

Mantenimiento preventivo y predictivo en centrales telefónicas: revisión teórica

Dirxon Javier Muñoz Pinto*
<https://orcid.org/0009-0005-6996-7353>
dmunoz@ivic.gob.ve
Instituto Venezolano de Investigaciones
Científicas
Mérida, Venezuela

Dirwin Alfonso Muñoz Pinto*
<https://orcid.org/0000-0002-2400-9064>
dirwin.munoz@isfodosu.edu.do
Instituto Superior de Formación Docente
Salomé Ureña
Santiago de los Caballeros, República Dominicana

*Autor de correspondencia: dirwin.munoz@isfodosu.edu.do

Recibido (21/06/2025), Aceptado (03/09/2025)

Resumen. En este estudio se realiza una revisión bibliográfica en la región Latinoamericana bajo el método PRISMA, para analizar estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo aplicadas a centrales telefónicas híbridas. La búsqueda inicial en bases de datos académicas identificó 1034 trabajos, filtrándose a 17 estudios mediante criterios rigurosos. Los resultados destacan que el mantenimiento preventivo, basado en inspecciones programadas, corrige deficiencias de forma anticipada, asegurando la continuidad del servicio y optimizando el rendimiento del sistema. Mientras que, el mantenimiento predictivo, apoyado en el monitoreo en tiempo real y el análisis de datos, identifica anomalías y fallos potenciales antes de que se manifiesten. Este enfoque prolonga la vida útil del equipo y minimiza las intervenciones correctivas, que son costosas y afectan la continuidad operativa. Se concluye que la integración de estas estrategias, son complementarias para garantizar un funcionamiento eficiente, planificar intervenciones en momentos óptimos y favorecer la operación sostenible y rentable de las centrales telefónicas híbridas.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, red telefónica, sistemas híbridos.

Preventive and Predictive Maintenance in Telephone Exchanges: Theoretical Review

Abstract. This study presents a bibliographic review conducted in Latin America using the PRISMA methodology to analyze preventive and predictive maintenance strategies applied to hybrid telephone exchanges. An initial search in academic databases yielded 1,034 records, which were narrowed down to 17 studies through rigorous inclusion criteria. The findings emphasize that preventive maintenance, based on scheduled inspections, addresses deficiencies in advance, ensuring service continuity and enhancing system performance. Predictive maintenance, supported by real-time monitoring and data analysis, identifies anomalies and potential failures before they occur. This approach extends equipment lifespan and reduces the need for corrective interventions, which are typically costly and disruptive. It is concluded that these maintenance strategies are complementary and, when integrated, contribute to efficient operation, optimal planning of interventions, and the sustainable and cost-effective management of hybrid telephone exchange systems.

Keywords: preventive maintenance, predictive maintenance, telephone network, hybrid systems.

I. INTRODUCCIÓN

El teléfono, concebido inicialmente para transmitir voz, ha evolucionado hasta convertirse en una herramienta multifuncional que conecta no sólo personas, sino también ordenadores y sistemas complejos [1]. A lo largo del tiempo, han surgido redes locales, conexiones de datos a larga distancia mediante enlaces satelitales y telefonía móvil, configurando un ecosistema de telecomunicaciones en constante transformación [2]. En este contexto, las centrales telefónicas, tanto locales como remotas, constituyen el núcleo de la infraestructura, actuando como el “centro de control” encargado de establecer y dirigir el flujo de llamadas. Entre ellas, las centrales telefónicas híbridas, que integran funcionalidades analógicas y digitales, permiten la convivencia de la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) y la telefonía por Protocolo de Internet (VoIP) [3], facilitando transiciones tecnológicas graduales y optimizando recursos.

El adecuado funcionamiento de estas centrales depende en gran medida de programas de mantenimiento, siendo el mantenimiento preventivo y el predictivo los pilares esenciales para minimizar el mantenimiento correctivo y garantizar la continuidad del servicio. No obstante, la experiencia práctica en entornos reales, como el Departamento de Telecomunicaciones de la Universidad de Los Andes – Venezuela, evidencia que la ausencia de planes estructurados y automatizados de mantenimiento, sumada a la carencia de capacitación técnica, propicia fallas recurrentes y disminuye la eficiencia operativa.

