ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS

"CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI"



"Empleo de redes inalámbricas MESH como alternativa tecnológica para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú, 2026"

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de

Licenciado en Ciencias Militares con Mención en Ingeniería

Autor

Carlos Alfredo Flor Moreno

Código ORCID

0009-0002-5267-6910

Lima – Perú

2026

4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

4%	Fuentes de Internet
0%	Publicaciones
2%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por brindarme fortaleza, sabiduría y perseverancia para afrontar los desafíos que se han presentado a lo largo de mi vida personal y profesional.

A mi familia, por su comprensión, apoyo incondicional y por ser una fuente permanente de motivación para continuar superándome y alcanzar las metas que me he propuesto.

De igual manera, a mis padres, por los valores y principios que me inculcaron, los cuales han orientado mis decisiones y fortalecido mi compromiso con el deber, la responsabilidad y el servicio a la patria.

Finalmente, dedico este esfuerzo a quienes han compartido conmigo la vocación militar y el interés por el desarrollo tecnológico, convencido de que la preparación profesional, la innovación y el conocimiento contribuyen al fortalecimiento de las capacidades del Ejército del Perú.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército, por brindarme el espacio profesional y las condiciones necesarias para el desarrollo del presente trabajo.

Adicionalmente, agradezco a mis instructores que, con su orientación, experiencia y apoyo, contribuyeron al fortalecimiento de mis capacidades profesionales y al logro de los objetivos planteados.

De igual manera, reconozco a todas aquellas personas que, directa o indirectamente, aportaron en mi formación y en la culminación de este trabajo.

Índice

Carátula…..... i

Dedicatoria……..... ii

Agradecimiento..... iii

Índice……..... iv

Resumen……..... vi

Introducción……..... viii

Capítulo I: Información General 10

1.1 Descripción de la dependencia o unidad 10

1.2 Tipo de actividad que desarrolló……..... 11

1.3 Lugar y fecha……... 13

1.4 Función……..... 15

1.5 Visión..... 16

1.6 Funciones del puesto que ocupó..... 17

1.7 Relación de la experiencia profesional con el problema Identificado..... 19

Capítulo II: Marco Teórico..... 22

2.1 Antecedentes……..... 22

2.2 Antecedentes internacionales..... 24

2.3 Antecedentes nacionales..... 30

2.4 Bases teóricas..... 39

2.5 Términos básicos..... 53

Capítulo III: Desarrollo del tema..... 60

3.1 Campo de aplicación..... 60

3.2 Tipo de aplicación..... 62

3.3 Diagnóstico..... 63

3.4 Propuesta de innovación..... 66

3.5 Objetivo de la propuesta..... 80

3.6 Descripción simple de la propuesta..... 81

Conclusiones..... 84

Recomendaciones..... 86

Referencias bibliográficas..... 89

Anexos..... 91

(1) Informe profesional

(2) Tabla 1. Matriz de evaluación técnico-documental de redes inalámbricas MESH (instrumento propuesto)

Resumen

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional, titulado Empleo de redes inalámbricas MESH como alternativa tecnológica para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú, 2026, tiene como finalidad desarrollar una propuesta de innovación tecnológica que permita evaluar las posibilidades de utilizar redes inalámbricas MESH como complemento de los sistemas de comunicaciones militares existentes. Su elaboración toma como referencia la experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno, adquirida durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE). A partir de esta experiencia, surge el interés por estudiar alternativas tecnológicas que puedan contribuir a mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los servicios de comunicación, considerando la importancia de mantener el intercambio oportuno de información entre los diferentes elementos de la organización militar.

Para desarrollar el trabajo, se adoptó un enfoque técnico, descriptivo y propositivo, basado en la revisión documental de investigaciones científicas nacionales e internacionales publicadas entre 2021 y 2026. El análisis permitió reconocer que las redes MESH ofrecen posibilidades de conectividad distribuida mediante dispositivos interconectados que pueden transmitir información a través de enlaces sucesivos. Sin embargo, también se identificó que su funcionamiento depende de diferentes factores, como los mecanismos de encaminamiento, la estabilidad de los enlaces, la compatibilidad entre sistemas, la seguridad de la información y los recursos necesarios para mantener la tecnología en funcionamiento. Sobre esta base, se desarrolló un diagnóstico técnico-conceptual orientado a identificar los aspectos que deberían considerarse al evaluar esta arquitectura, sin asumir la existencia de deficiencias no comprobadas en los sistemas de comunicaciones del Ejército del Perú.

Como resultado del análisis, se formuló una propuesta de innovación cuyo principal aporte consiste en una matriz de evaluación tecnológica organizada en seis dimensiones: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad,

seguridad y sostenibilidad. Este instrumento permite ordenar la información técnica disponible, reconocer las ventajas y limitaciones de las redes MESH y establecer criterios generales para valorar su posible aplicación institucional. Igualmente, se planteó un procedimiento de evaluación documental que comprende la identificación de necesidades tecnológicas, el estudio de las características de la red, el análisis de los criterios establecidos y la formulación de recomendaciones que puedan orientar investigaciones posteriores.

El trabajo permite concluir que las redes inalámbricas MESH representan una alternativa que merece ser estudiada por sus posibilidades de complementar determinados servicios de comunicaciones militares. No obstante, su contribución efectiva a la continuidad de estos servicios deberá comprobarse mediante evaluaciones técnicas específicas, desarrolladas bajo condiciones adecuadas y con las autorizaciones institucionales correspondientes. En ese sentido, la propuesta constituye un aporte técnico-profesional que busca proporcionar fundamentos para futuras decisiones de modernización, sin atribuir resultados operacionales que todavía no han sido demostrados ni plantear la incorporación inmediata de esta tecnología en el Ejército del Perú.

Palabras clave: redes inalámbricas MESH, comunicaciones militares, continuidad de las comunicaciones, conectividad distribuida, interoperabilidad, innovación tecnológica.

Introducción

Las comunicaciones militares desempeñan un papel esencial en el funcionamiento del Ejército del Perú, debido a que permiten mantener el intercambio oportuno de información y facilitan la coordinación entre los diferentes órganos, dependencias y unidades de la institución. Frente a los constantes avances tecnológicos, resulta importante estudiar nuevas alternativas que permitan complementar los medios de comunicación existentes y contribuir al fortalecimiento de la continuidad, confiabilidad y seguridad de los servicios institucionales.

En este escenario, las redes inalámbricas MESH representan una alternativa tecnológica de interés por las características de su arquitectura distribuida. Estas redes permiten establecer conexiones entre diferentes dispositivos mediante enlaces directos o a través de nodos intermedios, sin depender necesariamente de un único punto central de comunicación. Esta capacidad ofrece posibilidades para diversificar las rutas de transmisión de información y complementar determinadas infraestructuras. Sin embargo, su eventual utilización requiere evaluar aspectos relacionados con la compatibilidad entre sistemas, la estabilidad de los enlaces, la seguridad de la información y las condiciones necesarias para mantener su funcionamiento.

A partir de estas consideraciones, el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, titulado Empleo de redes inalámbricas MESH como alternativa tecnológica para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú, 2026, tiene como punto de partida la experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno, particularmente durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE). Las responsabilidades vinculadas con el planeamiento, la coordinación y la supervisión de los sistemas de telemática constituyen el referente profesional que sustenta el interés por examinar nuevas soluciones tecnológicas aplicables al ámbito de las comunicaciones militares.

En ese sentido, el trabajo tiene como propósito formular una propuesta de innovación tecnológica que permita analizar las posibilidades y limitaciones de las redes inalámbricas MESH mediante seis dimensiones fundamentales: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica. Para ello, se relaciona la experiencia profesional del autor con la revisión de investigaciones científicas y fundamentos técnicos, a partir de los cuales se desarrolla una matriz de evaluación destinada a organizar los criterios necesarios para examinar la posible viabilidad de esta arquitectura.

La propuesta busca proporcionar a la DITELE una herramienta de referencia que pueda contribuir a futuras evaluaciones sobre el empleo de redes inalámbricas MESH como solución de apoyo de comunicaciones. Su alcance es técnico-documental y propositivo, por lo que no comprende la implementación de esta tecnología en instalaciones militares ni la realización de pruebas operacionales. En consecuencia, el aporte del trabajo consiste en establecer fundamentos y criterios de evaluación que permitan orientar posteriores estudios de viabilidad, sin atribuir beneficios que todavía no han sido comprobados en los sistemas de comunicaciones del Ejército del Perú.

Capítulo I: Información General

1.1 Descripción de la dependencia o unidad

La Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE) es una dependencia de carácter técnico-normativo que forma parte del Estado Mayor General del Ejército del Perú. Su sede se encuentra en el Cuartel General del Ejército, ubicado en el distrito de San Borja, Lima. Entre sus principales responsabilidades se encuentran el planeamiento, la coordinación, la supervisión y la evaluación de los sistemas institucionales de telemática y estadística. También brinda asesoramiento especializado en asuntos relacionados con las telecomunicaciones y la informática, de acuerdo con las funciones y competencias establecidas en la normativa que regula su funcionamiento (Ministerio de Defensa, 2025).

En el campo de las telecomunicaciones, la DITELE cumple una función importante en la gestión de los sistemas que facilitan el intercambio de información entre los diferentes órganos, dependencias y unidades del Ejército. Su labor está relacionada con el planeamiento y la supervisión de los recursos tecnológicos, procurando que estos respondan a las necesidades institucionales. En ese sentido, resulta fundamental considerar aspectos como la confiabilidad de los enlaces, la seguridad de la información y la interoperabilidad entre los sistemas, debido a que estas condiciones contribuyen al funcionamiento de los servicios de comunicaciones y al desarrollo de las actividades de la institución.

Por otra parte, los avances tecnológicos y las nuevas necesidades de conectividad hacen conveniente estudiar alternativas que permitan complementar los medios de comunicaciones actualmente disponibles. Entre estas opciones se encuentran las redes inalámbricas MESH, cuya arquitectura distribuida permite establecer conexiones entre diferentes dispositivos mediante enlaces directos o a través de nodos intermedios. Estas características ofrecen posibilidades de aplicación que merecen ser evaluadas, especialmente por su relación con la continuidad de los servicios de comunicación. Sin embargo, su eventual utilización en el

Ejército requiere analizar previamente su compatibilidad con los sistemas existentes, las condiciones de seguridad, la confiabilidad de las conexiones y los recursos necesarios para mantener su funcionamiento.

Bajo este enfoque, la experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno, durante su desempeño como Subdirector de la DITELE, constituye el punto de partida del presente Trabajo de Suficiencia Profesional. Las responsabilidades asumidas en el planeamiento, la coordinación y la supervisión de los sistemas de telemática le permitieron conocer aspectos relacionados con la gestión de las comunicaciones institucionales y reconocer la importancia de evaluar nuevas soluciones tecnológicas. A partir de esta experiencia, surge el interés por estudiar las redes inalámbricas MESH como una alternativa que podría complementar los medios existentes y contribuir al fortalecimiento de la continuidad de las comunicaciones militares.

La elección de la DITELE como ámbito institucional de referencia responde a su vinculación directa con la gestión de las telecomunicaciones y los procesos de modernización tecnológica del Ejército del Perú. Desde esta perspectiva, el trabajo busca relacionar la experiencia profesional adquirida en esta dependencia con el análisis de una arquitectura inalámbrica distribuida que presenta posibilidades de aplicación en el campo de las comunicaciones. Su propósito no es plantear una implementación inmediata, sino proporcionar fundamentos técnicos que permitan valorar la viabilidad de las redes MESH como una solución complementaria, considerando las necesidades institucionales y las condiciones que deberían verificarse antes de recomendar su eventual incorporación.

1.2 Tipo de actividad que desarrolló

Durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE), el Coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno asumió responsabilidades técnicas y de gestión

institucional, principalmente relacionadas con el planeamiento, la coordinación y la supervisión de los sistemas de telecomunicaciones del Ejército del Perú. Su labor estuvo orientada a contribuir al funcionamiento de los medios tecnológicos utilizados por la institución, así como al desarrollo de iniciativas destinadas a fortalecer los servicios de comunicaciones y responder a las necesidades de los diferentes niveles de la organización militar.

En el ejercicio de sus funciones, participó en actividades vinculadas con la identificación de necesidades tecnológicas, el seguimiento de iniciativas de modernización y el análisis de alternativas destinadas a mejorar las condiciones de conectividad. De igual manera, desarrolló labores de coordinación técnica relacionadas con la disponibilidad, confiabilidad e interoperabilidad de los sistemas de comunicaciones. Estas responsabilidades le permitieron conocer la importancia de contar con servicios que faciliten el intercambio oportuno de información y contribuyan a mantener la coordinación entre los diferentes órganos, dependencias y unidades del Ejército.

A partir de esta experiencia, adquirió una visión más amplia sobre los factores que intervienen en la gestión de las comunicaciones militares. En particular, pudo reconocer que la continuidad de los servicios no depende solamente de disponer de equipos adecuados, sino también de la forma en que se organizan las redes, la compatibilidad entre los sistemas y los recursos necesarios para conservar su funcionamiento. Esta perspectiva resulta importante para comprender que la modernización tecnológica debe considerar tanto las capacidades de los medios existentes como las posibilidades de incorporar soluciones complementarias que respondan a las necesidades institucionales.

En este marco, el estudio de las redes inalámbricas MESH guarda relación con los conocimientos y la experiencia adquiridos por el autor en el campo de la telemática militar. Esta tecnología ofrece la posibilidad de establecer conexiones entre diferentes dispositivos mediante una

arquitectura distribuida, en la que determinados nodos pueden participar en la retransmisión de información a través de enlaces sucesivos. Sus características permiten examinar alternativas de conectividad que, bajo ciertas condiciones, podrían reducir la dependencia de algunos componentes centrales de la infraestructura. Sin embargo, antes de considerar su posible utilización, resulta necesario evaluar aspectos como la compatibilidad con los sistemas existentes, la seguridad de la información, la confiabilidad de los enlaces y los recursos requeridos para su administración y mantenimiento.

La experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno en la DITELE constituye el punto de partida del presente Trabajo de Suficiencia Profesional, orientado a formular una propuesta de empleo de redes inalámbricas MESH para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú. El aporte del trabajo radica en aprovechar los conocimientos adquiridos durante el ejercicio de responsabilidades de planeamiento, coordinación y supervisión de las telecomunicaciones para examinar una alternativa tecnológica que podría complementar los medios institucionales. De esta manera, se busca proporcionar criterios técnicos que permitan valorar sus posibilidades de aplicación, sin asumir que esta tecnología haya sido implementada en el Ejército ni atribuirle beneficios operacionales que todavía requieren comprobación.

1.3 Lugar y fecha

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional tiene como referencia la experiencia adquirida en la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE), dependencia que funciona en las instalaciones del Cuartel General del Ejército, ubicado en el distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima, Perú. Este ámbito institucional constituye el punto de partida para abordar el estudio, debido a su vinculación con el planeamiento, la gestión y la supervisión de los sistemas de telemática del Ejército.

Adicionalmente, el trabajo se desarrolla en el año 2026 y toma como base las actividades profesionales realizadas por el Coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno durante su desempeño como subdirector de la DITELE. La experiencia adquirida en este cargo permite relacionar los conocimientos técnicos y de gestión institucional con la necesidad de estudiar alternativas que contribuyan a la modernización de los sistemas de comunicaciones militares. Desde esta perspectiva, se busca examinar soluciones tecnológicas que puedan complementar los medios existentes y ofrecer mayores posibilidades para mantener la disponibilidad sostenida de las comunicaciones.

En este marco, el estudio se centra en las redes inalámbricas MESH, una tecnología que permite establecer conexiones entre diferentes dispositivos mediante una arquitectura distribuida. Esta característica ofrece posibilidades de conectividad a través de rutas alternativas para el intercambio de información, especialmente cuando determinadas condiciones dificultan el funcionamiento de los medios convencionales. Sin embargo, su posible empleo en el ámbito militar requiere conocer sus características, identificar sus limitaciones y evaluar las condiciones técnicas, organizacionales y de seguridad necesarias para considerar su incorporación a los sistemas institucionales.

Por ello, la delimitación espacial del trabajo se circunscribe a la DITELE como dependencia en la que se desarrolló la experiencia profesional que sustenta el estudio, mientras que la delimitación temporal corresponde al año 2026, período de referencia para la formulación de la propuesta. Aunque el análisis está orientado al ámbito de las comunicaciones militares del Ejército del Perú, su alcance es técnico y propositivo, por lo que no comprende la implementación ni la evaluación operacional de redes MESH durante dicho período. De esta manera, se establece un marco de estudio que permite relacionar la experiencia profesional del autor con el análisis de una alternativa tecnológica cuyo posible empleo deberá ser objeto de evaluaciones posteriores.

1.4 Función

La Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE) es una dependencia de carácter técnico-normativo que tiene a su cargo el planeamiento estratégico de los sistemas de telemática y estadística del Ejército del Perú, así como la supervisión y evaluación de los resultados relacionados con su funcionamiento. De acuerdo con lo establecido en el Decreto Supremo N.° 005-2025-DE, sus responsabilidades también comprenden la elaboración de propuestas normativas, el asesoramiento especializado y el desarrollo de actividades vinculadas con las telecomunicaciones, la informática y la estadística. Estas funciones permiten orientar la gestión de los recursos tecnológicos de acuerdo con las necesidades y objetivos de la institución (Ministerio de Defensa, 2025).

En el campo de las comunicaciones militares, la DITELE desempeña una labor importante en el planeamiento, la organización, la dirección, la coordinación y la supervisión de los subsistemas de telecomunicaciones del Ejército. Su participación busca contribuir al funcionamiento articulado de estos sistemas y al establecimiento de criterios técnicos que faciliten su gestión en los diferentes niveles de la organización militar. Para ello, resulta necesario considerar aspectos como la disponibilidad de los servicios, la confiabilidad de los enlaces, la interoperabilidad entre tecnologías y la seguridad de la información, debido a su importancia para mantener el intercambio oportuno de información institucional.

Igualmente, las responsabilidades técnico-normativas de la DITELE proporcionan un marco para examinar nuevas soluciones tecnológicas que puedan complementar los sistemas de comunicaciones existentes. Entre estas alternativas se encuentran las redes inalámbricas MESH, cuya arquitectura distribuida permite establecer conexiones entre diferentes dispositivos mediante enlaces directos o a través de nodos intermedios. Esta característica ofrece posibilidades de conectividad que merecen ser estudiadas, especialmente por su relación con la continuidad de los servicios de comunicación. Sin embargo, su eventual aplicación requiere evaluar previamente las condiciones de

funcionamiento, compatibilidad, seguridad y sostenibilidad que permitan determinar su conveniencia para la institución.

