridas, qué tipos de tareas se automatizan y cómo diseñar rutas de reconversión laboral justas y sostenibles.

Investigación sobre el uso de gemelos digitales logísticos en entornos urbanos y rurales, analizando cómo estas representaciones virtuales pueden mejorar la planificación operativa, prever fallos y reducir emisiones en tiempo real.

Diseño de indicadores de madurez ética en la adopción de IA logística, que permitan evaluar no solo la eficacia técnica, sino también la transparencia, inclusión y rendición de cuentas de los sistemas implementados.

Análisis territorial sobre barreras y aceleradores de adopción de IA en nodos logísticos secundarios (puertos fluviales, terminales rurales, zonas francas periféricas), con el fin de proponer estrategias de adopción diferenciadas según contexto regional.

Diseño de mecanismos de auditoría algorítmica en logística, enfocados en validar el desempeño, la equidad y la trazabilidad de sistemas de IA en operaciones críticas como ruteo dinámico, gestión de inventarios o asignación de cargas.

Impacto de la inteligencia artificial en los indicadores ESG (ambientales, sociales y de gobernanza) en empresas logísticas, buscando vincular la transformación digital con criterios de sostenibilidad y responsabilidad corporativa.

Evaluación de la efectividad de los programas de formación dual en IA aplicada al sector logístico, analizando su impacto en la empleabilidad, la transferencia de conocimiento y la innovación organizacional.

Aplicación de IA generativa en la planeación logística, investigando el uso de modelos como GPT o similares para la automatización de informes, generación de escenarios, análisis de riesgos o interacción cliente-proveedor.

Estrategias de adopción inclusiva de IA en logística informal o popular, como bodegas barriales, cooperativas de transporte urbano o redes de comercio minorista, analizando cómo estas tecnologías pueden ser adaptadas a entornos no estructurados.

Estas líneas de investigación no solo fortalecerían la base científica y técnica en torno a la logística inteligente, sino que también contribuirían a cerrar la brecha entre la academia, el sector productivo y las necesidades reales de los territorios. Su desarrollo podría acompañar los procesos de formulación de política pública, mejorar la competitividad del sector logístico y garantizar que la transformación digital avance de forma inclusiva, ética y sostenible.

Conclusiones

Este trabajo evidenció que la inteligencia artificial (IA) representa una palanca estratégica para la optimización logística en Colombia, con potencial para incrementar la eficiencia operativa, reducir costos, mejorar la sostenibilidad y fortalecer la capacidad de adaptación frente a un entorno cada vez más volátil. Sin embargo, su adopción enfrenta un entramado de barreras técnicas, organizacionales, económicas, normativas y territoriales que limitan su escalabilidad y sostenibilidad.

En términos tecnológicos, persiste una débil infraestructura digital, baja interoperabilidad entre sistemas heredados y emergentes, y una gobernanza de datos insuficiente, lo que compromete la calidad de los modelos y restringe su despliegue. Desde lo organizacional, se constata una cultura empresarial poco proclive al cambio, con liderazgo digital insuficiente y una baja apropiación tecnológica del talento humano. En el plano económico, los altos costos de inversión y mantenimiento, junto con las dificultades de acceso al financiamiento, profundizan la brecha entre grandes operadores y pymes.

Adicionalmente, la ausencia de marcos regulatorios específicos para la IA en logística, así como los riesgos éticos derivados de la opacidad algorítmica, la privacidad de los datos y la falta de rendición de cuentas, exigen una gobernanza tecnológica responsable y transparente. Finalmente, las desigualdades territoriales en capacidades, conectividad y articulación institucional hacen evidente la necesidad de un enfoque diferenciado que promueva la equidad en la transformación digital.

En consecuencia, se concluye que la adopción efectiva de IA en la logística colombiana no solo requiere avances tecnológicos, sino una estrategia integral que combine inversión pública y privada, formación especializada, regulación anticipatoria, cultura de innovación y políticas

públicas inclusivas que consideren las diferencias regionales. Solo así será posible construir un ecosistema logístico potenciado por la IA, centrado en la eficiencia operativa, la equidad territorial y la sostenibilidad a largo plazo.

Adicionalmente, resulta clave fortalecer los procesos de aprendizaje institucional y vinculación con el sistema educativo y científico del país. La articulación efectiva entre empresas, universidades y centros de investigación permitirá no solo formar talento humano calificado, sino también generar conocimiento contextualizado, diseñar soluciones aplicadas y acompañar técnicamente los procesos de transformación digital. Así, la academia se consolida como un actor fundamental para acelerar la madurez tecnológica del sector logístico y garantizar una adopción de la IA fundamentada en evidencia, pertinencia social y compromiso ético.

Recomendaciones

A partir del análisis realizado en esta monografía, se proponen las siguientes recomendaciones para facilitar la adopción efectiva de tecnologías basadas en inteligencia artificial (IA) en el sector logístico colombiano:

Diseñar programas de formación técnica y transversal en IA aplicada a la logística, con enfoque por competencias, contenidos actualizados y metodologías activas. Estos programas deben incluir fundamentos de IA, análisis de datos, ética algorítmica y liderazgo digital, adaptados a los distintos niveles organizacionales.

Fomentar el uso de herramientas tecnológicas accesibles y de código abierto, como KNIME, Orange, TensorFlow y Scikit-learn, que permitan a las empresas experimentar con soluciones inteligentes sin incurrir en altos costos. Asimismo, se recomienda capacitar al personal en entornos colaborativos como Google Colab y Jupyter Notebooks.

Establecer alianzas estratégicas entre universidades, empresas y entidades gubernamentales, con el fin de desarrollar talento humano, laboratorios de innovación y proyectos de investigación aplicada. Estas alianzas deben promover la cocreación tecnológica, la transferencia de conocimiento y la articulación territorial.

Ampliar los mecanismos de financiamiento y cofinanciación para la transformación digital, incluyendo líneas de crédito blandas, fondos de innovación y esquemas de compras públicas orientadas a soluciones logísticas basadas en IA. También se recomienda establecer incentivos tributarios para empresas que inviertan en tecnología y formación.

Incluir la capacitación como componente obligatorio en los planes de transformación digital, asegurando que todo proyecto de adopción de IA contemple acciones de formación

continua, gestión del cambio y apropiación tecnológica. Se sugiere aplicar modelos como ADKAR o Kotter para acompañar la transición organizacional.