Diversos estudios coinciden en señalar la importancia de diferenciar las clases de mantenimiento dentro de la gestión logística e industrial [3]. Por ejemplo, Solano y Fuentes describen que, en este ámbito, se reconocen modalidades como el mantenimiento preventivo, orientado a garantizar el adecuado funcionamiento de los activos y a disminuir la probabilidad de fallas [4]-[5]. Asimismo, se consideran el mantenimiento predictivo, programado e integral. A su vez, se contempla el mantenimiento correctivo, el cual se aplica únicamente tras la ocurrencia de una avería y busca restablecer el sistema a un nivel óptimo de desempeño. Esta tipología permite comprender que la efectividad de los procesos depende no solo de la corrección de fallas, sino de la anticipación y planificación que minimicen los riesgos.

En concordancia con Medina [5], al analizar el contexto de la industria petrolera del estado Zulia en Venezuela, se evidenció una tendencia marcada hacia la aplicación del mantenimiento correctivo. Esta situación revela deficiencias en las inspecciones de equipos y un uso limitado de estrategias que permitirían prever fallas con mayor precisión. La escasa implementación del mantenimiento predictivo y la débil presencia del preventivo incrementan la vulnerabilidad operativa, lo cual reduce las posibilidades de diagnóstico temprano y, en consecuencia, compromete la continuidad de la producción.

Guzmán y Aldana [6], resaltan la necesidad de un plan global que permita organizar de manera eficiente cada aspecto relacionado con la infraestructura de telecomunicaciones. Este plan incluye la adecuada disposición del cableado estructurado, el mantenimiento periódico de los armarios y la atención preventiva a los dispositivos de telecomunicaciones, con el propósito de evitar interrupciones o fallos derivados del deterioro del sistema. En esa misma línea, Hernández [7], enfatiza la relevancia de los mantenimientos preventivos y predictivos, incorporando herramientas tecnológicas como la cámara termográfica. Esta facilita la identificación de anomalías térmicas en componentes eléctricos sin necesidad de contacto físico. Esta técnica, al generar termogramas que evidencian puntos calientes y variaciones de temperatura, contribuye significativamente a la planificación del mantenimiento y reduce la probabilidad de fallas inesperadas. Ambas investigaciones coinciden en que la implementación sistemática de estas estrategias incrementa la confiabilidad de los sistemas, ya sea en telecomunicaciones o en otros ámbitos empresariales, subrayando el valor universal del mantenimiento preventivo y predictivo.

De esta manera, el mantenimiento en la ingeniería moderna ha trascendido su función tradicional de simplemente reparar fallos a una visión más preventiva y con proyecciones futuras claras. Hoy en día, el mantenimiento es una disciplina estratégica, esencial para garantizar la disponibilidad, fiabilidad y vida útil de equipos e instalaciones, a la vez que se optimizan los costes de operación a largo plazo [8]. Esta evolución es particularmente crítica en el sector de las telecomunicaciones, donde la continuidad del servicio es un pilar fundamental para la operatividad de las centrales telefónicas.

II. DESARROLLO

A pesar de esta relevancia, existe una brecha notable en la cultura del mantenimiento, especialmente en el ámbito de la educación y en países en desarrollo. Como señala Suarez [9], es común observar una falta de competencias en el manejo y la conservación de equipos informáticos, más allá de su

uso habitual. Esta deficiencia se debe, en gran medida, a la ausencia de programas establecidos de mantenimiento preventivo-correctivo y a un estereotipo cultural que relega estas tareas exclusivamente a especialistas técnicos. Esta situación no solo afecta a los equipos, sino que también limita el desarrollo tecnológico y educativo en general.

La necesidad de implementar planes de mantenimiento rigurosos no se limita únicamente al sector educativo. En la industria de la comunicación, la falta de rutinas de mantenimiento conduce a que los equipos operen en condiciones subóptimas durante períodos prolongados, lo que acorta su vida útil y afecta su rendimiento. Un ejemplo de esto se observa en el trabajo de Barrios [10], quien destaca que muchas empresas que utilizan tableros eléctricos para el arranque de motores no cuentan con programas de mantenimiento. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, como el que él propone, no solo extiende la durabilidad de los equipos, sino que también optimiza su desempeño operativo.