En consecuencia, la relación entre las funciones de la DITELE y el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se encuentra en la importancia de evaluar alternativas tecnológicas que respondan a las necesidades de las comunicaciones militares. Desde esta perspectiva, la propuesta de empleo de redes inalámbricas MESH busca establecer criterios técnicos que permitan conocer sus posibilidades de aplicación como complemento de los medios actualmente disponibles en el Ejército del Perú. Su propósito no es recomendar una implementación inmediata, sino proporcionar fundamentos para futuras evaluaciones que permitan determinar si esta tecnología podría contribuir al fortalecimiento de la continuidad de las comunicaciones, respetando las competencias y los procedimientos institucionales establecidos para su análisis y aprobación.

1.5 Visión

La visión propuesta para la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE) es consolidarse como una dependencia técnico-normativa que contribuya de manera permanente al desarrollo y modernización de los sistemas de telecomunicaciones, informática y estadística del Ejército del Perú. Esta proyección busca fortalecer su participación en la gestión tecnológica institucional, promoviendo el estudio y la evaluación de soluciones que respondan a las necesidades de la organización militar y contribuyan al desarrollo progresivo de sus capacidades.

En este sentido, se plantea una gestión orientada a fortalecer la continuidad, confiabilidad, interoperabilidad y seguridad de los servicios de comunicaciones del Ejército. Para alcanzar este propósito, resulta importante impulsar el planeamiento estratégico, la actualización tecnológica y el aprovechamiento adecuado de los recursos disponibles, procurando que las iniciativas de modernización respondan a requerimientos institucionales previamente identificados y se sustenten en criterios técnicos verificables.

Esta visión también considera la importancia de mantenerse al tanto de los avances en el campo de las telecomunicaciones y examinar nuevas alternativas que puedan complementar los medios existentes. Entre ellas se encuentran las redes inalámbricas MESH, cuya arquitectura distribuida ofrece diferentes posibilidades para establecer conexiones e intercambiar información. Sin embargo, su eventual incorporación deberá responder a evaluaciones que permitan conocer sus ventajas y limitaciones, así como determinar su compatibilidad con los sistemas institucionales, las condiciones de seguridad y los recursos necesarios para mantener su funcionamiento.

La visión planteada guarda relación con el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, debido a que ambos comparten el interés por promover una gestión tecnológica orientada al fortalecimiento de las comunicaciones militares del Ejército del Perú. Desde esta perspectiva, el estudio de las redes inalámbricas MESH constituye una oportunidad para relacionar la experiencia profesional adquirida en la DITELE con el análisis de nuevas soluciones de conectividad. De esta manera, se busca contribuir a que las futuras decisiones de modernización se fundamenten en evaluaciones técnicas e institucionales, priorizando la continuidad de los servicios y el desarrollo sostenible de las capacidades de comunicaciones del Ejército.

1.6 Funciones del puesto que ocupó

Durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE), el Coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno asumió responsabilidades relacionadas con el planeamiento, la coordinación, el asesoramiento y la supervisión de las actividades correspondientes al Sistema de Telemática del Ejército del Perú. Su labor estuvo vinculada con la gestión de las telecomunicaciones institucionales, así como con el análisis y seguimiento de iniciativas destinadas a fortalecer los servicios de comunicación y promover su modernización tecnológica.

En este sentido, las funciones desarrolladas durante el ejercicio del cargo

le permitieron participar en los procesos de gestión tecnológica, conocer las necesidades de comunicaciones de la institución y contribuir a la evaluación de alternativas orientadas al mejoramiento de los sistemas existentes. Entre las principales responsabilidades vinculadas con su desempeño profesional se encuentran las siguientes:

1.6.1. Planeamiento estratégico del Sistema de Telemática del Ejército. Participar en las actividades de planeamiento estratégico relacionadas con el desarrollo del Sistema de Telemática del Ejército, contribuyendo a identificar las necesidades tecnológicas, establecer prioridades y orientar las acciones destinadas al fortalecimiento de los servicios de telecomunicaciones e informática, de acuerdo con los objetivos y requerimientos institucionales.

1.6.2. Coordinación de normas y procedimientos técnicos. Coordinar las actividades relacionadas con la formulación, revisión y actualización de normas, directivas y procedimientos técnicos aplicables a los sistemas de comunicaciones del Ejército. Esta función estuvo orientada a contribuir al establecimiento de criterios comunes que facilitaran la gestión y el funcionamiento articulado de los recursos tecnológicos institucionales.

1.6.3. Supervisión de actividades, programas y proyectos tecnológicos. Participar en la supervisión y seguimiento de las actividades, programas y proyectos relacionados con el desarrollo de los sistemas de telemática institucional. Esta responsabilidad comprendió verificar el avance de las acciones programadas, reconocer necesidades de mejora y contribuir al cumplimiento de los objetivos vinculados con el fortalecimiento de las comunicaciones del Ejército.

1.6.4. Asesoramiento en modernización tecnológica. Brindar asesoramiento técnico durante el análisis de alternativas destinadas a modernizar los sistemas de telecomunicaciones e informática. Para ello, se consideraron aspectos relacionados con la disponibilidad de los servicios, la confiabilidad de los enlaces, la interoperabilidad entre tecnologías y la seguridad de la información, procurando que las soluciones examinadas respondieran a las necesidades institucionales.

1.6.5. Coordinación de requerimientos tecnológicos. Desarrollar actividades de coordinación con las dependencias y órganos especializados del Ejército para identificar necesidades tecnológicas y examinar iniciativas orientadas al mejoramiento de los servicios de comunicaciones. Esta labor permitió relacionar los requerimientos de los diferentes elementos de la organización militar con las acciones de planeamiento y gestión de los sistemas de telemática.

1.6.6. Evaluación de resultados y propuestas de mejora. Participar en el seguimiento y evaluación de los resultados relacionados con el funcionamiento y desarrollo de los sistemas de telemática institucional. Esta función comprendió identificar aspectos que requerían atención y contribuir a la formulación de propuestas destinadas a mejorar la gestión tecnológica, considerando las condiciones necesarias para mantener la operatividad y sostenibilidad de los servicios.

La experiencia adquirida por el Coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno durante el ejercicio de estas funciones constituye el sustento profesional del presente Trabajo de Suficiencia Profesional. Su participación en actividades de planeamiento, coordinación y supervisión de las telecomunicaciones le proporcionó conocimientos sobre los factores técnicos y organizacionales que intervienen en la gestión de los sistemas de comunicaciones militares. A partir de esta experiencia, se plantea el estudio de las redes inalámbricas MESH como una alternativa tecnológica que podría complementar los medios existentes y contribuir al fortalecimiento de la continuidad del servicio de comunicaciones del Ejército del Perú. La propuesta busca establecer criterios técnicos para evaluar sus posibilidades de aplicación, sin asumir una implementación institucional ni resultados operacionales que todavía requieren comprobación.

1.7 Relación de la experiencia profesional con el problema identificado

La experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno, especialmente durante su desempeño como Subdirector

de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE), constituye el punto de partida para abordar la importancia de fortalecer la disponibilidad sostenida de las comunicaciones militares del Ejército del Perú. Las responsabilidades asumidas en el planeamiento, la coordinación y la supervisión de los sistemas de telemática le permitieron conocer los diferentes aspectos que intervienen en la gestión de las telecomunicaciones institucionales, así como comprender la necesidad de contar con medios de comunicación confiables, seguros e interoperables, capaces de responder a los requerimientos de la organización militar.

En el ejercicio de estas funciones, resulta fundamental reconocer que la continuidad de las comunicaciones no depende únicamente de disponer de equipos tecnológicos adecuados. También intervienen factores como la arquitectura de las redes, la estabilidad de los enlaces, la compatibilidad entre los sistemas y la capacidad para mantener o recuperar los servicios cuando se presentan interrupciones. Esta realidad plantea la conveniencia de estudiar alternativas que puedan complementar los medios de comunicación existentes y ampliar las posibilidades de conectividad. Sin embargo, ello no significa que los sistemas utilizados actualmente por el Ejército presenten deficiencias generalizadas, sino que responde a la importancia de evaluar nuevas soluciones como parte de los procesos de modernización tecnológica.

Desde esta perspectiva, las redes inalámbricas MESH constituyen una alternativa que merece ser estudiada por las características de su arquitectura distribuida. Estas redes permiten establecer conexiones entre diferentes dispositivos mediante enlaces directos o a través de nodos intermedios, ofreciendo distintas posibilidades para el intercambio de información. Al respecto, Wong et al. (2024) explican que las arquitecturas de múltiples saltos presentan oportunidades de conectividad, aunque su funcionamiento se encuentra condicionado por los mecanismos de encaminamiento, la administración de los recursos y la seguridad de las comunicaciones. Por esta razón, su posible utilización en el ámbito militar requiere un análisis que permita conocer sus ventajas, identificar sus limitaciones y determinar las condiciones técnicas necesarias para una eventual aplicación institucional.

En relación con la problemática identificada, la experiencia adquirida por el coronel Flor Moreno en la DITELE proporciona una base profesional para examinar nuevas tecnologías desde una visión que integra los aspectos técnicos con las necesidades de gestión institucional. Las actividades vinculadas con el planeamiento y la supervisión de los sistemas de telemática permiten comprender que cualquier iniciativa de modernización debe considerar no solamente las prestaciones de una solución, sino también su confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad. Estos criterios resultan relevantes al evaluar tecnologías que podrían contribuir a mantener la continuidad de los servicios de comunicaciones militares.

Durante mi desempeño como Subdirector de la DITELE participé en labores de planeamiento, coordinación y supervisión de los sistemas de telemática. Esta experiencia me llevó a considerar que, al estudiar una nueva tecnología, no basta con describir sus prestaciones: es necesario contrastar las evidencias disponibles con las exigencias de compatibilidad, seguridad y mantenimiento institucional. De esa reflexión surge la propuesta de ordenar el análisis de las redes MESH mediante criterios técnicos explícitos. Esta apreciación se refiere a mi experiencia de gestión y no implica haber constatado fallas generalizadas ni haber realizado pruebas con dicha tecnología.

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional recoge los conocimientos y la experiencia adquiridos durante el ejercicio de estas responsabilidades y los relaciona con una propuesta de innovación tecnológica orientada al estudio de las redes inalámbricas MESH. Su propósito es establecer criterios que permitan evaluar las posibilidades de utilizar esta arquitectura como complemento de los sistemas de comunicaciones del Ejército del Perú. De esta manera, el aporte profesional del Coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno consiste en vincular su experiencia en la gestión de las telecomunicaciones militares con el análisis de una alternativa tecnológica que podría contribuir al fortalecimiento de la continuidad de los servicios, siempre que su conveniencia sea sustentada mediante evaluaciones técnicas e institucionales.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes

Durante los últimos años, los avances en el campo de las telecomunicaciones han impulsado el desarrollo de nuevas arquitecturas inalámbricas que buscan ofrecer mayores posibilidades de conectividad y facilitar el intercambio de información. Entre estas tecnologías se encuentran las redes inalámbricas MESH, cuyo funcionamiento se basa en la interconexión de dispositivos capaces de transmitir y retransmitir datos a través de diferentes enlaces. Esta característica ha despertado interés por sus posibilidades de complementar los sistemas de comunicaciones convencionales, especialmente en situaciones donde resulta importante mantener la disponibilidad de los servicios y contar con alternativas para el intercambio de información.

En relación con esta tecnología, diversas investigaciones recientes han estudiado las características de las redes MESH, prestando especial atención a su funcionamiento, los mecanismos utilizados para establecer rutas de comunicación y las limitaciones que pueden afectar su desempeño. Wong et al. (2024), en una revisión científica publicada en ACM Computing Surveys, examinaron los avances de las redes de múltiples saltos y las arquitecturas MESH basadas en tecnología LoRa. Los autores analizaron aspectos relacionados con la eficiencia energética, el acceso compartido al medio inalámbrico, los protocolos de encaminamiento y la seguridad de la información. Sus aportes permiten comprender que el funcionamiento de estas redes no depende únicamente de la cantidad de dispositivos interconectados, sino también de la manera en que se administran los recursos y se mantienen las condiciones necesarias para transmitir información de forma confiable.

De igual manera, el estudio de las arquitecturas inalámbricas distribuidas ha adquirido importancia por la necesidad de disponer de alternativas de comunicación cuando las infraestructuras convencionales enfrentan determinadas restricciones. En este sentido, Wang et al. (2023), en una investigación publicada en la revista Remote Sensing, analizaron diversas

tecnologías utilizadas para proporcionar servicios de comunicaciones durante situaciones de emergencia. Su estudio permitió reconocer la importancia de contar con soluciones complementarias que contribuyan a mantener o recuperar la conectividad cuando se presentan interrupciones en los medios habituales. Aunque esta investigación se desarrolla principalmente en el ámbito de las emergencias, sus fundamentos resultan útiles para comprender por qué es conveniente evaluar tecnologías que puedan ampliar las posibilidades de comunicación y favorecer la continuidad de los servicios.

Por otra parte, en el campo de las comunicaciones militares, los avances tecnológicos también han generado nuevos desafíos relacionados con la integración de dispositivos y sistemas de información. Kufakunesu et al. (2025), en un estudio publicado en Discover Internet of Things, examinaron las dificultades de comunicación asociadas con el denominado Internet de las Cosas del Campo de Batalla (Internet of Battle Things, IoBT). Entre los principales aspectos identificados se encuentran la interoperabilidad, la administración de los recursos energéticos, la seguridad y la resiliencia de las redes. Si bien esta investigación no aborda exclusivamente las redes MESH, proporciona fundamentos relevantes para comprender que la incorporación de tecnologías inalámbricas distribuidas en una organización militar debe considerar tanto sus capacidades de conectividad como las condiciones necesarias para garantizar una adecuada gestión y protección de los sistemas.

En el Perú, las investigaciones relacionadas con redes inalámbricas MESH se han desarrollado principalmente en organizaciones civiles, instituciones educativas y actividades industriales, donde se han estudiado sus posibilidades para mejorar determinados servicios de conectividad. Estos trabajos han considerado aspectos como la cobertura inalámbrica, la velocidad de transmisión, la latencia, la pérdida de paquetes y la disponibilidad del servicio. Las experiencias nacionales permiten conocer aplicaciones concretas de esta tecnología y reconocer algunos factores que influyen en su funcionamiento. Sin embargo, es importante tener presente que los resultados obtenidos responden a las características particulares de cada investigación y, por tanto, no pueden considerarse directamente aplicables a las comunicaciones militares del Ejército del Perú sin una evaluación que contemple sus necesidades y

condiciones institucionales.

A partir de los antecedentes examinados, se reconoce que las redes inalámbricas MESH ofrecen posibilidades de conectividad que justifican su estudio como una opción tecnológica de apoyo. Su arquitectura distribuida permite establecer conexiones mediante diferentes nodos y utilizar enlaces sucesivos para transportar información, características que podrían resultar útiles en determinadas condiciones. No obstante, las investigaciones también muestran que su funcionamiento puede verse afectado por la estabilidad de los enlaces, los mecanismos de encaminamiento, la disponibilidad de recursos y las medidas de seguridad implementadas. Por esta razón, su posible utilización en el Ejército del Perú requiere un análisis que permita valorar objetivamente sus ventajas y limitaciones, considerando los requerimientos de continuidad, confiabilidad e interoperabilidad de los servicios de comunicaciones militares.

La revisión de estos antecedentes constituye una base científica para el desarrollo del presente Trabajo de Suficiencia Profesional, orientado a formular una propuesta de empleo de redes inalámbricas MESH como tecnología auxiliar para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú. Los conocimientos obtenidos de las investigaciones revisadas, relacionados con la experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno durante su desempeño en la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE), permiten establecer criterios técnicos para examinar las posibilidades de esta tecnología desde una perspectiva institucional. De esta manera, el trabajo busca contribuir al análisis de nuevas alternativas de conectividad, sin asumir que las redes MESH hayan sido implementadas en los sistemas militares del Ejército ni atribuirles beneficios operacionales que todavía requieren ser comprobados mediante evaluaciones específicas.

2.2 Antecedentes Internacionales

2.2.1. Malasia

Wong et al. (2024), investigadores vinculados con la Universidad de Malasia Sabah y la Universidad Nacional de Malasia, desarrollaron el estudio

titulado Multi-Hop and Mesh for LoRa Networks: Recent Advancements, Issues, and Recommended Applications, publicado en la revista científica ACM Computing Surveys. La investigación tuvo como propósito analizar los avances de las redes inalámbricas de múltiples saltos y las arquitecturas MESH basadas en tecnología LoRa, prestando especial atención a sus características de funcionamiento, las dificultades técnicas que presentan y sus posibles campos de aplicación.

Para desarrollar el estudio, los autores realizaron una revisión de investigaciones publicadas entre 2015 y 2023, en las que se incluyeron trabajos basados en simulaciones y evaluaciones experimentales. La información recopilada fue organizada en cuatro aspectos principales: eficiencia energética, acceso compartido al medio inalámbrico, protocolos de encaminamiento y seguridad. Esta clasificación permitió examinar los factores que intervienen en el funcionamiento de las redes distribuidas y comprender cómo pueden influir en su desempeño.

Entre los principales hallazgos, los investigadores identificaron que las arquitecturas MESH ofrecen posibilidades para ampliar la conectividad mediante la participación de diferentes dispositivos en la transmisión de información. Sin embargo, también señalaron que su funcionamiento presenta limitaciones relacionadas con el consumo de energía, la administración del tráfico y la selección de rutas de comunicación. En ese sentido, destacaron que disponer de múltiples conexiones no significa necesariamente obtener mejores resultados, debido a que el desempeño depende de las condiciones de cada aplicación y de los mecanismos utilizados para administrar la red.

Este antecedente resulta importante para el presente Trabajo de Suficiencia Profesional porque proporciona fundamentos científicos sobre las características que deben considerarse al evaluar una arquitectura inalámbrica distribuida. En particular, sus aportes permiten identificar criterios relacionados con la conectividad, la confiabilidad, la seguridad y la sostenibilidad tecnológica. Estos aspectos sirven como referencia para examinar si las redes MESH podrían constituir una solución tecnológica complementaria para fortalecer la continuidad del servicio de

comunicaciones militares del Ejército del Perú, reconociendo que los resultados obtenidos en redes basadas en LoRa no pueden generalizarse automáticamente a todas las tecnologías MESH.

2.2.2. Estados Unidos

Al Ajrawi y Tran (2024), investigadores de la Universidad Estatal de San Diego, realizaron el estudio Mobile Wireless Ad-Hoc Network Routing Protocols Comparison for Real-Time Military Application, publicado en la revista científica Spatial Information Research. El propósito de la investigación fue comparar el comportamiento de diferentes protocolos de encaminamiento utilizados en redes móviles ad hoc, considerando las exigencias de aplicaciones que requieren transmitir información de manera oportuna en entornos militares.

La investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, utilizando simulaciones computacionales para examinar el funcionamiento de los protocolos AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector) y DSR (Dynamic Source Routing). Para establecer las diferencias entre ambas alternativas, los autores consideraron indicadores relacionados con la transferencia de datos, la entrega de paquetes y el consumo energético. Este procedimiento permitió analizar el comportamiento de los protocolos bajo las condiciones definidas para la simulación y reconocer los aspectos que influyen en su desempeño.