Implementar la adopción de IA de forma progresiva, adaptativa y sostenible, iniciando con proyectos piloto de bajo riesgo, evaluando resultados y escalando soluciones según el nivel de madurez digital de cada organización. Este enfoque permite minimizar riesgos, optimizar recursos y fortalecer la apropiación tecnológica.

Fortalecer la gobernanza tecnológica y la ética algorítmica, mediante la creación de comités multidisciplinarios, auditorías de modelos, protocolos de trazabilidad y marcos normativos que garanticen la transparencia, la equidad y la rendición de cuentas en el uso de IA en logística.

Estas recomendaciones buscan orientar a los distintos actores del ecosistema logístico colombiano hacia una transformación digital inclusiva, eficiente y sostenible, en la que la inteligencia artificial se convierta en un habilitador estratégico para la competitividad, la equidad territorial y el desarrollo responsable.

Referencias Bibliográficas

- Ajuria Foronda, J. L., Arambari, J., & Rojas García, J. A. (15 de Feb de 2024). *Metodología de transformación digital para incrementar la competitividad de las pymes de logística ligera en el Perú*. Obtenido de revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe:
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/23745>
- Aldycer. (23 de Feb de 2024). *Casos de éxito en transporte y logística* . Obtenido de Logistica Aldycer:
<https://aldycer.com/casos-de-exito-en-logistica-y-transporte-ejemplos-reales-y-estrategias-aplicadas/>
- Almagrario. (2024). *Inteligencia Artificial en Logística: Aplicaciones Reales*. Obtenido de Almagrario logistics: <https://almagrario.com/blog/inteligencia-artificial-en-logistica-aplicaciones-reales/>
- Alvarez Badillo, J. M. (2023). *Diagnóstico de la adopción de la inteligencia artificial (IA)* . Obtenido de bonga.unisimon.edu.co: <https://bonga.unisimon.edu.co/server/api/core/bitstreams/91afc1ab-582b-48c1-95e7-5336003c2a26/content>
- Angel, J. (05 de Nov de 2024). *Colombia impulsa su sector logístico con IA*. Obtenido de driv.in/noticias-prensa/las2orillas: <https://driv.in/noticias-prensa/las2orillas-colombia-sector-logistico-con-ia-noviembre-2024>
- Appscrip. (8 de Oct de 2024). *El futuro de la IA en la logística: revolucionando la eficiencia*. Obtenido de Appscripaccelarting business: <https://www.appscrip.com/es/blog/future-of-ai-in-logistics/>
- Ariza Gonzalez, C. F. (Dic de 2025). *Propuesta metodológica para la implementación de la transformación digital para las actividades de almacenamiento y transporte: estudio de caso operadores logísticos en Bogotá*. Obtenido de repositorio.una:
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83290>

Azcona Puig, A. (2019). *La Innovación Tecnológica en Logística*. . Obtenido de repositorio.comillas:

<https://repositorio.comillas.edu/rest/bitstreams/273110/retrieve>

Bajonero Vásquez, G. (04 de Abr de 2025). *Nauta llega a Colombia: así es su plataforma que usa*

inteligencia artificial para optimizar procesos logísticos. Obtenido de eltiempo.com:

<https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/nauta-llega-a-colombia-asi-es-su-plataforma-que-usa-inteligencia-artificial-para-optimizar-procesos-logisticos-3441776>

Bajonero Vásquez, Geraldine. (04 de Abr de 2025). *Nauta llega a Colombia: así es su plataforma que usa*

inteligencia artificial para optimizar procesos logísticos. Obtenido de eltiempo:

<https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/nauta-llega-a-colombia-asi-es-su-plataforma-que-usa-inteligencia-artificial-para-optimizar-procesos-logisticos-3441776>

Bazo, M. (17 de 12 de 2024). *La IA ya se prueba, pero aún no se afianza en el sector logístico*. Obtenido

de logistica.cdecomunicacion.es: <https://logistica.cdecomunicacion.es/automatizacion-y-robotica/147127/ia-se-prueba-pero-no-se-afianza-sector-logisitco>

Beetrack. (2024). *Ejemplos de innovación tecnológica en logística*. Obtenido de beetrack.com:

<https://www.beetrack.com/es/blog/ejemplos-de-innovacion-tecnologica>

Bermont Martínez, Y. D., & Sánchez González, J. S. (2024). *Evaluación de la competitividad logística en*

Norte de Santander a partir del uso de inteligencia artificial . Obtenido de

repositorio.ufps.edu.co: <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/9322>

Bismart. (2024). *¿Cómo Utilizar el Análisis de Datos en Logística?* Obtenido de blog.bismart.com:

<https://blog.bismart.com/analisis-de-datos-logistica>

Bizfino. (2024). *Gestión de Inventarios con IA: Optimiza Stock y Logística*. Obtenido de bizfino.com:

<https://bizfino.com/es/gestion-de-inventarios-con-ia-optimiza-stock-y-logistica/>

BLK. (24 de mAR de 2025). *Tecnologías clave en la logística 3PL: WMS, TMS y RFID*. Obtenido de

blk.globa: <https://www.blk.global/blog/tecnologias-clave-en-la-logistica-3pl-wms-tms-y-rfid>

Bolivar Zuñiga. (24 de Sep de 2024). *El Grupo Éxito y el uso de la Inteligencia Artificial para su*

crecimiento en Colom. Obtenido de bolivarzuniga.com:

<https://bolivarzuniga.com/2024/09/24/el-grupo-exito-y-el-uso-de-la-inteligencia-artificial-para-su-crecimiento-en-colombia/>

Bolón Canedo, V., Morán Fernandez, L., Cancela, B., & Alonso Betanzos, A. (2024). *Una revisión de la inteligencia artificial verde: Hacia un futuro más sostenible*. Obtenido de sciencedirect.com:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231224008671?via%3Dihub>

Borja Acosta, J. S. (2022). *Adopción de tecnologías de la información y las comunicaciones en proyectos de gobierno electrónico colombiano: Factores habilitantes e inhibidores*. Obtenido de

repositorio.unal.edu.co:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82228/7186246.2022.pdf;jsessionid=B00E615D51E7283B0310B55F834DB948?sequence=4>

