

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y CREATIVIDAD POSGRADO

Trabajo de Titulación como requisito previo para la obtención del título de Magíster en Tecnologías de Información mención Gestión y Administración de TI

PLAN DE DISERTACIÓN
REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE DATOS PARA UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA. CASO DE ESTUDIO: COOPERATIVA DE AHORRRO Y CRÉDITO MINGA LTDA.

Autor: José Daniel Mullo Yuquilema
Director: Dr. Gustavo Xavier Chafla Altamirano

Riobamba, 2026

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, JOSÉ DANIEL MULLO YUQUILEMA, con CI 0604469734, autor del trabajo de graduación intitulado: "REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE DATOS PARA UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA, CASO DE ESTUDIO: COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO MINGA LTDA.", previa la obtención del título profesional de Magíster en Tecnologías de la Información con mención en Gestión y Administración de TI, en la Facultad De Hábitat, Infraestructura Y Creatividad Posgrado.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos del autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de director (a) – Tutor (a) del Trabajo de Posgrado Titulado: ": "REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE DATOS PARA UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA, CASO DE ESTUDIO: COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO MINGA LTDA.", presentado por el maestrante JOSÉ DANIEL MULLO YUQUILEMA, titular de la Cédula de Identidad Nº 0604469734 para optar al Grado de Magíster en Tecnologías de Información mención Gestión y Administración de TI, considero que dicho Trabajo de Investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte de los Lectores – Evaluadores que se designen para tal fin por parte de las autoridades de la Facultad De Hábitat, Infraestructura Y Creatividad Posgrado.

En la ciudad de Riobamba, a los 09 días de septiembre de 2026



TUTOR(a) Dr. Gustavo Xavier Chafla Altamirano

NOTA:

Se comunica que en el servicio de análisis Turnitin, el referido trabajo de titulación alcanzó el siguiente resultado: 7% índice de similitud con otras fuentes.

TURNITIN:

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 29-may-2026 10:35 -05
Identificador: 2972105277
Número de palabras: 16766
Entregado: 1

Tesis Por Daniel Mullo

Índice de similitud
7%

Similitud según fuente

Fuentes de Internet	7%
Publicaciones:	3%
Trabajos del estudiante:	5%

Coincidencia del 1% ()
Zaruma Tualombo, Jorge Oswaldo. "Implementación de una arquitectura tolerante a fallos en los servidores de producción de los sistemas de gestión académica de la Dirección de Desarrollo Académico (DDA) de la ESPOCH.", Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019

Coincidencia del 1% (Internet desde 28-nov-2022)
https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7638/3/UDLA-EC-TIRT-2017-10.pdf

Coincidencia del 1% (Internet desde 25-jun-2021)
https://www.grafiati.com/es/literature-selections/red-inalambrica/journal/

Coincidencia del 1% (Internet desde 21-abr-2025)
https://www.coursehero.com/file/89243976/TESIS-de-GRADO-Maestr%C3%ADa-en-Transportes-JCpdf/

Coincidencia del 1% (trabajos de los estudiantes desde 24-ene-2024)
Submitted to Universidad TecMilenio on 2024-01-24

Coincidencia del 1% (Internet desde 10-jul-2016)
http://docplayer.es/1462712-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-informatica-y-electronica-escuela-de-ingenieria-electronica-en-telecomunicaciones-y-redes.html

Coincidencia del 1% ()
Fernández Mata, Miguel. "Study and application of 802.11mc standard as a solution for indoor positioning", 2021

Coincidencia del 1% (trabajos de los estudiantes desde 04-mar-2022)
Submitted to Universidad Politécnica Estatal de Carchi on 2022-03-04

Coincidencia del 1% (Internet desde 18-may-2025)
https://integracion.cube.net.ar/blog/site-survey

Coincidencia del 1% (Internet desde 07-sept-2021)
https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/5004/Redes%20inal%C3%A1mbricas.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Coincidencia del 1% (Internet desde 12-ene-2026)
https://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3025/8/Tesis%20Jose%20Molina.pd

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, JOSÉ DANIEL MULLO YUQUILEMA, con cédula de identidad # 0604469734, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a esté trabajo, a la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



José Daniel Mullo Yuquilema

C.C.: 0604469734

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN 12
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14
1.1. Formulación del problema 14
1.2 Objetivos de la Investigación 17
1.2.1. Objetivo General 17
1.2.2. Objetivos Específicos 17
1.3. Justificación de la Investigación 17
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 19
2.1. Antecedentes de la Investigación 19
2.2. Bases Teóricas 23
2.2.1 Red Inalámbrica 23
2.2.3 Tipos de redes inalámbricas 23
2.2.4 Topología de red 25
2.2.2 Estructura de Red 27
2.2.5 Arquitectura de Red 28
2.2.6 Requerimientos de la Red 32
2.2.7 Elementos de una Red Inalámbrica 33
2.2.8 Ancho de Banda 33
2.2.9 Parámetros de tecnología inalámbrica 33
2.2.10 Redes Inalámbricas WLAN (Wireless Local Área) 35
2.2.11 Estándares 802.11 35
2.3 Diseño de una red WLAN 41
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 44
3.1 Tipo de Investigación 44
3.1.1 Investigación Aplicada 44
3.2 Diseño de Investigación 44
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 46
3.4 Técnica de Análisis de Datos 46
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA 48
4.1 Levantamiento de Información 48

4.1.1 Análisis de la infraestructura de Red 49
4.1.2 Estaciones de Trabajo 50
4.1.3 Análisis de los Requisitos de Red 51
4.1.4 Topología de Red 52
4.2 Problemas detectados en la Infraestructura de Red inalámbrica 53
4.3 Diseño de Red LAN 53
4.3.1 Metodología 53
4.3.2 Recopilación de Datos 54
4.3.3 Revisión de Instalaciones 55
4.3.4 Comparación de los equipos en el mercado 57
4.3.2 Diseño Lógico 58
4.3.3 Implementación de la red inalámbrica LAN 60
4.3 Propuesta de Red Inalámbrica 62
4.3.1 Mapas de calor del rediseño de la red inalámbrica 65
4.3.2 Configuración de AP 66
4.3.3 Pruebas en la Red LAN 67
4.3.4 Pruebas de la Red Inalámbrica 70
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 73
5.1 Conclusiones 73
5.2 Recomendaciones 75
ANEXOS 81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categorías de Redes Inalámbricas. 23
Tabla 2 Características parámetros inalámbricos 34
Tabla 3 Principales características para el estándar 802.11 36
Tabla 4 Categorías de estándares 37
Tabla 5 Comparación de estándares IEEE 802.11 41
Tabla 6 Distribución de departamentos de la COAC Minga Ltda. 49
Tabla 7 Modelo y características de los Access Point 50
Tabla 8 Distribución de Estaciones de Trabajo por Departamento 51
Tabla 9 Planeación de SSID 55
Tabla 10 Comparación de equipos inalámbricos en el mercado 58
Tabla 11 Direccionamiento red inalámbrica 60
Tabla 12 Presupuesto de dispositivos AP 64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación de las redes inalámbricas 24
Figura 2 Topología de Red 26
Figura 3 Elementos de una topología 27
Figura 4 Arquitectura de la solución (implementación) 29
Figura 5 Evolución de los AP con los estándares 802.11 a nivel de capa física 40
Figura 6 Ejemplo mapa de calor generado en sute Survey 42
Figura 7 Ubicación de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda. 48
Figura 8 Topología de Red actual 52
Figura 9 Cobertura de antena Ubiquiti U6-Pro-Piso 1 56
Figura 10 Cobertura de antena Ubiquiti U6-Pro-Piso 2 57
Figura 11 Diagrama de la red inalámbrica 59
Figura 12 Instalación de AP en el cielo falso piso 1 61
Figura 13 Instalación del AP en la oficina Tics 62
Figura 14 Propuesta para la ubicación de los AP piso1 63
Figura 15 Propuesta para la ubicación de los AP piso 2 63
Figura 16 Propuesta mapa de calor Piso 1 65
Figura 17 Propuesta mapa de calor Piso 1. 66
Figura 18 Configuración de SSID Ubiquitii AP piso 1 67
Figura 19 Configuración de SSID ubiquiti AP piso 2 67
Figura 20 Asignación DHCP al equipo piso 1 68
Figura 21 Asignación DHCP al equipo piso 2 68
Figura 22 Simulación piso 2 y 3 cobertura propuesta 69
Figura 23 Información dirección IP asignado al equipo 70
Figura 24 Ping hacia la red principal 70
Figura 25 Dispositivos asignados a la red inalámbrica piso 1 71
Figura 26 Dispositivos asignados a la red inalámbrica piso 2. 71

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y CREATIVIDAD
POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN
GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE TI

REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE DATOS PARA UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA, CASO DE ESTUDIO: COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO MINGA LTDA.

Autor: José Daniel Mullo Yuquilema

Director -Tutor: Dr. Gustavo Xavier Chafla Altamirano

Fecha: 09 de septiembre del 2026

RESUMEN

La evolución de las redes inalámbricas ha tenido un impacto significativo en la tecnología y en el mundo empresarial. Con el avance tecnológico, los dispositivos inteligentes dependen cada vez más de Internet para su funcionamiento adecuado.En este estudio se busca, proponer un rediseño de la red inalámbrica de datos existente para una institución financiera, caso de estudio: Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda. En primer lugar, se llevara acabo un análisis por medio del enfoque aplicativo que estaría centrado en la creación y mejora de tecnologías, protocolos y herramientas relacionadas con redes inalámbricas para mejorar la eficiencia y la gestión de la red de la institución financiera, conjuntamente con un estudio exploratorio mismo que permitirá la recopilación de datos sobre el porcentaje de cobertura Los resultados muestran por medio del Mapa de Calor generado reveló áreas críticas con cobertura deficiente o inexistente, destacando la importancia de realizar ajustes significativos en la infraestructura de la red inalámbrica para garantizar una cobertura uniforme y confiable en todo el edificio.En conclusión, las pruebas realizadas en la red LAN y la red inalámbrica validaron el rendimiento y la eficacia de la propuesta de red inalámbrica diseñada, demostrando una conectividad estable y de alta velocidad, lo que refuerza la solidez y fiabilidad de la infraestructura propuesta.

Palabras Clave: WLAN, Acces Points, Mapa de calor, Direcciones IP, BSSID

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y CREATIVIDAD
POSGRADO
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN
GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE TI

REDISING OF THE WIRELESS DATA NETWORK FOR FINANCIAL INSTITUTION, CASE STUDY: MINGA LTDA SAVINGS AND CREDIT COOPERATIVE

Author: José Daniel Mullo Yuquilema

Director -Tutor: Dr. Gustavo Xavier Chafla Altamirano

Date: September 9, 2026

ABSTRACT

The evolution of wireless networks has significantly impacted technology and the business world. As technology advances, smart devices increasingly rely on the Internet for proper operation. This study proposes a redesign of the existing wireless data network for a financial institution—specifically, the Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda. First, an analysis is conducted using an applied approach focused on developing and improving wireless network technologies, protocols, and tools to enhance the institution's network efficiency and management; this is complemented by an exploratory study to gather data on coverage levels. A generated heat map revealed critical areas with poor or non-existent coverage, highlighting the need for significant adjustments to the wireless infrastructure to ensure uniform, reliable coverage throughout the building. Finally, tests performed on the LAN and wireless network validated the performance and effectiveness of the proposed wireless network design, demonstrating stable, high-speed connectivity and confirming the robustness and reliability of the proposed infrastructure.

Keywords: WLAN, Access Points, Heat Map, IP Addresses, BSSID.

INTRODUCCIÓN

La cooperativa de ahorro y crédito Minga Ltda., es una institución que brinda servicios de intermediación financiera, con mas de 29 años de experiencia en el país, que en los últimos años ha crecido exponencialmente.

Sin embargo, es necesario reducir el tiempo de respuesta en cuento al acceso de información mediante la aplicación de mejoras en la red, que motiva a dar una solución en la optimización de servicios de comunicación inalámbrica para que así de manera conjunta, brindar al personal administrativo una mejor cobertura, aumentando la productividad en el desarrollo de las actividades laborales, en las diferentes áreas de la empresa y utilizando una variedad de dispositivos como teléfonos, computadoras, Tablet, a la vez.

La tecnología actual ofrece diversas prestaciones en el mercado, y un alto nivel de integración, especialmente en las redes de datos, lo que nos permite acceder a aplicaciones como Video Conferencias, Telefonía IP, Bases de datos, Internet, etc., todo bajo un mismo canal de comunicación o infraestructura.
Es crucial diseñar esta infraestructura considerando que, las aplicaciones se encuentran en constante innovación, ofreciendo mayores beneficios, que, a su vez, demandan un mayor ancho de banda, para que funcione correctamente una conexión, tras otra.

