



Facultad de Ciencias de la Administración

**Carrera de Ingeniería en Ciencias de la
Computación**

**INNOVACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES
EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EN EMPRESAS PYMES: UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
grado de Ingeniero en Ciencias de la Computación**

Autor

José Joaquín Gordillo Orellana

Director

Juan Carlos Pauta Ortiz

Cuenca – Ecuador

2025

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme en cada paso de este camino. Por darme fuerzas cuando sentía que no podía más, por abrirme puertas cuando todo parecía cerrado y por recordarme siempre que los sueños se cumplen cuando se trabaja con fe y corazón.

A mis padres, que son mi mayor bendición. Gracias por su amor inmenso, por sus sacrificios silenciosos y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi mamá, especialmente, por ser mi refugio en los días difíciles, por su paciencia infinita y por enseñarme con su ejemplo que no existe obstáculo imposible cuando se lucha con amor.

A mi familia, por estar siempre, por cada palabra de aliento, cada abrazo y cada motivo para seguir adelante. Su apoyo ha sido la base sobre la cual he construido este logro.

A mí mismo, por atreverme a soñar y no rendirme cuando el camino se volvió difícil. Por cada madrugada de esfuerzo, por cada caída que se convirtió en lección y por seguir creyendo, aun cuando las fuerzas flaqueaban. Hoy entiendo que todo valió la pena, porque cada paso me trajo hasta aquí.

Y a esa persona que fue compañía constante en este largo recorrido, que confió en mí incluso cuando yo dudaba, que celebró mis logros y me sostuvo en los tropiezos. Gracias por tu cariño, tu paciencia y por estar ahí, aun cuando el tiempo y las circunstancias no siempre lo permitían. Tu apoyo significó más de lo que las palabras pueden expresar*.

AGRADECIMIENTO

A mi querida Universidad, por haberme acogido desde el primer día y brindarme un espacio donde crecí no solo en lo académico, sino también en lo personal. Gracias por cada desafío, cada aprendizaje y cada experiencia que me formó y me ayudó a convertirme en la persona que soy hoy. En sus aulas aprendí más que teoría: aprendí a perseverar, a confiar en mis capacidades y a valorar el esfuerzo constante.

Agradezco profundamente al Ing. Juan Carlos Pauta, mi director, por compartir su conocimiento, por su guía constante y por ser un apoyo fundamental en todo este proceso. Su compromiso, paciencia y dedicación fueron claves para que este proyecto llegara a su fin.

A la Ing. María Inés Acosta, por estar desde el primer día acompañándome en cada paso, brindándome siempre su apoyo incondicional, sus consejos y esa ayuda extra que marcó la diferencia. Más que una profesora, fue una amiga, alguien que creyó en mí y me impulsó a seguir adelante cuando más lo necesitaba.

Y finalmente, a mis amigos, por ser mi refugio en los momentos de cansancio, por las risas compartidas, los consejos sinceros y por estar siempre presentes, incluso en los días más difíciles. Gracias por recordarme que los grandes logros se disfrutan más cuando se comparten con quienes uno quiere.

Índice de Contenidos

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
Índice de Contenidos	iii
Índice de Figuras	v
Índice de Tablas	vi
Índice de Anexos	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. Introducción	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo General	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
1.2 Marco Teórico	3
1.2.1 Telecomunicaciones e Innovación Tecnológica	5
1.2.2 El Uso de la IA en las Telecomunicaciones	6
1.2.3 Las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)	7
1.2.4 Transformación Digital en las PyMEs	8
1.3 Trabajos Relacionados	9
2. Materiales y Métodos	11
2.1 Planificación de la revisión	13
2.1.1 Enfoque PICO	13
2.1.2 Uso de Tesauros	15
2.1.3 Estrategias de Búsqueda	15
2.1.4 Criterios de Inclusión y Exclusión	16
2.1.5 Criterios de Extracción de Datos	18
2.1.6 Criterios de Evaluación de Calidad	21
2.1.7 Aplicación de la guía PRISMA	22
3. Resultados	22
3.1. RQ1 – Innovaciones Impulsadas por IA en Telecomunicaciones	26
3.2 RQ2 – Beneficios, Desafíos y Oportunidades	27
3.3 RQ3 – Impactos y Tendencias Futuras	28
3.4 Análisis de Concurrencia	28
3.5 La Inteligencia Artificial como Impulsadora de Innovaciones en Telecomunicaciones (RQ1)	29
3.6 Resultados Sobre Beneficios, Desafíos, Oportunidades y Madurez (RQ2)	30
3.7 Resultados Sobre Impactos, Métricas y Tendencias Futuras (RQ3)	31
3.8 Innovaciones impulsadas por la Inteligencia Artificial	32
3.8.1 Automatización de Procesos en Redes y Sistemas Inteligentes	33

3.9 Contraste entre Beneficios y Desafíos de la Adopción de IA	34
3.9.1 Beneficios Técnicos de la Adopción de IA en Telecomunicaciones para PyMEs	35
3.10 Impactos de la IA en las Telecomunicaciones.....	36
3.10.1 Impactos Identificados	36
4. Discusión	38
5. Conclusión	40
6. Referencias.....	42
7. Anexos	48

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Proceso de Revisión Sistemática de la Literatura.</i>	13
Figura 2	<i>Diagrama de Flujo PRISMA del Proceso de Selección de Estudios</i>	23
Figura 3	<i>Estudios Publicados por Años</i>	24
Figura 4	<i>Calidad Editorial SJR</i>	25
Figura 5	<i>Impacto en Citaciones de los Estudios Incluidos</i>	26
Figura 6	<i>Diagrama de Burbujas RQ1 – Innovaciones Impulsadas por IA</i>	27
Figura 7	<i>Diagrama de Burbujas RQ2 – Beneficios, Desafíos y Oportunidades</i>	27
Figura 8	<i>Diagrama de Burbujas RQ3 – Impactos y Tendencias</i>	28
Figura 9	<i>Mapa de Red de Coocurrencia entre RQ1, RQ2 y RQ3</i>	29
Figura 10	<i>Distribución de Innovaciones Basadas en IA en Telecomunicaciones para PyMEs</i>	32
Figura 11	<i>Contraste entre Beneficios y Desafíos de la Adopción de IA en PyMEs del Sector Telecomunicaciones</i>	34
Figura 12	<i>Impactos de la IA en Telecomunicaciones para PyMEs</i>	36

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Clasificación de Empresas por Estratos Según Empleados y Ventas</i>	14
Tabla 2	<i>Cadena de Búsqueda</i>	16
Tabla 3	<i>Criterios de Extracción de Datos</i>	20
Tabla 4	<i>Criterios de Evaluación de Calidad - Impacto</i>	21
Tabla 5	<i>Criterios de Evaluación de Calidad – Citaciones (2020-2025)</i>	22

Índice de Anexos

Anexo 1 <i>Matriz de Estudios Seleccionados</i>	48
Anexo 2 <i>Matriz de Calidad SJR</i>	50
Anexo 3 <i>Matriz de Número de Citas</i>	52
Anexo 4 <i>Matriz de Extracción de Datos para RQ1 – Innovaciones Basadas en IA en Telecomunicaciones</i>	54
Anexo 5 <i>Matriz de Extracción de Datos para RQ2 – Impactos de la IA en el Rendimiento y Eficiencia de las Telecomunicaciones</i>	56
Anexo 6 <i>Matriz de Extracción de Datos para RQ3 – Desafíos y Limitaciones en la Implementación de IA en Telecomunicaciones</i>	58
Anexo 7 <i>Check List PRISMA</i>	60

Innovación de las Telecomunicaciones en la Era de la Inteligencia Artificial en Empresas PYMES: Una Revisión Sistemática de Literatura

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar las aplicaciones de la inteligencia artificial en la optimización de redes del sector de las telecomunicaciones dentro del contexto de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs). La investigación se fundamentó en un enfoque teórico tecnológico y se desarrolló mediante una revisión sistemática de literatura, basada en la metodología de Kitchenham (2004) y la guía PRISMA 2020. Se revisaron estudios publicados entre 2020 y 2025, seleccionados en bases de datos especializadas, considerando criterios de inclusión, exclusión y calidad. Los resultados evidenciaron que las innovaciones más frecuentes correspondieron a la automatización de procesos, la optimización de redes y la gestión de servicios. Además, se identificaron beneficios técnicos y económicos, aunque persistieron desafíos relacionados con la falta de recursos y capacidades especializadas. Se concluyó que la inteligencia artificial constituye una herramienta estratégica para impulsar la innovación y la competitividad de las PyMEs en el ámbito de las telecomunicaciones.

Palabras clave: aprendizaje automático, inteligencia artificial, optimización de redes, pymes, telecomunicaciones, transformación digital, tecnologías emergentes.

Innovation in Telecommunications in the Era of Artificial Intelligence in SMEs: A Systematic Literature Review

ABSTRACT

This study aimed to analyze the applications of artificial intelligence in the optimization of telecommunication networks within the context of small and medium-sized enterprises (SMEs). The research was grounded in a technological and theoretical approach and was developed through a systematic literature review based on the methodology proposed by Kitchenham (2004) and the PRISMA 2020 guidelines. Studies published between 2020 and 2025 were reviewed, selected from specialized databases using inclusion, exclusion, and quality criteria. The results showed that the most frequent innovations corresponded to process automation, network optimization, and service management. Furthermore, technical and economic benefits were identified, although challenges related to limited resources and specialized skills persisted. It was concluded that artificial intelligence represents a strategic tool to drive innovation and competitiveness among SMEs in the telecommunications sector.

Keywords: artificial intelligence, digital transformation, emerging technologies, machine learning, network optimization, small and medium-sized enterprises, telecommunications.

1. Introducción

La transformación digital y la irrupción de la inteligencia artificial (IA) han redefinido el panorama tecnológico global, impulsando un cambio estructural en sectores estratégicos como el de las telecomunicaciones. En las últimas décadas, el crecimiento exponencial de los datos, el avance del cómputo en la nube y la conectividad 5G han consolidado un entorno en el que la automatización, la eficiencia operativa y la toma de decisiones basada en datos se convierten en pilares fundamentales de la competitividad (Haenlein & Kaplan, 2019; Helm et al., 2020). Este contexto ha favorecido la integración progresiva de algoritmos de aprendizaje automático y profundo en redes de telecomunicaciones, transformando la manera en que las empresas gestionan y optimizan sus infraestructuras (Balmer et al., 2020).

Las telecomunicaciones, entendidas como el eje articulador de la sociedad digital, han evolucionado desde sistemas analógicos hasta redes inteligentes que integran inteligencia artificial, Internet de las Cosas (IoT) y computación en el borde (edge computing) para ofrecer servicios más confiables y de menor latencia (Abel Uzoka et al., 2024). La combinación de estas tecnologías ha permitido automatizar la gestión del tráfico, anticipar fallas mediante mantenimiento predictivo y mejorar la calidad del servicio mediante la optimización dinámica de recursos (Edozie et al., 2025). Tales avances no solo redefinen la arquitectura técnica de las redes, sino que amplían el espectro de oportunidades para empresas de todos los tamaños.

Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), que constituyen más del 90 % del tejido empresarial mundial (Beltrán Ochoa et al., 2025), enfrentan desafíos particulares en la adopción de inteligencia artificial en sus operaciones. Limitaciones de capital, infraestructura tecnológica y talento especializado dificultan la integración efectiva de estas herramientas (Oldemeyer et al., 2024). A pesar de ello, la literatura reciente evidencia un creciente interés en explorar el papel de la IA como habilitadora de eficiencia, reducción de costos y expansión digital en el contexto de las telecomunicaciones (Hızarcı et al., 2024; Moreira et al., 2024).

Diversas investigaciones han abordado el impacto de la IA en la gestión de redes, la ciberseguridad y la optimización de servicios, evidenciando beneficios técnicos y económicos, pero también retos organizacionales y humanos (Khan et al., 2023; Petkova et al., 2024). Sin embargo, la mayoría de los estudios se centran en grandes corporaciones o

contextos de infraestructura avanzada, mientras que las PyMEs especialmente en regiones como América Latina siguen siendo escasamente representadas en la literatura científica (Guan, 2022). Este vacío de conocimiento limita la comprensión de cómo la IA puede contribuir efectivamente a fortalecer la competitividad de las PyMEs del sector de telecomunicaciones.

En este marco, surge la necesidad de realizar una revisión sistemática de literatura (RSL) que recopile, analice y sintetice la evidencia científica sobre la aplicación de inteligencia artificial en redes de telecomunicaciones dentro del contexto de las PyMEs. Este tipo de revisión permite identificar las innovaciones predominantes, los beneficios y desafíos más reportados, así como los impactos y tendencias futuras del campo, contribuyendo a construir una visión integral y actualizada del estado del arte (Kitchenham, 2004; Page et al., 2021).

El propósito de este estudio es analizar de manera sistemática las aplicaciones de la inteligencia artificial en la optimización de redes del sector de las telecomunicaciones, con énfasis en el contexto de las PyMEs. Para alcanzar este objetivo, se plantea un enfoque metodológico basado en las directrices de Kitchenham (2004) y la guía PRISMA 2020 (Page et al., 2021), que garantizan rigor, transparencia y trazabilidad durante todo el proceso de revisión.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Analizar las aplicaciones de la Inteligencias Artificial en la optimización de redes dentro del sector de las telecomunicaciones, a través de una revisión sistemática de literatura basada en la metodología de Kitchenham, con el fin de identificar sus principales beneficios, desafíos y oportunidades, y elaborar un análisis crítico que permita comprender su impacto actual y proyectar las tendencias futuras en este campo.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Establecer el protocolo de revisión sistemática, definiendo con claridad los criterios de inclusión y exclusión, las fuentes de información, las estrategias de búsqueda y los procedimientos de selección para identificar estudios sobre el uso de la Inteligencia Artificial en la optimización de redes en telecomunicaciones.

2. Desarrollar el proceso de búsqueda y análisis de la literatura científica, aplicando rigurosamente el protocolo establecido para recopilar, filtrar y evaluar estudios relevantes relacionados con aplicaciones de Inteligencia Artificial en la optimización de redes del sector de telecomunicaciones.
3. Interpretar y sintetizar los resultados obtenidos, identificado patrones, beneficios, limitaciones y oportunidades emergentes en el uso de Inteligencia Artificial para la optimización de redes, con el fin de construir un análisis crítico del estado actual y las tendencias futuras en este campo.

1.2 Marco Teórico

La Inteligencia Artificial (IA) se ha afirmado como una de las tecnologías más innovadoras de las últimas décadas, transformando no solo sectores tecnológicos, sino también áreas como la salud, la educación y las telecomunicaciones. Definir IA no es una tarea sencilla, debido a su evolución histórica y su extensión técnica. Según Haenlein y Kaplan (2019), la IA puede definirse como la capacidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, aprender de dichos datos y usar ese aprendizaje para lograr objetivos específicos a través de una adaptación flexible.

El concepto de IA, aunque consolidado recientemente, tiene raíces profundas y muy antiguas. Sus orígenes se remontan a los años 40 con aportes como los de Alan Turing, quien en 1950 propuso el "Test de Turing" como criterio para evaluar la inteligencia de una máquina (Haenlein & Kaplan, 2019). Sin embargo, fue en 1956 cuando el término "inteligencia artificial" se estableció oficialmente en la conferencia de Dartmouth, considerada el punto de partida formal de este campo (Haefner et al., 2021). Desde entonces, la IA ha experimentado periodos de avances y estancamientos, conocidos como las "primaveras" e "inviernos" de la IA, influenciados por expectativas desmesuradas, escasa capacidad tecnológica y ciclos de financiación (Haefner et al., 2021; Haenlein & Kaplan, 2019).

A nivel técnico, la IA abarca múltiples ramas. Flasiński (2016) identifica tres niveles en su desarrollo: la IA simbólica (centrada en reglas lógicas y sistemas expertos), el aprendizaje automático (machine learning), y el aprendizaje profundo (deep learning), basado en redes

neuronales artificiales que simulan procesos de aprendizaje humano. Esta clasificación permite entender cómo la disciplina ha evolucionado desde sistemas basados en reglas hacia modelos estadísticos capaces de aprender de grandes volúmenes de datos. Por su parte, Helm et al. (2020) amplían esta clasificación incluyendo enfoques analíticos centrados en el procesamiento de datos, enfoques inspirados en el ser humano (imitando la cognición y el aprendizaje) y enfoques humanizados (que buscan replicar emociones y conductas sociales), lo cual demuestra la creciente complejidad y expansión de la IA moderna.

Asimismo, Shaw et al. (2019) destacan que actualmente la IA debe comprenderse como una "tecnología de propósito general" (GPT, por sus siglas en inglés), ya que sus capacidades como la predicción, clasificación y automatización pueden ser aplicadas en diversos contextos. Particularmente, el aprendizaje automático representa el subcampo de la IA con mayor impacto en la actualidad, gracias a su capacidad para generar modelos predictivos complejos que mejoran la toma de decisiones humanas diarias. Estas capacidades no solo son útiles en la atención médica, donde se aplican para el soporte de decisiones clínicas, sino que se extienden también a sectores operativos, industriales y estratégicos (Haefner et al., 2021; Shaw et al., 2019).