Buitrago Mora, E. A. (2023). *Aplicaciones, tendencias, problemáticas y retos de la inteligencia artificial en la logística de distribución*. Obtenido de repository.umng.edu.co:

<https://repository.umng.edu.co/items/2f114dce-b0e0-43b3-8110-ef294091b479>

Buitrago Mora, Edwin Arturo. (NOV de 2023). *APLICACIONES, TENDENCIAS, PROBLEMÁTICAS Y RETOS DE LA UINTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA LOGISTICA Y DISTRIBUCIÓN*. Obtenido de repository.umng:

<https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/89eaf202-d195-4b5a-9e77-82d8bfd5e42/content>

- Cajamarca Correa, M. A., Sánchez Simbaña, S. E., Cangas Cadena, A. L., & Perez Guillermo, A. G. (3 de Jul de 2024). *Nuevas tendencias en el uso de recursos y herramientas de la Tecnología Educativa para la Educación Universitaria*. Obtenido de economicsocialresearch:
<https://economicsocialresearch.com/index.php/home/article/view/124/411>
- Camastra, F. D., & González Vallejo, R. (2025). *Inteligencia artificial, sostenibilidad e impacto ambiental. Un estudio narrativo y bibliométrico*. Obtenido de Región Científica:
<https://rc.cienciasas.org/index.php/rc/article/view/355>
- Cano Molina, A. E., & Díaz Penagos, G. M. (20 de Dic de 2023). *Retos de la Inteligencia artificial en Colombia. Un diagnóstico de los principales avances para el periodo 2018-2022*. Obtenido de repositoriocdim.esap.edu.co: <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/20.500.14471/27210>
- Carbonero, A. (19 de Nov de 2024). *Resumen Anual Logística: Apoyo en la digitalización para una cadena de suministro más eficiente y sostenible*. Obtenido de logisticaprofesional:
<https://www.logisticaprofesional.com/texto-diario/mostrar/5074149/resumen-anual-logistica-apoyo-digitalizacion-cadena-suministro-eficiente-sostenible>
- Carbonero, Alejandra. (10 de Abr de 2025). *Logística 4.0: la inteligencia artificial redefine el sector con eficiencia y precisión*. Obtenido de logisticaprofesional.com:
<https://www.logisticaprofesional.com/texto-diario/mostrar/5250905/logistica-40-inteligencia-artificial-redefine-sector-eficiencia-precision>
- Carro Suarez, J., & Sarmiento Paredes, S. (28 de Jul de 2022). *El factor humano y su rol en la transición a Industria 5.0: una revisión sistemática y perspectivas futuras*. Obtenido de revistas.unam.mx:
<https://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias/article/view/81727>

- Casillas, A., & Martínez, J. (2021). *Modelos de gestión del cambio organizacional para la innovación tecnológica*. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación*. Obtenido de Redalcy: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=22117604004>
- Cesa. (2025). *Bootcamp de IA para logística*. Obtenido de cesa.edu.co: <https://www.cesa.edu.co/oferta/programas/bootcamp-de-ia-para-logistica/>
- Cetmo. (2024). *Vehículos autónomos y drones*. Obtenido de www.cetmo.org: <https://www.cetmo.org/es/vehiculos-autonomos-drones/>
- Chavarria Briceño, R. (25 de Ene de 2024). *Barreras para la innovación en las organizaciones*. Obtenido de *Revista científica en ciencias sociales*, vol. 6, e601202, 2024: <https://www.redalyc.org/journal/7497/749780131033/html/>
- Christel Vella, V. (2 de Sep de 2024). *El Radar de Tendencias Logísticas de DHL 7.0*. Obtenido de dhl.com: <https://www.dhl.com/discover/en-global/news-and-insights/reports-and-press-releases/logistics-trend-radar-2024>
- conavalsi. (10 de 06 de 2025). *Aplicaciones y herramientas de la IA en Logística*. Obtenido de conavalsi.com: <https://www.conavalsi.com/blog/herramientas-aplicaciones-ia-logistica>
- Contraloría. (2025). *Estudio de la Contraloría propone una descentralización que fortalezca la gestión de los recursos dirigidos a las regiones*. Obtenido de contraloria.gov.co: <https://www.contraloria.gov.co/es/w/estudio-de-la-contralor%C3%ADa-propone-una-descentralizaci%C3%B3n-que-fortalezca-la-gesti%C3%B3n-de-los-recursos-dirigidos-a-las-regiones>

Cypes, T. (29 de Feb de 2024). *Guía de madurez de IA: maximiza el impacto con un enfoque disciplinado*.

Obtenido de Toolify.ai: <https://www.toolify.ai/es/ai-news-es/gua-de-madurez-de-ia-maximiza-el-impacto-con-un-enfoque-disciplinado-1832255>

Datacalculus. (2024). *Construyendo una cultura basada en datos y una toma de decisiones efectiva en los*

negocios. Obtenido de datacalculus.com: <https://datacalculus.com/es/centro-de-conocimiento/inteligencia-de-negocios/toma-de-decisiones/cultura-basada-en-datos-y-toma-de-decisiones/>

Datacamp. (5 de Sep de 2024). *Gobernanza de la IA: Marcos, herramientas y buenas prácticas*. Obtenido

de datacamp.com: <https://www.datacamp.com/es/blog/ai-governance>

De felipe Iglesias, H. (17 de Jul de 2023). *USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN LA GESTIÓN DE LA*

CADENA DE SUMINISTRO Y LOGÍSTICA. Obtenido de burjcdigital.urjc Universidad Rey Juan Carlos: <https://burjcdigital.urjc.es/items/b748b267-5e37-44e7-9c36-9aa768ef9e65>

dfsud. (9 de Jun de 2025). *Sueca Essity inaugura en Colombia el centro logístico más alto de*

Latinoamérica con inversión de US\$ 35 millones. Obtenido de dfsud.com:

<https://dfsud.com/colombia/sueca-essity-inaugura-en-colombia-el-centro-logistico-mas-alto-de>

dfsud. (9 de Junio de 2025). *Sueca Essity inaugura en Colombia el centro logístico más alto de*