La presente disertación, tiene como estructura, cuatro secciones, es decir, en el desarrollo del Capítulo I, trata sobre la problemática acerca de la red inalámbrica de datos que enfrenta la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda., con objetivos de brindar soluciones por medio de un rediseño que optimice la productividad de sus trabajadores, proponiendo objetivos tanto general como específicos, junto con el marco referencial, donde se realiza una investigación

que toma en cuenta diferentes conceptos sobre la variable de estudio.

En el Capítulo II, corresponde a un análisis exhaustivo de la red existente, desde las líneas de negocio de la cooperativa hasta la identificación de problemas tecnológicos actuales, con el fin de establecer los requerimientos específicos a resolver durante el proceso, por medio del análisis de dispositivos activos, diseño tecnológico, procesos y servicios que proporcionen información que funcione como base para el diseño de una nueva red.

En el Capitulo III, se presenta la definición del diseño lógico y físico de la red LAN, subtemas necesarios para abordar los problemas identificados con la finalidad de satisfacer las necesidades establecidas en el capítulo anterior; al igual que el análisis comparativo de dispositivos que se adapten a la solución integral a implementar.

En el Capítulo IV, se detalla la propuesta de solución, diseñada y llevada a cabo a base de pruebas de conectividad en todo el sistema operativo. Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos y conectadas con los objetivos planteados en el primer capítulo; así como las recomendaciones y anexos pertinentes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este capítulo presenta una introducción a la situación problemática que motiva la investigación, delineando las cuestiones clave que serán exploradas en profundidad a lo largo del estudio.

1.1. Formulación del problema

La Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda., busca una solución para mejorar la cobertura de la red inalámbrica, esto permitirá la movilidad y la conectividad desde cualquier área de trabajo, para esto es importante conocer las ventajas que ofrecen las redes inalámbricas, para la toma de decisiones en busca del tipo de solución, observando las características de los dispositivos en base de estándares de servicio de red.

La infraestructura tecnológica de la cooperativa cuenta con diversos sistemas, aplicaciones y dispositivos que son utilizados por los funcionarios en distintas oficinas, áreas y departamentos. No obstante, estos usuarios enfrentan problemas de conectividad, debido a la lentitud en la transmisión de datos. En varias áreas, la señal inalámbrica es débil o incluso inexistente, lo que ha restringido la movilidad del personal, por lo que deben permanecer en un solo sitio para utilizar la red.

La rápida evolución en equipos tecnológicos en la actualidad ha tenido un impacto significativo en la calidad de las conexiones inalámbricas, teniendo como característica principal los diferentes protocolos de comunicación, que poseen los dispositivos.

De acuerdo con las exigencias la capacidad de las redes existentes, las velocidades de conexión son más rápidas permitiendo cubrir mayor cobertura y penetrando obstáculos físicos de manera efectiva.

Dentro de este escenario, cabe destacar la falta de un estudio correcto sobre la infraestructura de la red inalámbrica preexistente, la disposición de los dispositivos en áreas donde la cobertura es inexistente ha generado deficiencias significativas. Por otro lado, la ausencia de un control detallado de la información de los dispositivos resalta la necesidad de una planificación minuciosa y la adopción de las mejores prácticas en el diseño de redes inalámbricas para lograr resultados óptimos.

El diagnóstico de conectividad inalámbrica aún no se ha realizado, debido a la falta de reconocimiento de la necesidad de llevar a cabo este accionar. Además, no se ha asignado un presupuesto específico para su ejecución, lo que ha impedido la implementación de medidas adecuadas para mejorar la infraestructura de red.

Es por esto, que esta falta de acción ha contribuido a la persistencia de problemas de conectividad y a la incapacidad de optimizar los servicios tecnológicos dentro de la cooperativa.

La falta de diseño de la red de datos inalámbrica de la cooperativa se deba a la adopción de un enfoque provisional improvisado en su gran mayoría, en lo que respecta a la instalación, sin tomar en cuenta el uso de programas y herramientas disponibles en el mercado actual. Esto tiene como consecuencia una red que no esta alineada con las mejores prácticas de diseño, provocando deficiencias de rendimiento, seguridad y escalabilidad, que puede generar la exposición de datos financieros, que pueden ser accesibles ante un riesgo de robo o manipulación de los mismos.

Además, no se ha generado mapas de calor para evaluar la cobertura LAN en el área seleccionada, debido a la falta de un software especializado para

este análisis. Esta herramienta permitiría comprender la distribución y calidad de la señal inalámbrica, pero su adquisición no se ha llevado a cabo debido a limitaciones presupuestarias, dejando a la cooperativa sin una visión clara de las áreas con deficiencia en la cobertura inalámbrica, lo que ha resultado en problemas de conectividad, rendimiento para los usuarios.

Del mismo modo, la falta de propuesta para la estructuración de una Red Inalámbrica adecuada que garantice la conectividad desde cualquier área y permita una fácil expansión de la red, así como la movilidad sin pérdida de conexión a Internet, se ha convertido en otra de las limitaciones para la cooperativa y para sus trabajadores al momento de cumplir con una tarea, atender a un socio o acceder al sistema.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

- ✓ Proponer un rediseño de la red inalámbrica de datos existente para una institución financiera, caso de estudio: Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar la infraestructura de la red inalámbrica de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda.
- ✓ Analizar las fortalezas y debilidades de la conectividad inalámbrica de la cooperativa.
- ✓ Determinar las necesidades de conectividad inalámbrica de la cooperativa.
- ✓ Generar un Mapa de Calor de la cobertura WLAN del área del edificio utilizando el software de análisis de cobertura.
- ✓ Proponer la estructuración de una Red Inalámbrica adecuada que permita conectarse desde cualquier área.

1.3. Justificación de la Investigación

Existen varios factores que dificulta la conectividad a la red inalámbrica, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: infraestructura de la construcción, el ancho de banda utilizado y la mala ubicación de los dispositivos de conexión. Además, en ciertos la interferencia es considerable, debido al alto número de usuarios que se conectan a través de la conexión inalámbrica, lo que

genera retrasos en el procesamiento de la información.En caso particular la red inalámbrica de la cooperativa, es necesario cumplir con ciertas normas de seguridad de acceso establecidas por los entes de control.

Dado que es una institución financiera, cuenta con políticas de autenticación restringida. Mejorar la infraestructura tecnológica con un método alternativo de comunicación para evitar falta de conectividad. Para lograr esto, es necesario implementar métodos alternativos de comunicación que aseguren una cobertura adecuada y una velocidad de transmisión óptima.

Una estrategia propuesta es mejorar la cobertura de la conexión inalámbrica dentro de las instalaciones del edificio. Esto se puede lograr mediante la utilización de soluciones tecnológicas avanzadas, como programas de escaneo de cobertura, que permiten un análisis detallado del entorno de la red. Estas herramientas posibilitan identificar los puntos débiles en la infraestructura de red, como puntos ciegos o interferencias de frecuencia, que podrían afectar el rendimiento de la red.

Es fundamental que cualquier mejora en la cobertura inalámbrica se adapte a las necesidades específicas de la cooperativa y cumpla con los estándares de seguridad y rendimiento establecidos. Esto implica no solo mejorar la conectividad dentro del edificio, sino también considerar a otras áreas relevantes, como espacios que actualmente no son utilizados.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo, el objetivo es proporcionar una visión general del funcionamiento de los servicios ofrecidos y la tecnología subyacente de las redes inalámbricas. Se trata de una exploración desde un enfoque conceptual que permita comprender los fundamentos esenciales que respaldan el rediseño y la operación de estas redes.

2.1. Antecedentes de la Investigación

El *artículo Rediseño y administración de la red inalámbrica para el TECNM/Instituto Tecnológico de Oaxaca*, presentado por Jarquín et al., (2023) describe el rediseño de la red inalámbrica del Instituto Tecnológico de Oaxaca, abarcando sus 54 áreas del campus.

Se empleó la metodología PPDIOO de CISCO para llevar a cabo el proceso, obteniendo como resultado una cobertura del 90% de la red inalámbrica, documentación y administración mejoradas, optimización del ancho de banda y control del tráfico. Se utilizaron estándares como 802.11 b, g, n y ax, con una potencia de salida de 22 a 30 dbm, lo que permite una escalabilidad hacia la tecnología Wi-Fi 6.

Entre los resultados obtenidos se destacan la documentación detallada de la red, mapas de cobertura, distribución adecuada de puntos de acceso, implementación de controladora en la nube y un portal cautivo para control de acceso.

Se concluye proponiendo un procedimiento para el rediseño de redes inalámbricas, incluyendo análisis de situación actual, elección de metodología, gestión de recursos, establecimiento de políticas de seguridad, ajuste y documentación de la topología de red.

Gavilanez (2022), en su tema de investigación titulado *Propuesta de rediseño de la red inalámbrica local en la matriz de la empresa SEDEMIL,* concluyó con varios hallazgos significativos, como la reubicación de puntos de acceso (APs) resultó en una mejora aproximadamente 20 dBm en la cobertura, que significó un aumento de 12.64 dBm en comparación con el estado inicial de la red. Las configuraciones realizadas en la controladora inalámbrica, switches y firewall perimetral contribuyeron a mejorar la confiabilidad de la red inalámbrica de SEDEMI, tanto para los usuarios finales como para el personal de soporte, alcanzando una confiabilidad del 98% según las mediciones realizadas con la sonda PRTG.

Así mismo, en la tesis titulada *Análisis y propuesta de diseño de red Inalámbrica de Alta Densidad para el acceso al servicio de Internet en el campus principal y el campus Agronomía de la Universidad Técnica de Babahoyo, basado en el Estándar 802.11 AC* propuesta por Zapata (2021), se centra en el diseño de una red LAN inalámbrica de alta densidad para dispositivos clientes en la Universidad Técnica de Babahoyo y su campus de Agronomía.

El objetivo principal es proporcionar una solución sustentable a los problemas de rendimiento, conectividad y cobertura presentes en la red actual. Para lograrlo, se emplea una metodología descriptiva para estudiar los fundamentos del estándar IEEE 802.11ac, un método comparativo para evaluar parámetros técnicos e infraestructura de red, y un método experimental para determinar la densidad, tamaño de celdas, antenas y cobertura.

La propuesta de diseño de red se enfoca en migrar al estándar 802.11ac Wave 2, aprovechando sus mejoras en velocidad y capacidad para admitir más clientes, y considerando la optimización del ancho de banda y la reducción de la

latencia mediante la implementación de canales de 160MHz.

Se prevé el uso de múltiples puntos de acceso estratégicamente ubicados en todo el campus, así como en la extensión de Agronomía, para garantizar una cobertura uniforme y una conexión estable en todas las áreas.

Además, se contempla la implementación de tecnologías avanzadas como el Beamforming y MU-MIMO para mejorar la eficiencia de la señal y admitir un mayor número de dispositivos conectados. Este enfoque integral y tecnológicamente avanzado promete transformar la experiencia de conectividad en la UTB, proporcionando una infraestructura robusta y moderna para satisfacer las necesidades presentes y futuras de la comunidad universitaria.

El artículo titulado *Evaluación de una red inalámbrica de banda ancha para VoIP*, presentado por Arroyo et al., (2019), detallan una investigación enfocada en diseñar y evaluar el desempeño de una red inalámbrica de banda ancha en la provincia de Huaytará, específicamente para la conexión a internet. Esta investigación, de naturaleza aplicada y experimental, analiza diversos aspectos del rendimiento de la red, priorizando la capacidad de la celda WLAN y los parámetros de calidad de servicio (QoS).

Los hallazgos revelan que, en radios de hasta 8 metros, la velocidad de transmisión de datos del cliente experimental supera a la del cliente de control, mientras que, para radios mayores a 15 metros, las diferencias en las tasas de datos entre ambos clientes no son significativas. Además, se destaca que los parámetros de QoS son favorables para aplicaciones multimedia.

La red implementada, utilizando tecnología TDM-E1/Ethernet e IEEE 802.11n, alcanza una capacidad máxima por celda de 32.5 Mbps en la banda de 2.4 GHz y de 65 Mbps en la banda de 5.8 GHz, considerando parámetros

mínimos de operación para los dispositivos inalámbricos. Los usuarios experimentan una velocidad de datos en el campo de 15.2 Mbps en un radio máximo de 8 metros, con hasta 7 usuarios inalámbricos conectados en la celda, en la banda de 2.4 GHz.

Finalmente, Reyes (2022),en su tesis titulada *Diseño de una red empresarial de telecomunicaciones para mantener la operación y comunicación de las tecnologías de voz y datos en la empresa TABACARCEN*, dicha investigación se enfocó en el rediseño de la red de datos de la empresa TABACARCEN, priorizando la confiabilidad, disponibilidad y seguridad de la red. Se adoptó un enfoque aplicado tecnológico, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar el rendimiento y la madurez de la red.