Por su parte, el análisis realizado por Haefner et al. (2021) subraya cómo el desarrollo reciente de la IA ha estado impulsado por avances en tres ejes clave: el aumento del poder computacional, la disponibilidad de grandes volúmenes de datos (big data) y la evolución de algoritmos de aprendizaje. Estos factores han sido determinantes para el nacimiento de nuevas técnicas como las redes neuronales profundas, las cuales hoy permiten aplicaciones como el reconocimiento de voz, visión artificial, diagnóstico médico y conducción autónoma. Además, estos autores destacan la relación sinérgica entre IA e innovación, proponiendo marcos estratégicos para integrar la IA dentro de la gestión de empresas y procesos de transformación digital.

Agregando, la evolución de la IA ha pasado de ser una aspiración filosófica a convertirse en una tecnología funcional con impacto tangible en múltiples sectores. Su definición ha pasado de una simple idea de "simulación de la inteligencia humana" a una compleja arquitectura tecnológica con implicaciones éticas, legales y sociales. Esta comprensión histórica y técnica es esencial para contextualizar sus aplicaciones actuales y futuras, especialmente en sectores como las telecomunicaciones. (Flasiński, 2016; Helm et al., 2020; Shaw et al., 2019).

1.2.1 Telecomunicaciones e Innovación Tecnológica

La evolución de las telecomunicaciones es un proceso que se remonta a más de dos siglos y abarca diversos hitos, desde la telegrafía óptica hasta la aparición de sistemas de transmisión por fibra óptica, redes celulares y las plataformas más recientes que impulsan la digitalización y la conectividad (Hurdeman, 2003). Las telecomunicaciones, en su definición más amplia, incluyen la transmisión de información (voz, datos, video, etc.) mediante soportes como el cobre, la fibra óptica, las ondas de radio o incluso enlaces satelitales, permitiendo la comunicación en tiempo real a nivel mundial (Hurdeman, 2003; Spector, 2006).

Las telecomunicaciones implican “cualquier transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o información de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos” (Hurdeman, 2003). El desarrollo de redes alámbricas (telégrafo, telefonía analógica) se complementó con la aparición de radio y microondas, y evolucionó posteriormente con la fibra óptica, aumentando de forma drástica la capacidad de transmisión. Hoy en día, la adopción de 5G y la investigación en 6G reflejan la constante aceleración tecnológica (Abel Uzoka et al., 2024).

La innovación en el sector de las telecomunicaciones es esencial para satisfacer la creciente demanda de conectividad y para viabilizar servicios avanzados en diversas industrias. Tres aspectos fundamentales se pueden destacar:

1. El despliegue de redes de banda ancha y tecnologías celulares avanzadas (4G, 5G) ha potenciado aplicaciones que van desde la telemedicina hasta la automatización industrial (Abel Uzoka et al., 2024; Hurdeman, 2003).
2. Baja latencia y alta fiabilidad: Sectores como manufactura inteligente, vehículos autónomos o realidad aumentada requieren no solo altos anchos de banda sino también latencias mínimas para su operatividad en tiempo real (Hurdeman, 2003).

3. Interoperabilidad y escalabilidad: La proliferación de dispositivos IoT demanda infraestructuras flexibles que integren a millones de nodos, manteniendo la seguridad, la eficiencia energética y la integridad de los datos (Al-Sharafi et al., 2023).

En este sentido, la carrera tecnológica 5G y la exploración de redes inteligentes (SDN/NFV, “edge computing”) son claves para habilitar nuevos modelos de negocio y servicios de valor añadido. La transformación digital de sectores como la salud, la banca y el comercio electrónico se apoya fuertemente en esta infraestructura (Abel Uzoka et al., 2024). En conclusión, las telecomunicaciones y la innovación tecnológica forman un tándem esencial para la configuración de la sociedad digital actual. Mediante la continua evolución de redes y protocolos (5G, 6G, NB-IoT, SDN, etc.), se potencian aplicaciones disruptivas que reconfiguran sectores enteros. El desafío futuro consiste en mantener la velocidad de adopción, garantizar la ciberseguridad y la sostenibilidad en cada nueva ola de innovación tecnológica.

1.2.2 El Uso de la IA en las Telecomunicaciones

La IA ha adquirido un papel esencial en la optimización de redes de telecomunicaciones, abarcando aspectos como la reducción de costos de despliegue, la administración de recursos y la planificación de la capacidad. En particular, Balmer señala que “las aplicaciones de IA en industrias de red tienen el potencial de reducir costos de operación, mejorar el rendimiento y apoyar la introducción de nuevos servicios” (Balmer et al., 2020). Esta visión enfatiza que la IA permite analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, contribuyendo así a la toma de decisiones rápidas y eficaces.

Uno de los usos más sobresalientes se observa en el mantenimiento predictivo, donde la IA analiza el estado de la infraestructura para anticipar fallos en componentes críticos de la red. Con ello se logra minimizar el tiempo de inactividad y aumentar la disponibilidad de los servicios. Dichas técnicas se sustentan en algoritmos de machine learning (ML) y aprendizaje profundo (deep learning) capaces de identificar patrones atípicos y emitir alertas de forma automática (Edozie et al., 2025).

Por otro lado, la IA facilita la gestión de tráfico en redes de alta densidad (por ejemplo, entornos 5G y futuros despliegues 6G), ajustando de manera inteligente los recursos del

sistema según la demanda en momentos pico. Esto es especialmente relevante en la distribución del ancho de banda y la priorización del tráfico, donde la IA puede asignar recursos de forma óptima y casi inmediata. El Khatib destaca que en la era de la transformación digital, la inteligencia artificial y la computación en la nube trabajan de forma conjunta para habilitar nuevas soluciones de gestión en tiempo real de los servicios de telecomunicaciones (El Khatib et al., 2019).

Balmer et al. (2020) remarca que el potencial de la IA para transformar la operación y el diseño de las redes supone que los técnicos también deben comprender sus implicaciones, especialmente en cuestiones de competencia y seguridad. De igual manera, Guzman y Lewis (2020) se centran en el impacto de la IA desde la perspectiva de la interacción humano máquina, destacando que las tecnologías actuales no solo intervienen en la comunicación entre personas, sino que también se transforman en sujetos comunicativos que participan activamente en la generación de contenido. Este enfoque resulta útil para entender la creciente adopción de asistentes virtuales y herramientas inteligentes en el mercado global, lo cual repercute en la manera en que las operadoras diseñan sus servicios y gestionan su infraestructura (Guzman & Lewis, 2020).

Además, grandes fabricantes y operadores están incursionando en la implementación de algoritmos de aprendizaje profundo que permiten analizar volúmenes masivos de datos provenientes del Internet de las Cosas (IoT) y de redes de quinta generación (5G). Esto contribuye a una detección de fallas y anomalías más rápida, a la vez que habilita funcionalidades de respuesta automática ante condiciones imprevistas en la red (Edozie et al., 2025). Así, se consolida una tendencia global orientada a la automatización inteligente de la red, con miras a incrementar la eficacia y resiliencia de los sistemas.

1.2.3 Las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)

Las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) se caracterizan, de forma general, por contar con un número reducido de empleados, un menor volumen de facturación en comparación con las grandes empresas. Sin embargo, la definición exacta de PyMEs puede variar según las normativas de cada país o región. Por ejemplo, organismos internacionales y nacionales han establecido umbrales diferentes en cuanto a número de trabajadores y facturación anual para clasificar a las empresas en micro, pequeñas y medianas (Berisha & Pula, 2015).

En términos generales, las PyMEs juegan un papel crucial en la economía de muchos países, al generar una parte importante del empleo y dinamizar la actividad productiva a nivel local y global (Beltrán Ochoa et al., 2025). Estas organizaciones suelen ser fundadas y gestionadas directamente por sus propietarios y cuentan con estructuras jerárquicas menos extensas, lo cual favorece la cercanía con el cliente y la capacidad de adaptarse con rapidez a cambios en el mercado, si bien a menudo enfrentan limitaciones de capital, tecnología y personal especializado.

Según diversos estudios, las PyMEs pueden llegar a representar hasta el 95% del tejido empresarial en determinados contextos, generando un porcentaje significativo de puestos de trabajo y, por ende, contribuyendo a la estabilidad socioeconómica (Beltrán Ochoa et al., 2025). Estas empresas fomentan la actividad productiva en áreas geográficas que pueden ser poco atractivas para grandes corporaciones, diversificando la economía local y contribuyendo al equilibrio territorial (Becerra Molina & Ojeda Orellana, 2022).

Muchas PyMEs se distinguen por su capacidad de crear nichos de mercado y soluciones ingeniosas, aunque a menor escala, y logran así impulsar procesos de innovación de manera ágil (Berisha & Pula, 2015). Fenómenos como la pandemia por COVID-19 han evidenciado la fragilidad de algunas PyMEs y la relevancia de la innovación y la resiliencia para sobrevivir en contextos de alta incertidumbre (Abilova & Aliyeva, 2022).

1.2.4 Transformación Digital en las PyMEs

En la actualidad, la transformación digital se ha convertido en un factor determinante para la competitividad de las PyMEs, ya que permite optimizar procesos, acceder a nuevas formas de comercialización y potenciar la eficiencia a través de la automatización y el uso de datos (El Hilali et al., 2020). La digitalización implica la adopción de tecnologías y prácticas que modernicen tanto la gestión interna de la empresa como la interacción con el cliente.

Según Abilova y Aliyeva (2022) los principales beneficios de la transformación digital para las PyMEs son:

1. Optimización de procesos.
2. Mejora en la relación con el cliente.
3. Mayor visibilidad en mercados globales.
4. Innovación en productos y servicios.

A pesar de estos retos, la tendencia apunta a que cada vez más PyMEs tomen conciencia de la importancia de la transformación digital e inicien procesos de adaptación. Tal enfoque puede traducirse en un aumento de su competitividad, en la expansión de sus posibilidades de negocio y en una mayor resiliencia ante crisis futuras (Abilova & Aliyeva, 2022; El Hilali et al., 2020).

1.3 Trabajos Relacionados

La adopción de inteligencia artificial (IA) en pequeñas y medianas empresas (PyMEs) representa una importante oportunidad para mejorar su competitividad y estatus, aunque enfrentan múltiples desafíos debido a sus recursos limitados, falta de conocimiento y resistencia organizacional al cambio tecnológico (Aish & Noor, 2025; Hızarcı et al., 2024). Numerosos estudios han investigado la adopción de inteligencia artificial en PyMEs, destacando factores clave agrupados en dimensiones tecnológicas, organizacionales, ambientales y humanas que influyen en la integración de estas tecnologías (Aish & Noor, 2025).

Las PyMEs enfrentan diversos obstáculos que limitan la adopción plena de las tecnologías basadas en inteligencia artificial. Entre los principales desafíos se encuentra la insuficiencia de recursos financieros y la falta de una gestión eficiente que permita canalizar adecuadamente los mecanismos de financiación hacia la inversión en infraestructura tecnológica. A ello se suma la carencia de talento especializado en análisis de datos, inteligencia artificial y marketing digital, así como la resistencia al cambio por parte de los equipos de trabajo, quienes pueden percibir las iniciativas de automatización y digitalización como una amenaza a sus funciones tradicionales (Becerra Molina & Ojeda Orellana, 2022)

En el campo tecnológico, la implementación de IA mejora la reducción de costos operativos, optimiza el rendimiento y mejora la atención al usuario. No obstante, su adopción efectiva requiere conocimientos específicos sobre aplicaciones, métodos y capacidades tecnológicas, lo cual puede representar una barrera significativa para muchas PyMEs (Hızarcı et al., 2024).

La aplicación de redes de comunicación heterogéneas y tecnologías de localización en el contexto de Industria 4.0 también representa un área crítica para las PyMEs, permitiendo monitorear y optimizar procesos de manufactura en tiempo real, aunque el alto costo inicial y la complejidad técnica siguen siendo barreras relevantes (Alizai et al., 2023).

Chabalala et al. (2024) enfatizan la importancia de las tecnologías digitales emergentes como la inteligencia artificial (IA), computación en la nube, blockchain e Internet de las Cosas (IoT) como factores clave para la ventaja competitiva en las PyMEs. Aunque estos autores destacan la mejora significativa en las operaciones empresariales en dichas empresas derivadas del uso de estas tecnologías, también señalan importantes barreras como los recursos limitados y la resistencia al cambio.

Por otro lado, Yuwono et al. (2024) coinciden en que la adopción de tecnologías de información y comunicación (TIC), incluido el uso de IA, en pequeñas y medianas empresas enfrenta obstáculos sustanciales, especialmente en países en desarrollo. Estos desafíos incluyen restricciones financieras, falta de conocimiento específico y resistencia cultural al cambio tecnológico, lo que exige políticas y estrategias personalizadas que respalden la adopción efectiva de estas tecnologías.

Oldemeyer et al. (2024) destaca que, aunque el potencial del uso de IA es ampliamente reconocido, la implementación efectiva está obstaculizada principalmente por barreras relacionadas con la falta de conocimiento técnico, costos elevados y una infraestructura tecnológica inadecuada y antigua. Estos factores revelan la necesidad de soporte integral para facilitar la adopción de dicha tecnología.

Adicionalmente, se ha reconocido el valor estratégico de la automatización de procesos empresariales con inteligencia artificial para optimizar la eficiencia operativa y disminuir costos en las PyMEs, las cuales buscan constantemente minimizar sus gastos. Aunque la automatización ofrece ventajas, su implementación demanda superar obstáculos técnicos y operativos propios del entorno empresarial (Moreira et al., 2024).

En cuanto a las aplicaciones específicas de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito de las telecomunicaciones, diversos estudios recientes destacan su relevancia para optimizar operaciones clave como el mantenimiento predictivo, la gestión del tráfico y la seguridad cibernética, con un énfasis particular en el despliegue de tecnologías emergentes como las redes 5G, cuyo uso eficiente continúa representando un desafío para las PyMEs (Balmer et al., 2020; Eli-Chukwu et al., 2019). En este contexto, la capacidad predictiva y de mantenimiento inteligente que ofrece la IA permite a las empresas anticiparse a fallos,

optimizar recursos y mejorar la continuidad operativa, generando ventajas competitivas significativas frente a organizaciones de mayor tamaño (Hansen & Bøgh, 2021).

Finalmente, se destaca la revisión realizada por Gabelaia (2024), que identifica la integración efectiva de la IA en el análisis de grandes volúmenes de datos (big data analytics) como un área crítica que ofrece grandes oportunidades para las PyMEs en términos de comprensión del mercado y toma de decisiones estratégicas basadas en datos precisos y muy oportunos.

2. Materiales y Métodos

Para realizar esta revisión sistemática de la literatura se utilizó la metodología propuesta por Kitchenham (2004), adaptada a revisiones en ingeniería y tecnología, junto con la guía PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) como marco de referencia para garantizar transparencia y reproducibilidad (Page et al., 2021). Asimismo, se tomó como referencia el proceso descrito por Brereton, Kitchenham, Budgen, Turner y Khalil (2007), que plantea tres fases principales: planificación, ejecución, y evaluación y síntesis de datos.

Fase 1: Planificar la revisión

- **Especificar preguntas de investigación:** Se definen de manera clara las preguntas que guiarán la revisión. En este estudio, las preguntas fueron estructuradas considerando la población (PyMEs del sector telecomunicaciones), la intervención (IA aplicada), la comparación y los resultados esperados.
- **Desarrollar protocolo de revisión:** Se elabora un plan metodológico detallado que incluye las bases de datos a consultar, las estrategias de búsqueda, los criterios de inclusión y exclusión, y los métodos de análisis. Este protocolo garantiza orden y consistencia en todo el proceso.
- **Validar protocolo de revisión:** El protocolo es revisado y aprobado por el tutor y director, asegurando que responda de forma adecuada a los objetivos planteados.