Latinoamérica con inversión de US\$ 35 millones. Obtenido de dfsud.com:

<https://dfsud.com/colombia/sueca-essity-inaugura-en-colombia-el-centro-logistico-mas-alto-de>

DHL, G. (2024). *INNOVACIONES EN LOGÍSTICA*. Obtenido de dhl.com: <https://www.dhl.com/co->

[es/home/innovation-in-logistics.html?locale=true](https://www.dhl.com/co-es/home/innovation-in-logistics.html?locale=true)

Diaz Granados, F. (2020). *EL PROCESO DE CAPACITACIÓN Y SU IMPACTO ORGANIZACIONAL*. Obtenido de repository.umng: <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/18d320dd-7558-4b92-a783-2e3baf870b07/content>

Digitaldigest. (2025). *El Futuro Inteligente: IA y Análisis Predictivo en Logística*. Obtenido de DigitalDigest.info: <https://digitaldigest.info/es/el-futuro-inteligente-ia-y-analisis-predictivo-en-logistica/>

Dixit, K. (09 de May de 2025). *Optimización de rutas y logística basada en IA*. Obtenido de zeorouteplanner.com: <https://zeorouteplanner.com/es/optimizaci%C3%B3n-de-rutas-basada-en-IA/>

Downie, A., & Finn, T. (20 de May de 2024). *¿Qué es la IA en la cadena de suministro?* Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/ai-supply-chain>

EAFIT. (2025). *Herramientas IA para logística*. Obtenido de Universidad Eafit: <https://educacioncontinua.eafit.edu.co/educacion-continua/herramientas-ia-para-logistica/>

editorial de THE LOGISTICS WORLD. (23 de May de 2024). *Aplicaciones de inteligencia artificial en pronósticos de demanda logística*. Obtenido de thelogisticsworld: <https://thelogisticsworld.com/tecnologia/aplicaciones-de-inteligencia-artificial-en-pronosticos-de-demanda-logistica/>

Emergentcoldlatam. (30 de May de 2025). *Data Management en la logística: eficiencia a la toma de decisiones estratégicas*. Obtenido de emergentcoldlatam.com: <https://emergentcoldlatam.com/tendencias/data-management-en-la-logistica/>

Essity. (14 de May de 2025). *Grupo Familia ya es Essity, fortaleciendo la compañía y revolucionando la logística en Colombia con su nuevo Centro de Distribución*. Obtenido de grupofamilia.com:

<https://www.grupofamilia.com/noticias/nuevo-centro-de-distribucion/>

evolutivaia. (2024). *Procesamiento de Contenidos con IA*. Obtenido de evolutivaia.com:

<https://evolutivaia.com/procesamiento-contenidos-ia/>

FasterCapital. (19 de May de 2025). *Desafíos de la innovación como superar las barreras y los obstáculos comunes de la innovación*. Obtenido de fastercapital.com:

<https://fastercapital.com/es/contenido/Desafios-de-la-innovacion--como-superar-las-barreras-y-los-obstaculos-comunes-de-la-innovacion.html>

FESC. (2025). *Logística, IA y Operaciones Aduaneras*. Obtenido de fesc.edu.co:

<https://www.fesc.edu.co/portal/archivos/diplomados/2025-01/logistica-IA-operaciones-aduaneras.pdf>

Fierro Moreno, E. (28 de MAY de 2021). *La gestión del cambio, la colaboración virtual y la agilidad estratégica organizacional de empresas mexicanas ante los impactos por el COVID-19*. Obtenido

de Nova Scientia: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052021000300205

Flores Cerna, F., Sanhueza Salazar, V. M., Valdés González, H. M., & Reyes Bozo, L. (Ago de 2021).

Metodologías ágiles: un análisis de los desafíos organizacionales para su implementación.

Obtenido de revistas.udistrital:

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/18332>

Fonts Fernandez, C. L., & Stable Rodriguez, Y. (Abr de 2024). *Revista gestión de las personas y tecnología*. Obtenido de scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-56932024000100031

Foroeconomicomundial. (8 de Oct de 2023). *IA: Por qué las empresas deben crear una gobernanza algorítmica antes de la ley*. Obtenido de weforum.org:
<https://es.weforum.org/stories/2023/10/ia-por-que-las-empresas-deben-crear-una-gobernanza-algoritmica-antes-que-la-ley/>

Garavito Garcia , L. F., & Espinosa Aguilar, V. A. (2024). *Impacto de la inteligencia artificial en colombia*. Obtenido de repository.unilibre.edu.co:
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/28053/IMPACTO%20DE%20LA%20A%20SOBRE%20LA%20ETICA%20EN%20COLOMBIA.pdf?sequence=2>

Gentilin, M., Aquino , A., Norena Chavez, D., & Osorio, C. (2024). *Inteligencia Artificial para la investigación científica doctoral: posibilidades herramientas y limitaciones tecnicas y eticas*. Obtenido de cladea.org: <https://cladea.org/wp-content/uploads/2024/06/Inteligencia-Artificial-para-la-investigacion.pdf>

Giles Alvarez , L., Larrahondo , C., & Hernández , M. (2024). *Desigualdades territoriales en Colombia: realidades y perspectivas*. Obtenido de publications.iadb.or:
<https://publications.iadb.org/es/desigualdades-territoriales-en-colombia-realidades-y-perspectivas>

Gómez Ortiz, R. A. (2022). *Elementos Teóricos sobre las Políticas Públicas y Financiamiento a la Investigación Educativa*. Obtenido de editorial.risei.org:
<https://editorial.risei.org/index.php/risei/catalog/download/conocimientoeducativo/23/272?inline=1>