Dentro de este panorama evolutivo, el mantenimiento predictivo ha emergido como una herramienta clave para optimizar la gestión de activos. Esta estrategia, como se destaca en la investigación de Sereviche [11], demuestra que las necesidades técnicas de cada cliente en su subestación eléctrica se lograron suplir mediante la aplicación combinada del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de las subestaciones.

Con el tiempo, la percepción del mantenimiento ha evolucionado de un simple conjunto de acciones correctivas a una ideología estratégica orientada a prolongar la vida útil de los equipos y aumentar su disponibilidad. Este cambio de paradigma, abordado por Bogotá y Galván [12], busca reducir los tiempos de inoperatividad y los costos asociados a fallos imprevistos. En este marco, el mantenimiento preventivo es una pieza central, definiéndose como la ejecución de actividades planificadas periódicamente con el objetivo de optimizar el rendimiento de los equipos y garantizar la continuidad del servicio.

La transición de un modelo de mantenimiento reactivo a uno proactivo no ha sido accidental; es una consecuencia directa de las revoluciones industriales y de las crecientes exigencias de los sistemas productivos. Como detalla Díaz [13], a mediados del siglo XX el mantenimiento se limitaba a intervenciones correctivas que solo se realizaban al detectar una falla. No fue hasta los años setenta que la necesidad de aumentar la vida útil, fiabilidad y disponibilidad de los activos a un costo mínimo impulsó el desarrollo del mantenimiento preventivo. Este conjunto de tareas planificadas no solo contrarresta los fallos de los componentes, sino que también genera una mayor confiabilidad en el uso de las máquinas y contribuye a incrementar los niveles de producción, asegurando su funcionalidad durante su operación.

Para entender cómo se aplican estas estrategias, es fundamental tener claras las definiciones y los objetivos de cada tipo de mantenimiento. Según Rodríguez [14], durante el análisis de criticidad se deben determinar los niveles de prioridad operativa de los equipos (crítico, importante o prescindible) y establecer las tareas de mantenimiento correspondientes, en función del modelo de mantenimiento implementado. Para desarrollar el plan de mantenimiento, se recomienda evitar las listas de tareas muy extensas o detalladas. El exceso de detalle resulta impracticable y convierte el plan en un documento demasiado teórico, lo que compromete su correcta implementación.

Una gestión de mantenimiento efectiva no implica la aplicación universal de una única estrategia. La clave, como sugiere Barahona y Pasantez [15], reside en la adopción de un plan integral que asigne la estrategia de mantenimiento más adecuada (correctiva, preventiva o predictiva) a cada equipo, basándose en la importancia de su función dentro del proceso productivo.

Según Cano et al. [16], para lograr la efectividad del mantenimiento, se requiere la implementación de un sistema informático robusto que permita controlar y mejorar el estado de la flota. Esto debe ir acompañado de la integración de todo el personal (tanto operativo como directivo) mediante la comunicación de los beneficios del plan; además de la implementación de sistemas de gestión, calidad, políticas, objetivos, metas, y una buena planificación de los recursos humanos, técnicos, económicos y administrativos. Sin embargo, la programación de estas actividades requiere un cuidadoso equilibrio: un período de tiempo demasiado largo entre mantenimientos aumenta el riesgo de fallas, mientras que un intervalo excesivamente corto eleva los costos de manera innecesaria.

La implementación de un plan de mantenimiento estructurado va más allá de la teoría; se ha demostrado su eficacia en la mejora tangible de la operatividad y la eficiencia en entornos de alto riesgo. Un caso de estudio relevante es la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de telecomunicaciones de la Alcaldía de Florida, Valle [17]. Este plan no solo extendió la vida útil de dispositivos críticos como routers, switches y servidores, sino que

también mejoró significativamente la confiabilidad de las comunicaciones, optimizando así la prestación de servicios a la comunidad. De manera similar, Trujillo et al. [18] demostraron la necesidad de un plan estratégico de mantenimiento para el sistema de comunicaciones de un hospital, detallando la importancia de establecer objetivos claros, definir la periodicidad de las tareas y contar con manuales de procedimientos y registros de control.