Los resultados mostraron que el protocolo AODV presentó un comportamiento general más favorable que DSR en las condiciones examinadas, especialmente en determinados indicadores asociados con la transmisión de información y la utilización de recursos. No obstante, los investigadores señalaron que el desempeño de un protocolo puede variar según las características de la red y los requerimientos del servicio. Por esta razón, la elección de un mecanismo de encaminamiento debe sustentarse en una evaluación que considere las condiciones particulares de su utilización.

La importancia de este antecedente para el presente trabajo radica en que permite comprender la influencia de los protocolos de encaminamiento en el funcionamiento de las redes inalámbricas distribuidas. Aunque las redes móviles ad hoc (MANET) y las redes MESH presentan diferencias en su

organización y características de aplicación, ambas pueden utilizar mecanismos de comunicación mediante múltiples saltos. En consecuencia, el estudio proporciona fundamentos para considerar el encaminamiento y los indicadores de desempeño como elementos importantes en la evaluación de redes MESH, sin asumir que los resultados de una investigación sobre MANET sean directamente aplicables a los sistemas de comunicaciones del Ejército del Perú.

2.2.3. Sudáfrica

Kufakunesu et al. (2025), investigadores de la Universidad de Pretoria, desarrollaron el estudio The Internet of Battle Things: A Survey on Communication Challenges and Recent Solutions, publicado en la revista científica Discover Internet of Things. La investigación tuvo como finalidad examinar los principales desafíos que se presentan cuando diferentes dispositivos, sensores y sistemas tecnológicos requieren intercambiar información dentro de entornos militares interconectados.

Para abordar esta problemática, los autores realizaron una revisión de literatura científica relacionada con el Internet de las Cosas del Campo de Batalla (Internet of Battle Things, IoBT). Su análisis comprendió investigaciones sobre conectividad, interoperabilidad, administración de recursos energéticos, seguridad y resiliencia de las comunicaciones. A partir de esta revisión, buscaron comprender las dificultades que pueden surgir durante la integración de diferentes tecnologías y las condiciones necesarias para mantener servicios de comunicación confiables.

Los hallazgos permitieron reconocer cuatro aspectos de especial importancia: interoperabilidad, gestión energética, seguridad y resiliencia de las redes. Los investigadores explicaron que el funcionamiento adecuado de los sistemas interconectados no depende únicamente de las capacidades individuales de los equipos, sino también de su compatibilidad y de las condiciones requeridas para administrar los recursos tecnológicos. De esta manera, destacaron la necesidad de abordar los desafíos de comunicación desde una perspectiva integral.

En relación con el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, este antecedente permite comprender que la evaluación de redes inalámbricas MESH en el ámbito militar debe considerar aspectos que van más allá de sus posibilidades de conectividad. La compatibilidad con otros sistemas, la protección de la información, la disponibilidad energética y las condiciones de sostenibilidad constituyen factores importantes para determinar la conveniencia de una tecnología. En consecuencia, los aportes de Kufakunesu et al. (2025) respaldan la selección de varias dimensiones incluidas en la matriz de evaluación propuesta, aunque su investigación no constituye una validación específica del empleo de redes MESH en el Ejército del Perú.

2.2.4. China

Wang et al. (2023), investigadores vinculados con la Universidad de Ciencia y Tecnología de Xi'an, en China, y la Universidad de Glasgow, en el Reino Unido, desarrollaron el estudio An Overview of Emergency Communication Networks, publicado en la revista científica Remote Sensing. La investigación tuvo como objetivo examinar las tecnologías y arquitecturas que pueden contribuir a proporcionar o recuperar servicios de comunicaciones durante situaciones de emergencia, especialmente cuando las infraestructuras convencionales presentan dificultades de funcionamiento.

El estudio se desarrolló mediante una revisión documental y un análisis comparativo de diferentes soluciones tecnológicas. Los autores examinaron sistemas de comunicación satelital, redes celulares, arquitecturas autoorganizadas y otras alternativas inalámbricas, considerando sus principales características, posibilidades de aplicación y limitaciones. Este enfoque permitió conocer la diversidad de recursos que pueden utilizarse para atender necesidades de conectividad y comprender la importancia de seleccionar las tecnologías de acuerdo con las condiciones de cada situación.

Entre los principales resultados, los investigadores identificaron que la disponibilidad de los servicios de comunicación depende de factores como la cobertura, la capacidad de transmisión, las características de la infraestructura y las posibilidades de integración entre diferentes sistemas. Adicionalmente, destacaron la conveniencia de disponer de alternativas tecnológicas que

permitan complementar los medios convencionales y responder a las restricciones que pueden presentarse durante situaciones de emergencia.

Este antecedente aporta fundamentos relacionados con la continuidad de las comunicaciones, uno de los aspectos centrales del presente Trabajo de Suficiencia Profesional. Aunque la investigación se desarrolla en el ámbito de las emergencias y no específicamente en las comunicaciones militares, permite comprender que el fortalecimiento de los servicios de conectividad requiere examinar diferentes soluciones y conocer sus condiciones de funcionamiento. En ese sentido, sus aportes respaldan la conveniencia de evaluar las redes inalámbricas MESH como una posible solución de apoyo, sin considerar que las ventajas identificadas en escenarios de emergencia puedan trasladarse directamente al contexto institucional del Ejército del Perú.

2.2.5. España

Clerigues et al. (2024), investigadores de la Universitat Politècnica de València, desarrollaron el estudio Enabling Resilient UAV Swarms Through Multi-Hop Wireless Communications, publicado en la revista científica EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking. La investigación tuvo como propósito examinar una alternativa de comunicación inalámbrica de múltiples saltos que permitiera mantener el intercambio de información entre vehículos aéreos no tripulados interconectados, especialmente en situaciones donde no se dispone de una infraestructura convencional que facilite las comunicaciones.

Desde el punto de vista metodológico, los investigadores desarrollaron y evaluaron una propuesta tecnológica mediante simulaciones computacionales. Para ello, utilizaron la plataforma ArduSim, que les permitió analizar el comportamiento de las comunicaciones entre diferentes dispositivos aéreos. Durante la evaluación se consideraron aspectos relacionados con la retransmisión de información mediante nodos intermedios y las restricciones que pueden presentarse cuando los datos deben recorrer varios enlaces antes de alcanzar su destino.

Los resultados mostraron que la solución examinada permitió ampliar las

posibilidades de intercambio de información entre los dispositivos considerados en la simulación. Sin embargo, también se identificaron limitaciones relacionadas con la cantidad de saltos necesarios para transmitir los datos, la congestión de las comunicaciones y el tiempo requerido para completar la transmisión. Estos hallazgos permiten comprender que las arquitecturas de múltiples saltos pueden ofrecer ventajas de conectividad, pero también incorporar exigencias técnicas que deben analizarse antes de considerar su utilización.

La contribución de este antecedente al presente trabajo se encuentra en la importancia que otorga a la evaluación del desempeño de las comunicaciones inalámbricas distribuidas. En particular, sus resultados permiten reconocer la necesidad de utilizar indicadores técnicos para examinar aspectos como la estabilidad de las conexiones, la transmisión de información y las restricciones asociadas con el empleo de nodos intermedios. Estas consideraciones resultan útiles para fundamentar los criterios de confiabilidad y continuidad incluidos en la propuesta de evaluación tecnológica.

Es importante precisar que la investigación de Clerigues et al. (2024) corresponde a una aplicación específica de comunicaciones entre vehículos aéreos no tripulados y no representa una evaluación directa de redes MESH destinadas a las comunicaciones institucionales del Ejército del Perú. Por ello, sus resultados se consideran antecedentes tecnológicos complementarios que contribuyen a comprender las posibilidades y limitaciones de la comunicación mediante múltiples saltos, sin atribuirles una validez operacional que todavía requiere estudios específicos.

2.3. Antecedentes Nacionales

En el Perú, las redes inalámbricas MESH han despertado interés como una alternativa para mejorar la conectividad en organizaciones que necesitan ampliar la cobertura, mantener conexiones estables y facilitar el intercambio de información. Su aplicación ha sido estudiada en sectores como la educación, la salud, las actividades humanitarias y la industria, donde las características de la infraestructura y las necesidades de los usuarios plantean

diferentes exigencias para los sistemas de comunicaciones. Estas experiencias permiten conocer las posibilidades de la tecnología, así como identificar los factores que deben considerarse antes de recomendar su utilización.

Para el desarrollo del presente Trabajo de Suficiencia Profesional se han considerado seis investigaciones nacionales correspondientes al período 2022-2025, cuyos registros bibliográficos se encuentran disponibles en repositorios universitarios. La revisión comprende los objetivos, la metodología, los principales resultados y los aportes de cada estudio, con la finalidad de identificar criterios técnicos que puedan contribuir a la evaluación de redes inalámbricas MESH como una opción tecnológica de apoyo para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú.

2.3.1. Siapo Baltierrez (2023): Redes MESH para comunicaciones de voz y datos

Siapo Baltierrez (2023), en su investigación titulada Sistema de red en malla para la comunicación de voz y datos en una organización humanitaria, 2023, presentada en la Universidad César Vallejo, estudió la implementación de una red inalámbrica MESH para mejorar los servicios de comunicación de una organización humanitaria. El trabajo surgió de la necesidad de contar con una infraestructura que permitiera ampliar las posibilidades de conexión entre los usuarios y mejorar las condiciones para el intercambio de información de voz y datos.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación fue de tipo aplicado y utilizó un diseño preexperimental. Para organizar el desarrollo de la solución tecnológica, se empleó la metodología PPDIOO, considerando las actividades necesarias para planificar, diseñar e implementar la red. La evaluación comprendió indicadores relacionados con la cobertura inalámbrica, la cantidad de dispositivos que podían establecer conexión, la latencia y la satisfacción de los usuarios respecto al servicio de comunicación.

Los resultados reportados mostraron que la red alcanzó una cobertura del 97,5 % de las áreas consideradas y una capacidad de conexión equivalente al 75 % de los dispositivos evaluados. Igualmente, se registró una

reducción del 84 % en la latencia y una mejora del 69,07 % en el indicador de satisfacción de la comunicación (Siapo Baltierrez, 2023). Estas cifras permiten conocer el comportamiento de la solución dentro de las condiciones específicas de la investigación, sin que puedan considerarse resultados generalizables a cualquier infraestructura inalámbrica.

La importancia de este antecedente para el presente Trabajo de Suficiencia Profesional radica en que proporciona una experiencia nacional sobre la utilización de indicadores técnicos para evaluar los resultados de una red MESH. En particular, permite reconocer la necesidad de considerar la cobertura, la capacidad de conexión y la latencia al examinar nuevas alternativas de comunicaciones. Desde una perspectiva técnico-militar, estos criterios pueden servir como referencia para futuras evaluaciones, teniendo presente que las condiciones de una organización humanitaria son diferentes de las necesidades institucionales del Ejército del Perú.

2.3.2. Pérez Solis (2024): Calidad del servicio de una red MESH en Huancavelica

Pérez Solis (2024), en su investigación Implementación de un diseño de red inalámbrica basada en tecnología Mesh para mejorar la calidad de servicio de la red de datos del área académica del COAR - Huancavelica, presentada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, analizó la influencia de una arquitectura MESH en el funcionamiento de los servicios de comunicación de una institución educativa. El estudio estuvo orientado a determinar si la aplicación de esta tecnología podía contribuir a mejorar la calidad de la conectividad utilizada en las actividades académicas.

La investigación fue de tipo aplicado, de nivel explicativo y con un diseño preexperimental que permitió comparar las condiciones de funcionamiento de la red antes y después de la intervención tecnológica. La población estuvo conformada por 244 dispositivos, de los cuales se consideró una muestra de 150. Para organizar el proyecto se utilizó la metodología Top-Down, que permitió relacionar los requerimientos de comunicación de los usuarios con el diseño de la solución y la posterior evaluación de sus prestaciones.

En cuanto a los resultados, el autor reportó que la velocidad promedio de carga aumentó de 3,02 a 14,65 Mbps, mientras que la velocidad de descarga pasó de 1,43 a 13,71 Mbps. Asimismo, el tiempo promedio de respuesta disminuyó de 708,07 a 74,81 milisegundos y la pérdida de paquetes se redujo del 30 % al 4 %. Para analizar las diferencias registradas entre las mediciones, se empleó la prueba estadística de Wilcoxon (Pérez Solis, 2024). Estos resultados muestran las mejoras observadas dentro del entorno educativo evaluado y bajo las condiciones establecidas en la investigación.

Este antecedente resulta relevante porque ofrece evidencia cuantitativa sobre la aplicación de redes MESH en el contexto peruano. Su principal contribución al presente trabajo consiste en identificar indicadores que podrían utilizarse para evaluar el desempeño de nuevas soluciones inalámbricas, especialmente aquellos relacionados con la velocidad de transmisión, el tiempo de respuesta y la pérdida de paquetes. Estos parámetros proporcionan una base para examinar la calidad y confiabilidad de los servicios, aunque los resultados obtenidos en una institución educativa no pueden trasladarse directamente a las comunicaciones militares sin estudios adicionales.

2.3.3. Quispe Alvarez (2025): Propuesta de redes MESH en un entorno minero

Quispe Alvarez (2025), en su investigación titulada Propuesta de ampliación de la red de telecomunicaciones empleando una red MESH para mejorar la cobertura de la red inalámbrica en el tajo de una mina en el sur del Perú, presentada en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, abordó las necesidades de conectividad de una explotación minera a cielo abierto. El trabajo se desarrolló considerando las dificultades que pueden presentarse en este tipo de instalaciones, donde las características del terreno y los cambios propios de las actividades industriales influyen en las condiciones de comunicación.

El propósito de la investigación fue plantear una alternativa tecnológica basada en redes MESH que permitiera ampliar la cobertura inalámbrica dentro

del área de estudio. Para ello, se examinaron las características de la infraestructura disponible y las necesidades de conectividad asociadas con las actividades de la operación minera. Sobre esta base, se formuló una propuesta de arquitectura distribuida que buscaba responder a las condiciones físicas y tecnológicas del entorno.

En su desarrollo, el estudio consideró aspectos relacionados con las características geográficas, la distribución de los medios de comunicación y los requerimientos de los servicios utilizados. Sin embargo, de acuerdo con la información académica recogida en el antecedente, la investigación corresponde a una propuesta de mejora tecnológica y no ofrece evidencia suficiente para afirmar que todos los beneficios previstos hayan sido comprobados mediante una implementación definitiva (Quispe Alvarez, 2025). Esta distinción resulta importante para interpretar adecuadamente el alcance de sus resultados.

El aporte de esta investigación al presente Trabajo de Suficiencia Profesional se encuentra en la importancia que otorga al análisis de las condiciones del entorno antes de seleccionar una tecnología inalámbrica. Desde esta perspectiva, permite comprender que la cobertura, la compatibilidad con los sistemas existentes y la sostenibilidad de una solución deben examinarse de acuerdo con las necesidades de cada aplicación. Estos criterios resultan útiles para fundamentar la evaluación de redes MESH como tecnología auxiliar en el Ejército del Perú, sin asumir que las condiciones de una instalación minera sean equivalentes a las del ámbito militar.

2.3.4. Reaño Reyes y Sánchez Rodríguez (2022): Optimización de una red inalámbrica en un establecimiento de salud

Reaño Reyes y Sánchez Rodríguez (2022), en su tesis Tecnología Mesh aplicando Top Down y McCabe para optimizar la distribución de paquetes de una Red WLAN en el Hospital Víctor Soles García, presentada en la Universidad César Vallejo, estudiaron una alternativa tecnológica destinada a mejorar el funcionamiento de una red inalámbrica en un establecimiento de salud. La investigación estuvo orientada a optimizar la distribución de paquetes de información mediante la aplicación de tecnología MESH y herramientas de

análisis de comunicaciones.

En cuanto al procedimiento metodológico, los investigadores trabajaron con una muestra de 30 procesos de distribución de paquetes. Para examinar el comportamiento de la red utilizaron el programa Wireshark, que permitió recopilar y analizar información sobre el tráfico de datos. La evaluación consideró indicadores relacionados con el tiempo de entrega, la pérdida de paquetes, el retardo extremo a extremo y la transferencia efectiva de información.

Los resultados mostraron una reducción del 32 % en el tiempo de entrega de paquetes y una disminución del 42 % en la pérdida de información durante la transmisión. De igual manera, se reportó una reducción del 42 % en el retardo extremo a extremo y un incremento del 61 % en la transferencia efectiva de paquetes (Reaño Reyes & Sánchez Rodríguez, 2022). Estas variaciones corresponden a las condiciones evaluadas en la investigación y permiten conocer los cambios observados en los indicadores utilizados.

La contribución de este antecedente al presente trabajo radica en que demuestra la utilidad de emplear parámetros cuantificables para analizar el comportamiento de una red inalámbrica. En particular, los indicadores relacionados con la entrega de paquetes, el retardo y la transferencia de información permiten evaluar aspectos vinculados con la calidad y confiabilidad del servicio. Estos criterios pueden utilizarse como referencia para futuras evaluaciones técnicas de redes MESH en ambientes controlados y autorizados, sin atribuir a las comunicaciones militares los resultados obtenidos en un establecimiento de salud.

2.3.5. Villanueva Palomino (2024): Redes MESH para mejorar la conectividad empresarial

Villanueva Palomino (2024), en su investigación Implementación de una red mesh para la efectividad en la conectividad en una empresa de TI, presentada en la Universidad César Vallejo, examinó la utilización de una arquitectura inalámbrica MESH para atender necesidades de conectividad en una organización dedicada a los servicios tecnológicos. El estudio se desarrolló

a partir de las dificultades de comunicación asociadas con la distribución de los ambientes, las limitaciones de cobertura y la concentración de dispositivos en determinados puntos de acceso.

El objetivo de la investigación fue implementar una solución que permitiera mejorar las condiciones de conexión entre los diferentes espacios de la empresa. Para ello, se consideró una arquitectura conformada por nodos inalámbricos interconectados, orientada a facilitar el acceso a la red y atender las necesidades de comunicación de los usuarios. Esta propuesta estuvo relacionada con las características físicas del establecimiento y con los servicios tecnológicos requeridos para el desarrollo de sus actividades.

Desde el punto de vista técnico, el estudio constituye una experiencia nacional sobre la aplicación de redes MESH en un entorno empresarial. No obstante, el resumen disponible en el registro académico no proporciona indicadores cuantitativos suficientes para establecer con precisión la magnitud de las mejoras alcanzadas (Villanueva Palomino, 2024). Por esta razón, su contribución debe interpretarse principalmente a partir de las características de la solución planteada y del problema de conectividad que motivó su desarrollo.