Fase 2: Conducir la revisión

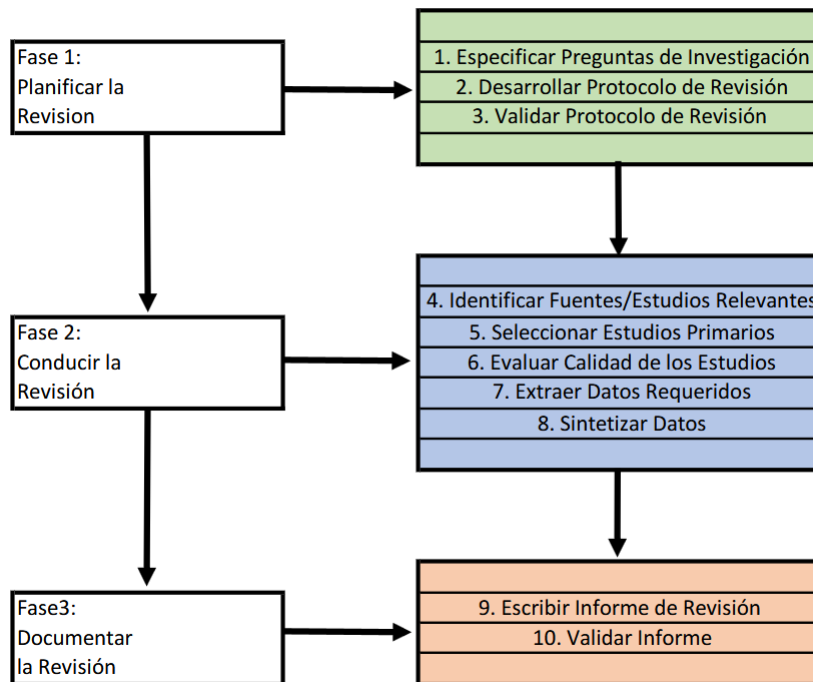
- **Identificar fuentes/estudios relevantes:** Se realiza la búsqueda sistemática en bases de datos disciplinarias y multidisciplinarias, aplicando cadenas de búsqueda previamente definidas.
- **Seleccionar estudios primarios:** Se aplican filtros en títulos, resúmenes y palabras clave, y posteriormente una lectura de texto completo para confirmar que los estudios son pertinentes con respecto a las preguntas de investigación.
- **Evaluar calidad de los estudios:** Los artículos seleccionados se someten a criterios de calidad, considerando su relevancia, fuente de publicación y validez metodológica.
- **Extraer datos requeridos:** Se recopila información estructurada de los estudios seleccionados a través de formularios diseñados con criterios de extracción (EC01–EC12), los cuales abarcan aspectos como el tipo de estudio, año de publicación, país, objetivos, metodología, técnicas de IA utilizadas, aplicaciones en telecomunicaciones, resultados, limitaciones, impacto en PyMEs, entre otros.
- **Sintetizar datos:** Se organiza la información obtenida en tablas, matrices y gráficos, con el fin de identificar patrones, clasificar la evidencia y destacar tendencias o vacíos en la literatura.

Fase 3: Documentar la revisión

- **Escribir informe de revisión:** Se redacta el documento de la revisión sistemática con base en la información obtenida y sintetizada, siguiendo la estructura propuesta por Kitchenham.
- **Validar informe:** El informe final es revisado y aprobado por el tutor y director, verificando la coherencia metodológica y la correspondencia entre las preguntas de investigación y los resultados alcanzados.

Figura 1

Proceso de Revisión Sistemática de la Literatura.



Nota. Adaptado de "Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain" [Lecciones de la aplicación del proceso de revisión sistemática de literatura en el dominio de la ingeniería de software], por P. Brereton, B. A. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner y M. Khalil, 2007, The Journal of Systems and Software, 80(4), p. 572 (<https://doi.org/10.1016/j.jss.2006.07.009>). Se modificaron los colores y el diseño para mejorar la visualización.

2.1 Planificación de la revisión

La fase de planificación constituye el inicio de la revisión sistemática, en la cual se establecen los pasos necesarios para garantizar rigor y coherencia en el estudio. En esta etapa se formulan las preguntas de investigación mediante el modelo PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcomes), que permite delimitar con claridad el objeto de estudio y asegurar pertinencia en los resultados.

2.1.1 Enfoque PICO

La formulación de las preguntas de investigación se estructuró bajo el modelo PICO, que asegura claridad y pertinencia:

- P (Población): Empresas PyMEs del sector de telecomunicaciones.

En el contexto internacional, las Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) suelen definirse por su tamaño laboral. Según la OECD, la clasificación más común identifica a las microempresas (menos de 10 empleados), pequeñas empresas (de 10 a 49 empleados) y medianas empresas (de 50 a 249 empleados), es decir, todas las empresas

con menos de 250 empleados se consideran SMEs (OECD, 2023). Esta definición es ampliamente aceptada en la literatura y en políticas públicas, como se documenta también en informes como el SME and Entrepreneurship Outlook de la OECD.

En el caso específico de Ecuador, y como parte de un marco mayor a nivel regional, se adopta la Decisión 702 de la Comunidad Andina (CAN) como criterio oficial para definir a las PyMEs. Esta norma establece que las PyMEs son empresas formalmente constituidas, que deben llevar registros contables y contribuir a la seguridad social (Comunidad Andina, 2008). La clasificación se organiza en cuatro estratos según número de empleados y monto de ventas anuales (criterio prevalente). La siguiente tabla presenta la clasificación de las empresas según su tamaño, tomando como referencia el número de empleados y el nivel de ventas anuales.

Tabla 1
Clasificación de Empresas por Estratos Según Empleados y Ventas

Estrato	Número de empleados	Ventas anuales (USD)
I	1 – 9	Menores o iguales a 100 000
II	10 – 49	100 001 – 1 000 000
III	50 – 99	1 000 001 – 2 000 000
IV	100 – 199	2 000 001 – 5 000 000

Este marco armonizado permite una comparación estadística consistente entre los países miembros de la CAN y sirve como referencia normativa para el tratamiento de PyMEs en estudios regionales, incluido Ecuador (Comunidad Andina, 2008). La adopción de este criterio garantizará que la población objeto de estudio en la revisión sistemática esté claramente delimitada y alineada con definiciones oficiales y comparables.

- I (Intervención): Aplicaciones de Inteligencia Artificial (IA) para optimización, automatización y gestión de redes.
- C (Comparación): Diferencias en la adopción tecnológica respecto a grandes empresas o contextos sin uso de IA.
- (Resultados): Innovaciones, beneficios, desafíos, impactos y tendencias en el uso de IA en telecomunicaciones para PyMEs.

Bajo este enfoque se estructuraron las 3 preguntas de investigación planteadas en el protocolo:

- RQ1: ¿Cuáles son las principales innovaciones impulsadas por la Inteligencia Artificial en redes de telecomunicaciones dentro del contexto de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs)?
- RQ2: ¿Qué beneficios, desafíos y oportunidades se han identificado en la implementación de aplicaciones de Inteligencia Artificial en redes de telecomunicaciones dentro del contexto de las PyMEs?
- RQ3: ¿Cuál es el impacto actual y qué tendencias futuras se identifican en la literatura científica respecto al uso de Inteligencia Artificial para optimizar redes de telecomunicaciones en pequeñas y medianas empresas (PyMEs)?

2.1.2 Uso de Tesauros

Para la selección y depuración de términos se utilizó el Tesauro de la UNESCO, por ser un vocabulario controlado de carácter multidisciplinario que permite normalizar descriptores en inglés y español, garantizando exhaustividad y consistencia en las búsquedas (UNESCO, 2023). Este recurso se empleó para establecer sinónimos y equivalencias en los conceptos de “inteligencia artificial”, “telecomunicaciones” y “pequeñas y medianas empresas”.

2.1.3 Estrategias de Búsqueda

La estrategia de búsqueda constituye un paso fundamental dentro de la planificación de la revisión sistemática, pues permitió identificar de manera organizada y coherente la literatura científica más relevante para responder a las preguntas de investigación. Para ello, se definieron las bases de datos con mayor impacto y pertinencia en el área de las telecomunicaciones y la inteligencia artificial.

La búsqueda de literatura se realizó en las bases de datos relacionadas al área de las Ciencias de Computación como:

- IEEE Xplore (disciplinar, centrada en ingeniería y telecomunicaciones).
- Scopus (multidisciplinar).
- Web of Science Core Collection (multidisciplinar).
- Dimensions (multidisciplinar).

Con el fin de recuperar la literatura más relevante y garantizar que la revisión sistemática sea exhaustiva, se diseñó una cadena de búsqueda estructurada a partir de tres conceptos

clave: Inteligencia Artificial, Telecomunicaciones y PyMEs. Para cada concepto se identificaron sinónimos y términos relacionados en inglés y español, lo que permitió ampliar la cobertura de los resultados. Estos términos se combinaron mediante operadores booleanos (AND/OR), con el objetivo de integrar las distintas dimensiones del estudio.

Tabla 2
Cadena de Búsqueda

Concepto	Sub-Cadena	Conector
Inteligencia Artificial	"artificial intelligence", "machine learning", "deep learning", "neural network*", "intelligent algorithm*", "data-driven", "intelligent automation"	AND
Telecomunicaciones	"telecommunication*", telecom*, "mobile network*", "wireless network*", 4G, 5G, 6G, "software-defined network*", SDN, "network slicing", "network optim*", "network management", "traffic management"	AND
PyMEs	"small and medium-sized enterprise*", SME*, Pyme*, "small business*", "small enterprise"	AND
Cadena de búsqueda:	("artificial intelligence" OR "machine learning" OR "deep learning" OR "neural network*" OR "intelligent algorithm*" OR "data-driven" OR "intelligent automation") AND ("telecommunication*" OR telecom* OR "mobile network*" OR "wireless network*" OR 4G OR 5G OR 6G OR "software-defined network*" OR SDN OR "network slicing" OR "network optim*" OR "network management" OR "traffic management") AND ("small and medium-sized enterprise*" OR SME* OR Pyme* OR "small business*" OR "small enterprise")	

2.1.4 Criterios de Inclusión y Exclusión

Para asegurar una buena selección de los documentos, se establecieron criterios específicos que determinan qué documentos forman parte del estudio (criterios de inclusión) y cuáles deben descartarse (criterios de exclusión).

Inclusión:

- Rango de periodo de publicación 2020–2025.

Se consideraron los estudios publicados en los últimos cinco años (2020–2025), dado que, en áreas de rápida evolución como IA y telecomunicaciones, las RSL tienden a acotar el horizonte temporal a un máximo de 3–5 años para asegurar actualidad (Mustafa et al., 2024).

- Idiomas: inglés y español.

Se priorizaron estos dos idiomas por su relevancia en la producción científica global y regional. El inglés es reconocido como la lengua predominante de la literatura científica internacional (Ammon, 2012), mientras que el español asegura la inclusión de

investigaciones regionales de América Latina, particularmente valiosas para el caso ecuatoriano.

- Acceso a texto completo con DOI o identificador persistente.

La disponibilidad del texto completo es esencial para aplicar criterios de extracción y evaluar la calidad metodológica de los estudios. (Kitchenham, 2004) enfatiza que sin acceso completo no es posible garantizar la replicabilidad ni evaluar la validez interna de los trabajos incluidos en una revisión sistemática.

- Relevancia temática (IA aplicada a telecomunicaciones en PyMEs).

Se incluyeron únicamente estudios que abordaran explícitamente la intersección entre Inteligencia Artificial, telecomunicaciones y pequeñas y medianas empresas, con el fin de responder directamente a las preguntas de investigación planteadas.

Exclusión:

- Tipo de publicación y tipo de documento: editoriales, prólogos, entrevistas, resúmenes y pósteres.

Estos tipos de publicaciones no suelen contener datos empíricos completos como: metodología, resultados, análisis necesarios para evaluar rigurosamente la investigación. Además, guías de revisiones sistemáticas recomiendan excluir este tipo de documentos porque no permiten aplicar todos los criterios de extracción ni de calidad (Kolaski et al., 2023).

- Duplicidad.

La eliminación de estudios repetidos (duplicate records) es una práctica estándar en RSL para mantener integridad de los datos y precisión en los análisis (Hammer et al., 2023).

- Falta de acceso.

Cuando no se puede acceder al artículo completo, es imposible extraer toda la información pertinente (metodología, resultados completos, limitaciones), lo cual limita la evaluación de calidad y la replicabilidad del estudio.

- Evidencia incompleta.

Aquellos artículos que no presentan datos, evidencias empíricas o resultados clave en su cuerpo no cumplen con los criterios de amplitud y alcance necesarios para extraer información relevante y confiable.

- Documentos de menos 4 páginas.

Trabajos muy cortos generalmente tienen una cobertura limitada de contexto, metodología y resultados, lo cual dificulta su evaluación. También suelen faltar secciones críticas como discusión de resultados, limitaciones entre otras.

2.1.5 Criterios de Extracción de Datos

Para garantizar la trazabilidad entendida como la relación clara, directa y verificable entre las preguntas de investigación planteadas y la evidencia recopilada en los estudios seleccionados, se establecieron doce criterios de extracción (EC01–EC12). Estos criterios abarcan distintos aspectos del análisis: el tipo de innovación y tecnología de IA aplicada (EC01–EC02), el nivel de automatización y el área de aplicación en telecomunicaciones (EC03–EC04), los beneficios, desafíos, oportunidades estratégicas y madurez de las soluciones (EC05–EC08), así como los impactos reportados, métricas de evaluación, tendencias emergentes y vacíos en la literatura (EC09–EC12). De este modo, cada criterio extraído se alinea con una de las RQs definidas, permitiendo rastrear exactamente qué evidencia de qué estudio responde a qué pregunta. Esta práctica metodológica es recomendada en revisiones sistemáticas modernas, pues aporta transparencia, reproducibilidad y reduce la posibilidad de sesgo en la interpretación de los datos (Lame, 2019).

Estos criterios se organizaron en función de las tres preguntas de investigación: en el caso de la RQ1, se consideran aspectos como el tipo de innovación impulsada por la IA, las tecnologías empleadas, el nivel de automatización alcanzado y el área de aplicación dentro de las telecomunicaciones; para la RQ2, se incluyen los beneficios, desafíos, oportunidades estratégicas y el nivel de madurez de las soluciones identificadas en el contexto de las PyMEs; finalmente, para la RQ3, se contemplan los tipos de impacto reportados, las métricas de evaluación, las tendencias emergentes y los vacíos de la literatura.

En consecuencia, los criterios de extracción o selección permiten clasificar y sintetizar la información de forma estructurada, asegurando un análisis comparativo y coherente con los objetivos de la revisión sistemática.

Tabla 3
Criterios de Extracción de Datos

RQ1. ¿Cuáles son las principales innovaciones impulsadas por la Inteligencia Artificial en el ámbito de las telecomunicaciones?

Criterio	Característica	Opciones
EC01. Tipo de innovación basada en IA	Identificar los tipos de innovaciones en telecomunicaciones potenciadas por IA.	Optimización de redes, Mantenimiento predictivo, Automatización de procesos, Análisis de tráfico, Ciberseguridad inteligente, Gestión de servicios, Otros
EC02. Tecnología de IA utilizada	Determinar las técnicas de IA aplicadas en los estudios revisados.	Aprendizaje automático (Machine Learning), Aprendizaje profundo (Deep Learning), Redes Neuronales, Sistemas expertos, Modelos híbridos
EC03. Nivel de automatización alcanzado	Establecer el grado de automatización logrado por las innovaciones.	Baja, Media, Alta
EC04. Área de aplicación en telecomunicaciones	Precisar el segmento de la red o infraestructura donde se aplicó la IA.	Servicio de conectividad empresarial, Redes 4G o 5G y superiores, Internet de las cosas (IoT), Sistemas de gestión, Nube (Cloud)

RQ2. ¿Qué beneficios, desafíos y oportunidades se han identificado en la implementación de aplicaciones de IA en redes de telecomunicaciones dentro del contexto de las PyMEs?

Criterio	Característica	Opciones
EC05. Tipo de beneficio identificado	Clasificar los beneficios reportados en los estudios.	Reducción de costos, Mejora en calidad del servicio, Optimización de recursos, Mayor velocidad de respuesta, Escalabilidad
EC06. Tipo de desafío identificado	Identificar las limitaciones que enfrentan las PyMEs al implementar IA.	Costos de implementación, Falta de talento humano, Datos insuficientes, Interoperabilidad, Infraestructura
EC07. Oportunidades estratégicas	Registrar las oportunidades de mejora y crecimiento que ofrece la IA.	Alianzas tecnológicas, Financiamiento, Adopción de estándares, Transformación digital, Expansión de mercado
EC08. Nivel de madurez de la solución	Determinar el grado de desarrollo o adopción de las soluciones IA en PyMEs.	Conceptual, Piloto, Implementado, Escalado

RQ3. ¿Cuál es el impacto actual y cuáles son las tendencias futuras del uso de IA para la optimización de redes de telecomunicaciones en PyMEs?

Criterio	Característica	Opciones
EC09. Tipo de impacto reportado	Clasificar las áreas de impacto de la IA en telecomunicaciones dentro de PyMEs.	Técnico, Económico, Organizacional, Ambiental, Servicio, Legislación, Cliente/Usuario final
EC10. Indicadores o métricas de evaluación	Identificar los criterios usados para medir el impacto de la IA.	Precisión, Latencia, Disponibilidad, Costos, ROI, Inversión, Eficiencia
EC11. Tendencias identificadas	Señalar nuevas direcciones o innovaciones futuras descritas en la literatura.	Uso de IA generativa, Redes autónomas, Federated learning, Mayor integración IoT, Edge IA, Computación cuántica, Otros
EC12. Vacíos en la literatura	Determinar las limitaciones o aspectos poco explorados en los estudios revisados.	Escasez de estudios en PyMEs, Falta de datos abiertos, Poca evidencia empírica, Desigualdad regional

2.1.6 Criterios de Evaluación de Calidad

Para los criterios de evaluación de la calidad de los artículos se adoptó una metodología basada en lo propuesto por (Montagud et al., 2012), adaptada a las necesidades de este estudio. La evaluación se centró en dos aspectos principales:

2.1.6.1 Impacto de la Revista

Se evaluó la relevancia de la revista en la que fue publicado el artículo, de acuerdo con la clasificación Scimago Journal Rank (SJR), ampliamente reconocida para medir la calidad de publicaciones científicas. La Tabla 4 muestra los niveles de importancia asignados.