No obstante, la ausencia de un plan adecuado genera consecuencias directas y severas. Tal como indican Álvarez et al. [19], la falta de una programación correcta puede llevar a que equipos importantes carezcan de las protecciones adecuadas, aumentando el riesgo de fallas. Esta problemática subraya la necesidad de que los planes de mantenimiento no solo busquen la eficiencia, sino que también cumplan con los requerimientos regulatorios y garanticen la calidad del servicio al cliente. Para enfrentar estos retos, resulta crucial la capacitación continua del personal técnico y la adopción de nuevas tecnologías, tal como se concluye en un estudio realizado en la zona sur de Perú [20], demostrando que el factor humano y la actualización tecnológica son componentes inseparables de una estrategia de mantenimiento exitosa en el sector de las telecomunicaciones.

Tomando en cuenta la problemática encontrada en el mantenimiento preventivo, se consideró prioritario profundizar en la literatura existente con el fin de identificar, analizar y sintetizar las estrategias, metodologías y experiencias previas relacionadas con el mantenimiento preventivo y predictivo en centrales telefónicas híbridas. Este paso previo resulta fundamental para ofrecer a los lectores una recopilación exhaustiva de trabajos similares, que sirva como referencia técnica y científica para futuras investigaciones.

III. METODOLOGÍA

Para garantizar la rigurosidad y transparencia del proceso, se optó por realizar una revisión sistemática en América Latina, siguiendo la metodología PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Este enfoque permite documentar de manera estructurada las etapas de identificación, selección, evaluación y síntesis de la información, asegurando que las conclusiones se basen en evidencia científica sólida y actualizada. De este modo, el presente artículo no solo expone el panorama de las prácticas de mantenimiento en centrales telefónicas híbridas, sino que también ofrece un marco metodológico replicable para futuras investigaciones en el área.

La estrategia de búsqueda se implementó en el buscador Google Académico y la base de datos académica Redalyc, utilizando ecuaciones bibliográficas diseñadas para abarcar términos clave relacionados con “*mantenimiento preventivo*”, “*mantenimiento predictivo*” y “*centrales telefónicas híbridas*”. En la fase de identificación, se obtuvieron inicialmente 1 034 registros.

Posteriormente, en la etapa de cribado, se eliminaron duplicados y se aplicaron criterios de exclusión como el año de publicación (priorizando los últimos cinco años), idioma (se incluyeron únicamente trabajos en español e inglés) y pertinencia temática (centrada en ingeniería de telecomunicaciones y gestión de mantenimiento).

En la fase de elegibilidad, se revisaron los textos completos para verificar su relevancia y calidad metodológica. Finalmente, en la etapa de inclusión, se seleccionaron 17 estudios que cumplieran con todos los criterios y que sirvieron como base para el análisis comparativo con el presente trabajo.

A. Proceso de selección

Tras la búsqueda inicial, se identificaron 1 034 registros (465 en Google Académico y 569 en REDALYC). En la primera fase de cribado, se eliminaron 520 registros por no pertenecer al área de Ingeniería, quedando 514 estudios para examen detallado. El proceso completo de búsqueda y selección se documentó en un diagrama de flujo, lo que permite visualizar de forma clara la depuración progresiva de los registros y la trazabilidad de las decisiones tomadas en cada etapa, como se muestra en la Figura 1.