- Guevara Tellez, D. E. (2024). *Automatización y Mejora de la Logística en Bienes de Consumo con Algoritmos de Aprendizaje Automático*. Obtenido de Ciencia Latina Revista Multidisciplinar: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/15062>
- Gutierrez Duque, M., & Polo Martinez, E. G. (2024). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL DENTRO DE LA CADENA DE SUMINISTROS*. Obtenido de Repositorio digitk.areandina.edu.co: <https://digitk.areandina.edu.co/server/api/core/bitstreams/99c0f602-d71e-4e99-b8d4-1037b4c35e3a/content>
- Hernandez, L. (2022). *Una lista de buenas prácticas para tener en consideración*. Obtenido de Políticas públicas e Inteligencia Artificial: https://ia.derechosdigitales.org/wp-content/uploads/2022/05/DD_IA_03.pdf
- Icarte Ahumada, G. A. (2016). *Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática*. Obtenido de Ingeniare. Revista chilena de ingeniería: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000400011&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- ICEMD. (6 de Mar de 2024). *La Revolución de la IA en la Logística: Innovaciones y Tendencias*. Obtenido de ICEMD Instituto de innovación by: <https://icemd.esic.edu/knowledge/articulos/la-revolucion-de-la-ia-en-la-logistica-innovaciones-y-tendencias/>
- Infobae. (15 de Mar de 2025). *La inteligencia artificial transforma la gestión de riesgos en las cadenas de suministro*. Obtenido de infobae.com: <https://www.infobae.com/movant/2025/03/15/la-inteligencia-artificial-transforma-la-gestion-de-riesgos-en-las-cadenas-de-suministro/>
- insidelogistics. (20 de Jun de 2024). *¿La logística teme a la IA?* Obtenido de insidelogistics.com: <https://www.insidelogistics.com/logistica-teme-ia/>

- Jaramillo Durango, J. O. (2024). *El marco jurídico para la regulación de la inteligencia artificial en Colombia: Retos y perspectivas en la creación de un régimen normativo*. Obtenido de repository.ucc.edu.co: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/e1847756-6af3-4bf9-a199-a6ea977ba310>
- Larepublica. (29 de Feb de 2024). *Smartlog Colombia: innovación en la logística con inteligencia artificial y robotización*. Obtenido de larepublica.co: <https://www.larepublica.co/empresas/smartlog-colombia-innovacion-en-la-logistica-a-traves-de-la-inteligencia-artificial-3811645>
- LatinPyme. (28 de May de 2025). *Infraestructura TI: El reto clave para la adopción de IA en empresas colombianas*. Obtenido de latinpyme.com: <https://latinpyme.com/infraestructura-ti-el-reto-clave-para-la-adopcion-de-ia-en-empresas-colombianas/>
- León Moyano, Y. P. (2018). *Análisis de Innovación Organizacional en una Empresa de Logística y Transporte de Mercancía en Colombia*. Obtenido de Repository.unad.edu.co: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21213/1018440672.pdf>
- Logisticaaldia. (25 de Sep de 2024). *Colaboración y Alianzas Estratégicas en la Cadena de Suministro*. Obtenido de logisticaaldia.com: <https://logisticaaldia.com/colaboracion-y-alianzas-estrategicas-en-la-cadena-de-suministro/>
- Lorenzo, O. (Dic de 2016). *Modelos de Madurez Digital: ¿en qué consisten y qué podemos aprender de ellos?* Obtenido de researchgate.net: https://www.researchgate.net/publication/313798566_Modelos_de_Madurez_Digital_en_que_consisten_y_que_podemos_aprender_de_ellos
- Manaure, A. (2025). *En plena era de disrupción logística y cambios de demanda impredecibles, la inteligencia artificial no es una opción: es la diferencia entre reaccionar tarde y anticiparse con*

precisión quirúrgica. Obtenido de thestandardcio.com:

<https://thestandardcio.com/2025/05/28/ia-en-la-logistica-de-la-intuicion-al-algoritmo-que-predice-el-futuro/>

Manzano, I. (2024). *La Importancia de la Interoperabilidad en los Sistemas de Información Científica*.

Obtenido de uisys.es: https://uisys.es/la-importancia-de-la-interoperabilidad-en-los-sistemas-de-informacion-cientifica/?expand_article=1

Masterlogistica. (2024). *Innovación y tecnología en la logística moderna*. Obtenido de masterlogistica.es:

<https://www.masterlogistica.es/innovacion-y-tecnologia-en-la-logistica-moderna/>

Mecalux. (18 de Oct de 2024). *La toma de decisiones basada en datos en la logística*. Obtenido de

[mecalux.cl: https://www.mecalux.cl/articulos-de-logistica/decisiones-basadas-en-datos-responsables-logistica](https://www.mecalux.cl/articulos-de-logistica/decisiones-basadas-en-datos-responsables-logistica)

Mejía, M., Sanchez, J., Delacruz, C., Bermejo, Y., & Rojas Millan, R. (2024). *Desafíos que Enfrentan las Empresas en Términos de Infraestructura, Tecnologías y Recursos Humanos para Mejorar su Gestión Logística*. Obtenido de revistascientificas.cuc.edu.co:

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/5895>

Meridiana Meetup – SITL. (2024). *La IA y la Internacionalización como pilares de la Logística Moderna*.

Obtenido de [aggity.com: https://aggity.com/meridiana-meetup-sitl-la-ia-y-la-internacionalizacion-como-pilares-de-la-logistica-moderna/](https://aggity.com/meridiana-meetup-sitl-la-ia-y-la-internacionalizacion-como-pilares-de-la-logistica-moderna/)

MinCiencias. (May de 2021). *Marco Ético para la Inteligencia Artificial en Colombia*. Obtenido de

[minciencias.gov.co: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/marco-etico-ia-colombia-2021.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/marco-etico-ia-colombia-2021.pdf)

MinCiencias. (2023). *Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de repositorio.minciencias:

<https://repositorio.minciencias.gov.co/collections/87667e47-0918-48b0-9830-5e4b8a2e4aa9>

MinCiencias. (2024). *Convocatoria Colombia Inteligente: Ciencia y tecnologías cuánticas e inteligencia*

artificial para los territorios. Obtenido de minciencias.gov.co:

<https://minciencias.gov.co/convocatorias/convocatoria-colombia-inteligente-ciencia-y-tecnologias-cuanticas-e-inteligencia>

MinTic. (07 de Dic de 2023). *Índice de Brecha Digital 2022*. Obtenido de colombiatic.mintic.gov.co:

<https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-333031.html>

Mintic. (2024). *Guía de calidad e interoperabilidad de datos abiertos*. Obtenido de Ministerio de

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: <https://datos.gov.co/>

Mtilogistics. (25 de Abr de 2024). *LA IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE DATOS EN LA TOMA DE*

DECISIONES LOGÍSTICAS. Obtenido de mlti.com.mx: <https://mlti.com.mx/el-analisis-de-datos-en-la-toma-de-decisiones-logisticas/>

Montaño Arango, O., Corona Armenta, J. R., & Rivera Gomez, H. (2017). *Modelo de madurez para la*

valoración de las mejores prácticas de las PyMES manufactureras. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/>: <https://www.redalyc.org/journal/5718/571864087003/>

Montes Araque, Y. S. (11 de Feb de 2025). *Estrategias de Inteligencia de Negocios Para Potenciar la*

Competitividad en la Logística de Carga Terrestre en Colombia. Obtenido de

repository.universidadean.edu.co:

<https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/9419d6ac-15d7-48ae-b158-33ae83ff46f2/content>

Montoya Urías, Y. (Jul de 2023). *Barreras de Innovación: una Revisión Sistemática de Literatura*.