La metodología PPDIOO de CISCO guio el estudio, utilizando técnicas cuantitativas para medir la confiabilidad de la red a través de la simulación y el análisis de métricas, y técnicas cualitativas para evaluar la seguridad de la información mediante herramientas y guías de referencia establecidas por marcos de trabajo.

La muestra se seleccionó aleatoriamente, basándose en el conjunto de datos previamente establecidos en la población, mientras que para las variables cualitativas se empleó toda la documentación proporcionada por TABACARCEN, en línea con el marco de trabajo de seguridad de la información basado en NIST.

Entre las conclusiones principales se destacan la obtención de herramientas y métricas para evaluar el rendimiento de la red, la selección de tecnologías y configuraciones basadas en información confiable de normativas y estándares mundiales, y la realización de pruebas de simulación mediante EVE-NG para verificar las mejoras propuestas en la infraestructura de red.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Red Inalámbrica

Las redes inalámbricas han emergido como una pieza central en el paisaje tecnológico moderno, transformando la forma en que nos conectamos y comunicamos. Estos sistemas, que operan a través de ondas electromagnéticas en lugar de cables físicos, permiten una conectividad sin restricciones en una variedad de entornos, desde hogares y oficinas hasta espacios públicos y urbanos. La versatilidad de las redes inalámbricas facilita el intercambio de información, servicios y recursos de manera eficiente y conveniente, brindando una experiencia de usuario fluida y adaptativa.

Redes inalámbricas son un conjunto de dispositivos informáticos que intercambian información, servicios y recursos en un espacio geográfica limitada, a través de ondas electromagnéticas sin tener una red cableada predestinadas en diversas comarcas evidenciando la complacencia de su clientela y escatimando su peculio en concordancia a infraestructura (Pipa, 2019, pág. 11).

2.2.3 Tipos de redes inalámbricas

2.2.3.1 Redes Locales Inalámbricas (WLAN)

Una WLAN se define como una red que utiliza ondas electromagnéticas para transmisión de los datos en las bandas de frecuencia libres de 2.4 GHz y 5 GHz, brindando una ventaja la movilidad y eliminando la necesidad de utilizar cables para la conexión de los dispositivos (Torres, 2021).

Tabla 1

Categorías de Redes Inalámbricas.

Tipo inalámbrico	Rango	Aplicaciones	Estándares
Red de área personal (PAN)	Al alcance de una persona	Reemplazo de cable para extremo dispositivos	IE EEE 802.15 (Blutooth, ZigBee)

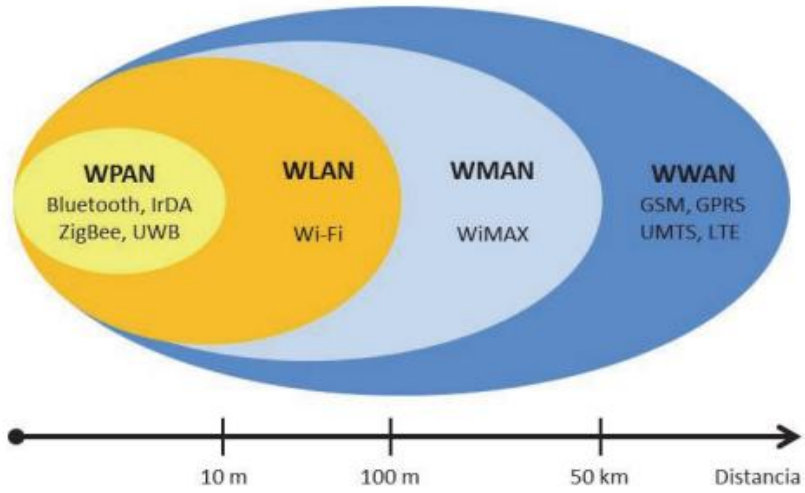
Red de área local (LAN)	Dentro de un edificio o instalaciones	Ampliación de la red cableada a inalámbrico	IEEE 802.11 (Wi-Fi)
Red de área metropolitana (MAN)	Dentro de una cuidad	Internet inalámbrico conectividad	IEEE 802.16 (WiMAX)
Red de área amplia (WAN)	Mundial	Acceso a la red inalámbrica	Celular (LTE,UMTS,etc)

Nota. La tabla presenta diferentes categorías de redes inalámbricas, incluyendo el rango de alcance, las aplicaciones típicas y los estándares asociados. Cada tipo de red inalámbrica cumple diferentes funciones y se utiliza en diferentes entornos, desde conexiones personales hasta conectividad mundial, por Orike & Joy (2019).

Las redes inalámbricas se pueden clasificar en cuatro grupos específicos según el área de aplicación y el alcance de la señal según lo indica (Salazar, 2016): redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal-Area Networks - WPAN), redes inalámbricas de área local (Wireless Local-Area Networks - WLAN), redes inalámbricas de área metropolitana (Wireless Metropolitan-Area Networks - WMAN), y redes inalámbricas de área amplia (Wireless Wide-Area Networks - WWAN). La Figura 1 ilustra estas cuatro categorías (Orike & Joy, 2019).

Figura 1

Clasificación de las redes inalámbricas



Nota. La figura presenta una clasificación de las redes inalámbricas según su alcance y aplicaciones, proporcionando una visión general de los distintos tipos de redes inalámbricas y sus características principales, por Salazar (2016).

Además, esta clasificación resalta la importancia de considerar el alcance y la cobertura de la señal al diseñar e implementar redes inalámbricas, ya que esto afecta directamente a la conectividad y el rendimiento de los dispositivos y usuarios. Por ejemplo, las redes inalámbricas de área personal (WPAN) son ideales para interconectar dispositivos cercanos entre sí, mientras que las redes inalámbricas de área amplia (WWAN) son más adecuadas para la comunicación a larga distancia.

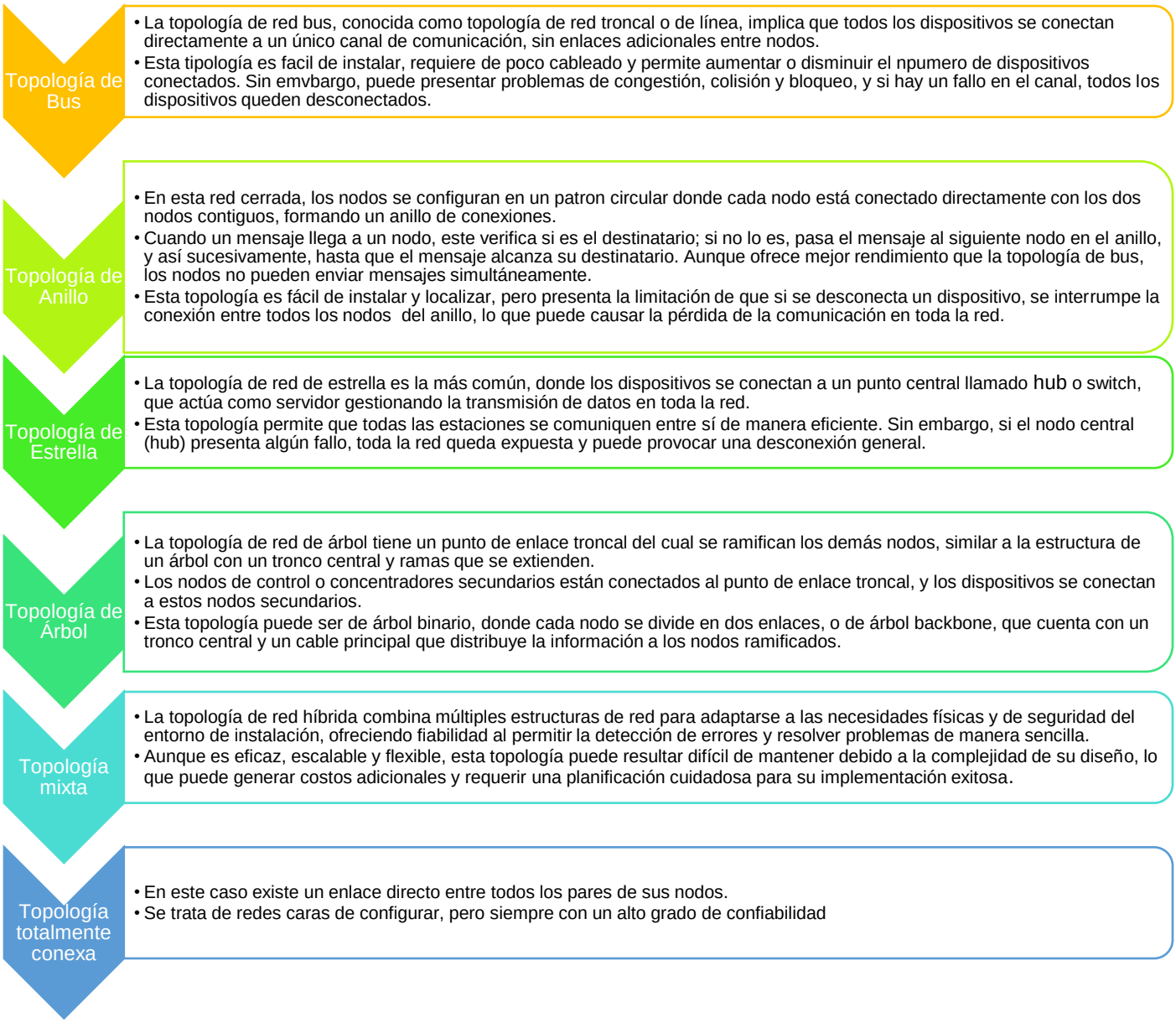
2.2.4 Topología de red

La topología de red está determinada, únicamente, por la naturaleza de las conexiones entre los nodos y la disposición de estos. La distancia entre los nodos, las tasas de transmisión y los tipos de señales no pertenecen a la tipología de la red, aunque pueden verse afectados por ella (Lederkremer, 2019).

La topología de una red es la ubicación lógica o cableada de los componentes principales de la misma, a continuación, se relacionan las más conocidas:

Figura 2

Topología de Red



Nota. La figura ilustra la topología de una red, mostrando la disposición y conexión de los dispositivos dentro de la red. Proporciona una representación visual de cómo se estructuran y comunican los componentes de la red entre sí, Elaboración propia de la adaptación de Gómez (2022).

Una topología está definida por diagramas de nodos y enlaces entre ellos. Los diagramas nos permiten visualizar patrones y distribuir los dispositivos y el medio en un espacio físico siguiendo un conjunto de pautas (Lederkremer, 2019).

Figura 3

Elementos de una topología



Nota. La figura presenta los elementos típicos que componen una topología de red, como nodos, enrutadores, switches y dispositivos finales. Proporciona una representación visual de los componentes básicos y su disposición dentro de una red, por Lederkremer (2019).

Tintín et al., (2018) lo describen como la representación física o abstracta de una red para el intercambio de datos. En esencia, es la estructura o configuración en la que se organiza la red, ya sea en términos físicos o lógicos. La noción de red se puede entender como un grupo de nodos conectados entre sí. Un nodo se define como el punto en el que una línea o curva se cruza consigo misma. La naturaleza específica de un nodo varía según el tipo de red que se esté considerando.

2.2.2 Estructura de Red

Es el conjunto de componentes tecnológicos que soportan la operación y entrega de uno o varios servicios de TI, es decir, todo lo que está detrás de un servicio de TI. Y su objetivo es habilitar herramientas que soporten la operación de la organización y habiliten su competitividad (Vázquez, 2023).

Existen diferentes aspectos a considerar al diseñar la estructura de red, que van desde la topología física hasta la arquitectura lógica y la seguridad. La topología física se centra en la disposición física de los cables, dispositivos y otros componentes de red, mientras que la arquitectura lógica define cómo se organizan y gestionan los datos dentro de la red. Por ejemplo, una red puede tener una topología de estrella física pero una arquitectura de red de malla lógica para garantizar la redundancia y la fiabilidad de la comunicación.

2.2.5 Arquitectura de Red

Estas arquitecturas o sistemas de redes están compuestos por un conjunto de equipos de transmisión, programas, protocolos de comunicación y una infraestructura radioeléctrica que posibilita la conexión y transmisión de datos a través de la red, de esta forma se logra compartir información de manera fiable y eficiente (García, 2021).