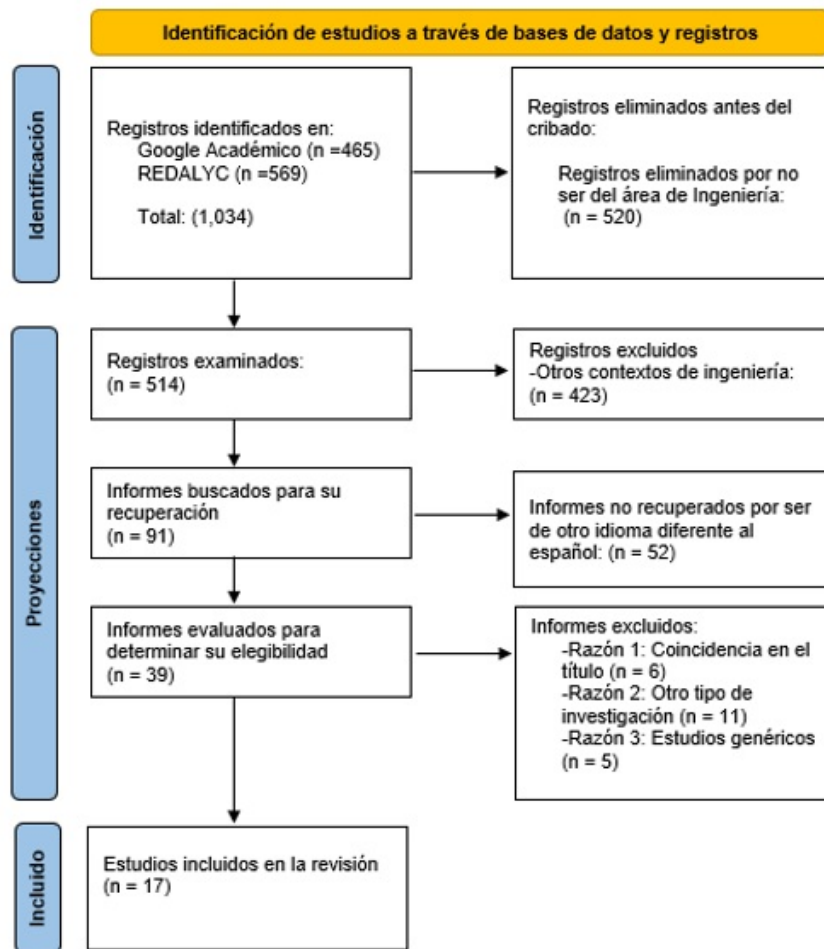


Fig. 1. Diagrama de trazabilidad de documentos.

IV. RESULTADOS

A. Distribución temporal de la revisión

En cuanto a la distribución temporal de los estudios seleccionados, se identificaron un total de 17 trabajos relevantes para los análisis correspondientes a los últimos cuatro años, tal como se presenta en la Figura 2.

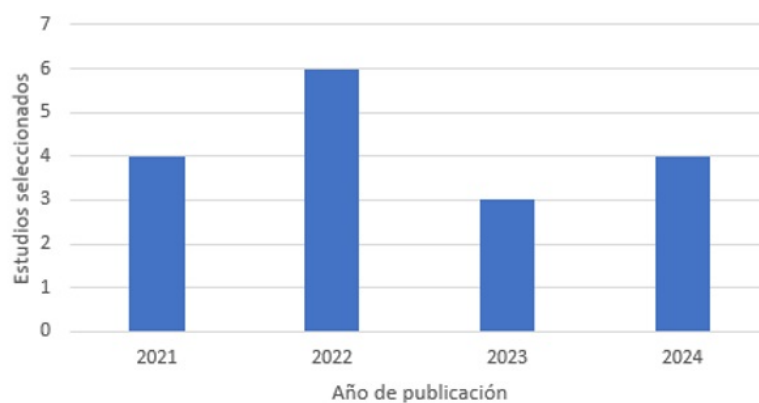


Fig. 2. Distribución de los estudios seleccionados por año.

B. Distribución geográfica

Desde la perspectiva regional, en la Tabla 1 se observa que Colombia y Perú concentran la mayor parte de los estudios, con un 41,17 % y un 29,41 %, respectivamente. Este resultado pone de manifiesto la relevancia que tiene en estos países la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo en empresas del sector de las telecomunicaciones. La aplicación de estos enfoques no solo contribuye a extender la vida útil de las maquinarias, sino que también garantiza la continuidad y eficiencia de los servicios, un aspecto crítico en una industria que demanda alta disponibilidad y confiabilidad en sus operaciones.

Tabla 1. Distribución geográfica de los trabajos bajo estudio

Países	Número de publicaciones	Referencia
Colombia	7	[4], [6], [11], [12], [16], [17], [19]
Ecuador	3	[7], [14], [15]
Guatemala	1	[10]
Perú	5	[8], [9], [13], [18], [20]
Venezuela	1	[5]
Total	17	

C. Caracterización

Una vez expuesta la distribución temporal y geográfica de los estudios considerados, resulta pertinente presentar de manera sistemática la información individual de cada documento. En la Tabla 2 se sintetizan los principales datos bibliográficos y las características más relevantes de los trabajos analizados, lo que permite disponer de un panorama estructurado del corpus bajo estudio y facilita la comprensión del alcance y diversidad de las investigaciones revisadas.