Obtenido de Investigación administrativa:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-76782023000200008

Morales James, M. C. (2020). *LA GESTIÓN DEL CAMBIO ORGANIZACIONAL DE UNA EMPRESA*. Obtenido

de repository.umng: <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/dcc4fdb6-6861-4f67-b2ee-52e6f0f8653d/content>

Muñoz Pinzon, D. S., Valencia Rivero, K. T., Caviatica Castro, Y. P., & Castillo Bustos, S. (27 de Jun de 2023). *ESTADO ACTUAL DE LA ADOPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN*. Obtenido de redalyc:

<https://www.redalyc.org/journal/6078/607877254007/607877254007.pdf>

Nistics. (19 de 12 de 2024). *Logística predictiva: cómo la inteligencia artificial mejorará la toma de decisiones en 2025*. Obtenido de nistics.com: <https://nistics.com/blog/logistica-predictiva-como-la-inteligencia-artificial-mejorara-la-toma-de-decisiones/>

Nordlogway. (23 de Dic de 2022). *Top 10 innovaciones tecnológicas en el sector logístico*. Obtenido de nordlogway.com: <https://nordlogway.com/es/noticias/top-10-innovaciones-tecnol%C3%B3gicas-en-el-sector-log%C3%ADstico>

Nova Arévalo, N. A. (14 de 12 de 2023). *El rumbo estratégico de las empresas en la era tecnológica*.

Obtenido de Madurez Digital:

<https://sistemas.acis.org.co/index.php/sistemas/article/view/Dos%20169>

Novologistica. (24 de Oct de 2024). *Predicción de la demanda y optimización de rutas: la inteligencia artificial transforma el sector logístico*. Obtenido de novologistica.com:

<https://www.novologistica.com/logistica/prediccion-de-la-demanda-y-optimizacion-de-rutas-la-inteligencia-artificial-transforma-el-sector-logistico/>

Obando Changuán, M. P. (07 de Sep de 2020). *Capacitación del talento humano y productividad: Una revisión literaria*. Obtenido de revistas.utm:

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/ECASinergia/article/view/2254>

Orrego Payán, C., & Gómez Cortés, J. F. (Ene de 2024). *La Madurez Digital Como un eje de la competitividad*. Obtenido de apidspace.javeriana.edu.co:

<https://apidspace.javeriana.edu.co/server/api/core/bitstreams/a27c1409-10d1-4119-8163-7e990aee6fc5/content>

Peinado Pineda, I. S., & Díaz Salas, I. (2021). *Inteligencia Artificial Aplicada a la Cadena de Suministro Globales*. Obtenido de repositorio.unicordoba.edu.co:

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/be7f326c-50e5-43dd-a0c8-90ea4cbaeec5/content>

Peñuela Sarmiento, L. F. (2021). *Confrontación entre implementar el Código de Seguridad Humana en la fase de construcción vs Implementarlo durante la operación del proyecto (incumplimiento). Caso de estudio: Edificación de oficinas en Bogotá D.C.* Obtenido de repository.ucatolica.edu.co:

<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/03342137-c9c3-413e-aeb6-2c3b42d5ee1e>

Pérez Dominguez, J. H., Villagrán Ruiz, J. C., & Escobero Portillo, A. (2025). *Estado del Arte de la Cultura Organizacional: Tendencias y Retos Actuales*. Obtenido de cienciaslatina.org:

<https://cienciaslatina.org/index.php/cienciala/article/view/16057>

Perez Morejón, K., & Porraspita, A. (18 de May de 2023). *El proceso de capacitación. Retos para lograr resultados superiores en una organización*. Obtenido de Cooperativismo y Desarrollo:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-340X2023000200006&lang=es

Pineda Escobar, M. A., & Cortés Ortiz, G. (02 de May de 2018). *Cambio y adaptación organizacional*.

Obtenido de revistaespacios.com:

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p05.pdf>

Plejanov, D., & Franke, H. (24 de Sep de 2022). *Transformación digital: una agenda de revisión e investigación*. Obtenido de sciencedirect:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263237322001219>

Portafolio. (25 de Jun de 2025). *CCL, la empresa colombiana que lidera la revolución logística 4.0*.

Obtenido de portafolio.co: <https://www.portafolio.co/contenido-patrocinado/ccl-la-empresa-colombiana-que-lidera-la-revolucion-logistica-4-0-633941>

Ransa. (Ago de 2019). *Alianzas que impulsan el ecosistema de innovación en logística*. Obtenido de

Ransa.biz: <https://www.ransa.biz/alianzas-que-impulsan-el-ecosistema-de-innovacion-en-logistica/>

Rendón de la torre, A. J. (2024). *Metodologías ágiles en la era de la inteligencia artificial, un camino hacia la innovación: Un mapeo sistemático*. Obtenido de dspace.ups:

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29306>

Rey Escobar, I., & Valle Nieto, J. E. (2024). *Transformación digital en la logística internacional:*

Estrategias y desafíos de la inteligencia . Obtenido de repository.upb.edu.co:

[https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/12163/Transformaci%
c3%b3n%
20digital.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/12163/Transformaci%c3%b3n%20digital.pdf?sequence=1)

richestsoft. (6 de Agosto de 2024). *Ejemplos de IA en logística y cadena de suministro: casos de uso*.