Estas son las cuatro arquitecturas de red básicas:

- **Tolerancia a fallos:** La tolerancia a fallos hace énfasis en que una infraestructura o sistema se beneficien al máximo de sus capacidades internas para asegurar la correcta ejecución de las tareas y por su puesto brindar servicios continuamente a pesar de fallos de hardware o software que se puedan presentar (Carballeira, 2015). En las palabras de Tualombo (2019), menciona que entonces se puede argumentar que la tolerancia a fallos permite que los sistemas puedan seguir funcionando a pesar de fallos que podrían ocurrir en sus componentes, ya sea por errores durante la fase de desarrollo o por problemas en los servidores, en cualesquiera de los dos casos si se llega a la paralización de los servicios del sistema también se debe tomar en cuenta medidas que

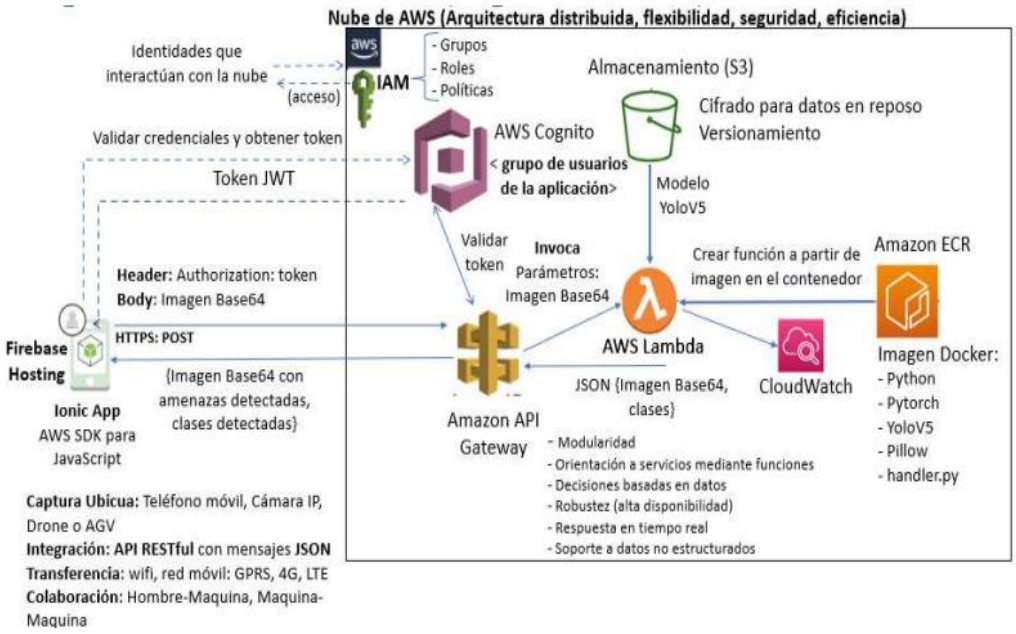
ayuden a una rápida recuperación de los componentes del sistema y así continuar con las operaciones de manera regular

- **Escalabilidad**: La escalabilidad, como característica de los sistemas, suele ser complicada de definir, especialmente al considerar los requisitos particulares en áreas donde se considera que es crucial. Esta cualidad es especialmente relevante en sistemas electrónicos, bases de datos, routers y redes (Mira, 2020)
- **Seguridad:** El diseño efectivo de una red representa una herramienta fundamental para resguardarnos de las diversas amenazas que nuestras redes pueden enfrentar. Con una red correctamente configurada, se puede prevenir la ocurrencia de ciertos ataques, minimizar el impacto de otros y, en última instancia, gestionar de forma controlada los fallos cuando no se pueda hacer más. La segmentación de la red juega un papel crucial en la reducción del impacto de tales amenazas. Al dividir una red en múltiples subredes más pequeñas, cada una funcionando como una entidad independiente, podemos fortalecer significativamente su seguridad (Briceño, 2021).

Las arquitecturas de referencia se han adoptado cada vez más para guiar a los ingenieros sobre cómo deben interactuar y estructurarse sus sistemas, abordando el uso de las tecnologías y herramientas que podrían respaldar su implementación, permitiendo desarrollar aplicaciones flexibles, reutilizables y robustas (Nakagawa y otros, 2021).

Figura 4

Arquitectura de la solución (implementación)



Nota. La figura representa la estructura y disposicón de la Arquitetura de solución,proporciona una visión clara de los componentes y su interconexión en el contexto del proyecto o sistema específico, por López et al., (2023)

2.2.5.1 Tipos de arquitectura de red informática

Las redes informáticas en la actualidad, forman parte de la columna vertebral que sustenta el sistema de comunicación y el intercambio de datos que se transfieren diariamente a nivel mundial. En relación a las diferentes necesidades y entornos que se desenvuelven a través de la arquitectura de redes, que está diseñada en función de cumplir dichas necesidades, con requerimientos específicos de velocidad, seguridad, escalabilidad y eficiencia.

Según Tintín et al., (2018), enfatizan en los siguiente tipos de arquitectura:

1. **Arquitectura SRA.** ofrece un enfoque integral para el diseño y la implementación de redes de comunicación de datos. Se basa en cuatro principios clave: distribución de funciones, separación de trayectorias, independencia de dispositivo y normalización de funciones y protocolos. La ASR organiza una red en unidades direccionables y una red de control de trayectoria, que gestionan respectivamente el envío de datos y el

enrutamiento. Este enfoque permite construir redes eficientes y flexibles que pueden adaptarse a diversas necesidades y entornos (pág. 109).

- **Arquitectura de Red Digital (DRA).** DECnet, una arquitectura de red distribuida desarrollada por Digital Equipment Corporation (DEC), consta de cinco capas que abarcan desde lo físico hasta la aplicación. A diferencia del modelo OSI, DECnet no tiene una capa de sesión separada. Su objetivo es facilitar la interconexión entre computadoras principales y redes para compartir programas, archivos y dispositivos de terminal remotos. Compatible con X.25, DECnet ofrece capacidades de conmutación de paquetes y un emulador que permite la conexión entre sistemas DEC y macrocomputadoras IBM en un entorno ASR. Su protocolo PMCDD es similar al protocolo CBS de IBM, ambos orientados a bytes (pág. 110).

2. **ARCNET (RED informática de recursos adjuntos).** ARCNET es uno de los tipos de protocolo de red de área local más antiguos, simples y menos costosos, similar en propósito a Ethernet o Token Ring. ARCNET fue el primer sistema de red ampliamente disponible para microcomputadoras y se hizo popular en la década de 1980 para tareas de automatización de oficinas. ARCnet fue introducido por Datapoint Corporation en 1977. Una ventaja especial de ARCNET es que permite mezclar varios tipos de medios de transmisión (cable de par trenzado, cable coaxial y cable de fibra óptica) en la misma red. La especificación es ANSI 878.1. Puede tener hasta 255 nodos por red (Rastogi, 2023).
3. **ETHERNET.** Desarrollado originalmente por XERTOX y posteriormente adoptado por DEC (Digital Equipment Corporation) e Intel, Ethernet se ha

convertido en el estándar más ampliamente utilizado en redes de comunicación. Este protocolo, diseñado para aplicaciones de oficina, procesamiento distribuido de datos y acceso a terminales, ofrece una conexión económica y de alta velocidad a medios de comunicación locales (Tintín y otros, 2018).

2.2.6 Requerimientos de la Red

En cuanto a los requerimientos de la Red, González (2020), indica:

> El análisis de redes se centra en entender las necesidades de los usuarios, sus aplicaciones y dispositivos, así como en comprender el comportamiento de la red en diversas situaciones. También implica definir las relaciones entre usuarios, aplicaciones y dispositivos de red. Este proceso ayuda a tomar decisiones adecuadas en las fases de arquitectura, diseño e implementación de la red. Tiene dos objetivos principales: escuchar a los usuarios para comprender sus necesidades y entender el sistema en su conjunto. Durante el análisis, se evalúa el estado actual de la red, se identifican problemas y se describen las tareas a abordar. Se desarrollan requerimientos y flujos de tráfico, así como un mapeo detallado de usuarios, aplicaciones y dispositivos. Toda esta información es crucial para las etapas posteriores de arquitectura y diseño de la red.

Este análisis de redes destaca la importancia de comprender tanto las necesidades de los usuarios como el funcionamiento del sistema en su conjunto. Al centrarse en escuchar a los usuarios y evaluar el estado actual de la red, se establece una base sólida para tomar decisiones informadas durante las etapas de diseño e implementación. Además, al identificar problemas y desarrollar

requerimientos y flujos de tráfico, se prepara el terreno para una arquitectura de red eficiente y efectiva.

2.2.7 Elementos de una Red Inalámbrica

2.2.7.1 Acces Point (APs)

El uso de dispositivos concentradores denominados Access Point (AP), los cuales permiten que los usuarios se puedan conectar de manera inalámbrica a la red, cumpliendo la misma función que un Switch en una red cableada (Soleymani y otros, 2016).

2.2.7.2 Dispositivos inalámbricos

Los dispositivos inalámbricos son aquellos que no requieren cables físicos para conectarse o comunicarse con otros dispositivos o redes. Funcionan mediante tecnologías de transmisión de datos que utilizan ondas electromagnéticas, como radiofrecuencia o infrarrojos, para enviar y recibir información de manera inalámbrica (Reyes, 2022).

2.2.8 Ancho de Banda

El ancho de banda de la red interna se limita al ancho de banda de la red de área local y el ancho de banda de Internet externo se limita al ancho de banda suscrito con el ISP. La política se realiza mediante el módulo de asignación de ancho de banda y se lleva a cabo mediante el conmutador Home OpenFlow y el conmutador SDN ISP (Pérez y otros, 2019).

2.2.9 Parámetros de tecnología inalámbrica

En la actualidad, existen diversas tecnologías de comunicación que han contribuido al desarrollo parcial del ecosistema de Internet de las cosas (IoT). Entre las más conocidas figuran las siguientes: Bluetooth, ZigBee, 4G, y la conocida Wi-Fi 5 (Salazar, Wireless Network, 2017).

Por otro lado, señala Olivero (2021) que, cada una de estas tecnologías de comunicación inalámbricas poseen buenas características de conectividad, pero debido al crecimiento acelerado de dispositivos cotidianos conectados a través de canales inalámbricos, no son los suficiente para conectar un mundo de dispositivos inteligentes.

En lo que respecta a la limitación de transmisión de datos, Zubia & Guzmán (2019), mencionan lo siguiente:

> Los actuales sistemas de IoT envían grandes cantidades de información que debe ser recopilada, procesada y en muchos casos almacenada, y al no contar con las tecnologías adecuadas deja en evidencia las limitaciones para la transmisión de datos en las redes inalámbricas basadas en los estándares de comunicación más usados en la actualidad.

En su evolución aparece el estándar de comunicación IEEE 802.11ax enfocado en mejorar el rendimiento de una red de área local inalámbrica, también conocida como “WLAN de alta eficiencia” (Islam & Kashem, 2018).

Tabla 2

Características parámetros inalámbricos

Frecuencia	**Baja (hz) a alta (GHz)**
Nivel de energía	Bajo (< 1MW) a alto (>100.000W)
Ancho de banda	Banda estrecha a banda ancha
Dialogo	Unidireccional o dúplex
Intervalo de la señal	Corto (<30.5m) a largo miles de millas
Tipo de señal	Digital – análoga
Ruta de la señal	Directiva o reflexiva
Aplicaciones	Fija o móvil
Cobertura	Área local o amplia

Velocidad de datos	Baja (10 Kbps) a alta (>Mbps)

Nota. La tabla 2 presenta los parámetros esenciales de las redes inalámbricas como frecuencia, ancho de banda, modulación y velocidad de transmisión, por Islam &Kashem (2018).

2.2.10 Redes Inalámbricas WLAN (Wireless Local Área)

De acuerdo con Pipa (2019), menciona que “tiene cobertura en un espacio local; como, por ejemplo, la de una empresa, la tecnología que se usa es WIFI (802. 11b/g/n), y cubren distancia de 10 a 100 metros. Usa bandas de frecuencia sin licencia” (pág.26).

De igual manera, Addepalli (2023), da a conocer que “(WLAN) exigen una antena de diversidad compacta de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). N77, N78 y N79 son bandas New Radio (NR) incluidas en 5G sub-6 GHz, así como en los estándares WLAN Wi-Fi 5 y Wi-Fi 6”.

2.2.11 Estándares 802.11

El estándar 802.11, desarrollado por el IEEE, es un conjunto de normas que establece la forma en que las estaciones se comunican utilizando el aire como medio de transmisión, lo que lo convierte en uno de los estándares más relevantes para el avance de las tecnologías de interconexión en redes locales. Dentro de la familia 802.11, hay una amplia variedad de estándares que abordan aspectos como las velocidades de transmisión, las frecuencias de operación y las técnicas de modulación utilizadas (Mata, 2021, pág. 16).

Algunos de estos estándares presentados por Mata (2021), son ampliamente conocidos y utilizados en la actualidad:

- **802.11a:** Conocido como Wi-Fi 5, este estándar fue diseñado para establecer una WLAN en la banda de 5 GHz, con una capacidad de hasta 54 Mbps. Fue publicado en 1999.
- **802.11b:** También conocido como Wi-Fi, este estándar está destinado

para WLAN en la banda de 2.4 GHz, con una velocidad de hasta 11 Mbps. Se publicó en 1999.