Este antecedente resulta útil para el presente Trabajo de Suficiencia Profesional porque permite reconocer la importancia de identificar las necesidades de comunicación antes de seleccionar una tecnología. Adicionalmente, muestra que el diseño de una red debe considerar la distribución de los espacios, la cantidad de usuarios, los servicios requeridos y las posibilidades de administración. Estos aspectos pueden servir como referencia para formular criterios de evaluación tecnológica, considerando que la conveniencia de una arquitectura MESH depende de las características particulares del entorno en el que se pretende utilizar.

2.3.6. Leandro Fretel (2024): Evaluación comparativa entre tecnologías MESH y LTE

Leandro Fretel (2024), en su Trabajo de Suficiencia Profesional titulado Diseño de una red LTE para mejorar la disponibilidad de la flota pesada en un

ámbito minero, presentado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, analizó una alternativa de modernización de la infraestructura inalámbrica utilizada para el intercambio de información y el seguimiento de equipos en una operación minera. El trabajo se desarrolló considerando la necesidad de mejorar las condiciones de disponibilidad de los servicios de comunicación asociados con el funcionamiento de la flota pesada.

El propósito del estudio fue plantear una solución basada en tecnología LTE (Long Term Evolution) que permitiera mejorar el servicio de conectividad respecto de la infraestructura MESH utilizada anteriormente. Para ello, el autor examinó las características de la solución propuesta y realizó una comparación con las condiciones de funcionamiento de la tecnología precedente, considerando las necesidades de la operación minera.

Según la información descrita en el repositorio institucional, los resultados señalaron que la tecnología LTE presentó un desempeño más favorable que la infraestructura MESH anterior dentro de las condiciones particulares de la instalación evaluada. Igualmente, se reportaron mejoras relacionadas con la disponibilidad de los equipos de la flota y una reducción de incidencias asociadas con las comunicaciones (Leandro Fretel, 2024). Estos hallazgos deben interpretarse considerando las características del entorno minero y de las tecnologías específicas que fueron comparadas.

Este antecedente adquiere especial importancia para el presente Trabajo de Suficiencia Profesional porque permite examinar las redes MESH desde una perspectiva comparativa. Sus resultados muestran que una arquitectura distribuida no representa necesariamente la alternativa más conveniente en todos los escenarios y que otras tecnologías pueden ofrecer mejores prestaciones cuando las condiciones de aplicación así lo requieren. En consecuencia, el estudio respalda la necesidad de analizar diferentes opciones de conectividad y fundamentar cualquier recomendación tecnológica en criterios de desempeño y viabilidad, evitando asumir una superioridad de las redes MESH que no haya sido comprobada.

2.3.7. Análisis de los antecedentes nacionales

La revisión de las investigaciones nacionales permite reconocer que las redes inalámbricas MESH han sido estudiadas en diferentes sectores del Perú, principalmente como alternativas destinadas a ampliar la cobertura, mejorar la calidad de los servicios y facilitar el intercambio de información. Los trabajos de Siapo Baltierrez (2023), Pérez Solis (2024) y Reaño Reyes y Sánchez Rodríguez (2022) proporcionan resultados cuantitativos sobre el comportamiento de determinadas soluciones, mediante indicadores como cobertura, latencia, velocidad de transmisión y pérdida de paquetes. Sin embargo, es importante considerar que estos resultados corresponden a las condiciones particulares de cada investigación y no representan necesariamente el desempeño que la tecnología tendría en otros escenarios.

También, los estudios de Quispe Alvarez (2025) y Villanueva Palomino (2024) permiten comprender la importancia de identificar las necesidades de conectividad y analizar las características del entorno antes de formular una propuesta de modernización. Sus aportes muestran que la selección de una arquitectura inalámbrica debe guardar relación con la cobertura requerida, los servicios utilizados, la distribución de los usuarios y las posibilidades de mantenimiento y administración de los sistemas. De esta manera, contribuyen a fundamentar la necesidad de desarrollar evaluaciones tecnológicas que respondan a condiciones previamente identificadas.

Por otra parte, el trabajo de Leandro Fretel (2024) introduce una consideración importante al mostrar que, en determinadas condiciones, una tecnología como LTE puede presentar ventajas frente a una infraestructura MESH. Este resultado permite reconocer que las decisiones de modernización no deben fundamentarse en la preferencia anticipada por una arquitectura, sino en el análisis de sus prestaciones y limitaciones. En consecuencia, la comparación entre tecnologías constituye un aspecto relevante para determinar la conveniencia de cada alternativa de conectividad.

En conjunto, los seis antecedentes revisados aportan conocimientos que permiten sustentar la evaluación de las redes MESH mediante criterios relacionados con conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad

y sostenibilidad tecnológica. Sin embargo, ninguno de estos estudios permite afirmar que esta arquitectura haya producido mejoras comprobadas en los sistemas de comunicaciones militares del Ejército del Perú. Por esta razón, sus resultados deben considerarse referencias científicas y técnicas que contribuyen al análisis conceptual, pero no constituyen evidencia directa de viabilidad institucional.

Los antecedentes nacionales proporcionan una base para el desarrollo del presente Trabajo de Suficiencia Profesional del Coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno. Las experiencias examinadas permiten relacionar los conocimientos disponibles sobre redes inalámbricas distribuidas con la necesidad de establecer criterios para su evaluación en el ámbito militar. Desde esta perspectiva, la propuesta de innovación busca organizar dichos criterios mediante un instrumento técnico que permita reconocer las características, ventajas y limitaciones de las redes MESH, contribuyendo a futuras decisiones orientadas al fortalecimiento de la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú.

2.4. Bases teóricas

Las bases teóricas del presente Trabajo de Suficiencia Profesional reúnen los principales conceptos y fundamentos tecnológicos que permiten comprender el funcionamiento de las redes inalámbricas MESH y su relación con la continuidad de las comunicaciones militares. Su desarrollo comprende el estudio de las arquitecturas distribuidas, los mecanismos de interconexión entre dispositivos y los factores que pueden influir en la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los servicios de comunicación.

De igual manera, este marco teórico proporciona el sustento científico para examinar las posibilidades de aplicación de las redes MESH en el Ejército del Perú. Para ello, se consideran las características de esta tecnología, sus principales limitaciones y las condiciones que deberían evaluarse antes de contemplar su eventual incorporación. De esta manera, se busca establecer una relación entre los conocimientos técnicos disponibles y la propuesta de innovación desarrollada en el presente trabajo, manteniendo un enfoque

orientado a la evaluación tecnológica y no a la implementación operacional.

2.4.1. Redes inalámbricas MESH

Las redes inalámbricas MESH, conocidas internacionalmente como Wireless Mesh Networks (WMN), son arquitecturas de comunicación conformadas por dispositivos interconectados que pueden intercambiar información a través de enlaces inalámbricos. Su característica principal es que determinados equipos, denominados nodos, pueden participar no solamente en el envío y recepción de datos, sino también en su retransmisión hacia otros dispositivos. Esto permite que la información llegue a su destino mediante conexiones directas o a través de varios nodos intermedios, según la organización y las condiciones de funcionamiento de la red.

A diferencia de ciertas redes inalámbricas convencionales, donde los dispositivos dependen de un punto central para establecer conexiones, las arquitecturas MESH permiten distribuir algunas funciones de comunicación entre los nodos que las integran. Esta forma de organización ofrece distintas posibilidades para transportar información, aunque su funcionamiento requiere que existan enlaces disponibles, equipos compatibles y mecanismos adecuados para administrar las comunicaciones.

En relación con esta tecnología, Wong et al. (2024), en una revisión científica publicada en ACM Computing Surveys, examinaron los avances de las redes de múltiples saltos y las arquitecturas MESH basadas en tecnología LoRa. Los investigadores identificaron que su desempeño se encuentra condicionado por aspectos como los protocolos de encaminamiento, el consumo energético, el acceso compartido al medio inalámbrico y la seguridad. Estos hallazgos permiten comprender que las ventajas de la conectividad distribuida dependen de diferentes factores técnicos que deben analizarse conjuntamente.

De ahí que, para el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, las redes inalámbricas MESH constituyen una alternativa tecnológica que merece ser estudiada por sus posibilidades de complementar determinados servicios de comunicaciones militares. Sin embargo, su arquitectura no garantiza por sí

misma una mayor disponibilidad o confiabilidad, por lo que resulta necesario evaluar las condiciones en las que podría contribuir a fortalecer la continuidad de los servicios institucionales.

2.4.2. Funcionamiento de las redes inalámbricas MESH

El funcionamiento de una red inalámbrica MESH se basa en la colaboración entre los dispositivos que la conforman, los cuales pueden establecer conexiones para intercambiar información. Cuando dos nodos no cuentan con un enlace directo, determinados dispositivos intermedios pueden participar en la retransmisión de los datos, siempre que exista una ruta disponible y que las condiciones de comunicación lo permitan.

Este procedimiento se conoce como comunicación de múltiples saltos o multi-hop. Cada salto corresponde a uno de los enlaces que utiliza la información para desplazarse desde el dispositivo de origen hasta llegar al destinatario. De esta manera, una red MESH puede ofrecer diferentes posibilidades de conexión sin que todos los equipos necesiten comunicarse directamente entre sí.

No obstante, el empleo de nodos intermedios también plantea exigencias técnicas que deben considerarse. Cada retransmisión utiliza recursos de la red y, dependiendo de las condiciones de funcionamiento, puede incrementar el tiempo necesario para entregar la información. Adicionalmente, es indispensable disponer de mecanismos que permitan identificar rutas adecuadas y administrar las conexiones entre los dispositivos.

Al respecto, Wong et al. (2024) señalan que las comunicaciones de múltiples saltos presentan restricciones relacionadas con el medio inalámbrico y con las características de los protocolos utilizados. Por esta razón, la posibilidad de transmitir datos mediante enlaces sucesivos debe entenderse como una característica de conectividad y no como una garantía de mejor desempeño frente a otras arquitecturas.

Desde una perspectiva técnico-militar, conocer este principio de funcionamiento permite comprender por qué las redes MESH pueden

considerarse una alternativa de interés para el estudio de soluciones complementarias. Su posible utilización en el Ejército del Perú deberá examinarse de acuerdo con las necesidades institucionales, las características de los servicios y las condiciones técnicas que influyen en el intercambio de información.

2.4.3. Arquitectura y componentes de una red MESH

La arquitectura de una red MESH comprende la forma en que se organizan los dispositivos, las conexiones que establecen entre sí y los mecanismos empleados para administrar el intercambio de información. Aunque existen diferentes configuraciones, su funcionamiento puede comprenderse a partir de tres componentes fundamentales: los nodos, los enlaces de comunicación y los mecanismos de encaminamiento.

En primer lugar, los nodos son los dispositivos que forman parte de la red y participan en las comunicaciones. Según sus características y funciones, algunos proporcionan conectividad a los usuarios, mientras que otros también pueden intervenir en la retransmisión de información hacia equipos adicionales. Su participación depende de las capacidades del dispositivo y de la organización tecnológica de la red.

En segundo lugar, los enlaces de comunicación constituyen las conexiones que permiten transportar datos entre los nodos. Su funcionamiento depende de las características de las interfaces inalámbricas, la compatibilidad tecnológica y las condiciones existentes para establecer la comunicación. Por ello, la disponibilidad de un enlace puede variar de acuerdo con las condiciones técnicas del entorno.

En tercer lugar, los mecanismos de encaminamiento permiten determinar las rutas que seguirá la información para llegar a su destino. Esta función adquiere importancia cuando existen diferentes posibilidades de conexión, debido a que resulta necesario administrar el recorrido de los datos y considerar las condiciones de los enlaces disponibles.

Igualmente, determinadas arquitecturas MESH pueden incorporar

herramientas de administración, servicios de supervisión y elementos que faciliten su conexión con otros sistemas. Estas características dependen del diseño de la solución y de las necesidades que se pretende atender.

En consecuencia, la evaluación de una red MESH no debería concentrarse únicamente en las especificaciones comerciales de sus equipos. Resulta necesario examinar la arquitectura en su conjunto, considerando las características de sus componentes y las condiciones que permiten mantener su funcionamiento.

2.4.4. Diferencias entre redes convencionales y redes MESH

Las redes inalámbricas convencionales y las arquitecturas MESH presentan diferencias relacionadas principalmente con la manera en que se organizan sus dispositivos y se establecen las conexiones para intercambiar información. Estas diferencias influyen en las posibilidades de administración, la distribución de funciones y las condiciones de conectividad que puede ofrecer cada solución.

En una configuración inalámbrica centralizada, varios dispositivos pueden depender de un punto de acceso para comunicarse con otros equipos o utilizar determinados servicios. Este modelo permite concentrar funciones de administración y facilitar el control de los recursos tecnológicos. Además, dependiendo de su diseño, puede incorporar mecanismos de redundancia y recuperación destinados a mejorar la disponibilidad.

Por su parte, una arquitectura MESH permite que diferentes nodos participen en el transporte de información, estableciendo conexiones directas o utilizando dispositivos intermedios. Esta forma de organización puede ofrecer mayor flexibilidad para establecer determinadas rutas, siempre que existan las condiciones técnicas necesarias.

Sin embargo, estas diferencias no significan que una arquitectura sea necesariamente superior a la otra. Las redes centralizadas pueden resultar convenientes cuando se requiere una administración concentrada, mientras que las distribuidas pueden ofrecer ventajas en escenarios donde interesa

disponer de distintas posibilidades de interconexión.

Por esta razón, la selección de una tecnología debe responder a las características del servicio, la compatibilidad con los sistemas existentes, los requisitos de seguridad y los recursos disponibles. En el contexto del presente trabajo, esta comparación permite comprender que las redes MESH deben estudiarse como una posible solución tecnológica complementaria y no como un reemplazo general de los sistemas convencionales.

2.4.5. Encaminamiento de información

El encaminamiento es el proceso mediante el cual una red determina la ruta que debe seguir la información desde el dispositivo que la origina hasta aquel que debe recibirla. Este mecanismo es importante para cualquier sistema de comunicaciones, pero adquiere especial relevancia en las arquitecturas distribuidas, donde pueden existir diferentes conexiones y los datos pueden recorrer varios nodos antes de alcanzar su destino.

En relación con este aspecto, Al Ajrawi y Tran (2024), en una investigación publicada en Spatial Information Research, compararon el comportamiento de protocolos de encaminamiento utilizados en redes móviles ad hoc (Mobile Ad Hoc Networks, MANET). Mediante simulaciones computacionales, examinaron los protocolos AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector) y DSR (Dynamic Source Routing), identificando diferencias en sus prestaciones bajo las condiciones evaluadas.

Aunque las redes MANET y MESH no representan exactamente el mismo tipo de arquitectura, ambas pueden utilizar conexiones distribuidas y mecanismos de comunicación mediante múltiples saltos. Por ello, las investigaciones sobre redes móviles ad hoc proporcionan conocimientos que permiten comprender la influencia del encaminamiento en la administración de las conexiones y en el intercambio de información entre dispositivos.

Desde esta perspectiva, el encaminamiento constituye uno de los aspectos técnicos que deben considerarse al evaluar las redes MESH. La selección de rutas puede influir en la calidad del servicio y en la disponibilidad

de las conexiones, por lo que su análisis resulta necesario para determinar las condiciones bajo las cuales una arquitectura distribuida podría responder a determinados requerimientos institucionales.

2.4.6. Continuidad de las comunicaciones militares

La disponibilidad sostenida de las comunicaciones se relaciona con la capacidad de mantener o recuperar los servicios esenciales de intercambio de información cuando se presentan interrupciones o cambios en las condiciones habituales de funcionamiento. Este concepto comprende tanto la disponibilidad de los medios tecnológicos como la existencia de recursos y procedimientos que permitan restablecer determinados servicios cuando resulte necesario.

En el ámbito militar, mantener la continuidad de los servicios de comunicación resulta importante porque facilita la coordinación entre los diferentes elementos de la organización y contribuye al intercambio oportuno de información autorizada. Su fortalecimiento requiere considerar la confiabilidad de los enlaces, la disponibilidad de los sistemas y las condiciones necesarias para recuperar los servicios ante eventuales interrupciones.

Sobre este particular, Wang et al. (2023), en un estudio publicado en Remote Sensing, analizaron diferentes alternativas tecnológicas utilizadas para proporcionar comunicaciones durante situaciones de emergencia. Sus aportes destacan la conveniencia de disponer de soluciones complementarias que permitan atender necesidades de conectividad cuando determinadas infraestructuras presentan restricciones.

Sin embargo, la continuidad de las comunicaciones no depende exclusivamente de la arquitectura tecnológica utilizada. También intervienen aspectos relacionados con la administración, el mantenimiento, la compatibilidad entre sistemas y la disponibilidad de recursos técnicos y humanos.

En este sentido, el estudio de las redes inalámbricas MESH busca conocer si sus características podrían contribuir a complementar determinados servicios

de comunicaciones militares del Ejército del Perú. Esta posibilidad deberá evaluarse mediante criterios verificables, sin asumir que su utilización garantiza resultados que todavía no han sido comprobados.

2.4.7. Resiliencia y confiabilidad de las redes

La resiliencia tecnológica puede entenderse como la capacidad de un sistema para mantener determinadas funciones, adaptarse a cambios en sus condiciones de funcionamiento y recuperar niveles aceptables de servicio después de una interrupción. Este concepto adquiere importancia cuando se estudian tecnologías destinadas a proporcionar conectividad en situaciones donde pueden presentarse alteraciones de la infraestructura o de los enlaces disponibles.

Por otra parte, la confiabilidad se refiere a la capacidad de un sistema para cumplir correctamente las funciones previstas durante un período determinado y bajo condiciones específicas. Su evaluación permite conocer si una tecnología ofrece un funcionamiento consistente de acuerdo con los requerimientos establecidos.

Aunque ambos conceptos se encuentran relacionados, no deben considerarse equivalentes. Una red puede contar con mecanismos que faciliten su recuperación después de una interrupción y, al mismo tiempo, presentar limitaciones de confiabilidad durante determinados períodos. Por ello, es necesario examinar cada característica mediante criterios adecuados.

Kufakunesu et al. (2025), al estudiar los desafíos de comunicación de los sistemas militares interconectados, identificaron la resiliencia como un aspecto importante junto con la interoperabilidad, la seguridad y la eficiencia energética. Estos aportes permiten comprender que la capacidad de mantener o recuperar los servicios depende de diversos factores que deben evaluarse conjuntamente.

En consecuencia, las diferentes posibilidades de conexión que ofrece una arquitectura MESH constituyen una característica tecnológica de interés, pero no representan por sí mismas una demostración de mayor resiliencia o

confiabilidad. Su contribución a estos aspectos deberá determinarse de acuerdo con las condiciones reales de funcionamiento y los resultados de evaluaciones posteriores.

2.4.8. Interoperabilidad tecnológica

La interoperabilidad se entiende como la capacidad de diferentes equipos, aplicaciones y sistemas para intercambiar información y utilizarla de manera compatible. Esta condición permite que tecnologías con características distintas puedan relacionarse mediante interfaces, protocolos y procedimientos adecuados, siempre que cumplan los requisitos establecidos para su integración.