La información presentada en la tabla 2 permite evidenciar cómo, en los últimos años, se ha consolidado una línea de investigación y aplicación práctica centrada en el fortalecimiento del mantenimiento preventivo y predictivo en distintos contextos industriales, educativos y tecnológicos. Los estudios analizados no solo abarcan propuestas técnicas para sectores como telecomunicaciones, instalaciones eléctricas o subestaciones, sino que también destacan la incorporación de herramientas innovadoras como cámaras termográficas y algoritmos de aprendizaje automático para optimizar la detección de fallos y la planificación de intervenciones.

Además, algunos trabajos, como los de Suárez [9] y Ramos [8], abordan dimensiones formativas clave, revelando la necesidad de construir una cultura del mantenimiento desde el ámbito educativo y profesional. La convergencia entre propuestas técnicas, enfoques pedagógicos y aplicaciones inteligentes demuestra que el mantenimiento preventivo no debe considerarse únicamente como una medida de rutina, sino como una estrategia transversal capaz de mejorar la eficiencia operativa, prolongar la vida útil de los equipos y responder a necesidades concretas de cada entorno. En conjunto, estos aportes refuerzan el valor del mantenimiento como un eje estructural en la gestión moderna de activos.

Tabla 2. Descripción de los trabajos que conforman la revisión

Autores	Tipo de trabajo	Año	Aporte principal del estudio
Aldana y Guzmán [6]	Tesis (Tecnólogo)	2021	Proponen un plan global de intervención para cuartos de telecomunicaciones (TR), incluyendo disposición de cableado y mantenimiento estructurado.
Hernández [7]	Tesis (Ingeniero)	2021	Evalúa instalaciones eléctricas con enfoque en eficiencia energética; destaca uso de cámaras termográficas como herramienta para mantenimiento preventivo.
Suárez [9]	Tesis (Maestría)	2021	Propone un programa de mantenimiento preventivo-correctivo en el entorno educativo; identifica debilidades culturales y formativas en la gestión técnica.
Solano y Fuentes [4]	Artículo científico	2021	Estandariza procesos de mantenimiento en telecomunicaciones desde un enfoque logístico, estableciendo categorías claras de mantenimiento.
Álvarez, Lozano y Bravo [19]	Artículo científico	2022	Presentan una metodología predictiva basada en aprendizaje automático para transformadores de distribución, aplicable al monitoreo inteligente.
Barrios [10]	Tesis (Doctorado)	2022	Diseña un plan de mantenimiento preventivo para tableros de arranque, con énfasis en el uso de variadores de frecuencia.
Medina [5]	Artículo científico	2022	Describe el predominio del mantenimiento correctivo en la industria petrolera zuliana y sus impactos negativos; destaca la necesidad de planificación preventiva.
Ramos [8]	Tesis (Ingeniero)	2022	Desarrolla un aplicativo para enseñanza de mantenimiento preventivo, destacando su valor pedagógico en ingeniería de mantenimiento.
Severiche [11]	Tesis (Ingeniero)	2022	Aplica mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a subestaciones eléctricas, demostrando cómo se suplen necesidades técnicas específicas del cliente.

Por otra parte, en la Tabla 3 se muestran otros estudios analizados que ofrecen un importante aporte

a la investigación, observándose que los planes de mantenimiento permiten la mejora significativa de los procesos productivos y evitan la inoperatividad ocasionada por fallas inesperadas.

Tabla 3. Otros estudios analizados

Autores	Tipo de trabajo	Año	Aporte principal del estudio
Trujillo, Chávez, Utrilla [18]	Artículo científico	2022	Desarrollan un plan estratégico de mantenimiento en hospitales, vinculando telecomunicaciones con operatividad y calidad de servicio.
Bogotá, Galván [12]	Tesis (Tecnólogo)	2023	Diseñan un plan preventivo para herramientas en una empresa industrial, reduciendo inoperatividad y mejorando rendimiento operativo.
Díaz [13]	Tesis (Ingeniero)	2023	Emplea distribución de Weibull para desarrollar plan de mantenimiento predictivo y preventivo en cargadores Volvo de uso industrial.
Rodríguez [14]	Tesis (Ingeniero)	2023	Propone un plan de mantenimiento vehicular para empresas de telecomunicaciones, clasificando equipos por niveles de criticidad.
Barahona, Pesántez [15]	Tesis (Ingeniero)	2024	Elaboran plan de mantenimiento en talleres de la industria molinera; ajustan estrategia (correctiva, preventiva o predictiva) a cada equipo según su función.
Cano, Achury, García [16]	Tesis (Tecnólogo)	2024	Integran sistema informático y recursos humanos para la implementación efectiva de un plan de mantenimiento; señalan la importancia de la planificación de recursos.
Díaz [20]	Tesis (Ingeniero)	2024	Muestra cómo la falta de capacitación y actualización tecnológica compromete el mantenimiento en telecomunicaciones; analiza sistemas de microondas y radiofrecuencia.
Riascos [17]	Tesis (Ingeniero)	2024	Implementa un plan de mantenimiento preventivo y correctivo en una alcaldía; mejora confiabilidad de equipos de telecomunicaciones y servicios comunitarios.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, la revisión permitió identificar un total de 17 trabajos relevantes, publicados en los últimos cuatro años, lo que refleja un creciente interés por el estudio del mantenimiento preventivo y predictivo en el sector de las telecomunicaciones.