Tabla 4

Criterios de Evaluación de Calidad - Impacto

Criterio	Característica	Valoración
Muy importante	Artículos publicados en revistas clasificadas como Q1 en SJR	10
Importante	Artículos publicados en revistas clasificadas como Q2–Q4 en SJR	5
Poco importante	Artículos publicados en revistas que no se encuentran indexadas en SJR	0

2.1.6.2 Relevancia e impacto del artículo

El segundo aspecto evaluado corresponde a las citaciones recibidas por cada artículo, ya que constituyen un indicador del impacto y la difusión de los hallazgos en la comunidad científica (Montori et al., 2003). Además, la literatura bibliométrica indica que las citaciones siguen un patrón temporal: suelen incrementarse durante los primeros dos o tres años posteriores a la publicación y alcanzar su mayor visibilidad hacia el tercer año (Wang et al., 2013).

Por esta razón, en el marco de esta revisión (2020–2025) se diferenciaron los umbrales de evaluación de acuerdo con la cohorte de publicación: los estudios publicados entre 2020 y 2022, que ya tuvieron tiempo para acumular mayor visibilidad, se evaluaron con criterios más exigentes; mientras que, para los artículos de 2023 en adelante, se adoptaron umbrales más prudentes debido al retraso natural en la acumulación de citas. El conteo se obtuvo de Google Scholar y ResearchGate, calculando un promedio para cada artículo, lo cual permite una cobertura amplia y equilibrada de las métricas de citación (Martín-Martín et al., 2021).

Tabla 5*Criterios de Evaluación de Calidad – Citaciones (2020-2025)*

Año de publicación	Nivel	Característica	Valoración
Publicado entre 2020 y 2022	Alto	Artículos con más de 9 citaciones	10
	Medio	Artículos con entre 3 y 9 citaciones	5
	Bajo	Artículos con entre 0 y 2 citaciones	0
Publicado entre 2023 y 2025	Alto	Artículos con más de 4 citaciones	10
	Medio	Artículos con entre 1 y 4 citaciones	5
	Bajo	Artículos con 0 citaciones	0

2.1.7 Aplicación de la guía PRISMA

Para asegurar exhaustividad, transparencia y trazabilidad en el proceso de revisión, se aplicó la guía de PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas de literatura incorporando las recomendaciones de Page et al. (2021). En particular, se emplearon dos instrumentos clave:

- Diagrama de flujo PRISMA 2020 para nuevas revisiones sistemáticas que incluyeron búsquedas únicamente en bases de datos y registros: donde se detallan las etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios
- Checklist PRISMA 2020: adjunto como Anexo 7, indicando los ítems metodológicos contemplados en la revisión

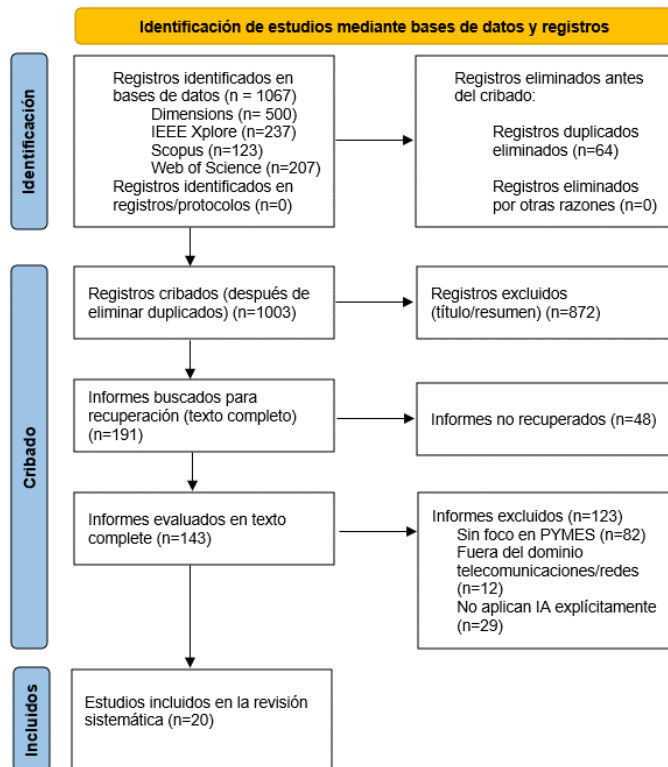
La incorporación de PRISMA 2020 complementa la metodología de Kitchenham (2004), aportando un marco estandarizado para la presentación y el reporte de los hallazgos, lo que refuerza la transparencia y solidez metodológica del estudio.

3. Resultados

Con el fin de garantizar transparencia en el proceso de selección de los estudios, se aplicó el diagrama de flujo PRISMA, que resume las distintas fases de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de artículos. En la Figura 2 se muestra el recorrido desde los registros inicialmente identificados en las bases de datos seleccionadas, hasta los estudios finales incluidos en la revisión sistemática. Este proceso permitió depurar los resultados aplicando los criterios de inclusión y exclusión definidos en la metodología, asegurando que solo los trabajos más pertinentes fueran considerados en el análisis, en línea con las recomendaciones establecidas por la guía PRISMA para mejorar la calidad y reproducibilidad de las revisiones sistemáticas (Page et al., 2021).

Figura 2

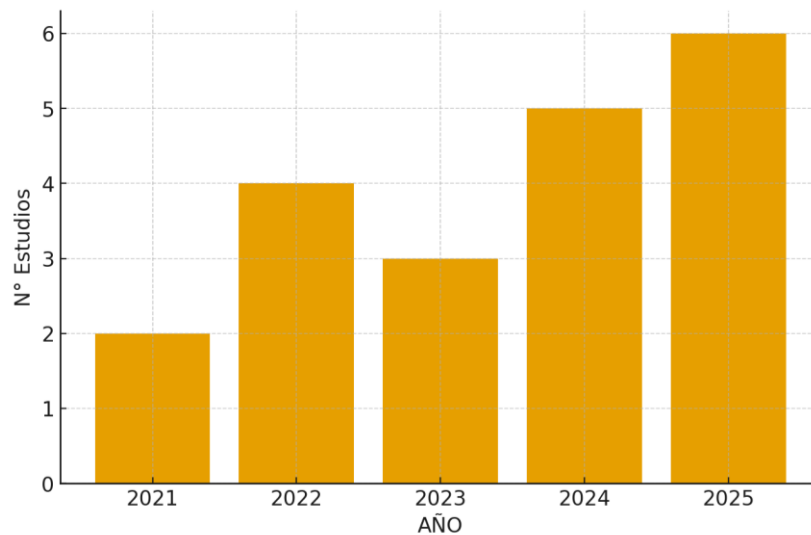
Diagrama de Flujo PRISMA del Proceso de Selección de Estudios



Nota. Adaptado de “PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews” [Explicación y ampliación de PRISMA 2020: guía actualizada y ejemplos para informar revisiones sistemáticas], por M. J. Page, D. Moher, P. M. Bossuyt, I. Boutron, T. C. Hoffmann, et al., 2021, *BMJ*, n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>. Se adaptó el gráfico al idioma español y se llenaron los campos con los datos vinculados a la presente investigación.

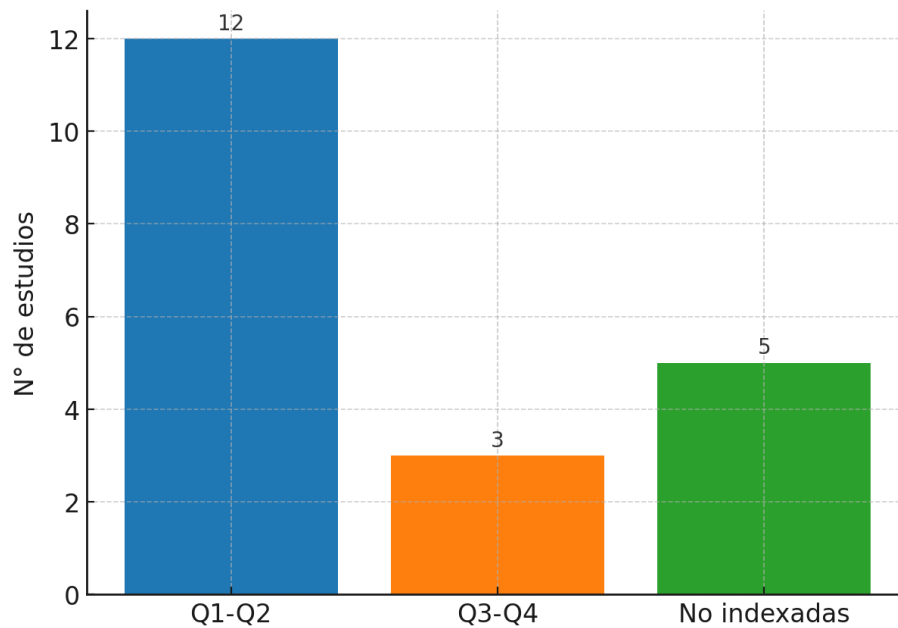
La figura 3 presenta la distribución temporal de los estudios incluidos en la RSL, mostrando un crecimiento sostenido de publicaciones entre 2021 y 2025: de 2 y 4 trabajos en 2021–2022, a 5 en 2024 y 6 en 2025, lo que evidencia un interés creciente por la aplicación de IA en telecomunicaciones para PYMEs. Este incremento sugiere la maduración del tema y una mayor disponibilidad de evidencia reciente, que será la base para interpretar, en los apartados siguientes, qué innovaciones predominan, qué beneficios/desafíos se reportan y qué impactos/tendencias se consolidan en el periodo analizado.

Figura 3
Estudios Publicados por Años



La Figura 4 resume la distribución de los estudios según el cuartil Scimago Journal Rank de las revistas donde fueron publicados. Se observa un predominio de trabajos en Q1–Q2, lo que sugiere que la evidencia analizada proviene, en buena medida, de revistas de alto impacto y exigencia editorial. Un grupo menor se ubica en Q3–Q4 y un subconjunto reducido corresponde a revistas no indexadas, sin alterar la tendencia general. Este perfil respalda la solidez metodológica de los hallazgos presentados, pues las conclusiones se apoyan principalmente en literatura indexada y pertinente al campo de telecomunicaciones e IA en PyMEs.

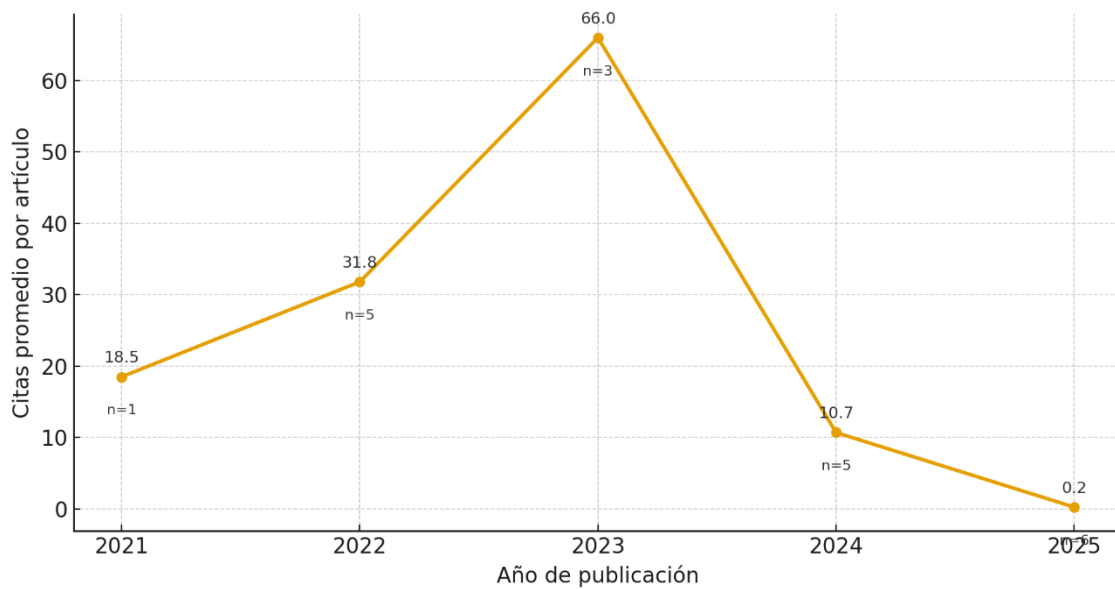
Figura 4
Calidad Editorial SJR



La Figura 5 presenta el promedio de citaciones por artículo (integrando Google Scholar y ResearchGate) en función del año de publicación. Se distinguen trabajos recientes con rápida difusión especialmente en los últimos años junto con estudios con trayectorias de citación más largas, propios de cohortes previas. Este comportamiento es esperable: los artículos más recientes tienden a acumular menos citas por una cuestión de tiempo de exposición, mientras que ciertos trabajos cercanos a 2023–2025 ya muestran una tracción notable, lo que confirma la vigencia e interés del tema en la comunidad científica.

Figura 5

Impacto en Citaciones de los Estudios Incluidos

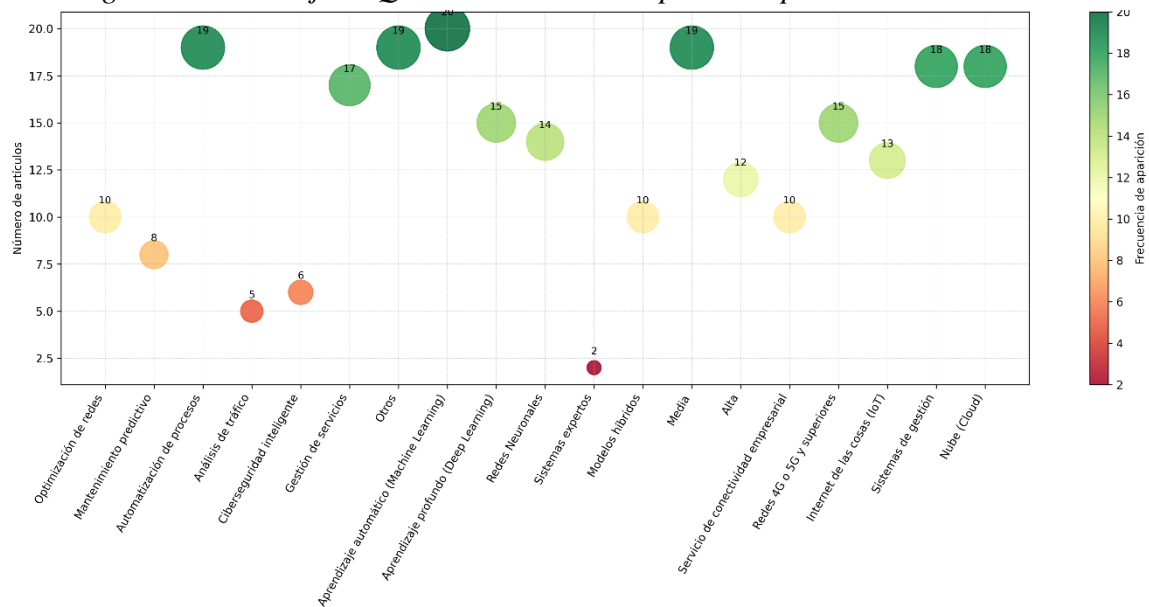


3.1. RQ1 – Innovaciones Impulsadas por IA en Telecomunicaciones

El análisis de la matriz binaria evidenció que las innovaciones más recurrentes en el contexto de las PyMEs fueron la automatización de procesos (19 artículos), el uso de aprendizaje automático (20) y la gestión de servicios (17). También se reportaron con alta frecuencia la optimización de redes (10), el mantenimiento predictivo (8) y la integración de redes 4G/5G e IoT. En contraste, innovaciones como los sistemas expertos (2 artículos) tuvieron menor representación.