En las comunicaciones militares, la interoperabilidad adquiere importancia debido a que una organización puede disponer de diferentes medios tecnológicos que deben funcionar de manera articulada. Por ello, cualquier iniciativa de modernización requiere considerar la compatibilidad con los sistemas existentes y las condiciones necesarias para proporcionar servicios de comunicación.

En relación con esta dimensión, Kufakunesu et al. (2025) identificaron la interoperabilidad como uno de los principales desafíos de los sistemas militares interconectados, especialmente por la diversidad de dispositivos y las exigencias relacionadas con su integración.

En el caso de las redes inalámbricas MESH, su evaluación deberá considerar aspectos como la compatibilidad de las interfaces, los protocolos de comunicación, los mecanismos de administración y las condiciones de seguridad. Estos elementos permiten conocer las posibilidades y restricciones que podrían presentarse durante una eventual integración tecnológica.

Por ello, antes de recomendar una arquitectura MESH como solución de apoyo para el Ejército del Perú, será necesario examinar su correspondencia con los sistemas institucionales autorizados y determinar si reúne las condiciones requeridas para intercambiar información de manera compatible.

2.4.9. Seguridad de las comunicaciones inalámbricas

La seguridad de las comunicaciones comprende el conjunto de principios, medidas y procedimientos destinados a proteger la información y los recursos tecnológicos utilizados para transmitirla. Su finalidad es contribuir a que los servicios puedan utilizarse de manera autorizada y que los datos mantengan las condiciones de protección requeridas durante su intercambio.

Desde una perspectiva técnica, la seguridad de la información se fundamenta en tres principios: confidencialidad, integridad y disponibilidad. La confidencialidad busca evitar que personas o sistemas no autorizados accedan a la información; la integridad se relaciona con la preservación de los datos frente a modificaciones indebidas; y la disponibilidad comprende la posibilidad de acceder a los servicios y recursos cuando sean necesarios.

Wong et al. (2024) identificaron la seguridad como uno de los factores que deben considerarse en las redes MESH basadas en tecnología LoRa. También, Kufakunesu et al. (2025) destacaron la importancia de proteger la información en los sistemas militares interconectados, debido a las exigencias que presenta la integración de diferentes dispositivos y plataformas.

En las redes inalámbricas distribuidas, estas condiciones adquieren relevancia porque varios dispositivos pueden participar en el transporte de información. Por esta razón, resulta necesario examinar las características de administración de los nodos, los mecanismos de acceso y las medidas destinadas a proteger los servicios.

En consecuencia, la posible utilización de redes MESH en las comunicaciones militares del Ejército del Perú debe considerar la seguridad como un requisito esencial de evaluación. La arquitectura distribuida puede ofrecer alternativas de conectividad, pero no garantiza por sí misma la confidencialidad, integridad o disponibilidad de la información.

2.4.10. Disponibilidad y calidad del servicio

La disponibilidad representa la capacidad de un sistema para proporcionar los servicios requeridos cuando los usuarios necesitan utilizarlos. Su

evaluación permite conocer si los equipos, enlaces y demás componentes tecnológicos mantienen condiciones adecuadas de funcionamiento durante un período determinado.

Por otra parte, la calidad del servicio comprende las características que permiten examinar el comportamiento de una red durante el intercambio de información. Entre los indicadores más utilizados se encuentran la latencia, la pérdida de paquetes y el caudal efectivo de datos. Estos parámetros permiten conocer aspectos relacionados con el tiempo de transmisión, la entrega de información y la capacidad de transportar datos.

En una arquitectura MESH, estos indicadores adquieren importancia porque la información puede recorrer varios enlaces antes de llegar a su destino. Dependiendo de las condiciones de funcionamiento, esta característica puede influir en el tiempo de entrega de los datos y en los recursos disponibles para atender otros servicios de comunicación.

Al respecto, Wong et al. (2024) identificaron restricciones relacionadas con el acceso compartido al medio inalámbrico y el funcionamiento de las comunicaciones de múltiples saltos. Sus aportes permiten comprender la necesidad de examinar el comportamiento de estas redes utilizando indicadores que respondan a las características de cada aplicación.

En consecuencia, la evaluación de una solución MESH debe sustentarse en información verificable que permita diferenciar sus prestaciones documentadas de los beneficios que todavía requieren comprobación. En el caso del Ejército del Perú, estos indicadores podrían servir como referencia para futuras evaluaciones institucionales desarrolladas bajo condiciones controladas y autorizadas.

2.4.11. Sostenibilidad tecnológica

La sostenibilidad tecnológica se relaciona con la capacidad de una institución para mantener el funcionamiento de los sistemas durante su vida útil, considerando los recursos humanos, técnicos, económicos y organizacionales que se requieren para administrarlos. Su importancia radica en que una

solución puede presentar prestaciones adecuadas durante su evaluación inicial, pero también debe contar con condiciones que permitan conservar sus servicios a lo largo del tiempo.

En el caso de las redes inalámbricas, la sostenibilidad comprende aspectos como el mantenimiento de los equipos, la actualización de componentes, la disponibilidad de energía, el soporte especializado y la capacitación del personal responsable de su administración.

En relación con estos factores, Wong et al. (2024) identificaron la eficiencia energética como una dimensión importante para las redes de múltiples saltos. Por su parte, Kufakunesu et al. (2025) señalaron que la administración de los recursos energéticos constituye un desafío en los sistemas militares interconectados.

Sin embargo, la sostenibilidad de una tecnología no debe analizarse únicamente desde el punto de vista del consumo energético. También requiere considerar las necesidades de mantenimiento, la disponibilidad de repuestos, las condiciones de soporte técnico y las competencias del personal encargado de su funcionamiento.

Desde esta perspectiva, el estudio de las redes MESH como opción tecnológica de apoyo para las comunicaciones militares debe comprender tanto sus características funcionales como los recursos que serían necesarios para administrarlas y mantenerlas. Esta evaluación permitirá determinar si existen condiciones generales que justifiquen profundizar el análisis de su posible utilización institucional.

2.4.12. Aplicabilidad de las redes MESH en las comunicaciones militares

El estudio de tecnologías inalámbricas distribuidas en el ámbito militar requiere considerar las características de los sistemas de comunicaciones existentes y las necesidades institucionales que se pretende atender. Su posible utilización debe sustentarse en criterios técnicos que permitan examinar las condiciones de funcionamiento, la compatibilidad con otras tecnologías y los recursos necesarios para proporcionar servicios confiables.

Al respecto, Al Ajrawi y Tran (2024), mediante simulaciones de redes móviles ad hoc, identificaron que el comportamiento de los protocolos de encaminamiento puede variar de acuerdo con las características de la red y las condiciones establecidas para su evaluación. De igual manera, Kufakunesu et al. (2025) destacaron la importancia de considerar la interoperabilidad, la seguridad y la eficiencia energética al analizar tecnologías destinadas a sistemas militares interconectados.

Estos antecedentes permiten comprender que la incorporación de una arquitectura inalámbrica distribuida no debe fundamentarse únicamente en sus posibilidades de conectividad. También es necesario examinar sus limitaciones y determinar si sus características responden a necesidades institucionales concretas.

En el caso del Ejército del Perú, las redes MESH pueden estudiarse como una alternativa para complementar determinados servicios de comunicación. Sin embargo, su conveniencia dependerá de los requerimientos funcionales, las condiciones de seguridad, la compatibilidad tecnológica y la disponibilidad de recursos para mantener su funcionamiento.

En consecuencia, el presente Trabajo de Suficiencia Profesional no plantea reemplazar los sistemas convencionales ni establecer un modelo de implementación operacional. Su propósito es proporcionar fundamentos técnicos que permitan evaluar conceptualmente esta tecnología y reconocer las condiciones que deberían verificarse antes de considerar su eventual utilización institucional.

2.4.13. Evaluación de viabilidad tecnológica

La evaluación de viabilidad tecnológica comprende el análisis de las condiciones que deben cumplirse para determinar si una solución puede considerarse una alternativa apropiada dentro de una organización. Este proceso permite examinar sus características funcionales, identificar posibles restricciones y reconocer los recursos necesarios para una futura incorporación.

En relación con las redes inalámbricas MESH, la evaluación debe considerar tanto sus posibilidades de conectividad como las exigencias relacionadas con la continuidad del servicio, la confiabilidad de los enlaces, la compatibilidad entre sistemas y la protección de la información.

A partir de los aportes de Wong et al. (2024), Wang et al. (2023) y Kufakunesu et al. (2025), el presente trabajo establece seis dimensiones para organizar la evaluación tecnológica: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad.

La conectividad comprende las posibilidades de interconexión entre dispositivos y los mecanismos utilizados para transportar información. La continuidad considera las condiciones que permiten mantener o recuperar los servicios; mientras que la confiabilidad se relaciona con la capacidad de la red para cumplir sus funciones durante un período determinado.

Adicionalmente, la interoperabilidad contempla la compatibilidad entre tecnologías y sistemas; la seguridad comprende las medidas necesarias para proteger la información y los dispositivos; y la sostenibilidad considera los recursos requeridos para administrar y mantener la solución durante su vida útil.

Estas dimensiones constituyen el fundamento de la matriz de evaluación tecnológica desarrollada en el Capítulo III. Mediante este instrumento se busca organizar criterios que permitan examinar las redes MESH de manera integral, reconocer sus posibilidades de aplicación e identificar los aspectos que requieren estudios adicionales.

Las bases teóricas desarrolladas permiten comprender que las redes inalámbricas MESH representan una arquitectura de interés para el estudio de soluciones complementarias de comunicación. Sin embargo, su eventual contribución a la continuidad del servicio de comunicaciones militares del Ejército del Perú debe establecerse mediante evaluaciones técnicas y criterios verificables. De esta manera, el trabajo relaciona los fundamentos científicos recientes con la experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno, proporcionando sustento a una propuesta de innovación

orientada a fortalecer progresivamente las capacidades institucionales de comunicaciones.

2.5. Términos básicos

En este apartado se presentan los principales términos técnicos utilizados en el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, especialmente aquellos relacionados con las redes inalámbricas MESH y la disponibilidad sostenida de las comunicaciones militares. Las definiciones buscan facilitar la comprensión de los conceptos desarrollados en la investigación y establecer un lenguaje técnico uniforme para el análisis de la propuesta de innovación. Igualmente, se han formulado considerando su aplicación al ámbito de las telecomunicaciones y su relación con las necesidades institucionales del Ejército del Perú.

2.5.1. Redes inalámbricas MESH.

Son redes de comunicación conformadas por dispositivos interconectados, conocidos como nodos, que pueden enviar, recibir y retransmitir información mediante conexiones inalámbricas. Su principal característica es que los datos pueden llegar a su destino de manera directa o a través de otros nodos, dependiendo de las rutas disponibles y de la configuración de la red.

2.5.2. Comunicaciones militares.

Comprenden los medios tecnológicos, sistemas y procedimientos que permiten transmitir e intercambiar información autorizada entre los diferentes órganos, dependencias y unidades de una organización militar. Su finalidad es facilitar la coordinación y contribuir al cumplimiento de las funciones institucionales.

2.5.3. Continuidad de las comunicaciones.

Es la capacidad de un sistema para mantener disponibles sus servicios esenciales de comunicación o recuperarlos después de una interrupción, dentro de las condiciones y los tiempos previamente establecidos para su funcionamiento.

2.5.4. Nodo de comunicación.

Es un dispositivo que forma parte de una red y participa en el intercambio de información con otros equipos. Según sus características y la arquitectura utilizada, puede cumplir funciones de transmisión, recepción o retransmisión de datos.

2.5.5. Conectividad inalámbrica.

Es la capacidad que tienen dos o más dispositivos para establecer conexiones e intercambiar información mediante tecnologías de comunicación que no requieren cables físicos entre los equipos conectados.

2.5.6. Arquitectura distribuida.

Es una forma de organizar un sistema tecnológico en la que determinadas funciones se reparten entre varios dispositivos o componentes. Esta distribución permite que algunas actividades de comunicación no dependan exclusivamente de un único elemento central.

2.5.7. Comunicación de múltiples saltos (Multi-hop).

Es un mecanismo de transmisión mediante el cual la información puede recorrer varios enlaces antes de llegar a su destino. Durante este proceso, uno o más dispositivos intermedios participan en la retransmisión de los datos, permitiendo establecer comunicaciones entre equipos que no disponen de una conexión directa.

2.5.8. Encaminamiento (Routing).

Es el proceso mediante el cual una red identifica y selecciona las rutas que deben seguir los datos desde el dispositivo que los transmite hasta aquel que debe recibirlos. Su funcionamiento permite administrar el recorrido de la información de acuerdo con las características y condiciones de los enlaces disponibles.

2.5.9. Red móvil ad hoc (MANET).

Es una red inalámbrica conformada por dispositivos que pueden establecer comunicaciones entre sí sin depender necesariamente de una

infraestructura fija. Sus nodos pueden desplazarse y modificar sus conexiones, por lo que la organización de la red puede cambiar durante su funcionamiento.

2.5.10. Topología de red.

Es la forma en que se encuentran organizados e interconectados los dispositivos que integran una red de comunicaciones. Permite representar las relaciones físicas o lógicas entre los equipos y comprender cómo se establece el intercambio de información.

2.5.11. Resiliencia tecnológica.

Es la capacidad de un sistema para conservar sus funciones esenciales, adaptarse a determinadas alteraciones y recuperar condiciones aceptables de funcionamiento después de experimentar una interrupción. Este concepto se relaciona con la capacidad de respuesta y recuperación de los servicios tecnológicos.

2.5.12. Disponibilidad.

Es la condición que permite que un sistema, equipo o servicio de comunicación se encuentre operativo y pueda ser utilizado cuando se requiera. Su evaluación permite conocer en qué medida los recursos tecnológicos permanecen accesibles durante un período determinado.

2.5.13. Confiabilidad.

Es la capacidad de un sistema para cumplir correctamente las funciones para las que fue diseñado, durante un tiempo determinado y bajo condiciones previamente establecidas. En las comunicaciones, se relaciona con el funcionamiento consistente de los equipos y enlaces.

2.5.14. Interoperabilidad.

Es la capacidad de diferentes dispositivos, aplicaciones o sistemas tecnológicos para intercambiar información y utilizarla de manera compatible. Para ello, deben contar con interfaces, protocolos y condiciones técnicas que permitan su funcionamiento conjunto.

2.5.15. Latencia.

Es el tiempo que transcurre desde que la información es enviada por un dispositivo hasta que llega a su destino. Constituye un indicador importante para evaluar el comportamiento de una red, especialmente en servicios que requieren una transmisión oportuna de datos.

2.5.16. Pérdida de paquetes.

Es la situación que se presenta cuando una parte de las unidades de información transmitidas a través de una red no llega correctamente al dispositivo destinatario. Este indicador permite evaluar determinadas condiciones de calidad y confiabilidad durante el intercambio de datos.

2.5.17. Ancho de banda.

Es el intervalo de frecuencias que ocupa o tiene disponible una señal o canal de comunicación. En el ámbito de las redes de datos, el término también suele emplearse para hacer referencia a la capacidad nominal de transmisión de un enlace. Sin embargo, es importante distinguir ambos significados, debido a que el ancho de banda expresado en hercios no equivale directamente a la velocidad de transferencia de información.

2.5.18. Caudal efectivo de datos (Throughput).

Es la cantidad de información que una red logra transferir correctamente durante un intervalo de tiempo determinado. Este indicador permite conocer el rendimiento real de una conexión y evaluar su capacidad para transportar datos bajo determinadas condiciones de funcionamiento.

2.5.19. Seguridad de las comunicaciones.

Comprende los principios, procedimientos y mecanismos utilizados para proteger la información y los recursos tecnológicos que intervienen en su transmisión. Su finalidad es preservar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos y servicios frente a situaciones que puedan comprometer su utilización autorizada.

2.5.20. Eficiencia energética.

Es la relación entre la energía que consume un sistema tecnológico y las

funciones de comunicación que proporciona. Permite evaluar el aprovechamiento de los recursos energéticos durante el funcionamiento de equipos y redes, especialmente cuando estos dependen de fuentes de alimentación limitadas.

2.5.21. Sostenibilidad tecnológica.

Es la capacidad de una institución para mantener una solución tecnológica en funcionamiento durante su vida útil. Comprende la disponibilidad de recursos económicos, personal capacitado, mantenimiento, soporte técnico, energía y otros medios necesarios para conservar los servicios.

2.5.22. Redundancia de comunicaciones.

Consiste en disponer de componentes, enlaces o recursos adicionales que puedan contribuir a mantener determinados servicios cuando alguno de los elementos principales presenta una interrupción o limitación. Su finalidad es proporcionar alternativas que favorezcan la disponibilidad de las comunicaciones.

2.5.23. Tecnología complementaria.

Es una solución tecnológica que puede utilizarse juntamente con los sistemas existentes para ampliar determinadas capacidades o funciones. Su incorporación no implica necesariamente reemplazar la infraestructura disponible, sino aprovechar distintas tecnologías de acuerdo con las necesidades de la organización.

2.5.24. Viabilidad tecnológica.

Es el análisis que permite determinar si una solución tecnológica reúne las condiciones necesarias para ser considerada en una aplicación específica. Comprende la evaluación de factores técnicos, operativos, económicos y organizacionales que pueden influir en su implementación y mantenimiento.

2.5.25. Innovación tecnológica.

Es el desarrollo, adaptación o propuesta de nuevas soluciones, procesos o aplicaciones tecnológicas orientadas a atender una necesidad identificada o mejorar determinadas condiciones de funcionamiento. Puede comprender

tanto la incorporación de tecnologías como la formulación de procedimientos e instrumentos que contribuyan a su evaluación.

2.5.26. Sistema de Telemática del Ejército.

Es el conjunto organizado de recursos tecnológicos, capacidades, procedimientos y componentes institucionales relacionados con las telecomunicaciones, la informática y su gestión dentro del Ejército del Perú. Su funcionamiento se desarrolla de acuerdo con la organización, las responsabilidades y las disposiciones normativas correspondientes.

2.5.27. Modernización tecnológica.

Es el proceso mediante el cual una institución actualiza, mejora o incorpora tecnologías, infraestructura, procedimientos y capacidades para responder a nuevas necesidades de funcionamiento. Su desarrollo requiere evaluar las alternativas disponibles y determinar su correspondencia con los objetivos institucionales.

2.5.28. Evaluación tecnológica.

Es un proceso organizado de análisis mediante el cual se examinan las características, prestaciones, limitaciones y requerimientos de una tecnología. Su finalidad es proporcionar información técnica que permita comparar alternativas y sustentar decisiones relacionadas con su posible utilización.

En conjunto, estas definiciones permiten comprender los conceptos fundamentales utilizados en el presente Trabajo de Suficiencia Profesional y proporcionan una base terminológica para el estudio de las redes inalámbricas MESH. También, facilitan la relación entre los fundamentos científicos, la problemática identificada y la propuesta de innovación tecnológica.