- **802.11g**: Este estándar busca mejorar la velocidad PHY de 802.11b manteniendo su compatibilidad. Inicialmente, tenía como objetivo alcanzar al menos 20 Mbps, pero ha logrado velocidades de hasta 54 Mbps.
- **802.11i:** Esta norma detalla los mecanismos de seguridad para redes inalámbricas, reemplazando las cláusulas de autenticación y privacidad de la norma original con una seguridad más detallada.

Entre los estándares más reconocidos y utilizados en el ámbito de las redes inalámbricas, los presentados por Mata (2021) destaca por su amplia adopción y relevancia en la actualidad. El estándar 802.11a, también conocido como Wi-Fi 5, se distingue por su capacidad para establecer redes WLAN en la banda de 5 GHz, ofreciendo velocidades de hasta 54 Mbps desde su publicación en 1999. Por su parte, el estándar 802.11b, comúnmente referido como Wi-Fi, se destaca por su uso en redes WLAN en la banda de 2.4 GHz, proporcionando una velocidad de hasta 11 Mbps desde su lanzamiento en el mismo año.

Tabla 3

Principales características para el estándar 802.11

Estándar 802.11	**Frecuencia GHz**	**Modulación**	**Velocidad Mbps**	**Flujos espectrales**
Legacy	2,4	DSSS,FHSS	2	1
a	5	OFDM (SISO)	54	1
b	2,4	DSSS(SISO)	11	1
g	2,4	OFDM, DSSS(SISO)	54	1
n	2.4 y 5	OFDM MIMO	450	4

ac	5	OFDM Mu-MIMO	1300	8	

Nota.La velocidades y modulaciones mencionadas son valores teóricos máximos pueden variar en función de las condiciones de la red y el entorno, por Domínguez y Sánchez (2023).

2.2.11.1 IEEE 802.11a

El estándar IEEE 802.11 de comunicaciones que define el primero y segundo nivel de la arquitectura OSI (capa física y de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. En general, se conoce que los protocolos de la familia 802.x definen las tecnologías de las redes de área local (Garg, 2007).

El estándar IEEE 802.11 es un componente clave en el desarrollo y despliegue de redes WLAN, proporcionando un marco común para la comunicación inalámbrica y facilitando la conectividad en una amplia variedad de dispositivos y aplicaciones.

Tabla 4

Categorías de estándares

ESTÁNDAR	DETALLE
802.1	Normalización del interfaz con niveles superiores (HLI)
802.2	Control lógico de enlace
802.3	Ethernet
802.4	Token Bus
802.5	Token Ring
802.6	Red Metropolitana (MAN)
802.7	LAN´s de Banda ancha
802.8	Fibra óptica
802.9	LAN´s síncrona (para aplicaciones de tiempo real)
802.10	LAN´s Seguridad
802.11	LAN´s inalámbricas

802.12	Demanda de prioridad
802.14	Módems de cable
802.15	WPAN (Bluetooth)
802.16	Redes de acceso metropolitana sin hilos de banda ancha (WIMA)
802.17	Anillo de paquete elástico script
802.18	Grupo de asesoría técnica sobre normativas de radio
802.19	Grupo de asesoría técnica sobre coexistencia
802.20	Mobile Broadband Wireless Access
802.21	Media Independent Handoff
802.22	Wireless Regional área network

Nota. La tabla muestra una lista de estándares IEEE 802.x que abarcan una amplia gama de tecnologías de redes de área local (LAN) y tecnologías inalámbricas. Cada estándar tiene su propio propósito y especificaciones únicas para adaptarse a diferentes necesidades de comunicación en redes, citado por Olivero et al., (2021) .

2.2.11.2 IEEE 802.11b

El estándar de red inalámbrica 802.11b, desarrollado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), ha sido diseñado para posibilitar la comunicación entre computadoras y dispositivos en redes locales sin necesidad de cables. Es una de las tecnologías inalámbricas más populares, ampliamente utilizada tanto en entornos domésticos como empresariales (Cordoba, 2024).

Gracias al protocolo 802.11b, los usuarios pueden compartir archivos, impresoras, acceder a Internet, entre otras funciones, sin requerir cables adicionales. Este estándar opera en la banda de frecuencia de 2.4 GHz y alcanza velocidades de transmisión de datos de hasta 11 Mbps. Además, ofrece opciones de cifrado de seguridad de 64 y 128 bits para proteger la privacidad de la información transmitida. Su compatibilidad con una amplia gama de dispositivos inalámbricos, como teléfonos móviles, computadoras portátiles e impresoras, lo convierte en una opción versátil para diversas aplicaciones de conectividad sin cables (Cordoba, 2024)

2.2.11.3 802.11 g

El protocolo 802.11g brinda algunas características similares a las de su predecesor el 802.11b, como que los dos trabajan en la frecuencia 2.4GHz e incluso ambos utilizan el mismo número de canales, los canales pueden tener una anchura de 20 MHz o 22 MHz, usa capa física para la transmisión de datos. La velocidad de transmisión máxima es 54 Mbps, pudiendo variar la velocidad de trabajo dependiendo de la modulación digital empleada (Reañez, Parra, Cortijo, & Escalona, 2019).

2.2.11.4 IEEE 802.11n

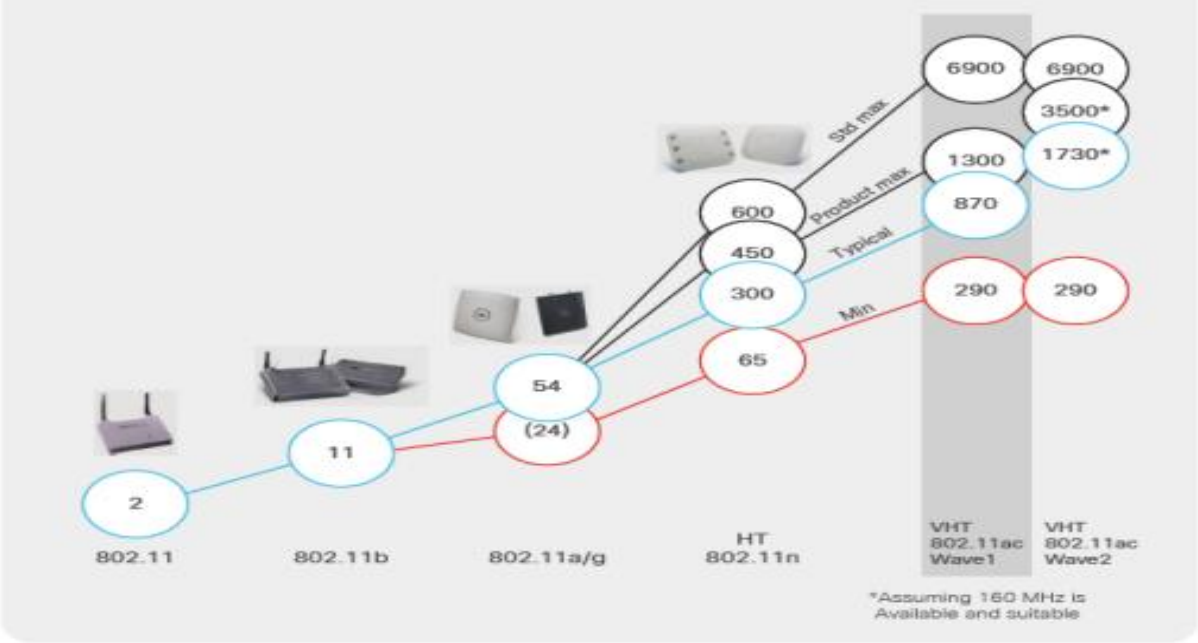
En enero de 2004, la IEEE anunció la formación de un grupo de trabajo 802.11 para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11 la velocidad real de transmisión podría llegar a los 500 Mbps y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b (Cruz & Rodrigo, 2021, pág. 28).

2.2.11.5 IEEE 802.11ac

El estándar 802.11ac empaqueta más bits en cada segmento de espectro y tiempo, con respecto al estándar 802.11n; muchas de las técnicas utilizadas para aumentar la velocidad en 802.11ac son conocidas después del desarrollo de la tecnología MIMO; 802.11ac implementa técnicas conocidas para mejorar la eficiencia utilizando nuevas funciones MAC, en lugar de usar MIMO para enviar flujos de datos a un solo cliente, 802.11ac desarrolla MIMO multiusuario permitiendo a un Access Point enviar datos a varios usuarios al mismo tiempo (Villalobos, 2020, pág. 2).

Figura 5

Evolución de los AP con los estándares 802.11 a nivel de capa física



Nota. La figura muestra la progresión de los puntos de acceso (AP) a lo largo del tiempo conforme se han ido actualizando los estándares 802.11 a nivel de capa física, por Danel (2016).

Por otro lado, Gast (2013), añade que con el estándar 802.11ac, la velocidad en la capa física, por ejemplo, con una transmisión de 80 MHz enviada a 256QAM con tres flujos espaciales y un corto intervalo de guarda, alcanza una velocidad de 1.3 Gbps; al aumentar el ancho de banda del canal a 80 MHz se obtiene el doble de velocidad con respecto al estándar 802.11n, y con 160 MHz ofrecen una duplicación adicional; esto implica mayor consumo del espectro, adicionalmente cada vez que se divida la potencia de transmisión entre el doble de subportadoras, la velocidad se duplica, pero ocasionando que el alcance de esa velocidad duplicada se reduzca ligeramente.

Tabla 5

Comparación de estándares IEEE 802.11

Estándar	Banda de frecuencia	Máxima velocidad de transmisión
IEEE 802.11	2.4 / 5 GHz	1 Mbps
IEEE 802.11a	5 GHz	48 Mbps
IEEE 802.11g	2.4 / 5 GHz	11 Mbps
IEEE 802.11b	2.4 / 5 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11n	2.4 / 5 GHz	600 Mbps
IEEE 802.11ac	5 GHz	1.3 Gbps

Nota. Compara estándares IEEE 802.11, especificando banda de frecuencia y velocidad máxima de transmisión. Versiones más recientes, como 802.11n y 802.11ac, ofrecen velocidades más altas. La banda de 5 GHz se usa para evitar interferencias y mejorar el rendimiento, por Rebañes et al., (2019).

2.3 Diseño de una red WLAN

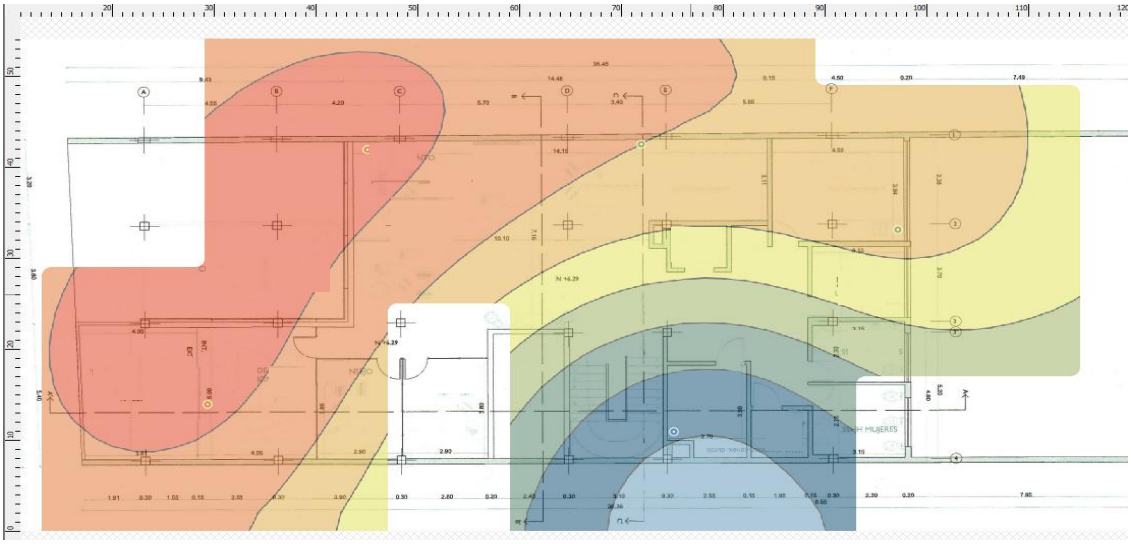
Para el proceso del diseño de la red inalámbrica requiere varios factores de trabajo de planeamiento, para el enfoque adecuado debe cumplir los requisitos de capacidad, cobertura, roaming, redundancia, atenuación y la ubicación de los dispositivos. El diseño adecuado de una red inalámbrica se compone de las siguientes 4 fases (Cube Mor Than IT, 2020):

1) **Recopilación de datos:** en esta fase se realizará la recolección de datos de toda la red inalámbrica del edificio de la Cooperativa Minga y para esto, se hará una observación sistemática a través de una computadora portátil que tendrá instalado los programas para analizar la señal Wifi, además de todas las pruebas que se realizarán justificando porque son necesarias para llegar a la mejor conclusión.
2) **Site Survey:** esta evaluación permite entender en detalle cómo se comportan y se propagan de las ondas de Wifi. El objetivo de un Site Survey es brindar información precisa para determinar cuántos access

points se necesitan y en qué lugares deben ubicarse para ofrecer una cobertura efectiva y equilibrada en todo el espacio físico de la oficina. A su vez, un Site Survey detecta la presencia de interferencias provenientes de distintos orígenes como microondas o teléfonos inalámbricos y que pueden degradar el rendimiento de la red inalámbrica.