Figura 6

Diagrama de Burbujas RQ1 – Innovaciones Impulsadas por IA

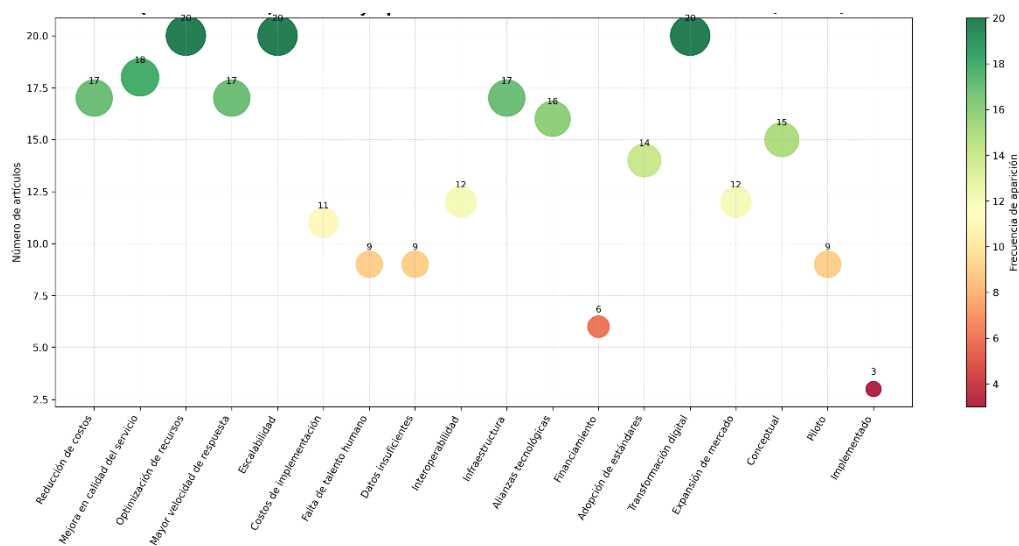


3.2 RQ2 – Beneficios, Desafíos y Oportunidades

En relación con los beneficios, el factor más recurrente fue la mejora en la gestión y aprovechamiento de los recursos y la mejora en la calidad del servicio, seguidos por la reducción de costos y la escalabilidad. Respecto a los desafíos, predominaron los costos de implementación y la falta de talento humano especializado, junto con problemas de interoperabilidad. En cuanto a las oportunidades estratégicas, los artículos resaltan la transformación digital, las alianzas tecnológicas y la expansión de mercado como los principales ejes de futuro.

Figura 7

Diagrama de Burbujas RQ2 – Beneficios, Desafíos y Oportunidades

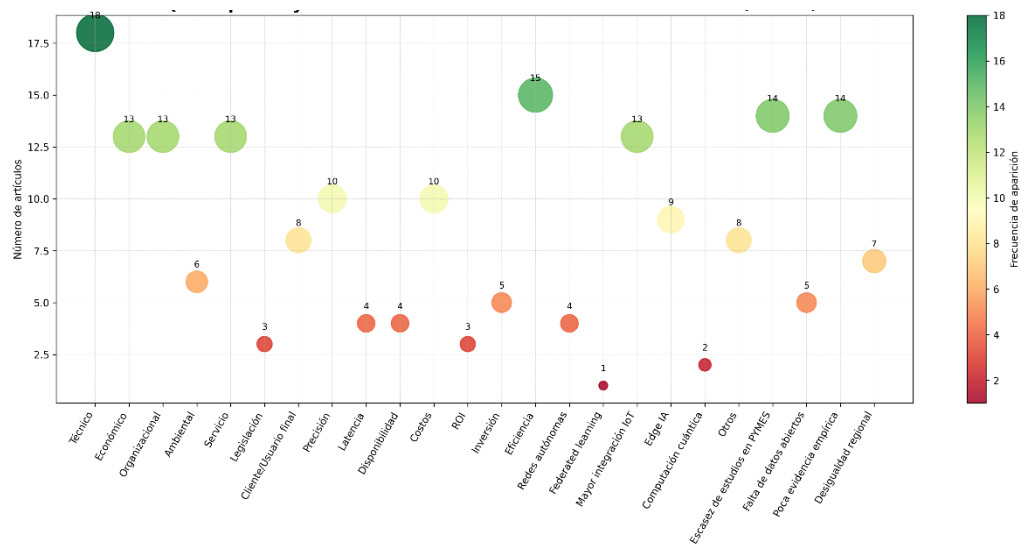


3.3 RQ3 – Impactos y Tendencias Futuras

Los principales impactos identificados fueron técnicos y económicos, seguidos por algunos de tipo organizacional. En menor medida, se mencionaron impactos en servicio al cliente y regulación. En cuanto a tendencias futuras, la literatura destaca la integración de IoT, la adopción de Edge IA y el avance hacia redes autónomas. Los vacíos más frecuentes se relacionan con la escasez de estudios aplicados específicamente a PyMEs y la falta de datos abiertos.

Figura 8

Diagrama de Burbujas RQ3 – Impactos y Tendencias



3.4 Análisis de Concurrencia

La matriz cruzada permitió analizar la concurrencia entre criterios de las tres preguntas de investigación. El mapa de red muestra que los nodos más centrales fueron la optimización de redes (RQ1) y la optimización de recursos (RQ2), conectados con impactos técnicos (RQ3). También se identificó una fuerte asociación entre mantenimiento predictivo (RQ1) y reducción de costos (RQ2), mientras que las tendencias de Edge IA (RQ3) se vinculan estrechamente con la transformación digital (RQ2).

Un 20% de los estudios también abordan la ciberseguridad, destacando el uso de inteligencia artificial para detectar vulnerabilidades y responder a ataques en entornos de quinta generación e Internet de las Cosas. El trabajo de Bánáti (2025) es un ejemplo en el que se utilizan técnicas de aprendizaje para fortalecer la seguridad en pequeñas y medianas empresas.

Las técnicas empleadas, el 40% de los artículos aplican aprendizaje automático, el 35% aprendizaje profundo con redes neuronales, y en menor medida se mencionan sistemas híbridos o basados en reglas (Køien, 2024).

Finalmente, en relación con los ámbitos de aplicación, casi todos los artículos (más del 90%) se centran en redes de quinta generación y sistemas de gestión de telecomunicaciones, mientras que un 65% incorpora escenarios de computación en la nube, y un 60% vincula la inteligencia artificial con aplicaciones de Internet de las Cosas.

3.6 Resultados Sobre Beneficios, Desafíos, Oportunidades y Madurez (RQ2)

En los artículos analizados, los beneficios más reportados fueron la mejora de la calidad del servicio (90%) y la optimización de recursos (100%), seguidos por reducción de costos (85%), mayor velocidad de respuesta (35%) y escalabilidad (30%). Por ejemplo, Safari et al. (2022) describe disminución de latencia y estabilidad del servicio en redes empresariales; Khan et al. (2023) muestra reducción de uso de CPU y energía mediante asignación inteligente de recursos; y Petkova et al. (2024) vincula automatización con menores tiempos de provisión y fallos.

Al abordar los desafíos, el costo de implementación aparece en 55% de los estudios, la falta de talento especializado en 45%, datos insuficientes o desbalanceados en 45%, interoperabilidad en 60% e infraestructura limitada en 85%. Por ejemplo, Bánáti (2025) discute la necesidad de capacidades de seguridad avanzadas y personal calificado, además, Guan (2022) señala curvas de integración con plataformas heredadas.

Sobre oportunidades estratégicas, un 40% destaca alianzas tecnológicas (fabricantes, operadores, proveedores de nube), 35% transformación digital guiada por analítica y automatización, 25% adopción de estándares (modelos de datos, interfaces abiertas), 25% financiamiento orientado a modernización, y 20% expansión de mercado con nuevos

servicios gestionados. Por ejemplo Li & Sheng (2025) combina analítica predictiva con acuerdos de colaboración para PyMEs.

En relación con el grado de madurez de las soluciones, 35% de los trabajos se ubican en fase concepto (demostraciones con datos sintéticos o laboratorio), 40% en piloto (pruebas controladas en entornos reales limitados), 20% implementado (casos productivos con métricas de operación) y 5% escalado (despliegues).

3.7 Resultados Sobre Impactos, Métricas y Tendencias Futuras (RQ3)

En los artículos seleccionados, los impactos más reportados fueron de tipo técnico (90%), principalmente relacionados con mejoras en latencia, disponibilidad y eficiencia de red; económico (65%), con énfasis en reducción de costos operativos y consumo energético; organizacional (65%), vinculado a la optimización de procesos internos y reducción de carga de trabajo humano; en el servicio al cliente (65%), con mejoras en la experiencia de usuario y continuidad; y en menor medida, impactos ambientales (30%), asociados al ahorro energético. Khan et al. (2023) reporta reducción del consumo energético en redes inalámbricas, así mismo Safari et al. (2022) detalla mejoras significativas en estabilidad del servicio y disminución de fallos.

Al analizar las métricas utilizadas para valorar el desempeño de las aplicaciones de inteligencia artificial, la precisión de los modelos se menciona en el 60% de los artículos, la latencia en 45%, la disponibilidad del servicio en 40%, y los costos o retorno de inversión en 35%. También aparecen indicadores de eficiencia computacional y energética en un 25% de los estudios. Petkova et al. (2024) mide en su estudio la reducción de tiempos de provisión en redes de última generación (sexta generación), además, Guan (2022) evalúa precisión en la predicción de tráfico en la red.

Las tendencias futuras identificadas, el 50% de los artículos menciona el avance hacia redes autónomas, el 40% resalta la incorporación de inteligencia artificial generativa en la gestión de tráfico y servicios, el 30% proyecta mayor integración con Internet de las Cosas y Edge Computing, y un 15% señala la posible contribución de la computación cuántica en la optimización de procesos. Petkova et al. (2024) apunta al uso de inteligencia artificial en comunicaciones como parte de la evolución a sexta generación; y Holmström et al. (2021)

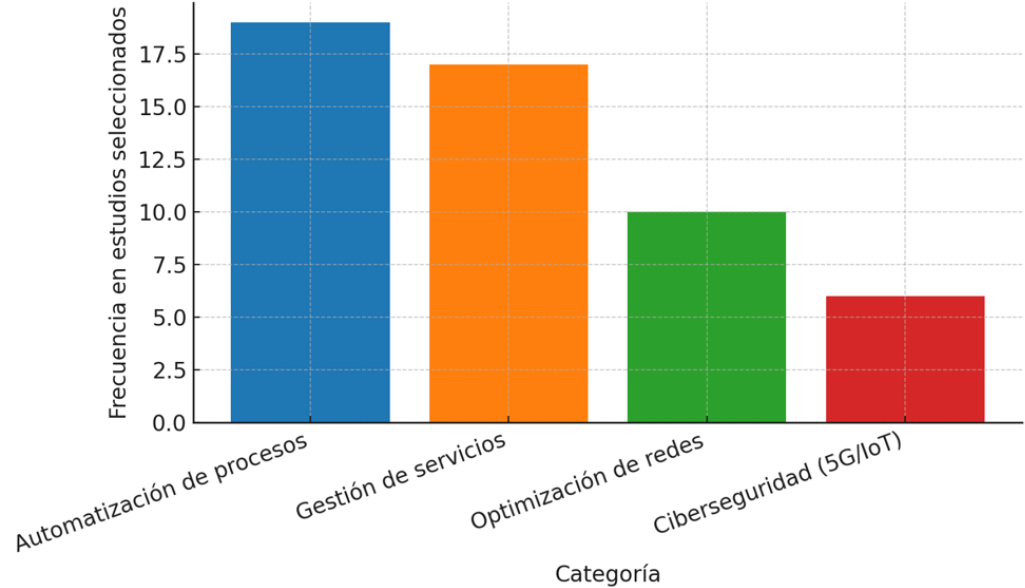
discute la integración de inteligencia artificial para habilitar nuevos modelos de negocio a futuro.

Finalmente, los vacíos en la literatura se concentran en la escasez de estudios aplicados específicamente a pequeñas y medianas empresas (40%), la falta de datos abiertos que permitan validar algoritmos de manera uniforme (35%), la poca evidencia empírica en escenarios de despliegue real (30%) y la desigualdad regional en las publicaciones (25%), ya que la mayoría de casos provienen de contextos europeos o asiáticos. Por ejemplo, Khan et al. (2023) advierte sobre la falta de repositorios de datos accesibles y manuales de uso, así también Guan (2022) subraya la ausencia de estudios en toda Latinoamérica, dejando muchos campos a explorar.

3.8 Innovaciones impulsadas por la Inteligencia Artificial

Los resultados obtenidos permiten observar que las innovaciones basadas en inteligencia artificial en telecomunicaciones para pequeñas y medianas empresas se concentran en la automatización de procesos y la optimización de redes, lo que coincide con estudios internacionales que destacan la necesidad de reducir la intervención humana y lograr una mayor eficiencia operativa. Estos hallazgos se complementan con la fuerte presencia de propuestas orientadas a la gestión de servicios y a la seguridad en entornos de quinta generación e Internet de las Cosas, aunque estas últimas aún aparecen en menor proporción.

Figura 10
Distribución de Innovaciones Basadas en IA en Telecomunicaciones para PyMEs



3.8.1 Automatización de Procesos en Redes y Sistemas Inteligentes

La automatización de procesos sobresale como el componente de mayor importancia técnica y el más ampliamente abordado en los estudios revisados. En el contexto de las telecomunicaciones, los artículos revisados coinciden en que la automatización mediante inteligencia artificial se centra en reducir la intervención humana en tareas críticas como la orquestación de redes, la asignación dinámica de recursos y la gestión de servicios distribuidos en entornos 5G y edge computing.

En los estudios aplicados al ámbito de las pequeñas y medianas empresas, la automatización se concibe como la integración de modelos de aprendizaje automático y sistemas cognitivos capaces de optimizar la ejecución de transacciones, operaciones y mantenimiento predictivo de infraestructuras. Por ejemplo, Khan et al. (2023) proponen un marco colaborativo que combina blockchain, IoT e inteligencia artificial para automatizar la gestión de registros y transacciones entre nodos de PyMEs industriales, reduciendo el consumo de recursos computacionales hasta en un 9 % y mejorando la eficiencia de red.

Asimismo, Zulhasni Abdul Rahim et al. (2023) destacan que la automatización basada en IA y la metodología TRIZ es esencial para la implementación del 5G industrial, al permitir el desarrollo de competencias y flujos de trabajo que eliminan cuellos de botella operativos y aceleran la adopción tecnológica en pequeñas empresas. En paralelo, Ho et al. (2022) muestran cómo los sistemas de evaluación de riesgo apoyados en IoT y aprendizaje jerárquico posibilitan la toma de decisiones automática en tiempo real, reduciendo errores humanos en la operación de servicios conectados.

Desde una perspectiva de sostenibilidad, Køien (2024) incorpora la automatización de procesos como componente central de la transición hacia modelos circulares y sostenibles, donde sensores avanzados y tecnologías 5G–6G permiten el monitoreo continuo de consumo energético y emisiones en PyMEs, generando dashboards automatizados para la toma de decisiones.

En conjunto, estos hallazgos confirman que la automatización no se limita a la eficiencia técnica, sino que configura una estrategia transversal para mejorar la resiliencia, reducir costos operativos y aumentar la capacidad adaptativa de las empresas de

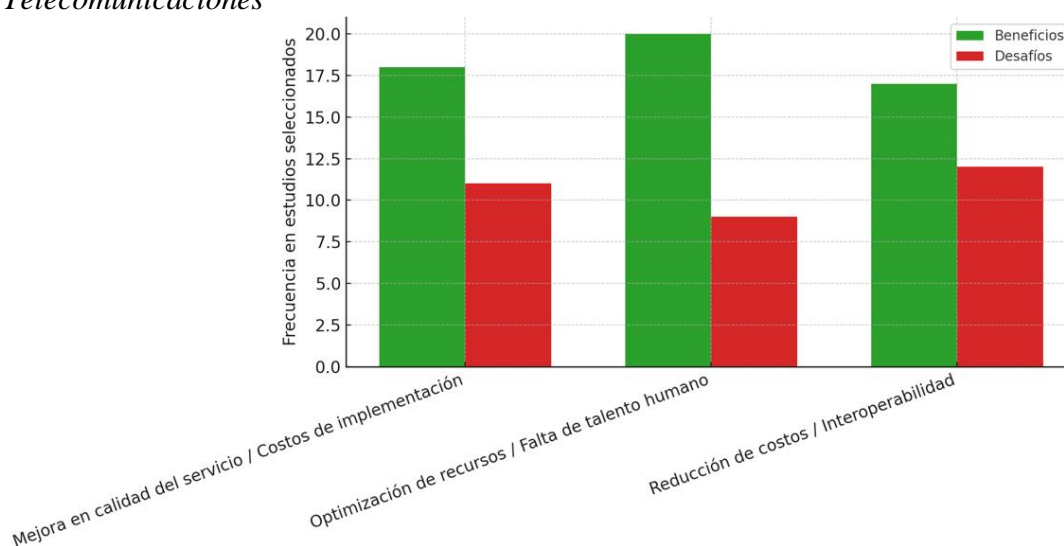
telecomunicaciones, especialmente en entornos de recursos limitados como los de las PyMEs latinoamericanas.

3.9 Contraste entre Beneficios y Desafíos de la Adopción de IA

Considerando los beneficios observados, la literatura resalta principalmente la mejora en la calidad del servicio, la optimización de recursos y la reducción de costos, lo que refleja un interés en aumentar la competitividad de las PyMEs a través de la eficiencia tecnológica. Sin embargo, estos beneficios se ven contrastados por los desafíos recurrentes: costos de implementación, falta de talento especializado y problemas de interoperabilidad entre sistemas. Este contraste evidencia la dualidad en la que se encuentran las PyMEs: la inteligencia artificial ofrece ventajas claras, pero aún existen barreras significativas que limitan su adopción.