En términos metodológicos, los trabajos revisados incluyen tanto tesis de grado y posgrado como artículos en revistas indexadas, lo que muestra un esfuerzo académico por abordar el tema desde diferentes niveles de formación e investigación. Este hallazgo refuerza la idea de que el mantenimiento preventivo y predictivo no solo es un asunto técnico, sino también un campo de estudio en expansión que integra enfoques educativos, investigativos y prácticos.

En síntesis, la literatura consultada valida la transición de un mantenimiento reactivo a uno proactivo y estratégico, resaltando la importancia de planes detallados, la monitorización constante de equipos y la continua formación del personal. Sin embargo, a pesar de los avances y de la evidencia de su éxito en otros sectores, existe un vacío de conocimiento en la aplicación específica y la validación de estas estrategias en el contexto de las centrales telefónicas híbridas. Por lo tanto, esta revisión teórica se justifica por la necesidad de analizar y consolidar la literatura gris disponible en el contexto latinoamericano. Su objetivo fue proponer un marco de referencia basado en los esfuerzos regionales para optimizar la fiabilidad y disponibilidad de estos sistemas críticos de telecomunicaciones.

Más allá del análisis técnico de los documentos, esta revisión teórica revela un patrón significativo en la bibliografía regional. La predominancia de tesis en el corpus evidencia una brecha de visibilidad y acceso al conocimiento en el área, ya que estos trabajos, a pesar de su calidad y aporte local, tienen un alcance limitado en comparación con las publicaciones indexadas. Este patrón nos permite diagnosticar que gran parte del conocimiento aplicado en el mantenimiento de sistemas críticos se encuentra estancado en la literatura gris.

Por lo tanto, una dirección para futuras investigaciones debe centrarse en la validación y ampliación del marco de referencia propuesto. Específicamente, sería de gran interés:

1. Explorar la aplicabilidad del marco en distintos contextos de telecomunicaciones en la región.
2. Desarrollar herramientas automatizadas que permitan la gestión de tareas de mantenimiento basadas en los principios teóricos consolidados en esta revisión.
3. Realizar estudios comparativos que contrasten la eficacia del marco propuesto con los estándares internacionales de mantenimiento predictivo, evaluando su desempeño en infraestructuras latinoamericanas.

Además, debe promoverse la capacitación necesaria para que los trabajos industriales tengan un alcance en las publicaciones científicas y se puedan destacar los trabajos de tan alta relevancia que suelen surgir en el sector industrial, de manera que se extienda la visión de tesis a un sentido más propio de la investigación científica.

REFERENCIAS

- [1] A. A. Huurdeman, *The worldwide history of telecommunications*. John Wiley & Sons, 2003.
- [2] J. M. Barceló, J. Iñigo, R. Martí, E. Peig, and X. Perramon, *Redes de Computadoras*, 1st ed. Barcelona: Eureka Media SL, 2004.
- [3] V. E. Álvarez and C. I. Ortega, "Vao ip la revolución de las redes telefónicas," Tesis Ingeniero, Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar, 2003. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12585/1529>
- [4] M. M. Solano and E. A. Fuentes, "Estandarizar el proceso de mantenimiento del área de logística en dico telecomunicaciones s. a. para las actividades que necesitan control y trazabilidad," *Revista de Ingenierías Interfaces*, vol. 4, no. 2, pp. 1–15, 2021. [Online]. Available: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/interfaces/article/view/8620>
- [5] R. Medina, "Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros," *Revista Enfoques*, vol. 6, no. 21, pp. 37–49, 2022.