Figura 6

Ejemplo mapa de calor generado en sute Survey



Nota. La figura ilustra un ejemplo de mapa de calor generado utilizando la herramienta Sute Survey, que muestra la distribución de la intensidad de la señal Wi-Fi en un área específica

3) Diseño preliminar: Tomando en cuenta los criterios técnicos de las ubicaciones de los dispositivos de acceso, antes de empezar a colocar se analiza el plano para definir los putos a colocar, es importante tener en cuenta que este diseño inicial debe adaptarse a las necesidades específicas del cliente, con el objetivo de maximizar determinados parámetros de la red en función de sus requisitos.

4) Diseño final: Para garantizar que cumpla los requisitos definidos por el cliente, se realiza una nueva generación de mapas de calor para determinar si existe modificaciones de diseño necesarias para ofrecer los

niveles requeridos.

El estudio de las redes inalámbricas abarca una amplia gama de temas esenciales para comprender su funcionamiento y diseño. Desde la estructura de red, que define la disposición y organización de los dispositivos, hasta la tecnología inalámbrica y los estándares como 802.11, que establecen los fundamentos técnicos de la comunicación inalámbrica, cada aspecto contribuye a la creación de redes eficientes y confiables.

Los elementos esenciales de una red inalámbrica y los requisitos de red proporcionan la base necesaria para planificar y gestionar redes WLAN que cumplan con las necesidades específicas de conectividad y rendimiento de una organización o comunidad de usuarios. En conjunto, estos temas forman un marco integral para comprender y aplicar los principios de las redes inalámbricas en diversos entornos y contextos.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

En este capítulo se realiza el análisis de la situación actual de la red inalámbrica para el rediseño tomando en cuenta los diferentes factores que garanticen la comunicación de la red inalámbrica, tomando en cuenta los parámetros, el número de usuarios y los requerimientos a considerarse en este diseño.

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Investigación Aplicada

La investigación aplicada tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica. (Lozada, 2014, pág. 35).

Este enfoque estaría centrado en la creación y mejora de tecnologías, protocolos y herramientas relacionadas con redes inalámbricas para mejorar la eficiencia y la gestión de la red de la institución financiera. En este contexto, se buscaría diseñar soluciones específicas para optimizar la red inalámbrica de datos, adaptándolas a las necesidades y requisitos particulares de la institución financiera, con el objetivo de mejorar su rendimiento, seguridad y confiabilidad.

3.2 Diseño de Investigación

Para el cumplimiento del objetivo principal es diseñar una propuesta de rediseño de la red de datos para una institución financiera.

Caso de estudio: Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda., se realizará un estudio exploratorio, que permitirá recolectar información de la red actual, para identificar el porcentaje de cobertura, identificar el número de equipos y la ubicación de zonas muertas, el número de redes externas en el

mismo canal para alcanzar objetivo, estas son:

1) Evaluar la infraestructura de la red inalámbrica de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda.
2) Analizar las fortalezas y debilidades de la conectividad inalámbrica de la empresa.
3) Determinar las necesidades de conectividad inalámbrica de la empresa.
4) Mapas de Calor de la cobertura WLAN del área de uno del piso seleccionado utilizando el software el software de análisis de cobertura.
5) Propuesta de estructuración de una Red Inalámbrica adecuada que permita conectar desde cualquier área.

Para el cumplimiento de los objetivos mencionados, un diseño de investigación adecuado sería un estudio de caso combinado con un estudio exploratorio. Aquí está la razón:

- **Estudio de Caso**: Este diseño permitirá investigar a fondo la situación específica de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda. Al centrarse en un caso único y real, se pueden obtener datos detallados sobre la infraestructura de red existente, las fortalezas y debilidades de la conectividad inalámbrica, y las necesidades específicas de conectividad de la empresa.
- **Estudio Exploratorio:** El estudio exploratorio será crucial para recopilar información inicial y comprender mejor la situación actual de la red. Permitirá recolectar datos sobre el porcentaje de cobertura, el número de equipos, la ubicación de zonas muertas y otros aspectos relevantes de la red actual. Este enfoque proporcionará una base sólida para el diseño de la propuesta de rediseño. De acuerdo con Alesina et al., (2020) añade que

“estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales” (pág.34).

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de observación es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación (Castellanos, 2017).

La recolección de datos se llevará a cabo en toda la red inalámbrica del edificio de la Cooperativa Minga. Para ello, se realizará una observación sistemática utilizando una computadora portátil equipada con programas especializados para analizar la señal WiFi. Además, se realizarán diversas pruebas, las cuales serán justificadas en función de su necesidad para alcanzar conclusiones óptimas.

Esta técnica permitiría obtener datos detallados y precisos sobre el funcionamiento de la red inalámbrica en diferentes áreas del edificio. Además, al realizar pruebas adicionales, se podrían justificar y validar las observaciones realizadas durante la recolección de datos, lo que contribuiría a llegar a conclusiones más sólidas y fundamentadas.

3.4 Técnica de Análisis de Datos

La técnica de análisis de datos es un procedimiento utilizado para examinar y procesar la información recopilada durante la investigación, con el objetivo de identificar patrones, tendencias o relaciones significativas que puedan ayudar a responder las preguntas de investigación o alcanzar los

objetivos del estudio (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014).

En el contexto del estudio sobre el rediseño de la red inalámbrica de la Cooperativa Minga, la técnica de análisis de datos sería fundamental para interpretar los resultados obtenidos de la observación sistemática y las pruebas realizadas en la red. Mediante esta técnica, se podrían examinar los datos recopilados sobre la intensidad de la señal WiFi, la presencia de zonas muertas, la interferencia de señal y otros parámetros relevantes.

El Capítulo III aborda la metodología utilizada para analizar y rediseñar la red inalámbrica de una institución financiera, tomando en cuenta diferentes factores que garanticen una comunicación efectiva. Se hace énfasis en la investigación aplicada, que busca generar conocimiento con aplicación directa en el sector productivo. El enfoque del estudio se centra en la creación y mejora de tecnologías, protocolos y herramientas relacionadas con redes inalámbricas para optimizar la eficiencia y gestión de la red de la institución financiera.

El diseño de investigación propuesto se basa en un estudio de caso combinado con un estudio exploratorio. El estudio de caso permite investigar en profundidad la situación específica de la institución financiera, mientras que el estudio exploratorio proporciona una base sólida para el diseño de la propuesta de rediseño al recopilar información inicial sobre la infraestructura de red existente, fortalezas y debilidades de la conectividad inalámbrica, y necesidades específicas de conectividad de la empresa.

La metodología propuesta proporciona un marco sólido y riguroso para llevar a cabo el análisis y rediseño de la red inalámbrica de la institución financiera, garantizando así una comunicación efectiva y eficiente en el desarrollo de sus operaciones.

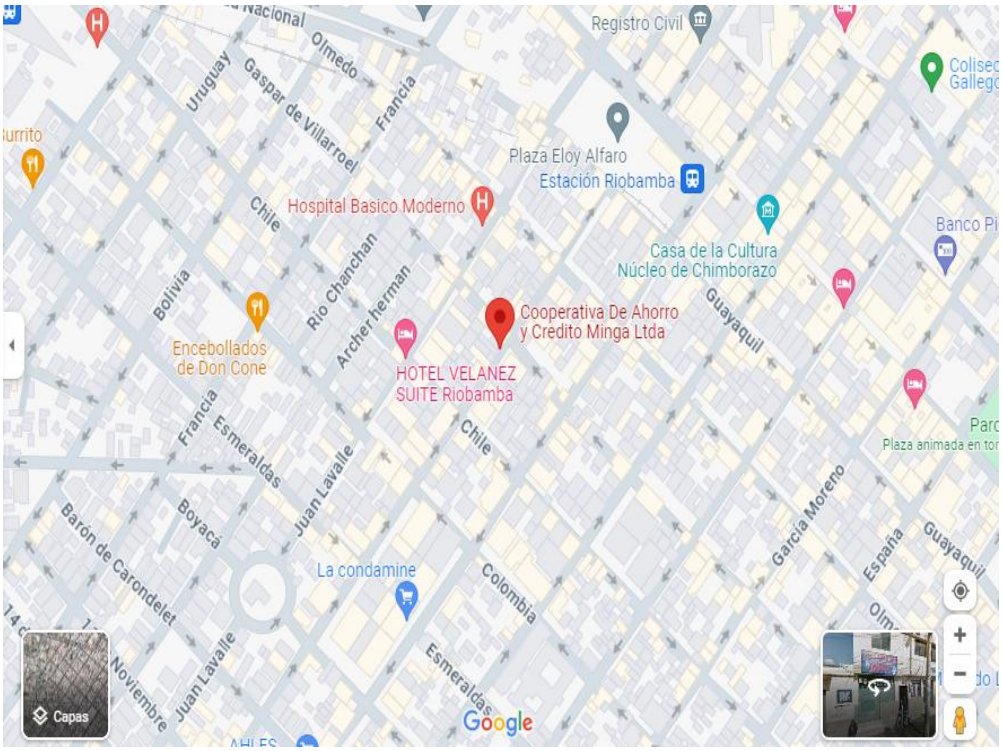
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Levantamiento de Información

La institución financiera se encuentra ubicado en la ciudad de Riobamba con la agencia Matriz en las calles Juan Montalvo y Villarroel, para este caso de estudio se tomó en cuenta donde funciona varias oficinas administrativas con diferentes departamentos por cada piso.

Figura 7

Ubicación de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda.



Nota. La figura muestra la ubicación geográfica proporcionada por Google Maps *de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda.*

Actualmente, el edificio consta de tres plantas, donde cada una de ellas se utiliza como oficinas para los diferentes departamentos de gestión, control y procesos. La distribución es la siguiente:

Tabla 6

Distribución de departamentos de la COAC Minga Ltda.

DEPARTAMENTO	NUMERO DE EMPLEDOS
Administrador de riegos	3
Oficial de cumplimiento	2
Marketing	3
Jurídico	1
Talento humano	2
Archivos	2
Negocios y analista de crédito	4
Inversiones	2
Cobranzas	2
Gerente general	1
Subgerente	1
Financiero y contabilidad	5
Auditoría interna	1
Tecnología de información	4
Total	33

Nota. La tabla muestra la distribución de departamentos de la COAC Minga Ltda., y el número de empleados en cada uno de ellos. Esta información es relevante para comprender la estructura organizativa y distribución de recursos humanos en las diferentes áreas.

4.1.1 Análisis de la infraestructura de Red

Dentro de la infraestructura de red inalámbrica de la cooperativa y las diversas ubicaciones que forman parte de este estudio, analizaremos la cantidad de dispositivos actualmente instalados. Se determinará la marca y modelo de los dispositivos Access Point (AP). Además, la institución cuenta con una red inalámbrica incipiente provista por tres dispositivos de acceso, dos de ellos son routers Ubiquiti U6 Pro y uno es un Dlink-M21 ubicado en el cielo falso del área administrativa.

El acceso a Internet se encuentra disponible a través de puntos de red ubicados en cada espacio de trabajo, los cuales están habilitados mediante el uso de equipos inalámbricos que han sido instalados y configurados correctamente.

No obstante, también existen puntos de acceso inalámbrico donde la señal llega de manera intermitente, lo cual indica una falta de análisis adecuado

para garantizar una cobertura y conectividad eficiente.

Para abordar esta situación, se utilizarán equipos de marca Ubiquiti y Tplink para llevar a cabo un análisis exhaustivo de sus capacidades de radiofrecuencia (RF). Este análisis permitirá identificar áreas de mejora y tomar medidas correctivas para optimizar la cobertura y la calidad de la señal inalámbrica en toda la infraestructura de la red.

Tabla 7

Modelo y características de los Access Point

UBICACIÓN	EQUIPO	MARCA	MODELO
Piso 2	Router	Ubiquiti U6 Pro	SWZ-U6PROR
Piso 3	Router	Ubiquiti U6 Pro	SWZ-U6PROR
Área de TI	Router	Dlink-M21	BC2228F2C8F2

Nota. Esta información es relevante para comprender la infraestructura de red inalámbrica actual de la cooperativa y facilita la evaluación y planificación del rediseño propuesto.