Figura 11

Contraste entre Beneficios y Desafíos de la Adopción de IA en PyMEs del Sector Telecomunicaciones



Al abordar las oportunidades estratégicas, destacan las alianzas tecnológicas, el financiamiento y la adopción de estándares abiertos, lo que sugiere que el ecosistema de innovación requiere de colaboración para madurar en el contexto de las PyMEs. Además, la evaluación del nivel de madurez de las soluciones evidencia que la mayoría de estudios se concentran en fases de concepto o piloto, con pocos casos implementados y menos aún escalados, lo cual refleja que aún existe una brecha entre el desarrollo experimental y su adopción real.

3.9.1 Beneficios Técnicos de la Adopción de IA en Telecomunicaciones para PyMEs

Los estudios revisados destacan que la mejora en la calidad del servicio se logra mediante la aplicación de algoritmos de inteligencia artificial orientados a la optimización dinámica de los parámetros de red, el control inteligente del tráfico y la detección temprana de fallos. En el trabajo de Petkova et al. (2024), la IA permite ajustar la asignación de ancho de banda en tiempo real para servicios críticos en entornos 5G, reduciendo la latencia promedio en un 18 %. De forma similar, Ho et al. (2022) demuestran que la combinación de aprendizaje profundo y redes neuronales convolucionales permite predecir variaciones de tráfico y redistribuir automáticamente los recursos, evitando la congestión en nodos de alta demanda.

Al analizar la optimización de recursos, los artículos revisados proponen arquitecturas que integran machine learning con sistemas de gestión basados en edge computing, lo que permite realizar una asignación inteligente de energía y ancho de banda según las condiciones del entorno. Zulhasni Abdul Rahim et al. (2023) evidencian que esta optimización reduce en un 12 % el consumo energético en redes de microoperadores, mientras que Khan et al. (2023) aplican modelos híbridos de IA y blockchain para automatizar la asignación de tareas en entornos IoT industriales, mejorando la eficiencia operativa en pequeñas empresas.

Por su parte, la reducción de costos operativos es un beneficio recurrente asociado a la sustitución de tareas manuales por sistemas de diagnóstico automático y mantenimiento predictivo. Kjøien (2024) señala que la incorporación de sensores y algoritmos de aprendizaje no supervisado permite anticipar fallas de hardware en estaciones base, evitando interrupciones y minimizando el gasto en reparaciones no planificadas. En concordancia, Edozie et al. (2025) reportan que la automatización de procesos de control y la autoorganización de redes impulsadas por IA reducen hasta un 20 % los costos asociados al monitoreo continuo y la administración de sistemas distribuidos.

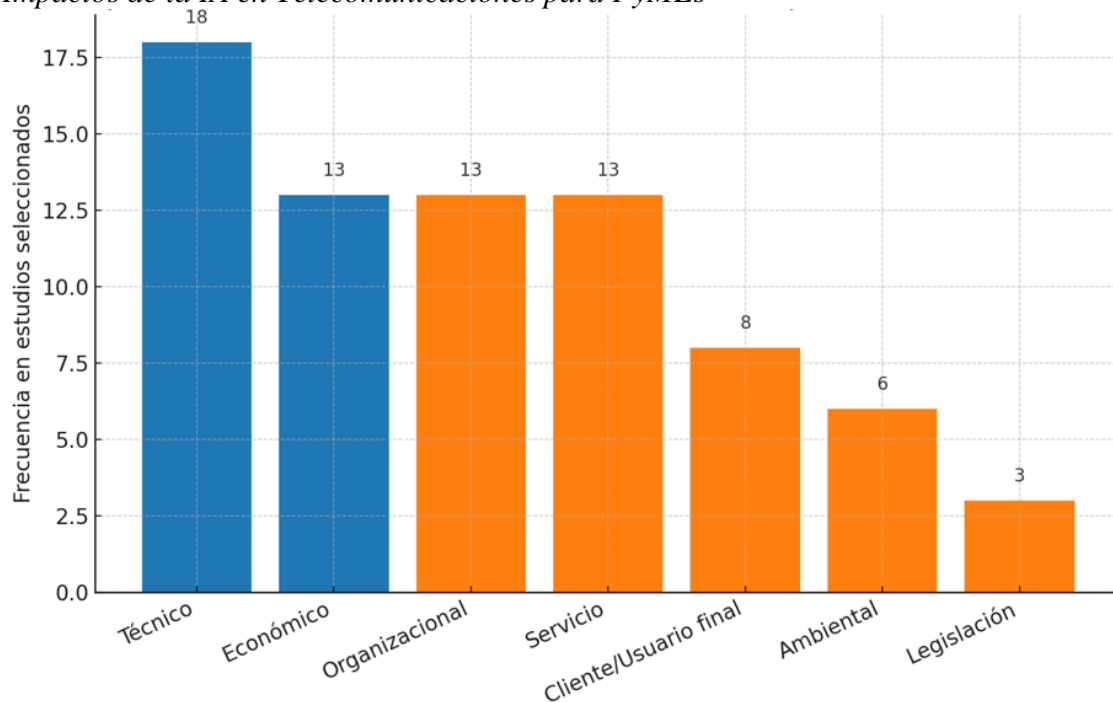
Estos hallazgos coinciden en que la inteligencia artificial no solo incrementa la confiabilidad y disponibilidad del servicio, sino que también aumenta la escalabilidad y sostenibilidad de las operaciones en las PyMEs del sector de telecomunicaciones. De manera transversal, la IA se posiciona como un recurso clave para garantizar redes más autónomas, con mayor capacidad de adaptación ante la variabilidad de la demanda y con menores requerimientos de supervisión humana.

3.10 Impactos de la IA en las Telecomunicaciones

En lo referente a los impactos actuales, se observa que los más destacados son de tipo técnico y económico, mientras que los impactos organizacionales, ambientales o en la experiencia del usuario final aparecen con menor fuerza. Esto puede deberse a que gran parte de las investigaciones se centran en la eficiencia de red y en la reducción de costos, dejando en un segundo plano aspectos humanos, sociales o ambientales.

Figura 12

Impactos de la IA en Telecomunicaciones para PyMEs



En relación a las tendencias futuras, se identifican las redes autónomas, la inteligencia artificial generativa y la integración con tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas y la computación en el borde. Sin embargo, se evidencian también vacíos de investigación, como la falta de estudios aplicados específicamente a PyMEs, la carencia de datos abiertos y la escasa representación de casos en América Latina, lo que resalta la necesidad de desarrollar investigación contextualizada al entorno ecuatoriano y regional.

3.10.1 Impactos Identificados

Impacto técnico

Los estudios coinciden en que la IA impacta técnicamente al mejorar latencia, disponibilidad, confiabilidad, rendimiento (throughput), variación de retardo (jitter),

eficiencia espectral y consumo energético. En redes de quinta y sexta generación, la automatización asistida por IA soporta aprovisionamiento y orquestación “cero toque” y asignación predictiva de recursos desde el borde de la red, habilitando flujos de baja latencia para servicios críticos (p. ej., comunicaciones inmersivas y tráfico de alta demanda) (Petkova et al., 2024).

La predicción de tráfico con modelos de aprendizaje permite balancear carga y evitar congestión, elevando el throughput y la disponibilidad del servicio (Guan, 2022). Modelos híbridos para comportamiento inalámbrico mejoran la selección de canal, la calidad del enlace y la precisión de localización, reduciendo pérdidas de paquetes y handovers fallidos (Li & Sheng, 2025). En operación, los bucles de control con IA y funciones de autoorganización disminuyen fallos y estabilizan la red, lo que se traduce en menor tiempo fuera de servicio (Safari et al., 2022).

En seguridad, la detección de anomalías con IA reduce falsos positivos y acelera la respuesta ante incidentes, reforzando la resiliencia de entornos 5G/IoT (Bánáti, 2025). Finalmente, la optimización energética mediante asignación dinámica de cómputo y apagado inteligente de funciones reduce consumo de CPU/energía sin deteriorar la QoS (Khan et al., 2023), y la telemetría inteligente facilita monitorización continua para decisiones operativas en tiempo real (Holmström et al., 2021; Łabędzka, 2021).

Impacto económico

La automatización de operación y mantenimiento (O&M) disminuye costos operativos (OPEX) por menos intervención manual y menos averías imprevistas (Holmström et al., 2021; Safari et al., 2022). La consolidación de cargas en nube/borde y la gestión energética asistida por IA recortan costos de energía (Khan et al., 2023). Varias propuestas reportan aceleración del time-to-service (provisión más rápida) con impacto directo en eficiencia y utilización de infraestructura (Petkova et al., 2024).

Impacto organizacional

Se observa reconfiguración de procesos (NetOps/DevOps) y reducción de carga repetitiva sobre los equipos, con mayor foco en análisis de datos y gobierno del modelo. Algunos trabajos resaltan la gestión de competencias para adopción de 5G industrial y flujos

automatizados en PyMEs, y soporte a decisión en tiempo real para reducir error humano en servicios conectados (Ho et al., 2022).

Impacto en servicio/cliente

La mejora de experiencia de usuario proviene de menor latencia, menos interrupciones y provisión más rápida de servicios empresariales. La predicción de picos permite mantener niveles de servicio (SLA) estables ante variabilidad de demanda (Guan, 2022).

Impacto ambiental

La eficiencia energética y el monitoreo inteligente de consumo permiten reducir huella operativa, con tableros automatizados para decisiones de sostenibilidad en PyMEs (Køien, 2024).

Impacto regulatorio/legislativo

Se mencionan implicaciones de seguridad y protección de datos en despliegues con IA, especialmente en IoT y 5G; las mejoras en detección y respuesta ayudan a alinear controles con marcos de cumplimiento (Bánáti, 2025). No obstante, la evidencia empírica específica sobre cumplimiento normativo aún es limitada.

4. Discusión

La creciente relevancia de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de las telecomunicaciones, especialmente en el contexto de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), se evidencia en los resultados obtenidos a través de esta revisión sistemática de literatura. De acuerdo con las evidencias recopiladas, las aplicaciones de IA se concentran principalmente en la automatización de procesos, la optimización de redes y la gestión de servicios, áreas que constituyen las principales líneas de innovación técnica dentro del sector. Estos hallazgos coinciden con estudios internacionales que resaltan el papel de la IA como un habilitador esencial para alcanzar una mayor eficiencia operativa, resiliencia y reducción de costos en entornos caracterizados por recursos limitados.

La discusión de los resultados evidencia que, aunque los beneficios técnicos y económicos son los más sólidos, el impacto organizacional y social permanece limitado. La automatización de procesos, identificada como el eje central, permite reducir la intervención humana en tareas repetitivas y aumentar la capacidad de respuesta de las redes mediante la

orquestración autónoma y el mantenimiento predictivo. Sin embargo, este avance requiere de una infraestructura digital robusta y de talento especializado, factores que aún constituyen una brecha importante para las PyMEs, particularmente en países en desarrollo.

Asimismo, la optimización de recursos y la reducción de costos se asocian directamente con modelos de aprendizaje automático y gestión energética inteligente, que posibilitan una operación más sostenible y rentable. Estos beneficios técnicos contrastan con los desafíos de interoperabilidad, dependencia tecnológica y madurez de implementación, pues la mayoría de los estudios analizados se encuentran aún en fase experimental o de prototipo. La escasa evidencia empírica aplicada al contexto de las PyMEs latinoamericanas, y en especial ecuatorianas, refuerza la necesidad de promover investigaciones locales y estudios de validación industrial que midan los efectos reales de la IA en productividad, empleo y sostenibilidad.

Asimismo, el análisis de impactos revela que los efectos técnicos y económicos predominan sobre los organizacionales y ambientales. Las métricas de rendimiento, tales como latencia, throughput, confiabilidad y eficiencia energética, son los principales indicadores de éxito, mientras que las implicaciones éticas, sociales o regulatorias apenas comienzan a ser consideradas. Esto sugiere que el desarrollo tecnológico avanza más rápido que su acompañamiento institucional y humano, lo que plantea la necesidad de integrar enfoques multidisciplinarios que equilibren innovación con responsabilidad social y sostenibilidad ambiental.

Finalmente, se identifican vacíos de investigación en tres dimensiones críticas:

- La falta de datos abiertos y replicabilidad en los estudios, lo que limita la comparación de resultados.
- La escasa participación de PyMEs latinoamericanas en proyectos empíricos sobre IA y telecomunicaciones.
- La necesidad de alinear la investigación aplicada con políticas públicas y marcos regulatorios, para garantizar que la adopción tecnológica contribuya efectivamente a la transformación digital inclusiva.

En síntesis, esta revisión demuestra que la IA constituye una herramienta transformadora para el sector de telecomunicaciones, pero su impacto en las PyMEs depende de la

convergencia entre capacidades técnicas, infraestructura digital, políticas de innovación y desarrollo de talento humano especializado. Los resultados invitan a continuar la exploración empírica en escenarios regionales, de modo que el potencial de la IA se traduzca en un crecimiento sostenible, competitivo y ético para las empresas del sector.

5. Conclusión

El presente estudio logró cumplir con el objetivo general planteado, al analizar de manera sistemática la aplicación de la Inteligencia Artificial en la optimización de redes de telecomunicaciones dentro del contexto de las PyMEs. A través de un protocolo riguroso de revisión basado en Kitchenham (2004) y la guía de PRISMA 2020, se identificaron las principales innovaciones, beneficios, desafíos e impactos que caracterizan este campo emergente, proporcionando un panorama integral que contribuye tanto a la literatura científica como a la práctica empresarial.

Los resultados obtenidos muestran que las innovaciones más frecuentes se concentran en la automatización de procesos y la optimización de redes, lo que confirma la tendencia internacional hacia la reducción de la intervención humana y el aumento de la eficiencia operativa. A esto se suman propuestas relevantes en la gestión de servicios y la ciberseguridad aplicada a entornos de quinta generación e Internet de las Cosas, aunque estas últimas todavía se presentan en menor proporción.

Como otra conclusión relevante, la literatura revisada resalta principalmente la mejora en la calidad del servicio, la optimización de recursos y la reducción de costos, lo cual refleja el interés de las PyMEs en potenciar su competitividad mediante la eficiencia tecnológica. No obstante, estos beneficios se ven contrarrestados por desafíos recurrentes, como los elevados costos de implementación, la falta de talento humano especializado y los problemas de interoperabilidad entre sistemas. Este contraste evidencia que, aunque la inteligencia artificial ofrece ventajas significativas, aún existen barreras estructurales y contextuales que limitan su plena adopción en las PyMEs.

En lo referente a los impactos actuales, predominan los de tipo técnico y económico, lo que pone de manifiesto la orientación de la investigación hacia la eficiencia de red y la reducción de costos. Sin embargo, los impactos organizacionales, ambientales y en la experiencia del usuario final aparecen con menor fuerza, lo cual refleja un vacío en la literatura sobre

dimensiones humanas, sociales y sostenibles. Este hallazgo resulta especialmente relevante, pues evidencia la necesidad de equilibrar los análisis técnicos con una visión más holística que incorpore al usuario, al medio ambiente y al tejido organizacional de las PyMEs.

Una de las conclusiones más importantes de este trabajo es que existe una limitada disponibilidad de estudios que aborden de manera conjunta la relación entre Inteligencia Artificial, Telecomunicaciones y PyMEs, particularmente en el contexto latinoamericano y ecuatoriano. Esta escasez de investigaciones abre un espacio valioso para futuros trabajos que profundicen en la aplicación práctica de estas tecnologías en pequeñas y medianas empresas, considerando sus características, limitaciones y oportunidades específicas.

En definitiva, esta revisión aporta una visión crítica y actualizada que no solo sintetiza el estado del arte en este campo, sino que también señala vacíos de investigación, tendencias emergentes y retos por superar. Con ello, se contribuye a la construcción de un marco de referencia que puede orientar tanto a investigadores como a tomadores de decisiones en el diseño de políticas, estrategias e intervenciones que promuevan la adopción efectiva de la inteligencia artificial en el sector de las telecomunicaciones para PyMEs, impulsando así su competitividad y sostenibilidad en un entorno digital en constante evolución.

Finalmente, se deja abierta la posibilidad para que a partir de este trabajo se desarrollen nuevas investigaciones que actualicen, profundicen o amplíen las relaciones identificadas, explorando nuevos enfoques metodológicos, contextos regionales y aplicaciones prácticas de la Inteligencia Artificial en la transformación digital de las PyMEs.