Desde esta perspectiva, los términos desarrollados guardan correspondencia con las seis dimensiones consideradas en la matriz de evaluación propuesta: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica. Estas dimensiones permitirán organizar el análisis de las características de las redes MESH y reconocer las condiciones que deberían evaluarse antes de considerar su

posible utilización como tecnología auxiliar para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú.

Capítulo III: Desarrollo del tema

3.1 Campo de aplicación

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional se desarrolla en el ámbito de las telecomunicaciones militares y la innovación tecnológica, teniendo como punto de partida la experiencia adquirida por el coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE). A partir de esta experiencia, se plantea la necesidad de estudiar nuevas alternativas tecnológicas que puedan complementar los sistemas de comunicaciones existentes y contribuir a fortalecer la continuidad de los servicios que requiere el Ejército del Perú para el desarrollo de sus actividades institucionales.

En este escenario, la DITELE constituye el principal referente institucional del trabajo, debido a las responsabilidades que desempeña en el planeamiento, la coordinación y la supervisión de los sistemas de telemática del Ejército. El ejercicio de estas funciones permitió al autor conocer aspectos relacionados con la gestión de las telecomunicaciones militares y comprender la importancia de evaluar soluciones que respondan a las necesidades de conectividad de la institución. Esta perspectiva permite relacionar su experiencia profesional con el estudio de tecnologías inalámbricas, considerando factores como la confiabilidad de los enlaces, la compatibilidad entre sistemas, la seguridad de la información y las condiciones necesarias para mantener los servicios de comunicación.

Desde el punto de vista tecnológico, el campo de aplicación se concentra en el estudio de las redes inalámbricas MESH, cuya arquitectura distribuida permite establecer conexiones entre diferentes dispositivos mediante enlaces directos o a través de nodos intermedios. Esta forma de comunicación ofrece posibilidades para diversificar las rutas de transmisión de información y complementar determinados servicios de conectividad. Sin embargo, es importante reconocer que disponer de múltiples conexiones no garantiza, por sí

solo, una mayor continuidad de los servicios de comunicación. Su funcionamiento depende de las características de los equipos, la estabilidad de los enlaces, los mecanismos de encaminamiento y las condiciones en las que se utiliza la red. Por ello, resulta necesario evaluar sus posibilidades y limitaciones antes de considerar una eventual aplicación institucional.

De igual manera, el trabajo se orienta a formular criterios técnicos que permitan analizar de manera organizada la posible viabilidad de las redes MESH en las comunicaciones militares. Para desarrollar esta evaluación, se consideran seis dimensiones fundamentales: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica. Estas dimensiones permiten examinar la tecnología desde una perspectiva integral, relacionando sus características funcionales con los requerimientos institucionales y los recursos que serían necesarios para su administración y mantenimiento. De esta manera, se busca disponer de una base técnica que facilite la identificación de ventajas potenciales, restricciones y aspectos que requieren estudios adicionales.

El campo de aplicación del presente Trabajo de Suficiencia Profesional tiene un carácter técnico e institucional, con un alcance conceptual y propositivo. Su desarrollo no contempla la instalación de redes inalámbricas MESH en dependencias militares ni la realización de pruebas sobre los sistemas de comunicaciones del Ejército. Por el contrario, se fundamenta en la revisión de información científica y técnica, complementada con la experiencia profesional del autor en la gestión de la telemática militar. En ese sentido, la propuesta busca proporcionar a la DITELE un instrumento de referencia que pueda contribuir a futuras evaluaciones tecnológicas y orientar el estudio de soluciones complementarias destinadas al fortalecimiento progresivo de la continuidad del servicio de comunicaciones militares del Ejército del Perú.

3.2 Tipo de aplicación

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional corresponde a una aplicación de carácter técnico-propositivo, orientada a formular una alternativa de innovación tecnológica para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú. Su desarrollo se fundamenta en la experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno, adquirida durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE).

Desde el punto de vista técnico, la aplicación comprende el análisis de las características, posibilidades y limitaciones de las redes inalámbricas MESH, considerando su arquitectura distribuida y su capacidad para establecer conexiones mediante nodos interconectados. Este análisis busca determinar los aspectos que deben evaluarse antes de considerar su posible utilización como tecnología complementaria de los sistemas institucionales de comunicación.

Adicionalmente, la aplicación tiene un enfoque analítico y documental, debido a que utiliza investigaciones científicas recientes y conocimientos derivados de la experiencia profesional para establecer criterios de evaluación tecnológica. Para ello, se consideran seis dimensiones fundamentales: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad, que permitirán organizar el análisis de la propuesta.

Por otra parte, su carácter propositivo se manifiesta en la formulación de lineamientos técnicos que pueden servir como referencia para futuras evaluaciones institucionales. En ese sentido, el trabajo no contempla la implementación de equipos, la ejecución de pruebas operacionales ni la modificación de los sistemas de comunicaciones existentes, sino el desarrollo de una propuesta conceptual que deberá someterse a los procedimientos de evaluación y autorización correspondientes.

Este tipo de aplicación permite vincular la experiencia profesional del autor con una necesidad de innovación tecnológica en el ámbito de las

telecomunicaciones militares. Su contribución consiste en proporcionar un instrumento de análisis que facilite la identificación de condiciones de viabilidad para el posible empleo de redes inalámbricas MESH, con la finalidad de contribuir al fortalecimiento progresivo de la continuidad de los servicios de comunicación del Ejército del Perú.

3.3 Diagnóstico

El diagnóstico del presente Trabajo de Suficiencia Profesional tiene como punto de partida la experiencia adquirida por el coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE). Las responsabilidades asumidas en esta dependencia le permitieron conocer diferentes aspectos relacionados con la gestión de las telecomunicaciones militares y comprender la importancia de evaluar alternativas tecnológicas que puedan contribuir a la continuidad de los servicios de comunicación. Desde esta perspectiva, el trabajo plantea la conveniencia de estudiar soluciones que complementen los sistemas existentes, considerando las necesidades de conectividad, confiabilidad, interoperabilidad y seguridad del Ejército del Perú.

En el ámbito militar, las comunicaciones cumplen una función fundamental, debido a que permiten mantener el intercambio oportuno de información y facilitan la coordinación entre los diferentes órganos, dependencias y unidades de la institución. Para asegurar su continuidad, no basta con disponer de equipos de telecomunicaciones; también es necesario considerar la estabilidad de los enlaces, la compatibilidad entre tecnologías, la disponibilidad de los recursos y las medidas de seguridad que protegen la información. Estos factores permiten comprender que el fortalecimiento de las comunicaciones requiere una visión integral, en la que se evalúen tanto las características de los medios disponibles como las posibilidades que ofrecen nuevas soluciones tecnológicas.

En este marco, uno de los aspectos que motiva el presente trabajo es la necesidad de establecer criterios técnicos que permitan examinar la

conveniencia de utilizar redes inalámbricas MESH como una solución tecnológica complementaria de comunicaciones. Esta tecnología se caracteriza por una arquitectura distribuida, en la cual diferentes dispositivos pueden establecer conexiones directas o participar en la retransmisión de información mediante nodos intermedios. Al respecto, Wong et al. (2024), al estudiar las redes de múltiples saltos y las arquitecturas MESH basadas en tecnología LoRa, identificaron que su funcionamiento depende de factores como los mecanismos de encaminamiento, el acceso compartido al medio inalámbrico, la eficiencia energética y la seguridad. Estos aportes permiten reconocer que las posibilidades de conectividad de una red distribuida deben analizarse juntamente con las condiciones que pueden influir en su desempeño.

Igualmente, la continuidad de los servicios de comunicación debe entenderse como una condición que comprende no solamente el funcionamiento de los equipos, sino también la capacidad de mantener o recuperar los servicios cuando se presentan interrupciones. En relación con este aspecto, Wang et al. (2023), al examinar diferentes tecnologías utilizadas en comunicaciones de emergencia, destacaron la importancia de disponer de alternativas que permitan atender necesidades de conectividad cuando las infraestructuras convencionales presentan restricciones. Desde esta perspectiva, las redes MESH constituyen una opción que merece ser estudiada por sus posibilidades de interconexión distribuida. Sin embargo, sus características no permiten afirmar que puedan reemplazar los sistemas existentes ni que ofrezcan necesariamente mejores resultados en todas las condiciones de funcionamiento.

Por otra parte, el estudio de nuevas tecnologías inalámbricas destinadas al ámbito militar requiere considerar exigencias que van más allá de sus prestaciones de conectividad. La compatibilidad con los sistemas existentes, la protección de la información, la disponibilidad de recursos energéticos y las condiciones necesarias para mantener los servicios constituyen aspectos fundamentales para determinar su posible aplicación. Sobre este particular, Kufakunesu et al. (2025), al analizar los desafíos de comunicación de los sistemas militares interconectados, identificaron la interoperabilidad, la seguridad, la

eficiencia energética y la resiliencia como factores relevantes. En consecuencia, cualquier iniciativa relacionada con las redes MESH debe sustentarse en una evaluación que permita conocer tanto sus ventajas como las restricciones que podrían presentarse durante su utilización.

A partir de estas consideraciones, el problema identificado en el presente Trabajo de Suficiencia Profesional se relaciona con la necesidad de contar con criterios técnicos que permitan evaluar, de manera organizada y fundamentada, las posibilidades y limitaciones de las redes inalámbricas MESH como una solución de apoyo para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú. Esta necesidad responde al interés por ampliar el conocimiento sobre tecnologías de conectividad distribuida y proporcionar elementos que contribuyan a futuras decisiones de modernización. No implica, por tanto, que se hayan comprobado deficiencias generalizadas en los sistemas de comunicaciones institucionales ni que las soluciones actualmente utilizadas carezcan de mecanismos adecuados para mantener sus servicios.

Para abordar esta problemática, el diagnóstico considera seis dimensiones fundamentales: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica. La conectividad permite examinar las posibilidades de interconexión entre dispositivos, mientras que la continuidad se relaciona con las condiciones necesarias para mantener o recuperar determinados servicios. Por su parte, la confiabilidad comprende el funcionamiento consistente de los sistemas; la interoperabilidad considera su compatibilidad con otras tecnologías; la seguridad se orienta a la protección de la información y los recursos; y la sostenibilidad contempla los medios necesarios para mantener la solución durante su vida útil. Estas dimensiones proporcionan una base para organizar la evaluación de las redes MESH e identificar los aspectos que requerirían estudios adicionales.

El diagnóstico permite reconocer la conveniencia de desarrollar una propuesta de innovación tecnológica que relacione los fundamentos científicos de las redes inalámbricas MESH con la experiencia profesional adquirida en la

gestión de las telecomunicaciones militares. Su finalidad es establecer criterios de evaluación que permitan conocer las posibilidades de esta arquitectura y determinar las condiciones que deberían analizarse antes de considerar su eventual utilización institucional. De esta manera, el trabajo busca proporcionar a la DITELE una referencia técnico-conceptual que pueda contribuir al estudio de alternativas complementarias y orientar futuras evaluaciones destinadas al fortalecimiento progresivo de la disponibilidad sostenida de las comunicaciones militares del Ejército del Perú.

Desde mi experiencia en las funciones de planeamiento y seguimiento tecnológico de la DITELE, considero que la principal necesidad abordada es disponer de un procedimiento transparente para distinguir las características documentadas de una tecnología de su desempeño aún no comprobado en la institución. Por ello, el diagnóstico conduce a formular una matriz de evaluación preliminar y no a afirmar que existen deficiencias específicas en los sistemas militares actuales.

3.4 Propuesta de innovación

3.4.1. Denominación de la propuesta

Empleo de redes inalámbricas MESH como alternativa tecnológica para fortalecer la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú, 2026.

La propuesta plantea el estudio de las redes inalámbricas MESH como una posible opción tecnológica de apoyo para fortalecer los servicios de comunicaciones del Ejército del Perú. Su orientación es técnico-profesional y busca establecer criterios que permitan evaluar las características de esta tecnología, identificar sus limitaciones y determinar las condiciones que deberían considerarse antes de recomendar su eventual incorporación institucional.

3.4.2. Fundamentación de la propuesta

La presente propuesta de innovación tiene como punto de partida la

experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno, adquirida durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE). Las responsabilidades asumidas en el planeamiento, la coordinación y la supervisión de los sistemas de telemática le permitieron conocer aspectos relacionados con la gestión de las telecomunicaciones institucionales y comprender la importancia de evaluar nuevas alternativas tecnológicas que puedan contribuir a la continuidad de los servicios de comunicación.

Bajo este enfoque, las redes inalámbricas MESH representan una tecnología de interés debido a las características de su arquitectura distribuida. A diferencia de determinadas configuraciones centralizadas, estas redes permiten que varios dispositivos participen en el intercambio de información mediante conexiones directas o a través de nodos intermedios. Esta capacidad ofrece posibilidades para diversificar las rutas de comunicación, aunque su funcionamiento depende de las condiciones de los enlaces y de los mecanismos utilizados para administrar la red. Al respecto, Wong et al. (2024) señalan que las arquitecturas de múltiples saltos presentan desafíos relacionados con el encaminamiento, el consumo energético, la administración de recursos y la seguridad, aspectos que deben considerarse antes de evaluar su posible utilización.

También, la importancia de estudiar tecnologías complementarias se relaciona con la necesidad de mantener los servicios de comunicaciones cuando se presentan restricciones de conectividad. Wang et al. (2023), al examinar diferentes redes utilizadas en situaciones de emergencia, destacaron la conveniencia de disponer de alternativas tecnológicas capaces de responder a diversas condiciones de funcionamiento. Por su parte, Kufakunesu et al. (2025), en una investigación sobre los desafíos de comunicación de sistemas militares interconectados, identificaron la interoperabilidad, la seguridad y la eficiencia energética como factores relevantes para la evaluación de nuevas soluciones.

A partir de estos fundamentos, la propuesta no busca promover la

adquisición inmediata de dispositivos MESH ni modificar los sistemas de comunicaciones existentes en el Ejército del Perú. Su propósito es desarrollar un modelo de evaluación técnico-institucional que permita conocer las posibilidades y limitaciones de esta arquitectura, mediante criterios verificables y acordes con las necesidades generales de la institución. De esta manera, se pretende proporcionar una base que contribuya a futuras decisiones de modernización tecnológica, sin atribuir beneficios operacionales que todavía no hayan sido comprobados.

3.4.3. Finalidad de la propuesta

La finalidad de la presente propuesta consiste en proporcionar a la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército una herramienta de análisis que permita examinar las redes inalámbricas MESH desde una perspectiva técnica e institucional. Mediante este instrumento se busca determinar qué características podrían resultar útiles para complementar determinados servicios de comunicaciones militares y qué condiciones deberían verificarse antes de considerar su eventual aplicación.

Para alcanzar esta finalidad, se plantea organizar la información científica y técnica disponible, identificar los requerimientos generales relacionados con la continuidad de los servicios de comunicación y establecer criterios que permitan evaluar las posibilidades de conectividad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica.

De esta manera, la propuesta busca contribuir al desarrollo de una evaluación ordenada y fundamentada que pueda servir como referencia para futuras iniciativas de modernización de los sistemas de telemática del Ejército del Perú.

3.4.4. Descripción de la innovación

La innovación propuesta consiste en formular un modelo de evaluación tecnológica para redes inalámbricas MESH, organizado en seis dimensiones fundamentales: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica. Estas dimensiones permiten examinar

diferentes aspectos que podrían influir en el funcionamiento de una arquitectura distribuida y en sus posibilidades de aplicación institucional.

El modelo se desarrolla mediante una matriz de análisis que relaciona las características de las redes MESH con los requerimientos generales de las comunicaciones militares. Su utilización permitiría identificar las prestaciones documentadas de la tecnología, reconocer posibles restricciones y determinar aquellos aspectos que necesitan estudios adicionales antes de establecer conclusiones sobre su viabilidad.

Una característica importante de esta innovación es su enfoque preventivo. En lugar de recomendar directamente la incorporación de una tecnología por las ventajas que aparentemente ofrece, se plantea evaluar primero sus condiciones de funcionamiento y su correspondencia con las necesidades institucionales. Este procedimiento permite organizar el análisis de manera más objetiva y contribuir a que las futuras decisiones tecnológicas se fundamenten en información verificable.

De ahí que, el aporte de la propuesta no radica en desarrollar una nueva arquitectura de redes MESH, sino en establecer un instrumento de evaluación que permita examinar su posible aplicación como tecnología auxiliar para las comunicaciones militares del Ejército del Perú.

3.4.5. Componentes de la propuesta

Para organizar su desarrollo, la propuesta comprende cuatro componentes relacionados entre sí, que permiten avanzar desde la identificación de necesidades hasta la formulación de recomendaciones técnicas.

a. Identificación de requerimientos institucionales.

Este componente comprende la revisión de las necesidades generales relacionadas con la continuidad de las comunicaciones militares. Su propósito es reconocer los aspectos que deben considerarse al evaluar nuevas

alternativas tecnológicas, particularmente la disponibilidad de los servicios, la confiabilidad de los enlaces, la compatibilidad entre sistemas y la seguridad de la información.

Para ello, se plantea utilizar documentación institucional autorizada y criterios técnicos generales, evitando incorporar información sensible que no resulte necesaria para el alcance conceptual del trabajo.

b. Caracterización de la tecnología MESH.

Comprende el estudio de los fundamentos de funcionamiento de las redes inalámbricas MESH, sus características de conectividad distribuida y las limitaciones que pueden influir en su desempeño. Este análisis se sustentará en investigaciones científicas recientes, especificaciones técnicas y antecedentes académicos que permitan conocer las posibilidades de la tecnología.

De igual manera, será importante diferenciar las características teóricas de las prestaciones comprobadas, considerando que los resultados de una investigación responden a condiciones particulares y no necesariamente representan el comportamiento de una red en cualquier entorno institucional.

c. Matriz de evaluación tecnológica.

Constituye el principal instrumento de la propuesta y permite organizar los criterios necesarios para examinar las seis dimensiones establecidas. Su aplicación busca relacionar las características de las redes MESH con los requerimientos generales de las comunicaciones militares, identificando los aspectos que cuentan con respaldo técnico y aquellos que todavía requieren evaluación.

De esta forma, la matriz facilitaría una valoración preliminar de la tecnología, evitando formular conclusiones favorables cuando no exista información suficiente para sustentarlas.

d. Formulación de recomendaciones.

Este componente comprende la elaboración de un informe técnico-documental que reúna los principales resultados del análisis, las limitaciones identificadas y las condiciones que deberían considerarse en futuras evaluaciones institucionales.

Las recomendaciones tendrán un carácter orientador y podrán servir como referencia para que la DITELE y los órganos competentes determinen la conveniencia de profundizar el estudio de las redes MESH, de acuerdo con las disposiciones y procedimientos correspondientes.

3.4.6. Fases de desarrollo de la propuesta

El desarrollo de la propuesta se organiza en cuatro fases sucesivas, destinadas a facilitar una evaluación ordenada de las redes inalámbricas MESH. Cada una responde a una necesidad específica y proporciona información para continuar con la siguiente etapa del análisis.