Obtenido de richestsoft.com: <https://richestsoft.com/es/blog/examples-of-ai-in-logistics/>

- Rivillas Mejia, C. D. (26 de Sep de 2022). *Modelo de madurez para la evaluación de la logística 4.0 en operaciones logísticas de ecommerce*. Obtenido de repositorio.unal:
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82355>
- Rodriguez Alba, J. (2023). *Gobernanza ética de la IA y la robótica. Construyendo posibilismo tecnológico desde interacciones éticas*. Obtenido de revista.otrosiglo.cl:
<https://www.revista.otrosiglo.cl/index.php/otrosiglo/article/view/149>
- Rodriguez Alegre, L. R., Calderon de los rios, H., Hurtado Zamora, M. M., & Ocaña Rodriguez , Á. W. (Ago de 2023). *Inteligencia artificial en la gestión organizacional: Impacto y realidad latinoamericana*. Obtenido de Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía:
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2542-30882023000300226
- Rodriguez Mayorca, S. (2022). *El impacto de la Intreligencia Artificial en la sostenibilidad de la cadena de suministro: Una revisión de literatura*. Obtenido de repositorio.unbosque.edu.co:
<https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/6d85de85-bcb5-4222-8345-16f3d9c3dfc4/content>
- Rodriguez Molina, H. E. (2024). *Tendencias y retos en los costos del desarrollo e implementación de la inteligencia artificial en Colombia*. Obtenido de Universidad Externado de colombia:
<https://zero.uexternado.edu.co/tendencias-y-retos-en-los-costos-del-desarrollo-e-implementacion-de-la-inteligencia-artificial-en-colombia/>
- Rojas Garcia, J. A., Ajuría Foronda, J. L., & Arambarri, J. (08 de Oct de 2022). *Metodología de transformación digital para incrementar la .* Obtenido de scielo:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/idata/v26n1/1810-9993-idata-26-01-63.pdf>

Rojas Garcia, J. A., Ajuria Foronda, J. L., & Arambarri, J. (2023). *Metodología de transformación digital para incrementar la competitividad de las pymes de logística ligera en el Perú*. Obtenido de

Industrial Data: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932023000100063&lang=es

Rueda Martinez, J. (2021). *Identificación de los beneficios de la inteligencia artificial en una .* Obtenido de dspace.tdea.edu.co:

<https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/3012/10.Identificacion%20beneficios%20Jose%20Santiago%20Rueda%20Martinez.pdf?sequence=1>

Saad, P. (2024). *Cambio Cultural para la Implementación Exitosa de la Inteligencia Artificial Generativa*.

Obtenido de repositorio.utdt.edu: <https://repositorio.utdt.edu/items/0e66bda1-093d-4bd2-8486-faf498e314bd>

Sampedro Guaman , C. R., Machucha Vivar , S. A., Palma Rivera, D. P., & Villalta Jadan, B. E. (07 de Mar de 2022). *Automatizar procesos de producción repetitivos en las Pymes con robots colaborativos*.

Obtenido de rus.ucf.edu.cu: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2695/>

Sanchez Polanco, D. F., Acevedo Cote, M. A., & Orjuela Castro, J. A. (20 de Feb de 2022). *Evaluando los operadores logísticos. Retos y tendencias*. Obtenido de revistas.udistrital.edu.co:

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/17624>

Semana. (1 de Dic de 2023). *Eficiencia logística y tecnología: así ha sido el impacto de la inteligencia*

artificial en Mercado Libre. Obtenido de semana.com: <https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/eficiencia-logistica-y-tecnologia-asi-ha-sido-el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-mercado-libre/202310/>

- Serra, M. (2024). *IA y Tecnología: Navegando los Desafíos Logísticos del Futuro*. Obtenido de deloitte.com: <https://www.deloitte.com/es/es/services/consulting/blogs/ia-desafios-logisticos-futuro.html>
- Serra, Meritxell. (2023). *IA y Tecnología: Navegando los Desafíos Logísticos del Futuro*. Obtenido de deloitte: <https://www.deloitte.com/es/es/services/consulting/blogs/ia-desafios-logisticos-futuro.html>
- Sforzin, V. E. (Ago de 2024). *La dimensión ética en la gobernanza de la Inteligencia Artificial: del tecnolibertarismo a la prosperidad común*. Obtenido de Repositorio institucional de la UNLP: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/178925>
- Silva, P. (11 de Jun de 2025). *IA y gobernanza en supply chain: claves para mitigar riesgos en entornos volátiles*. Obtenido de thelogisticsworld.com: <https://thelogisticsworld.com/actualidad-logistica/ia-y-gobernanza-en-supply-chain-claves-para-mitigar-riesgos-en-entornos-volaticos/>
- SimpliRoute. (27 de May de 2024). *Inteligencia Artificial en Logística: Qué Debes Saber*. Obtenido de simpliroute.com: <https://simpliroute.com/es/blog/inteligencia-artificial-en-logistica>
- SimpliRoute. (27 de May de 2024). *Inteligencia Artificial en Logística: Qué Debes Saber*. Obtenido de simpliroute.co: <https://simpliroute.com/es/blog/inteligencia-artificial-en-logistica>
- Srerián Gonzalez, M., Bruna Román, C., Robles Lagos, C., & Vaca Lombana, G. (2025). *Gestión empresarial de la sostenibilidad, RSE e Inteligencia Artificial. Una nueva frontera en las decisiones*. Obtenido de Región Científica: <https://rc.cienciasas.org/index.php/rc/article/view/382>
- Staff Writer, J. R., & Jonker, A. (2024). *¿Qué es la gestión de inventarios con IA?* Obtenido de lbm.com: <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/ai-inventory-management>

thelogisticsworld. (23 de Ago de 2023). *Automatización, IA y Big Data: El rol de la tecnología en el futuro de Mercado Libre*. Obtenido de thelogisticsworld.com: <https://thelogisticsworld.com/logistica-comercio-electronico/automatizacion-ia-y-big-data-el-rol-de-la-tecnologia-en-el-futuro-de-mercado-libre/>

Thelogisticsworld. (22 de Nov de 2023). *Inteligencia artificial en la logística: Avances y retos en Colombia y Perú*. Obtenido de thelogisticsworld.com: <https://thelogisticsworld.com/actualidad-logistica/inteligencia-artificial-en-la-logistica-avances-y-retos-en-colombia-y-peru/>