6. Referencias

- Abel Uzoka, Emmanuel Cadet, & Pascal Ugochukwu Ojukwu. (2024). The role of telecommunications in enabling Internet of Things (IoT) connectivity and applications [El papel de las telecomunicaciones en la habilitación de la conectividad y las aplicaciones del Internet de las cosas (IoT)]. *Comprehensive Research and Reviews in Science and Technology*, 2(2), 055–073. <https://doi.org/10.57219/crrst.2024.2.2.0037>
- Abilova, A., & Aliyeva, B. (2022). Impact of Covid-19 on Digital Transformation and Resilience of Small and Medium Enterprises: The Case of Azerbaijan [Impacto de la Covid-19 en la transformación digital y la resiliencia de las pequeñas y medianas empresas: el caso de Azerbaiyán]. *WSEAS TRANSACTIONS ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT*, 18, 836–842. <https://doi.org/10.37394/232015.2022.18.78>
- Aish, A., & Noor, N. A. M. (2025). *Determining Factors Related to Artificial Intelligence Adoption among Small and Medium Size Businesses: A Systematic Literature Review* [Factores determinantes relacionados con la adopción de inteligencia artificial entre las pequeñas y medianas empresas: una revisión sistemática de la literatura].
- Alizai, A., Mousavi, M. R., Ludwig, S., & Aschenbrenner, D. (2023). Heterogeneous Communication Networks and Localization for Industry 4.0 Applications in Small and Medium-Sized Enterprises: A Systematic Literature Review [Redes de comunicación heterogéneas y localización para aplicaciones de Industria 4.0 en pequeñas y medianas empresas: una revisión sistemática de la literatura]. *Procedia CIRP*, 120, 308–313. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.08.055>
- Al-Sharafi, M. A., Al-Emran, M., Tan, G. W.-H., & Ooi, K.-B. (Eds.). (2023). *Current and Future Trends on Intelligent Technology Adoption: Volume 1* [Tendencias actuales y futuras en la adopción de tecnologías inteligentes: Volumen 1] (Vol. 1128). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-48397-4>
- Ammon, U. (2012). Linguistic inequality and its effects on participation in scientific discourse and on global knowledge accumulation – With a closer look at the problems of the second-rank language communities [La desigualdad lingüística y sus efectos sobre la participación en el discurso científico y en la acumulación global del conocimiento]. *Applied Linguistics Review*, 3(2), 333–355. <https://doi.org/10.1515/applirev-2012-0016>
- Balmer, R. E., Levin, S. L., & Schmidt, S. (2020). Artificial Intelligence Applications in Telecommunications and other network industries [Aplicaciones de la inteligencia artificial en las telecomunicaciones y otras industrias de redes]. *Telecommunications Policy*, 44(6), 101977. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101977>
- Bánáti, A. (2025). Developing Security Information and Events Management Use Cases for 5G Specific Vulnerabilities and Attacks [Desarrollo de casos de uso de gestión de información y eventos de seguridad para vulnerabilidades y ataques específicos de 5G]. *Acta Polytechnica Hungarica*, 22(2), 123–147. <https://doi.org/10.12700/APH.22.2.2025.2.7>
- Becerra Molina, E., & Ojeda Orellana, R. (2022). Beneficios de la facturación electrónica en las pequeñas y medianas empresas del Ecuador. *Visionario Digital*, 6(4), 76–97. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v6i4.2366>
- Beltrán Ochoa, M. M., Herrera Peña, J. N., Martínez Martínez, E. J., González Vilela, F. Y., & Malla Alvarado, F. Y. (2025). Las Pymes como Actores Coadyuvantes de la Economía.

- Revista Veritas de Difusão Científica*, 6(1), 1824–1846.
<https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i1.483>
- Berisha, G., & Pula, J. S. (2015). *Defining Small and Medium Enterprises: A critical review [Definiendo las pequeñas y medianas empresas: una revisión crítica]*. 1(1).
- Brereton, P., Kitchenham, B. A., Budgen, D., Turner, M., & Khalil, M. (2007). Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain [Lecciones de la aplicación del proceso de revisión sistemática de literatura en el ámbito de la ingeniería de software]. *Journal of Systems and Software*, 80(4), 571–583.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2006.07.009>
- Chabalala, K., Boyana, S., Kolisi, L., Thango, B. A., & Matshaka, L. (2024). *Digital Technologies and Channels for Competitive Advantage in SMEs: A Systematic Review [Tecnologías y canales digitales para la ventaja competitiva en las PYMES: una revisión sistemática]*. Business, Economics and Management. <https://doi.org/10.20944/preprints202410.0020.v1>
- Comunidad Andina. (2008). *Decisión 702: Sistema Andino de Estadística de la Pyme* [Documento Oficial].
- Edozie, E., Shuaibu, A. N., Sadiq, B. O., & John, U. K. (2025). Artificial intelligence advances in anomaly detection for telecom networks [Avances de la inteligencia artificial en la detección de anomalías en redes de telecomunicaciones]. *Artificial Intelligence Review*, 58(4), 100. <https://doi.org/10.1007/s10462-025-11108-x>
- El Hilali, W., El Manouar, A., & Janati Idrissi, M. A. (2020). Reaching sustainability during a digital transformation: A PLS approach [Lograr la sostenibilidad durante una transformación digital: un enfoque PLS]. *International Journal of Innovation Science*, 12(1), 52–79. <https://doi.org/10.1108/IJIS-08-2019-0083>
- El Khatib, M. M., Al-Nakeeb, A., & Ahmed, G. (2019). Integration of Cloud Computing with Artificial Intelligence and Its Impact on Telecom Sector—A Case Study [Integración de la computación en la nube con inteligencia artificial y su impacto en el sector de telecomunicaciones: un estudio de caso]. *iBusiness*, 11(01), 1–10.
<https://doi.org/10.4236/ib.2019.111001>
- Eli-Chukwu, N. C., Aloh, J. M., & Ezeagwu, C. O. (2019). A Systematic Review of Artificial Intelligence Applications in Cellular Networks [Revisión sistemática de las aplicaciones de inteligencia artificial en redes celulares]. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9(4), 4504–4510. <https://doi.org/10.48084/etasr.2788>
- Flasiński, M. (2016). *Introduction to Artificial Intelligence [Introducción a la inteligencia artificial]*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40022-8>
- Gabelaia, I. (2024). The Impact of Artificial Intelligence in Shaping Advertising Strategies for SMEs: Systematic Literature Review and Qualitative Research [El impacto de la inteligencia artificial en la configuración de estrategias publicitarias para las PYMES: revisión sistemática y estudio cualitativo]. *Journal of Marketing Research and Case Studies*, 1–14. <https://doi.org/10.5171/2024.209492>
- Guan, Y. (2022). Student Education Management Strategy Based on Artificial Intelligence Information Model under the Support of 5G Wireless Network [Estrategia de gestión educativa estudiantil basada en un modelo de información de inteligencia artificial bajo

- soporte de red inalámbrica 5G]. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/4709146>
- Guzman, A. L., & Lewis, S. C. (2020). Artificial intelligence and communication: A Human–Machine Communication research agenda [Inteligencia artificial y comunicación: una agenda de investigación en comunicación humano-máquina]. *New Media & Society*, 22(1), 70–86. <https://doi.org/10.1177/1461444819858691>
- Haefner, N., Wincent, J., Parida, V., & Gassmann, O. (2021). Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda [Inteligencia artificial y gestión de la innovación: revisión, marco conceptual y agenda de investigación]. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120392. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120392>
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence [Una breve historia de la inteligencia artificial: sobre el pasado, presente y futuro de la inteligencia artificial]. *California Management Review*, 61(4), 5–14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Hammer, B., Virgili, E., & Bilotta, F. (2023). Evidence-based literature review: De-duplication a cornerstone for quality [Revisión bibliográfica basada en evidencia: la deduplicación como piedra angular de la calidad]. *World Journal of Methodology*, 13(5), 390–398. <https://doi.org/10.5662/wjm.v13.i5.390>
- Hansen, E. B., & Bøgh, S. (2021). Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey [Inteligencia artificial e Internet de las cosas en pequeñas y medianas empresas: una encuesta]. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 362–372. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.08.009>
- Helm, J. M., Swiergosz, A. M., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Schaffer, J. L., Krebs, V. E., Spitzer, A. I., & Ramkumar, P. N. (2020). Machine Learning and Artificial Intelligence: Definitions, Applications, and Future Directions [Aprendizaje automático e inteligencia artificial: definiciones, aplicaciones y direcciones futuras]. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(1), 69–76. <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09600-8>
- Hızarcı, A. K., Tarier, A., Özgen, Ö., & Kurt Gümüş, G. (2024). Understanding the role of artificial intelligence in the context of SMEs [Comprendiendo el papel de la inteligencia artificial en el contexto de las PYMES]. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(4), 970–995. <https://doi.org/10.47525/ulasbid.1572700>
- Ho, Y. (Ian), Liu, S., Pu, J., & Zhang, D. (2022). Is it all about you or your driving? Designing IoT-enabled risk assessments [¿Se trata de ti o de tu forma de conducir? Diseño de evaluaciones de riesgo habilitadas por el IoT]. *Production and Operations Management*, 31(11), 4205–4222. <https://doi.org/10.1111/poms.13816>
- Holmström, O., Linder, N., Kaingu, H., Mbuuko, N., Mbete, J., Kinyua, F., Törnquist, S., Muinde, M., Krogerus, L., Lundin, M., Diwan, V., & Lundin, J. (2021). Point-of-Care Digital Cytology With Artificial Intelligence for Cervical Cancer Screening in a Resource-Limited Setting [Citología digital en el punto de atención con inteligencia artificial para el tamizaje del cáncer cervicouterino en entornos con recursos limitados]. *JAMA Network Open*, 4(3), e211740. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.1740>

- Huurdeman, A. A. (2003). *The worldwide history of telecommunications [Historia mundial de las telecomunicaciones]*. J. Wiley.
- Khan, A. A., Laghari, A. A., Li, P., Dootio, M. A., & Karim, S. (2023). The collaborative role of blockchain, artificial intelligence, and industrial internet of things in digitalization of small and medium-size enterprises [El papel colaborativo de blockchain, inteligencia artificial e Internet industrial de las cosas en la digitalización de las pequeñas y medianas empresas]. *Scientific Reports*, 13(1), 1656. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28707-9>
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews [Procedimientos para realizar revisiones sistemáticas]*.
- Køien, G. M. (2024). The Road to a Trustworthy 6G; On the Need for a “Zero Trust 6G” Paradigm [El camino hacia un 6G confiable: sobre la necesidad de un paradigma “6G de confianza cero”]. *Journal of Mobile Multimedia*, 87–110. <https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.2014>
- Kolaski, K., Logan, L. R., & Ioannidis, J. P. A. (2023). Guidance to best tools and practices for systematic reviews [Guía de las mejores herramientas y prácticas para revisiones sistemáticas]. *Systematic Reviews*, 12(1), 96. <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02255-9>
- Łabędzka, J. (2021). Industry 4.0—Policy-based approaches to efficient implementation in SMEs [Industria 4.0: enfoques basados en políticas para una implementación eficiente en las PYMES]. *Engineering Management in Production and Services*, 13(4), 72–78. <https://doi.org/10.2478/emj-2021-0032>
- Lame, G. (2019). Systematic Literature Reviews: An Introduction [Revisiones sistemáticas de literatura: una introducción]. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 1633–1642. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.169>
- Li, G., & Sheng, H. (2025). Hybrid Models for Forecasting Allocative Localization Error in Wireless Sensor Networks [Modelos híbridos para pronosticar el error de localización asignativa en redes de sensores inalámbricos]. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 6, 333–350. <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2025.01.008>
- Lipsa, S., Kumar Dash, R., Cengiz, K., Ivković, N., & Akhunzada, A. (2025). A 5G network based conceptual framework for real-time malaria parasite detection from thick and thin blood smear slides using modified YOLOv5 model [Marco conceptual basado en red 5G para la detección en tiempo real del parásito de la malaria mediante un modelo YOLOv5 modificado]. *DIGITAL HEALTH*, 11, 20552076251321540. <https://doi.org/10.1177/20552076251321540>
- Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E., & Delgado López-Cózar, E. (2021). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations’ COCI: A multidisciplinary comparison of coverage via citations [Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science y OpenCitations COCI: comparación multidisciplinaria de cobertura mediante citas]. *Scientometrics*, 126(1), 871–906. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>
- Montagud, S., Abrahão, S., & Insfran, E. (2012). A systematic review of quality attributes and measures for software product lines [Revisión sistemática de atributos y medidas de calidad para líneas de productos de software]. *Software Quality Journal*, 20(3–4), 425–486. <https://doi.org/10.1007/s11219-011-9146-7>

- Montori, V. M., Wilczynski, N. L., Morgan, D., Haynes, R. B., & the Hedges Team. (2003). Systematic reviews: A cross-sectional study of location and citation counts [Revisiones sistemáticas: un estudio transversal sobre ubicación y recuentos de citas]. *BMC Medicine*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-1-2>
- Moreira, S., Mamede, H. S., & Santos, A. (2024). Business Process Automation in SMEs: A Systematic Literature Review [Automatización de procesos empresariales en PYMES: una revisión sistemática de la literatura]. *IEEE Access*, 12, 75832–75864. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3406548>
- Mustafa, M. Y., Tlili, A., Lampropoulos, G., Huang, R., Jandrić, P., Zhao, J., Salha, S., Xu, L., Panda, S., Kinshuk, López-Pernas, S., & Saqr, M. (2024). A systematic review of literature reviews on artificial intelligence in education (AIED): A roadmap to a future research agenda [Revisión sistemática de revisiones de literatura sobre inteligencia artificial en educación (IAED): hoja de ruta hacia una agenda futura de investigación]. *Smart Learning Environments*, 11(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00350-5>
- OECD. (2023). *OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2023 [Perspectivas OCDE sobre las PYMES y el emprendimiento 2023]*. OECD. <https://doi.org/10.1787/342b8564-en>
- Oldemeyer, L., Jede, A., & Teuteberg, F. (2024). Investigation of artificial intelligence in SMEs: A systematic review of the state of the art and the main implementation challenges [Investigación sobre inteligencia artificial en las PYMES: revisión sistemática del estado del arte y principales desafíos de implementación]. *Management Review Quarterly*. <https://doi.org/10.1007/s11301-024-00405-4>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews [Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la presentación de revisiones sistemáticas]*.
- Petkova, R., Bozhilov, I., Manolova, A., Tonchev, K., & Poulkov, V. (2024). On the Way to Holographic-Type Communications: Perspectives and Enabling Technologies [En camino hacia las comunicaciones tipo holográfico: perspectivas y tecnologías habilitadoras]. *IEEE Access*, 12, 59236–59259. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3393124>
- Safari, P., Shariati, B., Przewozny, D., Chojecki, P., Fischer, J. K., Freund, R., Vick, A., & Chemnitz, M. (2022). Edge Cloud based Visual Inspection for Automatic Quality Assurance in Production [Inspección visual basada en la nube perimetral para aseguramiento automático de la calidad en la producción]. *2022 13th International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing (CSNDSP)*, 473–476. <https://doi.org/10.1109/CSNDSP54353.2022.9907957>
- Shaw, J., Rudzicz, F., Jamieson, T., & Goldfarb, A. (2019). Artificial Intelligence and the Implementation Challenge [Inteligencia artificial y el desafío de la implementación]. *Journal of Medical Internet Research*, 21(7), e13659. <https://doi.org/10.2196/13659>
- Spector, L. (2006). Evolution of artificial intelligence [Evolución de la inteligencia artificial]. *Artificial Intelligence*, 170(18), 1251–1253. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2006.10.009>
- UNESCO. (2023). *Thesaurusintroeng [Tesauro – introducción]*.