Primera fase: Identificación de necesidades.

En esta fase se revisará la documentación institucional que se encuentre autorizada para su utilización, con la finalidad de reconocer los requerimientos generales relacionados con la continuidad del servicio de comunicaciones. El análisis considerará aspectos como la disponibilidad, confiabilidad, interoperabilidad y seguridad de los servicios.

Como resultado, se espera obtener una relación preliminar de necesidades tecnológicas y criterios que permitan orientar la evaluación de soluciones inalámbricas complementarias.

Segunda fase: Análisis de la tecnología MESH.

Esta fase comprende la recopilación y revisión de investigaciones científicas recientes, especificaciones técnicas y antecedentes sobre redes

inalámbricas distribuidas. Su finalidad es conocer las características de funcionamiento de las redes MESH, las posibilidades que ofrecen para establecer conexiones entre dispositivos y las limitaciones que pueden afectar su desempeño.

La información obtenida permitirá elaborar una caracterización tecnológica que sirva como referencia para el análisis posterior, diferenciando las prestaciones documentadas de aquellas que requieren comprobación.

Tercera fase: Evaluación técnico-documental.

En esta etapa se utilizará la matriz propuesta para relacionar los criterios de evaluación con las características identificadas en las redes MESH. Se examinará la información disponible sobre conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica.

Adicionalmente, se registrarán los aspectos que cuentan con respaldo documental, aquellos cuya información resulte insuficiente y las condiciones que necesiten validación posterior. Este procedimiento permitirá desarrollar una valoración preliminar sin atribuir resultados que no hayan sido comprobados.

Cuarta fase: Formulación de recomendaciones.

La última fase comprende la elaboración de un informe que presente los resultados del análisis, las principales limitaciones encontradas y las recomendaciones correspondientes. Su finalidad es proporcionar elementos técnicos que puedan servir de apoyo para determinar si resulta conveniente desarrollar investigaciones adicionales sobre las redes MESH.

En consecuencia, las recomendaciones estarán orientadas a futuras evaluaciones institucionales y no constituirán disposiciones para implementar equipos o modificar la infraestructura tecnológica existente.

3.4.7. Matriz de evaluación tecnológica

La matriz de evaluación tecnológica constituye el instrumento central de la propuesta de innovación. Su finalidad es organizar los criterios necesarios para examinar las características de las redes inalámbricas MESH y establecer una relación entre sus posibilidades de funcionamiento y las necesidades generales de disponibilidad sostenida de las comunicaciones militares.

Para desarrollar este análisis, se consideran seis dimensiones que permiten valorar la tecnología desde una perspectiva integral.

Conectividad. Comprende el estudio de las posibilidades de interconexión entre dispositivos y las características de los enlaces inalámbricos. Esta dimensión permite conocer cómo se establece el intercambio de información y qué condiciones podrían influir en la disponibilidad de conexiones entre los nodos.

Continuidad. Se relaciona con los mecanismos que podrían contribuir a mantener o recuperar determinados servicios de comunicación. Su evaluación busca reconocer las características documentadas de la tecnología que podrían favorecer la disponibilidad del intercambio de información.

Confiabilidad. Considera las condiciones necesarias para mantener un funcionamiento estable de la red. Comprende el análisis de aspectos relacionados con la calidad de las conexiones y el comportamiento de los servicios bajo condiciones previamente establecidas.

Interoperabilidad. Permite examinar las posibilidades de integración entre las redes MESH y otras tecnologías de comunicaciones. Su evaluación considera la compatibilidad entre dispositivos, los protocolos utilizados y los requisitos institucionales que deberían cumplirse para una eventual aplicación.

Seguridad. Comprende los aspectos relacionados con la protección de la información y la administración segura de los dispositivos. Esta dimensión considera las condiciones necesarias para preservar los servicios de

comunicación y cumplir los requisitos institucionales correspondientes.

Sostenibilidad tecnológica. Se orienta al análisis de los recursos necesarios para mantener una eventual solución durante su vida útil. Incluye aspectos relacionados con el mantenimiento, el soporte técnico, la disponibilidad de energía, la capacitación del personal y las condiciones económicas para su administración.

En conjunto, estas dimensiones permiten realizar una evaluación que no se limite a las ventajas de conectividad de una arquitectura MESH. Su utilidad consiste en examinar diferentes factores que pueden influir en la conveniencia de esta tecnología y reconocer los aspectos que requieren estudios adicionales.

Por ello, la matriz no pretende demostrar automáticamente que las redes MESH son viables para las comunicaciones militares del Ejército del Perú. Constituye una herramienta de análisis destinada a ordenar la información disponible y proporcionar criterios técnicos que contribuyan a futuras decisiones institucionales.

Tabla 1. Matriz de evaluación técnico-documental de redes inalámbricas MESH (instrumento propuesto)

Dimensión	Indicador	Evidencia que debe revisarse	Estado documental
Conectividad	Cobertura y enlaces entre nodos	Publicaciones sobre cobertura, topología y especificaciones técnicas	Información insuficiente
Conectividad	Transmisión mediante múltiples saltos	Wong et al. (2024); alcance limitado a la tecnología estudiada	Sustentado documentalmente
Conectividad	Restricciones de acceso al medio	Estudios sobre capacidad compartida y congestión	Información insuficiente
Continuidad	Disponibilidad de servicios	Estudios y reportes con indicadores explícitos de disponibilidad	Información insuficiente
Continuidad	Posibles rutas alternativas	Documentación sobre redundancia y recuperación	Información insuficiente
Continuidad	Condiciones de restablecimiento	Estudios de recuperación del servicio en condiciones definidas	Pendiente de validación
Confiabilidad	Pérdida de paquetes	Resultados publicados en condiciones reproducibles	Información insuficiente
Confiabilidad	Latencia y caudal efectivo	Investigaciones con indicadores de desempeño	Información insuficiente
Confiabilidad	Estabilidad de conexión	Ensayos publicados y limitaciones declaradas	Información insuficiente

Interoperabilidad	Compatibilidad de interfaces	Normas públicas y especificaciones del fabricante	Información insuficiente
Interoperabilidad	Integración con sistemas existentes	Requisitos institucionales autorizados y pruebas de compatibilidad	Pendiente de validación
Interoperabilidad	Capacidad de administración	Documentación de gestión y supervisión de la solución	Información insuficiente
Seguridad	Confidencialidad y cifrado	Documentación de mecanismos de protección y sus limitaciones	Información insuficiente
Seguridad	Autenticación y control de acceso	Especificaciones técnicas y evaluaciones de seguridad	Información insuficiente
Seguridad	Cumplimiento de políticas aplicables	Requisitos institucionales autorizados	Pendiente de validación
Sostenibilidad	Energía y autonomía	Documentación técnica y estudios de consumo	Información insuficiente
Sostenibilidad	Mantenimiento y soporte	Manuales, ciclo de vida y condiciones de asistencia	Información insuficiente
Sostenibilidad	Costos y capacitación	Presupuestos referenciales y necesidades formativas documentadas	Información insuficiente

Nota. Elaboración propia. Matriz de evaluación técnico-documental propuesta, no aplicada a los sistemas del Ejército del Perú. Los dieciocho indicadores se distribuyen en seis dimensiones. Las categorías utilizadas son «Sustentado documentalmente», «Información insuficiente» y «Pendiente de validación». La evidencia general sobre comunicación de múltiples saltos se circunscribe al alcance de Wong et al. (2024); ningún estado constituye una prueba de viabilidad institucional.

3.4.8. Procedimiento de valoración

Para facilitar la interpretación de la información recopilada, se propone utilizar tres categorías de valoración documental. Estas permiten distinguir los aspectos que cuentan con evidencia técnica de aquellos que necesitan mayor información o evaluaciones posteriores.

Sustentado documentalmente. Se utilizará esta categoría cuando existan investigaciones, especificaciones o documentos técnicos verificables que permitan respaldar conceptualmente el cumplimiento de un criterio. Su asignación no implica que la prestación haya sido comprobada en los sistemas de comunicaciones del Ejército del Perú.

Información insuficiente. Corresponderá a los casos en los que la documentación disponible no permita establecer una conclusión técnicamente fundamentada. Esta clasificación facilitará la identificación de aspectos que requieren ampliar la información antes de emitir una recomendación.

Pendiente de validación. Se aplicará cuando un criterio necesite pruebas técnicas, verificaciones de compatibilidad o evaluaciones adicionales para determinar su cumplimiento en determinadas condiciones de funcionamiento.

Estas categorías permiten desarrollar una evaluación preliminar sin recurrir a puntuaciones que no cuenten con una justificación técnica. Igualmente, contribuyen a que las conclusiones reflejen las características de la información disponible y sus limitaciones.

Es importante precisar que una valoración favorable basada en documentación no representa una comprobación del desempeño operacional de la tecnología. Tampoco constituye una autorización para implementar redes MESH en instalaciones o sistemas institucionales.

En consecuencia, cualquier decisión posterior deberá sustentarse en evaluaciones adicionales y desarrollarse de acuerdo con las competencias y procedimientos establecidos por el Ejército del Perú.

3.4.9. Aplicación conceptual de la propuesta

Para comprender cómo podría utilizarse el modelo de evaluación, se presenta un ejemplo hipotético relacionado con las necesidades de conectividad entre dependencias administrativas de una institución que requieren intercambiar información no sensible.

En este supuesto, se plantea examinar una arquitectura inalámbrica MESH como posible solución tecnológica complementaria de comunicación. La evaluación inicial no consistiría en instalar equipos o modificar la infraestructura existente, sino en revisar las características documentadas de la tecnología y determinar su correspondencia con las necesidades generales de conectividad identificadas.

En primer lugar, se considerarían las posibilidades de interconexión entre dispositivos y las condiciones que podrían influir en el funcionamiento de los

enlaces. También, se examinarían las restricciones relacionadas con la calidad del servicio, la seguridad de la información y los recursos necesarios para mantener la tecnología.

Posteriormente, los resultados se registrarían en la matriz de evaluación, diferenciando los criterios que cuentan con respaldo documental de aquellos cuya información sea insuficiente. Cuando no resulte posible establecer una conclusión, se señalará la necesidad de realizar estudios complementarios.

De considerarse pertinente una evaluación posterior, esta podría desarrollarse en un ambiente de laboratorio independiente, utilizando información ficticia y contando con las autorizaciones institucionales correspondientes. De esta manera, se evitaría intervenir en los sistemas operacionales o comprometer los servicios de comunicación existentes.

Este ejemplo permite reconocer el carácter preventivo y conceptual de la propuesta, cuya finalidad es proporcionar criterios técnicos para examinar alternativas tecnológicas antes de considerar su eventual utilización institucional.

3.4.10. Recursos necesarios

El desarrollo de la presente propuesta requiere principalmente recursos humanos especializados, documentación científica y herramientas que permitan organizar y analizar la información técnica. Debido a su alcance conceptual, no resulta necesario considerar inicialmente la adquisición de dispositivos MESH ni la modificación de la infraestructura de comunicaciones del Ejército.

En cuanto a los recursos humanos, se requiere personal con conocimientos en telecomunicaciones, administración de redes, interoperabilidad y seguridad de la información, capaz de interpretar las características de la tecnología y desarrollar una evaluación técnicamente fundamentada.

Por otra parte, los recursos documentales comprenden investigaciones científicas recientes, especificaciones técnicas, publicaciones especializadas y documentación institucional autorizada. Esta información proporcionará los fundamentos necesarios para examinar los criterios establecidos en la matriz.

De igual manera, las herramientas de gestión permitirán registrar los resultados, organizar las fuentes consultadas e identificar las condiciones que requieran estudios posteriores. Su utilización contribuirá a desarrollar una evaluación ordenada y transparente.

En caso de considerarse conveniente una fase experimental posterior, los recursos adicionales deberán determinarse mediante un estudio específico y con la participación de los órganos competentes, de acuerdo con las disposiciones institucionales aplicables.

En consecuencia, el presente Trabajo de Suficiencia Profesional no establece presupuestos de adquisición ni requerimientos de equipamiento para una implementación institucional, debido a que su finalidad se limita a formular una propuesta de evaluación técnico-documental.

3.4.11. Resultados esperados

La propuesta de innovación busca proporcionar productos técnicos que contribuyan a organizar el estudio de las redes inalámbricas MESH y facilitar su evaluación como solución de apoyo de comunicaciones militares.

En primer lugar, se espera contar con un documento que reúna los principales fundamentos científicos relacionados con esta tecnología, sus características de funcionamiento y las condiciones que pueden influir en su desempeño. Esta información permitirá disponer de una base conceptual para examinar futuras alternativas de conectividad.

Adicionalmente, se plantea disponer de una matriz de evaluación tecnológica que organice los criterios correspondientes a las seis dimensiones establecidas. Mediante este instrumento será posible reconocer las

características documentadas de las redes MESH, identificar sus principales restricciones y determinar qué aspectos requieren comprobación adicional.

Por otra parte, se espera formular recomendaciones que puedan servir como referencia para posteriores estudios y evaluaciones institucionales. Estas orientaciones buscarán contribuir a que las decisiones relacionadas con la modernización tecnológica se sustenten en información verificable y en necesidades previamente identificadas.

Cabe precisar que los resultados previstos corresponden a productos de análisis, planificación y evaluación documental. No representan mejoras operacionales comprobadas ni permiten afirmar que se haya incrementado la disponibilidad o confiabilidad de los sistemas de comunicaciones del Ejército del Perú.

3.4.12. Aporte de la propuesta de innovación

El principal aporte de la presente propuesta consiste en relacionar la experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno en la gestión de la telemática militar con el estudio de una tecnología que podría contribuir a complementar los sistemas de comunicaciones del Ejército del Perú.

Desde el punto de vista técnico, el trabajo proporciona un modelo de evaluación que permite examinar las características de las redes inalámbricas MESH mediante criterios previamente establecidos. Este instrumento facilita la identificación de ventajas potenciales, limitaciones y condiciones que deben verificarse antes de considerar su utilización.

Desde una perspectiva institucional, la propuesta contribuye a destacar la importancia de desarrollar evaluaciones fundamentadas antes de recomendar nuevas soluciones tecnológicas. De esta manera, se busca relacionar las necesidades de modernización con procedimientos de análisis que permitan sustentar las decisiones en información técnica y científica.

La innovación representa una contribución técnico-profesional de carácter preventivo y propositivo. Su importancia no radica en demostrar una mejora operacional ya alcanzada, sino en proporcionar a la DITELE una base conceptual que pueda orientar futuras investigaciones y evaluaciones autorizadas sobre las redes inalámbricas MESH.

En ese sentido, el trabajo busca contribuir al fortalecimiento progresivo de las comunicaciones militares del Ejército del Perú mediante el estudio de alternativas complementarias y la formulación de criterios que permitan determinar su viabilidad técnica e institucional.

3.5 Objetivo de la propuesta

3.5.1. Objetivo general

Formular una propuesta de empleo de redes inalámbricas MESH como alternativa tecnológica complementaria para contribuir al fortalecimiento de la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú durante el año 2026, mediante la definición de criterios técnicos que permitan analizar sus posibilidades de aplicación, identificar sus principales limitaciones y evaluar las condiciones necesarias para determinar su viabilidad institucional.

3.5.2. Objetivos específicos

Primero. Identificar los principales fundamentos y características tecnológicas de las redes inalámbricas MESH, prestando especial atención a su arquitectura distribuida y a las posibilidades de establecer conexiones entre dispositivos mediante enlaces directos o a través de nodos intermedios.

Segundo. Analizar las ventajas potenciales y limitaciones de las redes inalámbricas MESH, considerando su posible contribución a la continuidad de las comunicaciones militares y su correspondencia con los requerimientos generales de conectividad del Ejército del Perú.

Tercero. Definir criterios técnicos que permitan evaluar las redes inalámbricas MESH de manera integral, tomando como referencia seis

dimensiones fundamentales: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica.

Cuarto. Diseñar una matriz de evaluación técnico-documental que facilite la organización y el análisis de la información disponible sobre las redes MESH, permitiendo reconocer sus características, identificar las condiciones que podrían favorecer su viabilidad y determinar aquellos aspectos que requieren estudios o comprobaciones adicionales.

Quinto. Formular recomendaciones técnicas, sustentadas en los resultados del análisis documental, que puedan servir como referencia para futuras evaluaciones institucionales sobre la conveniencia de utilizar redes inalámbricas MESH como complemento de los sistemas de comunicaciones militares del Ejército del Perú.

3.6 Descripción simple de la propuesta

La presente propuesta de innovación plantea el estudio de las redes inalámbricas MESH como una alternativa tecnológica que podría complementar los sistemas de comunicaciones militares del Ejército del Perú y contribuir al fortalecimiento de su continuidad. Su desarrollo tiene como punto de partida la experiencia profesional del coronel de Comunicaciones Carlos Alfredo Flor Moreno, particularmente durante su desempeño como Subdirector de la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE). Esta experiencia, complementada con la revisión de investigaciones científicas recientes, permite abordar las posibilidades de esta tecnología desde una perspectiva que relaciona los fundamentos de la ingeniería de telecomunicaciones con las necesidades de gestión institucional.

Desde el punto de vista técnico, las redes inalámbricas MESH se distinguen por su arquitectura distribuida, en la que diferentes dispositivos, denominados nodos, pueden participar en el intercambio de información. Dependiendo de su configuración, estos equipos tienen la capacidad de establecer comunicaciones directas o retransmitir datos a través de nodos

intermedios, permitiendo que la información llegue a su destino mediante enlaces sucesivos. Esta forma de funcionamiento ofrece la posibilidad de disponer de distintas rutas de comunicación y reducir, bajo determinadas condiciones, la dependencia de algunos elementos centrales de la infraestructura. Sin embargo, estas ventajas potenciales deben examinarse considerando las características de los equipos, la estabilidad de los enlaces y los mecanismos utilizados para administrar la red.

En atención a estas características, la propuesta contempla el desarrollo de un modelo de evaluación tecnológica que permita conocer tanto las posibilidades como las limitaciones de las redes MESH antes de considerar su eventual incorporación institucional. Para ello, se han establecido seis dimensiones de análisis: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica. Estas dimensiones constituyen la base de una matriz de evaluación destinada a relacionar las características documentadas de la tecnología con los requerimientos generales de las comunicaciones militares. Mediante este instrumento se busca identificar sus ventajas potenciales, reconocer las restricciones que podrían afectar su funcionamiento y determinar aquellos aspectos que necesitan una evaluación técnica adicional.