Thelogisticsworld. (24 de Sep de 2024). *Escasez de talento en la industria: Soluciones para un problema crítico en la era digital*. Obtenido de thelogisticsworld.com: <https://thelogisticsworld.com/talento-humano/escasez-de-talento-en-la-industria-soluciones-para-un-problema-critico-en-la-era-digital/>

Thelogisticsworld. (14 de Jun de 2025). *IA en logística, automatización, predicción de demanda y atención al cliente con GPT*. Obtenido de thelogisticsworld.com: <https://thelogisticsworld.com/actualidad-logistica/ia-en-logistica-automatizacion-prediccion-de-demanda-y-atencion-al-cliente-con-gpt/>

thelogisticsworld. (28 de Feb de 2025). *Inteligencia artificial y optimización de rutas: Casos de éxito en la industria logística*. Obtenido de thelogisticsworld.com: <https://thelogisticsworld.com/tecnologia/inteligencia-artificial-y-optimizacion-de-rutas-casos-de-exito-en-la-industria-logistica/>

thelogisticsworld. (08 de Feb de 2025). *Logística 4.0: Cómo la IA optimiza la predicción de la demanda en tiempo real*. Obtenido de thelogisticsworld.com: <https://thelogisticsworld.com/tecnologia/logistica-4-0-como-la-ia-optimiza-la-prediccion-de-la-demanda-en-tiempo-real/>

Torres Herrera, L. K. (2019). *IMPACTO DEL MODELO KOTTER PARA LA GESTIÓN DEL CAMBIO, COMO*.

Obtenido de repository.umng:

<https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/ed10ca45-53d4-48ca-91c2-0c55b9646fa6/content>

Torres Murillo, L. V., Hidalgo Urrea, J. E., & Álvarez Paz, D. M. (31 de Mar de 2024). *Retos y*

oportunidades de la inteligencia artificial en la gestión de la cadena de abastecimiento .

Obtenido de <https://repository.universidadean.edu.co/>:

<https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/8631030d-3a34-467f-ae80-a29de6870d7b/content>

Torroba Diaz, M. (Julio de 2024). *Análisis de las barreras que impiden la adopción del Análisis de Datos y*

la Inteligencia Artificial en la auditoría de cuentas. Obtenido de riuma:

https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/37707/TD_TORROBA_D%c3%8dAZ%2c%20Macarena.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tp-logistics. (2024). *IA en Logística: Transformación y beneficios clave*. Obtenido de tplogistics.es:

<https://www.tplogistics.es/ia-en-logistica-transformacion-y-beneficios-clave/>

Transportegonzalez. (2024). *Alianzas estratégicas en la logística*. Obtenido de transportegonzalez.com:

<https://www.transportegonzalez.com/alianzas-estrategicas-en-la-logistica/>

UNESCO. (2021). *Ética de la inteligencia artificial*. Obtenido de unesco.org:

<https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics>

UNESCO. (2023). *Reforzar las infraestructuras científicas abiertas para todos*. Obtenido de UNESDOC

Biblioteca Digital: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383711_spa

Utadeo. (2025). *IA Para la Gestión Logística*. Obtenido de Universidad de bogotá Jorge Tadeo Lozano:

<https://www.utadeo.edu.co/es/continuada/escuela-de-oficios-contemporaneos/324412/ia-para-la-gestion-logistica>

Valbuena Hernandez, P. N. (2024). *Desafíos de la formulación de políticas públicas en Inteligencia*

Artificial (IA) en Colombia. Obtenido de 2024.ciecem.org:

<https://2024.ciecem.org/ponencia/desafios-de-la-formulacion-de-politicas-publicas-en-inteligencia-artificial-ia-en-colombia/>

Valdiviezo Trujillo, G., Rodriguez Alegre, L. R., Mejia Ayala, D., & Lopez Padilla, R. d. (2023).

Transformación digital en América Latin. Obtenido de dialnet:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890768>

Vanegas, V., Aguilera, A., & Niño, R. (16 de May de 2025). *La hoja de ruta de Colombia en Inteligencia*

Artificial para los retos actuales y la transformación futura. Obtenido de dnp.gov.co:

<https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/conpes-4144-hoja-de-ruta-colombia-inteligencia-artificial-retos-actuales-transformacion-futura.aspx>

Vargas Parra, J. (2015). *Barreras culturales para la gestión del conocimiento*. Obtenido de

repository.upb.edu.co: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/2574>

Vera Otálvaro, L. M. (2023). *Adopción de Tecnologías de Inteligencia Artificial: un estudio para las*

empresas en. Obtenido de repository.eafit.edu.co:

<https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/0ede344b-c741-4e23-880a-f253d8f94ba8/content>

VisualTrans. (2024). *Vehículos autónomos y drones en logística*. Obtenido de visualtrans.com :

<https://visualtrans.com/noticias/logistica-4-vehiculos-autonomos-drones/>

vorecol. (2024). *¿Cuáles son las principales barreras culturales para la adopción de la inteligencia artificial en las empresas hoy en día?* Obtenido de blogs-es.vorecol.com: <https://blogs-es.vorecol.com/articulo-cuales-son-las-principales-barreras-culturales-para-la-adopcion-de-la-inteligencia-artificial-en-las-empresas-hoy-en-dia-117017>

wenda. (18 de Abr de 2023). *Automatización de la digitalización de documentos logísticos con IA.* Obtenido de blog.wenda: <https://blog.wenda-it.com/es/automatizacion-digitalizacion-documentos-logisticos-ia>

Yulius. (2024). *Alianzas estratégicas en el sector de transporte y distribución.* Obtenido de Yulius.mx: <https://yulius.mx/alanzas-estrategicas-en-el-sector-de-transporte-y-distribucion/>

Yulius. (2024). *Inteligencia artificial en logística: Casos reales en Latam.* Obtenido de yulius.mx: <https://yulius.mx/inteligencia-artificial-en-logistica-casos-reales-en-latam/>

Zuñiga Santana, V. (15 de May de 2025). *IA en logística sostenible: eficiencia, predicción y compromiso verde.* Obtenido de centrodelogistica.tec.mx: <https://centrodelogistica.tec.mx/es/noticia/ia-en-logistica-sostenible-eficiencia-prediccion-y-compromiso-verde>