4.1.2 Estaciones de Trabajo

A pesar del número fijo de equipos en uso, la cantidad de empleados y las operaciones diarias, el impacto de la red inalámbrica es considerable. Se ha observado un aumento significativo en el número de conexiones, principalmente debido a la alta rotación de dispositivos móviles que dependen en gran medida de la red inalámbrica.

Esta demanda se ve impulsada por una variedad de aplicaciones frecuentes, como voz, datos, video, navegación web, correo electrónico, transferencia de archivos, acceso remoto a través de VPN, entre otras. Este aumento en la actividad de la red destaca la importancia de evaluar y mejorar la capacidad y eficiencia de la infraestructura inalámbrica para garantizar un rendimiento óptimo y una experiencia de usuario satisfactoria.

Tabla 8

Distribución de Estaciones de Trabajo por Departamento

DEPARTAMENTO	ESTACIONES DE TRABAJO
Administrador de riegos	3
Oficial de cumplimiento	2
Marketing	3
Jurídico	1
Talento humano	2
Archivos	2
Negocios y analista de crédito	4
Inversiones	2
Cobranzas	2
Gerente general	1
Subgerente	1
Financiero y contabilidad	5
Auditoría interna	1
Tecnología de información	4
TOTAL	33

Nota. La tabla muestra la distribución de estaciones de trabajo por departamento en la COAC Minga Ltda., con la finalidad de comprender la asignación de recursos y estructura organizativa de la institución financiera.

4.1.3 Análisis de los Requisitos de Red

La red interna de la cooperativa cuenta con un switch como distribuidor principal, el cual está ubicado en el centro de datos. En este punto, se centraliza toda la red en un rack de comunicaciones existente, desde donde se distribuyen todos los elementos de conexión de manera organizada, siguiendo una estructura de red de datos previamente identificada. Los patch cords utilizados para la conexión son de categoría 6A CE LS2H IEC 60332 y están blindados, con certificación de la marca Panduit.

Los equipos de comunicación que prestan servicio a la red de la cooperativa en el centro de datos incluyen 4 switches administrables de capa 3 de 24 puertos 10/100/1000 con puertos Gigabit dual. Estos switches están conectados a todas las salidas de voz, datos, Access Points y otras dependencias para proporcionar conexión a las diferentes áreas de la cooperativa.

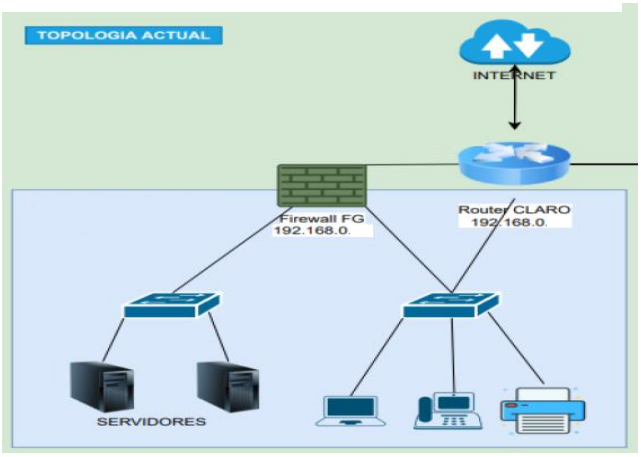
En este caso de estudio los equipos a utilizar en el diseño de la red inalámbrica van acorde a los requerimientos necesarios tomando en cuenta el área de cobertura, la distancia desde donde se conectan los usuarios y la velocidad de la transmisión.

4.1.4 Topología de Red

El departamento de Tecnologías de la Información (TI) de la cooperativa y su personal son responsables de administrar, monitorear, analizar y ejecutar el mantenimiento tanto de las aplicaciones como de los equipos de comunicación.

Figura 8

Topología de Red actual



Nota. Se observa una falta de organización y diseño técnico, lo que puede afectar la eficiencia y el rendimiento de la red.

Con el tiempo, la red LAN ha ido creciendo para satisfacer las necesidades tecnológicas emergentes. Sin embargo, este crecimiento ha sido desorganizado y carece de un diseño técnico estructurado. Como resultado, en la mayoría de los casos, los dispositivos han sido colocados en ubicaciones no apropiadas en lugar de seguir un diseño planificado y organizado.

Los routers utilizados para la comunicación en la red inalámbrica proporcionan servicio mediante direcciones IP estáticas para garantizar conectividad y servicio a todos los usuarios. A pesar de eso, deben compartir el mismo rango de direcciones de la red LAN. Sin embargo, en muchos casos se

experimenta intermitencia en ciertas ubicaciones donde la señal no llega correctamente, lo que resulta en un rendimiento insuficiente.

El servicio de Internet está provisto por la empresa TELCONET. Para la transmisión de datos, se emplea fibra óptica con un ancho de banda dedicado de 30 Mbps. Dado que el acceso a la información y los procesos se llevan a cabo en línea, esto es especialmente crucial para una institución financiera.

4.2 Problemas detectados en la Infraestructura de Red inalámbrica

- La red inalámbrica carece de un diseño escalable para adaptarse al crecimiento de servicios y equipos utilizados por el personal.
- La red inalámbrica comparte el mismo rango de direcciones IP que la red cableada, lo que dificulta la administración eficiente de las conexiones de los usuarios. Como solución temporal a los problemas de conectividad, suele ser necesario reiniciar físicamente el equipo router.
- Aunque se ha agregado un dispositivo extensor de señal para mejorar el servicio de Internet, el router inalámbrico no siempre puede gestionar eficazmente el aumento de tráfico resultante. Como resultado, la señal se debilita y no alcanza un nivel de servicio estable y suficiente para las actividades diarias de los empleados.

4.3 Diseño de Red LAN

4.3.1 Metodología

La metodología que se emplea para el diseño de la red LAN consta de 5 pasos, los cuales se describen a continuación:

1) Recopilación de datos
2) Revisión de instalaciones
3) Site Survey

4) Diseño preliminar
5) Diseño final

4.3.2 Recopilación de Datos

Durante esta fase, se recopila la información necesaria para planificar y diseñar la red inalámbrica. Los parámetros considerados permitirán optimizar la WiFi para brindar mayor movilidad, flexibilidad, expansión y capacidad de respuesta.

Tras comparar los estándares IEEE, se ha seleccionado para este proyecto de implementación el 802.11n y 802.11ac, que garantizan velocidades de hasta 600 Mbps y 3.4 Gbps respectivamente. Estos estándares operan en las frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz, lo que proporciona mayor cobertura y compatibilidad con los equipos de la cooperativa.

La cooperativa utiliza varios servicios para el procesamiento de información, como el core financiero, correo electrónico, servicio web y gestor documental. La red inalámbrica debe soportar la edición de documentos en línea y el procesamiento de información en la nube, considerando las restricciones de acceso establecidas por las políticas de seguridad.

Los funcionarios de las diferentes áreas de la cooperativa tienen acceso a la red inalámbrica, que cuenta con 25 usuarios fijos. Para los equipos temporales, se asignan direcciones IP según sea necesario, como en el caso de visitas de proveedores.

Para administrar adecuadamente los dispositivos conectados a la red inalámbrica, a cada usuario se le asigna una dirección IP estática, lo que permite identificar al personal administrativo y garantiza una navegación segura con calidad de servicio en la red WiFi.

Tabla 9

Planeación de SSID

UBICACIÓN	SSID	DEPARTAMENTOS
Piso 2	Ubiquiti U6 Pro	Gerencia, negocios, contabilidad, auditoria, secretaria.
Piso 3	Ubiquiti U6 Pro	Riesgos, Cumplimiento, marketing, talento humano, cobranzas.
Área de TI	Dlink-M21	Sistemas, asistente TI

Nota. Cada SSID está asociado a los departamentos que tienen acceso a la red inalámbrica en esa área específica, lo que facilita la administración y el control del acceso en función de las necesidades de cada departamento.

4.3.3 Revisión de Instalaciones

La infraestructura física de la cooperativa se compone de un edificio de estructura de acero con paredes de ladrillo. Las divisiones internas se realizan con vidrio templado, y tanto los falsos techos como los suelos son de cerámica.

Cada oficina está equipada con puertas de madera y cristal templado. Estos materiales, si bien ofrecen resistencia y seguridad, también generan cierta atenuación en la señal inalámbrica.

Por lo tanto, es fundamental adoptar una estrategia de colocación de los puntos de acceso inalámbricos (AP) que permita cubrir la mayor área posible de uso, optimizando así la cobertura y la calidad de la conexión en toda la infraestructura del edificio.

4.3.3.1 Site Survey

Para el análisis de cada piso se utilizó la aplicación de Ubiquiti para obtener los resultados de los dispositivos, las características como: tecnología inalámbrica, rendimiento de radio, cobertura, dispositivos conectados, método de energía, enlace ascendente y tipo de AP que se está utilizando.

4.3.3.1.1 Mapas de calor de la red inalámbrica actual

Dentro de la aplicación Site Survey, luego de agregar los mapas correspondientes, se lleva a cabo un escaneo de las redes disponibles. Durante este proceso, se tiene en cuenta la ubicación de los Access Points (AP), considerando elementos como paredes, pisos, ventanas, entre otros.

Esta metodología proporciona una representación más precisa de la cobertura real del AP, ya que se tienen en cuenta los obstáculos físicos que pueden afectar la propagación de la señal inalámbrica, como el concreto, el vidrio o la estructura del edificio.

Utilizando el software controlador de los AP de Ubiquiti, se logra obtener una aproximación precisa del área de cobertura de cada AP. Esto permite mapear con detalle el entorno y calcular la atenuación provocada por los diferentes materiales presentes en el edificio. Para determinar la cantidad óptima de AP en cada piso y su ubicación estratégica, se realizan varias simulaciones que tienen en cuenta diferentes escenarios y condiciones. Los resultados de estas simulaciones se presentan de manera detallada en el anexo correspondiente.

Figura 9

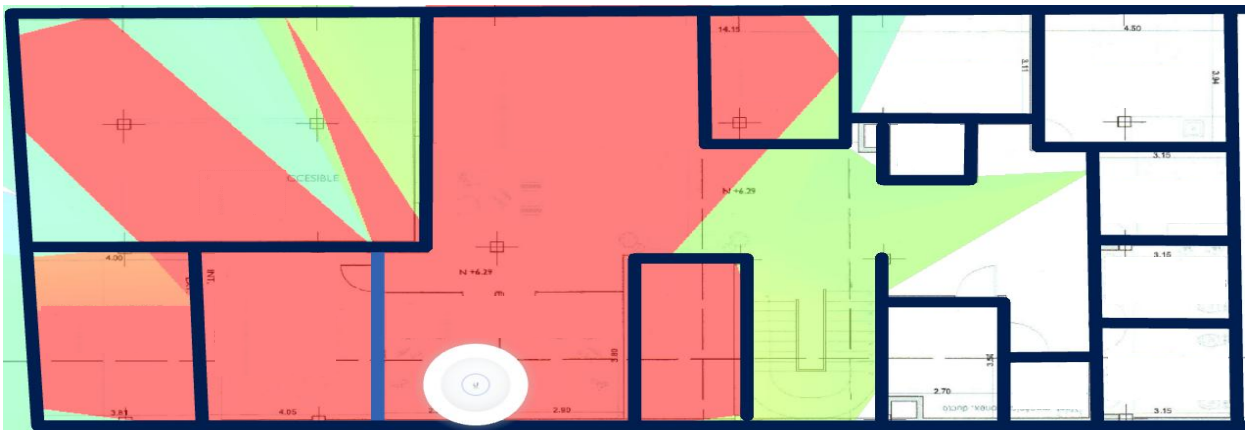
Cobertura de antena Ubiquiti U6-Pro-Piso 1



Nota Esta representación facilita la identificación de las áreas con mayor y menor intensidad de señal inalámbrica, lo que resulta crucial para determinar la ubicación ideal de los Access Points y asegurar una cobertura uniforme y eficaz en todas las zonas de trabajo del piso 1

Figura 10

Cobertura de antena Ubiquiti U6-Pro-Piso 2



Nota. Esta representación visual permite identificar las áreas de mayor y menor intensidad de la señal inalámbrica, lo que es crucial para determinar la ubicación óptima de los Access Points y garantizar una cobertura uniforme y eficiente en todas las áreas de trabajo en el piso 2.

Con estas mediciones, obtenemos un mapa de cobertura que refleja de manera precisa la potencia de la señal de la red inalámbrica y la calidad de servicio que puede proporcionar.