Para organizar el desarrollo de la propuesta, se consideran cuatro actividades principales. La primera consiste en identificar las necesidades tecnológicas relacionadas con la continuidad del servicio de comunicaciones institucionales. La segunda comprende el estudio de las características de las redes inalámbricas MESH, tomando como referencia investigaciones científicas y documentación técnica verificable. La tercera actividad está orientada a la aplicación de la matriz de evaluación, con la finalidad de analizar la información recopilada de acuerdo con los criterios establecidos. La cuarta actividad comprende la formulación de recomendaciones técnicas que puedan servir como referencia para posteriores estudios y decisiones institucionales. Esta secuencia permite desarrollar un análisis ordenado, en el que las conclusiones se sustenten en la información disponible y no únicamente en las prestaciones teóricas de la tecnología.

Igualmente, se reconoce que la revisión documental constituye una primera aproximación para determinar la conveniencia de una solución tecnológica. Por esta razón, aquellos aspectos que no puedan comprobarse mediante la información recopilada deberán identificarse como condiciones pendientes de evaluación. En caso de considerarse necesario desarrollar pruebas experimentales, estas deberán realizarse en ambientes controlados, con las autorizaciones institucionales correspondientes y bajo criterios previamente definidos de compatibilidad, seguridad y funcionamiento. En consecuencia, el presente Trabajo de Suficiencia Profesional no contempla la instalación inmediata de redes MESH en dependencias militares ni la modificación de los sistemas de comunicaciones existentes, debido a que su alcance es técnico-documental y propositivo.

El principal aporte de la innovación consiste en proporcionar a la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército un instrumento que facilite el análisis de las redes inalámbricas MESH como una posible opción tecnológica de apoyo de comunicaciones. Su utilidad radica en organizar los criterios necesarios para examinar la viabilidad de esta arquitectura, diferenciando las características sustentadas documentalmente de aquellas que todavía requieren comprobación. De esta manera, la propuesta busca contribuir a que futuras iniciativas de modernización tecnológica se desarrollen sobre la base de evaluaciones fundamentadas, considerando las necesidades institucionales y las condiciones necesarias para fortalecer progresivamente la continuidad de las comunicaciones militares del Ejército del Perú.

Conclusiones

Primera. La experiencia profesional del autor en el planeamiento, la coordinación y la supervisión de los sistemas de telemática de la DITELE permitió relacionar las responsabilidades de gestión institucional con la evaluación de nuevas tecnologías. Este vínculo evidencia que la selección de soluciones de comunicaciones no debe basarse solamente en sus prestaciones, sino también en su compatibilidad, seguridad y posibilidades de mantenimiento. Por ello, la contribución profesional del trabajo consiste en proponer criterios que apoyen un análisis técnico previo a cualquier decisión institucional.

Segunda. La literatura examinada confirma que las redes inalámbricas MESH pueden proporcionar conectividad distribuida y comunicación mediante múltiples saltos; sin embargo, también describe limitaciones asociadas con el encaminamiento, los recursos disponibles y la seguridad. En consecuencia, esta arquitectura no garantiza por sí sola una mayor continuidad del servicio. Su eventual consideración requiere distinguir las posibilidades documentadas de los beneficios que deben comprobarse en un entorno específico.

Tercera. El diagnóstico técnico-documental identificó la conveniencia de disponer de criterios explícitos para estudiar soluciones adicionales de conectividad, sin encontrar evidencia suficiente para afirmar la existencia de deficiencias generalizadas en las redes militares del Ejército del Perú. Esta delimitación evita convertir una necesidad de evaluación en un diagnóstico operacional no acreditado y orienta la propuesta hacia el análisis preventivo de tecnologías.

Cuarta. El trabajo estableció seis dimensiones de evaluación: conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica. Su análisis conjunto demuestra que valorar una solución solamente por la cobertura o la capacidad de transmitir datos resulta insuficiente. Estas dimensiones ofrecen un marco integral para examinar requisitos técnicos e institucionales y reconocer posibles restricciones antes de recomendar estudios posteriores.

Quinta. Se diseñó una matriz técnico-documental con dieciocho indicadores que abarcan, entre otros, cobertura, disponibilidad, calidad del servicio, mecanismos de protección y necesidades de mantenimiento. El instrumento permite ordenar las fuentes consultadas, distinguir información sustentada de vacíos documentales e identificar condiciones pendientes de validación. Su implicancia principal es proporcionar a la DITELE un método preliminar de valoración, sin presentar la matriz como prueba del desempeño de redes MESH en el Ejército del Perú.

Sexta. Los antecedentes revisados corresponden a organizaciones civiles, actividades industriales y estudios tecnológicos cuyas condiciones difieren de las del Ejército del Perú. Aunque aportan indicadores y experiencias útiles, sus resultados no acreditan una eficacia equivalente en otros escenarios. Por esta razón, el trabajo utiliza dichas investigaciones como fundamento para construir criterios de análisis y no como demostración de beneficios operacionales institucionales.

Séptima. La seguridad, la interoperabilidad y la sostenibilidad implican exigencias que no pueden resolverse únicamente mediante una revisión bibliográfica. Esta limitación evidencia que una valoración documental favorable no reemplaza las verificaciones de compatibilidad, los análisis técnicos ni las autorizaciones institucionales aplicables. Por ello, las decisiones sobre una eventual incorporación deben quedar condicionadas a evaluaciones posteriores realizadas por las dependencias competentes.

Octava. Como resultado del Trabajo de Suficiencia Profesional, se formuló una propuesta técnico-documental para evaluar las redes inalámbricas MESH como tecnología de apoyo a las comunicaciones institucionales. Su aporte comprobable es el desarrollo de criterios y de un instrumento de análisis, no la demostración de mejoras operacionales. En consecuencia, la DITELE podría considerar esta propuesta como referencia para determinar la pertinencia de nuevas investigaciones, de acuerdo con sus funciones y procedimientos establecidos.

Recomendaciones

Primera. Se recomienda que la Dirección de Telemática y Estadística del Ejército (DITELE), en el marco de sus responsabilidades institucionales, considere el estudio de las redes inalámbricas MESH como parte de las iniciativas orientadas a la modernización de las comunicaciones militares. Esta evaluación permitiría conocer las posibilidades que ofrece una arquitectura inalámbrica distribuida y determinar si sus características podrían complementar los medios actualmente disponibles, contribuyendo al fortalecimiento de la continuidad de los servicios de comunicación del Ejército del Perú.

Segunda. Se recomienda que la DITELE considere la utilización de la matriz de evaluación tecnológica desarrollada en el presente Trabajo de Suficiencia Profesional como una herramienta de apoyo para el análisis de las redes inalámbricas MESH. Este instrumento, organizado en seis dimensiones —conectividad, continuidad, confiabilidad, interoperabilidad, seguridad y sostenibilidad tecnológica—, permitiría examinar de manera integral las características de esta tecnología, reconocer sus principales limitaciones e identificar aquellos aspectos que requieren estudios adicionales antes de formular recomendaciones sobre su posible aplicación institucional.

Tercera. Se recomienda promover estudios de viabilidad técnica que permitan conocer las condiciones bajo las cuales las redes inalámbricas MESH podrían integrarse como una solución complementaria a los sistemas de comunicaciones del Ejército del Perú. Estos estudios deberían considerar la compatibilidad con las tecnologías existentes, las necesidades de conectividad, las limitaciones de funcionamiento y los recursos necesarios para su administración y mantenimiento. De esta manera, se dispondría de información técnica que contribuya a determinar la conveniencia de esta arquitectura antes de considerar una eventual incorporación institucional.

Cuarta. Se recomienda que las futuras evaluaciones de redes inalámbricas MESH se desarrollen considerando indicadores técnicos que permitan conocer objetivamente su comportamiento. Entre los principales parámetros deberían

incluirse la disponibilidad del servicio, la latencia, la pérdida de paquetes y el caudal efectivo de transmisión de datos. La utilización de estos indicadores facilitaría la comparación con otras alternativas tecnológicas y permitiría reconocer las condiciones en las que una red MESH podría responder a determinados requerimientos de comunicación, evitando sustentar las decisiones únicamente en sus ventajas teóricas.

Quinta. Se recomienda que la seguridad de la información constituya un requisito prioritario en cualquier iniciativa destinada a evaluar redes inalámbricas MESH para las comunicaciones militares. Para ello, será necesario considerar las condiciones de protección de los datos, la administración segura de los dispositivos y la compatibilidad de las soluciones propuestas con las disposiciones y políticas de seguridad vigentes en el Ejército del Perú. Este enfoque permitirá que las posibilidades de conectividad de una nueva tecnología sean examinadas conjuntamente con las exigencias institucionales de protección de la información y de los sistemas.

Sexta. Se recomienda fortalecer las actividades de capacitación y actualización profesional del personal especializado en telecomunicaciones e informática del Ejército, incorporando conocimientos relacionados con las redes inalámbricas distribuidas y sus principales características de funcionamiento. Estas actividades permitirían comprender mejor las posibilidades y limitaciones de las arquitecturas MESH, así como los aspectos técnicos que deben considerarse para su evaluación, administración y mantenimiento. De esta manera, se contribuiría al desarrollo de competencias profesionales vinculadas con la modernización de los sistemas de comunicaciones institucionales.

Séptima. Se recomienda que, cuando los resultados de las evaluaciones documentales lo justifiquen, la DITELE considere la realización de estudios experimentales en ambientes de laboratorio controlados y debidamente autorizados. Estas actividades deberían desarrollarse mediante procedimientos institucionales establecidos, utilizando información no sensible y sin intervenir en los sistemas de comunicaciones operacionales del Ejército. Su finalidad sería

verificar determinadas características de funcionamiento de las redes MESH, obtener resultados técnicos medibles y establecer las condiciones que podrían influir en su desempeño. De este modo, se dispondría de evidencia adicional para complementar los fundamentos identificados durante el análisis documental.

Octava. Se recomienda que el presente Trabajo de Suficiencia Profesional sea considerado como una referencia técnico-conceptual para futuras investigaciones e iniciativas relacionadas con la modernización de las comunicaciones militares del Ejército del Perú. La propuesta formulada proporciona criterios que pueden contribuir al estudio de las redes inalámbricas MESH como una solución de apoyo, relacionando los fundamentos científicos disponibles con la experiencia profesional adquirida en la gestión de la telemática militar. Sin embargo, cualquier decisión sobre su eventual utilización deberá sustentarse en evaluaciones técnicas e institucionales que permitan comprobar su conveniencia, reconociendo que esta tecnología no constituye una solución aplicable a todas las necesidades de comunicación y que sus beneficios potenciales todavía requieren ser verificados en el ámbito institucional.

Referencias bibliográficas

Al Ajrawi, S., & Tran, B. (2024). Mobile wireless ad-hoc network routing protocols comparison for real-time military application. *Spatial Information Research, 32*(1), 119–129. https://doi.org/10.1007/s41324-023-00535-z

Clerigues, D., Wubben, J., Calafate, C. T., Cano, J.-C., & Manzoni, P. (2024). Enabling resilient UAV swarms through multi-hop wireless communications. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2024*, Article 39. https://doi.org/10.1186/s13638-024-02373-5

Kufakunesu, R., Myburgh, H., & De Freitas, A. (2025). The internet of battle things: A survey on communication challenges and recent solutions. *Discover Internet of Things, 5*, Article 3. https://doi.org/10.1007/s43926-025-00093-w

Leandro Fretel, J. A. (2024). *Diseño de una red LTE para mejorar la disponibilidad de la flota pesada en un ámbito minero* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional Cybertesis UNMSM. https://hdl.handle.net/20.500.12672/22762

Ministerio de Defensa. (2015). *Decreto Supremo N.° 005-2015-DE, que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N.° 1137, Ley del Ejército del Perú*. Diario Oficial El Peruano. https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1218817-1

Ministerio de Defensa. (2025). *Decreto Supremo N.° 005-2025-DE, Decreto Supremo que adecua el Reglamento del Decreto Legislativo N.° 1137, Ley del Ejército del Perú*. Diario Oficial El Peruano. https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2416480-3

Pérez Solis, I. G. (2024). *Implementación de un diseño de red inalámbrica basada en tecnología Mesh para mejorar la calidad de servicio de la red de datos del área académica del COAR - Huancavelica* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. http://hdl.handle.net/20.500.12894/11279

Quispe Alvarez, C. A. (2025). *Propuesta de ampliación de la red de telecomunicaciones empleando una red MESH para mejorar la cobertura de la red inalámbrica en el tajo de una mina en el sur del Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA. https://hdl.handle.net/20.500.12773/19845

Reaño Reyes, B. A., & Sánchez Rodríguez, D. N. (2022). *Tecnología Mesh aplicando Top Down y McCabe para optimizar la distribución de paquetes de una Red WLAN en el Hospital Víctor Soles García* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/94103

Siapo Baltierrez, A. G. (2023). *Sistema de red en malla para la comunicación de voz y datos en una organización humanitaria, 2023* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/118218

Villanueva Palomino, A. P. (2024). *Implementación de una red mesh para la efectividad en la conectividad en una empresa de TI* [Tesis de

licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/153436

Wang, Q., Li, W., Yu, Z., Abbasi, Q., Imran, M., Ansari, S., Sambo, Y., Wu, L., Li, Q., & Zhu, T. (2023). An overview of emergency communication networks. *Remote Sensing, 15*(6), Article 1595. https://doi.org/10.3390/rs15061595

Wong, A. W.-L., Goh, S. L., Hasan, M. K., & Fattah, S. (2024). Multi-hop and mesh for LoRa networks: Recent advancements, issues, and recommended applications. *ACM Computing Surveys, 56*(6), Article 136. https://doi.org/10.1145/3638241

Anexos

ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI



"Alma Mater del Ejército del Perú"

ANEXO 01: INFORME PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN CIENCIAS MILITARES

1. DATOS PERSONALES:

1.01	Apellidos y Nombres	FLOR MORENO Carlos Alfredo
1.02	Grado y arma / Servicio	Coronel de Comunicaciones
1.03	Situación Militar	Actividad
1.04	CIP	118161000
1.05	DNI	25755791
1.06	Celular y/o RPM	945286414
1.07	Correo electrónico	cflorm@ejercito.mil.pe

2. ESTUDIOS EN LA ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS:

2.01	Fecha_ ingreso de la EMCH	01 de agosto de 1992
2.02	Fecha de egreso EMCH	1996
2.03	Fecha de alta como Oficial	01 de enero de 1996
2.04	Años de experiencia de Oficial	30 años
2.05	Idiomas	Portugués avanzado

3. SERVICIOS PRESTADOS EN EL EJÉRCITO

N°	Año	Lugar	Unidad / Dependencia	Puesto Desempeñado
3.01	1996	Villa Rica	BCS N° 79	Jefe de patrulla
3.02	1997	Chorrillos	Esc Com	Alumno Curso Complementario
3.03	1998	Sullana	Cia Com N° 51	Cmdte Secc
3.04	1999	Sullana	Cia Com N° 51	Cmdte Secc
3.05	2000	Chorrillos	Esc Com	Alumno Curso Básico
3.06	2000	Piura	Cia Com Srv N° 111	Cmdte Cia
3.07	2001	Piura	BCOM N° 111	Cmdte Cia
3.08	2002	Piura	BCOM N° 111	Cmdte Cia
3.09	2003	Rimac	BCOM N° 112	Cmdte Cia
3.10	2004	Rimac	BCOM A/M N° 511	Cmdte Cia
3.11	2005	Monterrico	Esc OPSIC	Alumno Básico OPSIC
3.12	2005	Rimac	BCOM A/M N° 511	Cmdte Cia
3.13	2006	Rimac	BCOM A/M N° 511	Cmdte Cia
3.14	2006	Chorrillos	Esc Com	Alumno Curso Avanzado
3.15	2007	Puno	CG 4ta Brig Mtñ	Jefe Secc Telem
3.16	2008	Puno	CG 4ta Brig Mtñ	Ofl EM
3.17	2009	San Borja	SJAO	Jefe Neg DACO COM
3.18	2010	Rimac	BCOM N° 112	Ejecutivo/S-3
3.19	2011	Chorrillos	EMCH "CFB"	Jefe Setel
3.20	2012	San Borja	COTE	Ofl EM
3.21	2013	Chorrillos	ESGE - EPG	Alumno
3.22	2014	Chorillos	Esc CCFFAA	Alumno
3.23	2015	Tiabaya	CG 3a Brig Com	Ofl EM
3.24	2015	Monterrico	Esc OPSIC	Alumno Superior OPSIC
3.25	2016	Tiabaya	BCOM N° 113	Cmdte Unidad
3.26	2017	Tiabaya	Agrup Com "JO"	Jefe Seper
3.27	2018	San Borja	Dinve	Jefe Dpto Admtvo

3.28	2019	San Borja	Dinve	Jefe Dpto Admtvo
3.29	2020	San Borja	Cologe	Jefe Dpto Admtvo
3.30	2021	Morales	IEPM "MAAC"	Director
3.31	2022	Morales	IEPM "MAAC"	Director
3.32	2023	San Borja	CITELE	Inspector
3.33	2024	San Borja	CITELE	JEM
3.34	2025	San Borja	DITELE	Jefe SD

4. ESTUDIOS EN EL EJÉRCITO DEL PERÚ

N°	Año	Dependencia y Período	Denominación	Diploma / Certificación
4.01	1994	EMCH – 01 MES	Curso Básico de Paracaidismo Militar	Certificado
4.02	1997	ECOME - 01 AÑO	Curso Complementario	Certificado
4.03	1999	EPE – 01 MES	Curso Caída Libre	Certificado
4.04	2000	ECOME – 06 MESES	Curso Básico	Certificado
4.05	2004	ESC OPSIC – 06 MESES	Curso Básico de OPSIC	Certificado
4.06	2006	ECOME – 06 MESES	Curso Avanzado	Certificado
4.07	2013	ESGE – 01 AÑO	CEGGUUCC	Certificado
4.08	2014	ESC CCFFAA – 01 AÑO	CEMCCFFAA	Certificado
4.09	2015	ESC OPSIC – 06 MESES	Curso Superior de OPSIC	Certificado

5. ESTUDIOS DE NIVEL UNIVERSITARIO

N°	Año	Universidad y Período	Bachiller / Licenciado
5.01	1992 - 1995	Escuela Militar de Chorrillos	Bachiller en Ciencias Militares

6. ESTUDIOS DE POSTGRADO UNIVERSITARIO

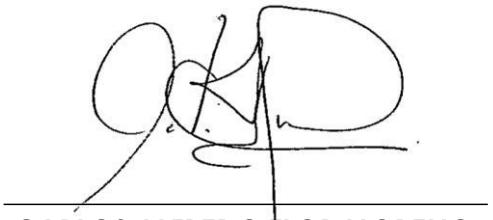
N°	Año	Universidad y Período	Bachiller / Licenciado
6.01	2019	UNE ENRIQUE GUZMAN Y VALLE	DOCENCIA UNIVERSITARIA

7. ESTUDIOS DE ESPECIALIZACIÓN

N°	Año	Universidad y Período	Diploma o Certificado
7.01		NO REALIZÓ	

8. ESTUDIOS DE EN EL EXTRANJERO

N°	Año	Universidad y Período	Diploma o Certificado
8.01		NO REALIZO	



CARLOS ALFREDO FLOR MORENO
CRL COM