- Wang, D., Song, C., & Barabási, A.-L. (2013). Quantifying Long-Term Scientific Impact [Cuantificación del impacto científico a largo plazo]. *Science*, 342(6154), 127–132. <https://doi.org/10.1126/science.1237825>
- Yuwono, T., Suroso, A., & Novandari, W. (2024). Information and communication technology in SMEs: A systematic literature review [Tecnología de la información y la comunicación en las PYMES: una revisión sistemática de la literatura]. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00392-6>
- Zulhasni Abdul Rahim, Muhammad Saqib Iqbal, Nor Azian Abdul Rahim, & Naoki Ohshima. (2023). Sustainable Industrial Revolution Competency Framework for 5G Technology Applications using TRIZ [Marco de competencias de revolución industrial sostenible para aplicaciones de tecnología 5G mediante TRIZ]. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 31(3), 336–344. <https://doi.org/10.37934/araset.31.3.336344>

7. Anexos

Anexo 1

Matriz de Estudios Seleccionados

Código	Título del estudio	Año de publicación	Tipo de publicación	Tipo de publicación	Biblioteca digital	Nro. citas
76 IEEE	Edge Cloud based Visual Inspection for Automation in Telecommunications	2022	No indexada	Automática	IEEE	8
94 IEEE	On the Way to Holographic-Type Communications: Artificial Intelligence Applications	2024	Q1	Automática	IEEE	16
158 IEEE	Circular and Sustainable Multi Business Model in AI-enabled Telecom	2024	Q2	Automática	IEEE	2
5 DIMEN	The collaborative role of blockchain, AI, and telecommunications in SMEs	2023	Q1	Automática	DIMENSIONS	190
294 DIMEN	Student Education Management Strategy Based on AI Model under 5G	2022	No indexada	Automática	DIMENSIONS	12
347 DIMEN	NRG Oncology Assessment of AI Deep Learning–Based Auto-segmentation for Radiotherapy	2024	Q2	Automática	DIMENSIONS	61
351 DIMEN	Terahertz Spectroscopy for Food Quality Assessment: A Comprehensive Review	2025	No indexado	Automática	DIMENSIONS	75
414 DIMEN	Affordable AI-Assisted Machine Supervision System for Small and Medium-Sized Manufacturers	2022	Q3	Automática	DIMENSIONS	24
429 DIMEN	Disruptive supply chain technology assessment for sustainability journey	2024	Q1	Automática	DIMENSIONS	47
0 SCOPUS	Hybrid Models for Forecasting Allocative Localization Error in WSNs	2025	Q1	Automática	SCOPUS	33
1 SCOPUS	Developing SIEM Use Cases for 5G Specific Vulnerabilities and Attacks	2025	Q2	Automática	SCOPUS	19
2 SCOPUS	AI-Enabled Tactical FMP Hotspot Prediction and Resolution (ASTRA)	2025	No indexado	Automática	SCOPUS	58
3 SCOPUS	A 5G network based conceptual framework for real-time malaria parasite detection using YOLOv5	2025	Q2	Automática	SCOPUS	4

4 SCOPUS	Statistical analysis and open innovation in economic growth of Scottish SMEs for sustainability	2024	Q1	Automática	SCOPUS	27
8 SCOPUS	Expert assessments in decision making: risks and safety	2023	No indexado	Automática	SCOPUS	31
9 SCOPUS	Sustainable Industrial Revolution Competency Framework for 5G Technology Applications using TRIZ	2023	Q2	Automática	SCOPUS	22
13 SCOPUS	Industry 4.0 — policy-based approaches to efficient implementation in SMEs	2021	Q2	Automática	SCOPUS	49
14 SCOPUS	Point-of-Care Digital Cytology With AI for Cervical Cancer Screening in Resource-Limited Setting	2021	Q1	Automática	SCOPUS	18
27 WEB OF	Is it all about you or your driving? Designing IoT-enabled risk assessments	2022	Q3	Automática	WEB OF SCIENCE	6
30 WEB OF	The Role of Artificial Intelligence in Developing Accounting: Automating Processes and Enhancing Financial Reporting in Saudi Arabia	2025	Q4	Automática	WEB OF SCIENCE	3

Anexo 2

Matriz de Calidad SJR

Código	Título del estudio	DOI	Tipo de publicación	Valoración según lo descrito en la metodología
76 IEEE	Edge Cloud based Visual Inspection for Automation in Telecommunications	10.1109/CSNDSP54353.2022.9907957	No indexada	0
94 IEEE	On the Way to Holographic-Type Communications: Artificial Intelligence Applications	10.1109/ACCESS.2024.3393124	Q1	10
158 IEEE	Circular and Sustainable Multi Business Model in AI-enabled Telecom	10.13052/jmm1550-4646.2014	Q2	5
5 DIMEN	The collaborative role of blockchain, AI, and telecommunications in SMEs	10.1038/s41598-023-28707-9	Q1	10
294 DIMEN	Student Education Management Strategy Based on AI Model under 5G	10.1155/2022/4709146	No indexada	0
347 DIMEN	NRG Oncology Assessment of AI Deep Learning–Based Auto-segmentation for Radiotherapy	10.1016/j.ijrobp.2023.10.033	Q2	5
351 DIMEN	Terahertz Spectroscopy for Food Quality Assessment: A Comprehensive Review	10.3390/foods14132199	No indexado	0
414 DIMEN	Affordable AI-Assisted Machine Supervision System for Small and Medium-Sized Manufacturers	10.3390/s22166246	Q3	5
429 DIMEN	Disruptive supply chain technology assessment for sustainability journey	10.1016/j.heliyon.2024.e25630	Q1	10
0 SCOPUS	Hybrid Models for Forecasting Allocative Localization Error in WSNs	10.1016/j.ijcce.2025.01.008	Q1	10
1 SCOPUS	Developing SIEM Use Cases for 5G Specific Vulnerabilities and Attacks	10.12700/APH.22.2.2025.2.7	Q2	5
2 SCOPUS	AI-Enabled Tactical FMP Hotspot Prediction and Resolution (ASTRA)	10.3390/engproc2025090091	No indexado	0
3 SCOPUS	A 5G network based conceptual framework for real-time malaria parasite detection using YOLOv5	10.1177/20552076251321540	Q2	5
4 SCOPUS	Statistical analysis and open innovation in economic growth of Scottish SMEs for sustainability	10.1016/j.joitmc.2024.100275	Q1	10
8 SCOPUS	Expert assessments in decision making: risks and safety	10.21303/978-9916-9850-2-1	No indexado	0

9 SCOPUS	Sustainable Industrial Revolution Competency Framework for 5G Technology Applications using TRIZ	10.37934/araset.31.3.336344	Q2	5
13 SCOPUS	Industry 4.0 — policy-based approaches to efficient implementation in SMEs	10.2478/emj-2021-0032	Q2	5
14 SCOPUS	Point-of-Care Digital Cytology With AI for Cervical Cancer Screening in Resource-Limited Setting	10.1001/jamanetworkopen.2021.1740	Q1	10
27 WEB OF	Is it all about you or your driving? Designing IoT-enabled risk assessments	10.1111/poms.13816	Q3	5
30 WEB OF	The Role of Artificial Intelligence in Developing Accounting: Automating Processes and Enhancing Financial Reporting in Saudi Arabia	10.58691/man/201218	Q4	5

Anexo 3

Matriz de Número de Citas

Código	Título del estudio	Año	Número de citas (Google scholar)	Valoración según la metodología (Google Scholar)	Número de citas (ResearchGate)	Valoración según la metodología (ResearchGate)
76 IEEE	Edge Cloud based Visual Inspection for Automation in Telecommunications	2022	8	5	8	5
94 IEEE	On the Way to Holographic-Type Communications: Artificial Intelligence Applications	2024	17	10	15	10
158 IEEE	Circular and Sustainable Multi Business Model in AI-enabled Telecom	2024	3	5	0	0
5 DIMEN	The collaborative role of blockchain, AI, and telecommunications in SMEs	2023	193	10	187	10
294 DIMEN	Student Education Management Strategy Based on AI Model under 5G	2022	12	10	11	10
347 DIMEN	NRG Oncology Assessment of AI Deep Learning–Based Auto-segmentation for Radiotherapy	2024	25	10	0	0
351 DIMEN	Terahertz Spectroscopy for Food Quality Assessment: A Comprehensive Review	2025	0	0	0	0
414 DIMEN	Affordable AI-Assisted Machine Supervision System for Small and Medium-Sized Manufacturers	2022	16	10	18	10
429 DIMEN	Disruptive supply chain technology assessment for sustainability journey	2024	6	10	7	10
0 SCOPUS	Hybrid Models for Forecasting Allocative Localization Error in WSNs	2025	2	5	1	5
1 SCOPUS	Developing SIEM Use Cases for 5G Specific Vulnerabilities and Attacks	2025	0	0	1	5
2 SCOPUS	AI-Enabled Tactical FMP Hotspot Prediction and Resolution (ASTRA)	2025	0	0	0	0
3 SCOPUS	A 5G network based conceptual framework for real-time malaria parasite detection using YOLOv5	2025	0	0	0	0
4 SCOPUS	Statistical analysis and open innovation in economic growth of Scottish SMEs for sustainability	2024	17	10	17	10

8 SCOPUS	Expert assessments in decision making: risks and safety	2023	1	5	0	0
9 SCOPUS	Sustainable Industrial Revolution Competency Framework for 5G Technology Applications using TRIZ	2023	8	10	7	10
13 SCOPUS	Industry 4.0 — policy-based approaches to efficient implementation in SMEs	2021	22	10	15	10
14 SCOPUS	Point-of-Care Digital Cytology With AI for Cervical Cancer Screening in Resource-Limited Setting	2021	111	10	115	10
27 WEB OF	Is it all about you or your driving? Designing IoT-enabled risk assessments	2022	12	10	7	5
30 WEB OF	The Role of Artificial Intelligence in Developing Accounting: Automating Processes and Enhancing Financial Reporting in Saudi Arabia	2025	0	0	0	0

Anexo 4

Matriz de Extracción de Datos para RQ1 – Innovaciones Basadas en IA en Telecomunicaciones

RQ1: ¿Cuáles son las principales innovaciones impulsadas por la Inteligencia Artificial en el ámbito de las telecomunicaciones?																				
COD	EC01: Tipo de innovación basada en IA							EC02: Tecnología de IA utilizada					EC03: Nivel de automatización alcanzado			EC04: Área de aplicación en telecomunicaciones				
	Optimización de redes	Mantenimiento predictivo	Automatización de procesos	Análisis de tráfico	Ciberseguridad inteligente	Gestión de servicios	Otros	Aprendizaje automático (Machine Learning)	Aprendizaje profundo (Deep Learning)	Redes Neuronales	Sistemas expertos	Modelos híbridos	Baja	Media	Alta	Servicio de conectividad empresarial	Redes 4G o 5G y superiores	Internet de las cosas (IoT)	Sistemas de gestión	Nube (Cloud)
76 IEEE	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
94 IEEE	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
158 IEEE	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
5 DIMEN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
294 DIMEN	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
347 DIMEN	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1
351 DIMEN	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
414 DIMEN	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1

429 DIMEN	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0 Scopus	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
1 Scopus	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
2 Scopus	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
3 Scopus	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
4 Scopus	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
8 Scopus	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
9 Scopus	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
13 Scopus	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
14 Scopus	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
27 Web of	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
30 Web of	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1

Anexo 5

Matriz de Extracción de Datos para RQ2 – Impactos de la IA en el Rendimiento y Eficiencia de las Telecomunicaciones

RQ2: ¿Qué beneficios, desafíos y oportunidades se han identificado en la implementación de aplicaciones de Inteligencia Artificial en redes de telecomunicaciones dentro del contexto de las PyMEs?																			
CODIGO	EC05: Tipo de beneficio identificado				EC06: Tipo de desafío identificado							EC07: Oportunidades estratégicas				EC08: Nivel de madurez de la solución			
	Reducción de costos	Mejora en calidad del servicio	Optimización de recursos	Mayor velocidad de respuesta	Escalabilidad	Costos de implementación	Falta de talento humano	Datos insuficientes	Interoperabilidad	Infraestructura	Alianzas tecnológicas	Financiamiento	Adopción de estándares	Transformación digital	Expansión de mercado	Conceptual	Piloto	Implementado	Escalado
76 IEEE	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
94 IEEE	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
158 IEEE	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
5 DIMEN	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
294 DIMEN	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
347 DIMEN	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
351 DIMEN	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
414 DIMEN	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0
429 DIMEN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0 Scopus	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
1 Scopus	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
2 Scopus	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0

3 Scopus	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
4 Scopus	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
8 Scopus	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0
9 Scopus	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0
13 Scopus	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
14 Scopus	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
27 Web of	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
30 Web of	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0

Anexo 6

Matriz de Extracción de Datos para RQ3 – Desafíos y Limitaciones en la Implementación de IA en Telecomunicaciones

RQ3: ¿Cuál es el impacto actual y cuáles son las tendencias futuras del uso de Inteligencia Artificial para la optimización de redes de telecomunicaciones en PyMEs, según la literatura científica disponible?																									
CODIGO	EC09: Tipo de impacto reportado							EC10: Indicadores o métricas de evaluación							EC11: Tendencias identificadas							EC12: Vacíos en la literatura			
	Técnico	Económico	Organizacional	Ambiental	Servicio	Legislación	Cliente/Usuario final	Precisión	Latencia	Disponibilidad	Costos	ROI	Inversión	Eficiencia	Uso de IA generativa	Redes autónomas	Federated learning	Mayor integración IoT	Edge IA	Computación cuántica	Otros	Escasez de estudios en Pymes	Falta de datos abiertos	Poca evidencia empírica	Desigualdad regional
76 IEEE	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
94 IEEE	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0
158 IEEE	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
5 DIMEN	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0
294 DIMEN	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0
347 DIMEN	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
351 DIMEN	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
414 DIMEN	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
429 DIMEN	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
0 Scopus	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
1 Scopus	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
2 Scopus	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0

3 Scopus	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
4 Scopus	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1
8 Scopus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
9 Scopus	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
13 Scopus	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
14 Scopus	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
27 Web of	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
30 Web of	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1

Anexo 7

Check List PRISMA

Sección y tema	Número de elemento	Elemento de la lista de verificación	Ubicación donde se informa el elemento
TÍTULO			
Título	1	INNOVACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EMPRESAS PYMES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA	Portada y título
RESUMEN			
Resumen estructurado	2	Resumen estructurado con objetivos, métodos (Kitchenham+PRISMA), fuentes, criterios, hallazgos y conclusiones.	Resumen y Abstract
INTRODUCCIÓN			
Justificación	3	Importancia de IA en telecomunicaciones y brecha en PyMEs (Ecuador/LatAm).	1. Introducción
Objetivos	4	Objetivos con tres preguntas de investigación (RQ1–RQ3).	1.1 Objetivos
MÉTODOS			
Criterios de elegibilidad	5	Inclusión: 2020–2025, EN/ES, IA+telecom+PyMEs; Exclusión: duplicados, sin texto completo, ≤4 páginas, sin evidencia.	2.1.4 Criterios de inclusión/exclusión
Fuentes de información	6	Fuentes: IEEE Xplore, Scopus, Web of Science, Dimensions (disciplinar y multidisciplinar).	2.1.3 Estrategias de búsqueda
Estrategia de búsqueda	7	Cadena general (IA AND telecom AND PyMEs) con Tesauro UNESCO; periodo 2020–2025.	2.1.2 Tesoros y 2.1.3 Cadena
Proceso de selección de los estudios	8	De-duplicación; cribado por título/resumen; lectura completa; aplicación de criterios; diagrama PRISMA (20 estudios finales).	2.1.7 PRISMA y Figura flujo
Proceso de extracción de los datos	9	Plantilla EC01–EC12 alineada a RQ1–RQ3 para extracción estandarizada.	2.1.5 Criterios de extracción
Lista de los datos	10a	Variables: código, año, tipo, cuartil SJR, citas, métricas (precisión, latencia, ROI).	2.1.5 Variables
	10b	Ausencia de datos tratados como 'No reporta'; sin imputaciones.	2.1.6 Notas
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Sin herramienta RoB; calidad medida por SJR y citaciones (Scholar/ResearchGate).	2.1.6 Evaluación de calidad
Medidas del efecto	12	No aplica (sin metaanálisis).	N/A
Métodos de síntesis	13a	Síntesis narrativa/tabular; conteos, porcentajes, gráficos (barras, líneas, caja).	2.1.5 y 3. Resultados
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Sin prueba formal; discusión de sesgos por idioma/indexación.	4. Discusión (Limitaciones)

Evaluación de certeza	15	Evidencia ponderada por calidad editorial y consistencia.	4. Discusión
RESULTADOS			
Selección de los estudio	16a	Registros iniciales y finales mostrados en diagrama PRISMA.	3. Resultados + Figura PRISMA
	16b	Tabla con código, título, DOI, año, base, citas, cuartil (Anexo).	Anexo 1
Características de los estudios	17	Años, áreas, técnicas IA, innovaciones, beneficios.	3. Resultados
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Evaluación de calidad (SJR y citas); sin RoB formal.	3. Calidad editorial
Resultados de los estudios individuales	19	Resultados por RQ con ejemplos (códigos) y síntesis cualitativa.	3.5–3.7 Resultados por RQ
Resultados de la síntesis	20	Gráficos comparativos y patrones; automatización y optimización dominantes.	3. Gráficos comparativos
Sesgos en la publicación	21	Sesgo de cobertura discutido; sin prueba formal.	4. Discusión (Limitaciones)
Certeza de la evidencia	22	Evidencia consistente en innovación y beneficios; variabilidad en impactos.	4. Discusión
DISCUSIÓN			
Discusión	23a	IA como motor de cambio; beneficios técnicos/económicos; brecha en PyMEs.	4. Discusión inicial
	23b	Escasez de evidencia empírica en PyMEs; falta de datos abiertos; desigualdad regional.	4. Discusión (Limitaciones)
	23c	Ventana 5 años; idiomas EN/ES; exclusión por texto completo; sin RoB formal.	4. Discusión (Proceso)
	23d	Llamado a más estudios en PyMEs ecuatorianas; énfasis en redes autónomas y edge IA.	4. Discusión/Conclusiones
INFORMACIÓN ADICIONAL			
Registro y protocolo	24a	No registrado en PROSPERO/OSF.	Nota metodológica
	24b	Protocolo validado por tutor (Kitchenham+PRISMA).	2. Materiales y Métodos
Financiación	25	Sin financiamiento externo	Agradecimientos
Conflicto de intereses	26	Sin conflictos de interés declarados.	N/A
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Matrices, cadenas y gráficos disponibles en Anexos.	Anexos