- [6] I. A. Guzmán and L. K. Aldana, "Plan global de intervención para los cuartos de telecomunicaciones (tr) de la red de datos udnet," Tesis Tecnólogo, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2021. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11349/27916>
- [7] K. D. Hernández, "Diagnóstico y evaluación de las instalaciones eléctricas en la empresa de servicios en tecnología y telecomunicaciones woden ecuador sa con criterios de eficiencia energética," Tesis Ingeniero, Escuela Politécnica Nacional, 2021, facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21616>
- [8] J. G. Ramos, "Diseño de un aplicativo de mantenimiento preventivo para un aprendizaje activo en el curso ingeniería de mantenimiento de la fime – unprg," Tesis Ingeniero, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2022, facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10891>
- [9] S. Suarez, "Programa de mantenimiento preventivo – correctivo para la calidad de servicio de los equipos informáticos en maestría de la une sede comas – 2018," Tesis Maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/5430>
- [10] J. D. Barrios, "Diseño de investigación para un plan de mantenimiento preventivo para tableros de arranque de motores eléctricos con variador de frecuencia," Ph.D. dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2022. [Online]. Available: <https://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
- [11] A. I. Sereviche, "Mantenimiento a subestaciones eléctricas de los grandes clientes de epm ejecutado por la empresa enetel sas," Tesis Ingeniero, Universidad de Antioquia, 2022. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/10495/26170>
- [12] M. C. Bogotá and A. F. Galván, "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y herramientas en dimancol group sas," Tesis Tecnólogo, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2023. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11349/35189>
- [13] A. A. Díaz, "Propuesta de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo mediante la distribución de weibull a cargadores volvo 160f de la empresa agroindustrial laredo s.a.a," Tesis Ingeniero, Universidad Nacional de Trujillo, 2023, facultad de Ingeniería. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.14414/18755>
- [14] G. A. Rodríguez, "Diseño de un plan de mantenimiento de la flota vehicular para una empresa de servicio de telecomunicaciones," Tesis Ingeniero, Universidad Tecnológica Indoamérica, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/5546>
- [15] A. C. Barahona and L. E. Pasantez, "Elaboración de un plan de mantenimiento en el área de talleres de la industria molinera," Tesis Ingeniero, Universidad Politécnica Salesiana, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28974>
- [16] J. E. Cano, J. A. García, and M. A. Achury, "Propuesta sobre plan de mantenimiento para la empresa comfica," Tesis Tecnólogo, Universidad ECCI, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/4243>
- [17] J. J. Riascos, "Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para reducir las continuas fallas que presentan los equipos de telecomunicaciones y equipos de medición eléctrica de la alcaldía municipal de florida," Tesis Ingeniero, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2024. [Online]. Available: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65564>

- [18] G. Trujillo, W. Chávez, and D. Utrilla, "Implementación de un plan estratégico de mantenimiento del sistema de telecomunicaciones y su relación con la operatividad de un hospital regional," *Revista Industrial Data*, vol. 25, no. 1, pp. 37–50, 2022.
- [19] L. Álvarez, C. Lozano, and D. Bravo, "Metodología para el mantenimiento predictivo de transformadores de distribución basada en aprendizaje automático," *Revista Ingeniería*, vol. 27, no. 3, 2022.
- [20] L. H. Díaz, "Servicio de operación y mantenimiento de sistemas de radio frecuencia y microondas para telefonía celular del operador entel Perú s.a.," Tesis Ingeniero, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2024. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12918/9191>

AUTORES



Dirxon Javier Muñoz Pinto es ingeniero en Desarrollo Electrónico y Magíster Scientiae en Gestión para la Creación Intelectual. Se desempeña como Técnico de Equipos de Telecomunicaciones en la Dirección de Telecomunicaciones y Servicios (DTES) de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, y como investigador en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).



Dirwin Alfonso Muñoz Pinto es Licenciado en Matemáticas, Magíster Scientiarum en Matemáticas y Doctor en Ciencias mención Matemáticas. Especialista en Análisis Funcional, con énfasis en Teoría de Operadores y Matemática Educativa. Se desempeña como docente investigador de pregrado y posgrado en el Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña, República Dominicana.