4.3.4 Comparación de los equipos en el mercado

Para la adquisición de los equipos a utilizar, procedimos a comparar los productos de varios fabricantes, teniendo en cuenta elementos como las prestaciones, los precios, el soporte técnico disponible en el país y la compatibilidad con las necesidades específicas de la institución financiera. Se realizó un análisis exhaustivo de las características técnicas de cada producto, incluyendo la capacidad de gestión de tráfico, la interoperabilidad con otros dispositivos de red, y la facilidad de configuración y mantenimiento.

Además, se consideraron las opiniones y experiencias de otros usuarios en el mercado para evaluar la reputación y fiabilidad de cada fabricante. Este proceso de evaluación permitió seleccionar los equipos que mejor se adaptan a los requisitos de la institución financiera, garantizando un rendimiento óptimo y una inversión rentable a largo plazo.

Tabla 10
Comparación de equipos inalámbricos en el mercado

CARACTERISTICA	UNBIQUITI 6PRO	Tplink Archer C20
Dimensiones	Ø197 x 35 mm (Ø7.76 x 1.38")	9.1 × 5.7 × 1.4 in (230 × 144 × 35 mm)
2.4 GHz	573.5 Mbps	300 Mbps
5 GHz	4.8 Gbps	433 Mbps
Modo PoE	Si	No
Múltiples SSID	8 por radio	No
Puertos	(1) GbE RJ45 port	1× 10/100 Mbps WAN Port 4× 10/100 Mbps LAN Ports
Estándares IEEE	802.11 a, b, g, n, ac, ax	802.11 n, g, b
Seguridad	WPA-PSK,WPA-Enterprise (WPA/WPA2/WPA3)	WPA & WPA2 (Wi-Fi Prote Access)G WPS (Wi-Fi Protected Setup)
Precio	$ 159.00	$ 30.00

Nota: Esta tabla presenta una comparación entre el UNBIQUITI 6PRO y el Tplink Archer C20 en términos de características técnicas y precio. Los valores proporcionados son aproximados y pueden variar según el mercado y la disponibilidad.

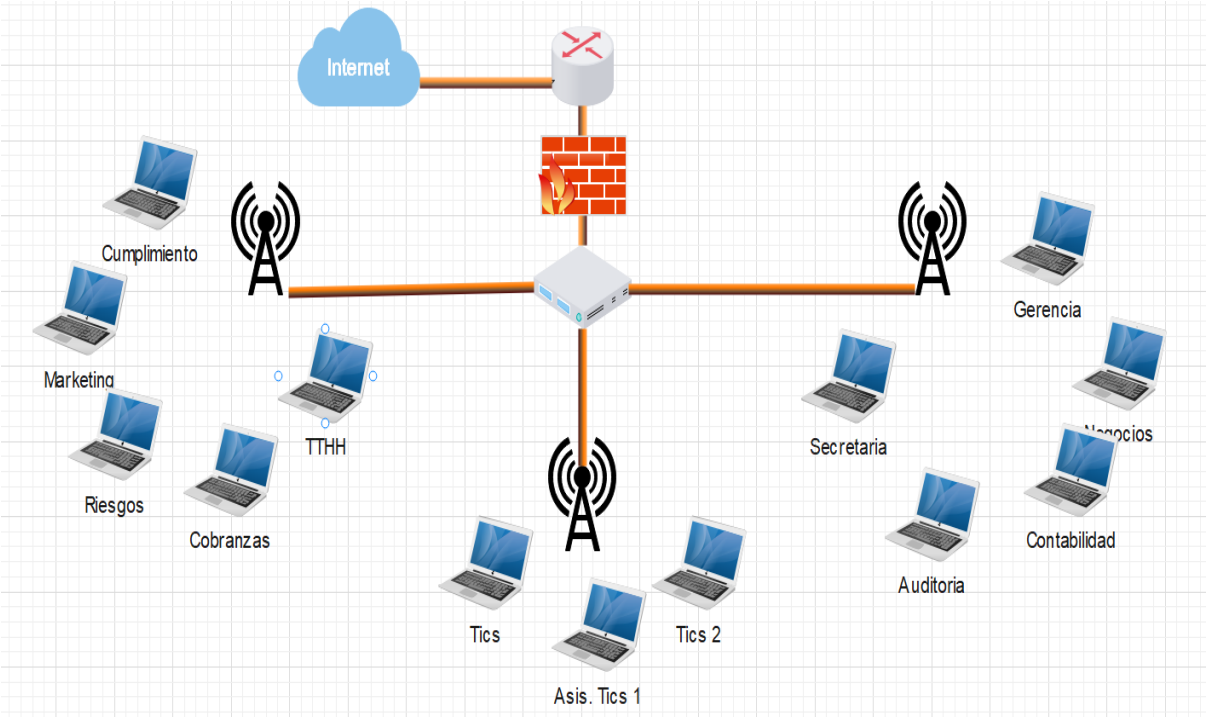
4.3.2 Diseño Lógico

El diseño de la red inalámbrica se basa en una topología en estrella, donde el router principal Cisco cumple el papel fundamental de gestionar todos los Access Points (AP) instalados. Esta configuración ofrece escalabilidad y flexibilidad para la incorporación de múltiples redes inalámbricas, adaptándose

a las necesidades cambiantes de la cooperativa. Los dispositivos Unbiquiti desempeñan un papel crucial al permitir el control preciso de las características técnicas de la señal y la administración de usuarios.

Figura 11

Diagrama de la red inalámbrica



Nota. Esta configuración proporciona escalabilidad y flexibilidad para la incorporación de múltiples redes inalámbricas, mientras que los dispositivos Unbiquiti permiten un control detallado de las características técnicas de la señal y la administración de usuarios.

A partir de la planificación en la Tabla 11, se simplificará la administración inalámbrica mediante la segmentación lógica de los dominios. Cada dispositivo tiene una dirección IP asignada, lo que facilita el direccionamiento mediante DHCP y permite un control más preciso sobre la red. Se ha tenido en cuenta el número de usuarios estimados para cada área, lo que ha llevado a la creación de redes específicas para el personal administrativo en los dos pisos del edificio.

Esta estructuración no solo optimiza la asignación de recursos, sino que también fortalece la seguridad y la eficiencia operativa. Al separar las redes según departamentos o pisos, se establecen límites claros de acceso y se crea

un ambiente adaptado a las necesidades específicas de cada grupo de usuarios.

Tabla 11

Direccionamiento red inalámbrica

Access Point	Host Min	Host Max	Address	Mascara
UNBIQUITI 6PRO 1			192.168.28.100	255.255.255.0
UNBIQUITI 6PRO 2			192.168.26.101	255.255.255.0
Tplink Archer C20			192.168.21.50	255.255.255.0

Nota: Esta tabla muestra el direccionamiento asignado a cada Access Point (Punto de Acceso) en la red inalámbrica. Cada dispositivo tiene una dirección IP única dentro del rango de direcciones especificado y utiliza una máscara de subred para determinar su alcance dentro de la red.

4.3.3 Implementación de la red inalámbrica LAN

Los dispositivos AP de la marca Ubiquiti se instalaron en el cielo falso tanto en el piso 1 como en el piso 2, como se muestra en la figura 7. La elección de instalar los dispositivos AP de Ubiquiti en el cielo falso demuestra un enfoque estratégico y centrado en la eficiencia para garantizar una conectividad inalámbrica robusta y de alta calidad en todo el entorno administrativo.

Esta ubicación estratégica permite maximizar la cobertura de la señal WiFi y minimizar posibles interferencias, ya que los dispositivos están colocados en una posición elevada y centralizada.

Al ubicar los AP en el cielo falso, se reduce el riesgo de daño accidental o interferencia física, lo que contribuye a la estabilidad y fiabilidad de la red inalámbrica. Esta decisión de diseño refleja un compromiso con la excelencia técnica y la optimización de recursos para proporcionar una experiencia de usuario fluida y sin interrupciones en todas las áreas administrativas de la institución financiera.

Figura 12

Instalación de AP en el cielo falso piso 1



Nota: Esta figura ilustra la disposición de los Access Points (AP) en el cielo falso de los pisos 1 y 2 del edificio. La ubicación estratégica de los AP permite una cobertura óptima de la red inalámbrica en cada piso, asegurando una conectividad confiable y uniforme en todo el espacio.

El equipo Tplink Archer C20 está ubicado en la oficina de TICs, tal como se muestra en la figura 13. Según se estimó en el Site Survey proporcionado por el fabricante, este dispositivo cuenta con la característica de Power over Ethernet (PoE) para la alimentación, lo cual evita la necesidad de tomas de corriente adicionales.

Esta característica resulta especialmente beneficiosa en entornos de oficina donde puede ser difícil acceder a tomas de corriente cercanas, ya que permite la alimentación del dispositivo a través del cable Ethernet, simplificando así la instalación y reduciendo la necesidad de realizar modificaciones en la infraestructura eléctrica existente.

El hecho de que el equipo esté ubicado en la oficina de TICs sugiere una atención particular hacia la infraestructura tecnológica y la conectividad de red en esa área específica, lo que refleja una consideración estratégica para

garantizar un rendimiento óptimo de la red inalámbrica en ese sector de la institución financiera.

Figura 13

Instalación del AP en la oficina Tics



Nota: Esta figura ilustra el AP Tplink Archer C20 que se utiliza en la oficina de TICs.

4.3 Propuesta de Red Inalámbrica

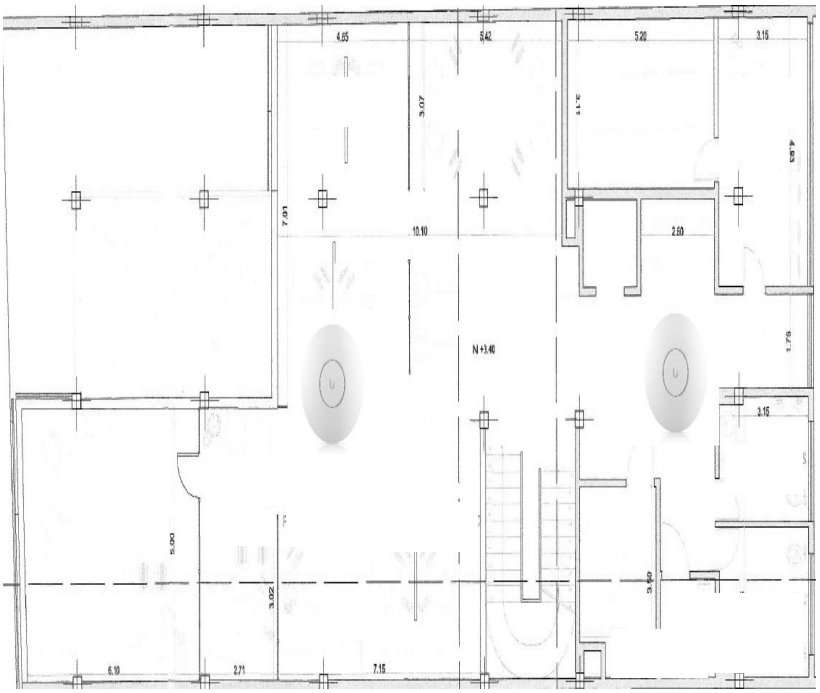
La disposición estratégica de los equipos inalámbricos, destinados a facilitar el acceso a todos los usuarios dentro del área administrativa, se fundamenta en la infraestructura y el diseño meticuloso del edificio, tomando en cuenta la distribución de las estaciones de trabajo. Es crucial que la cobertura inalámbrica abarque la totalidad de estas estaciones para garantizar una conectividad óptima.

En este sentido, se recomienda una distancia ideal de aproximadamente 70 metros entre los puntos de acceso (AP1 y AP2) en cada piso, tal como se ilustra en la figura 14. Este diseño propuesto busca no solo optimizar la cobertura, sino también mejorar la calidad y la estabilidad de la red inalámbrica en toda el área administrativa. Al considerar esta distribución estratégica de los equipos inalámbricos, se espera alcanzar un desempeño óptimo en la

conectividad, lo que a su vez promueve una mayor eficiencia y productividad para los usuarios dentro del entorno administrativo.

Figura 14

Propuesta para la ubicación de los AP piso1



De acuerdo con la necesidad se debe agregar un equipo adicional como se muestra en mapa en el piso 2 ver figura 15, la cual podeos ubicar a su necesidad y parámetros de cobertura.

Figura 15

Propuesta para la ubicación de los AP piso 2



En la configuración de asignación de direcciones IP a cada dispositivo inalámbrico AP, es esencial garantizar que operen en canales diferentes para evitar interferencias y superposiciones que puedan degradar la calidad de la señal WiFi. Esta medida contribuye significativamente a mejorar la estabilidad y la eficiencia de la red inalámbrica, asegurando una conectividad fluida y confiable para todos los usuarios.

La implementación propuesta de estos puntos de acceso cubrirá de manera efectiva la creciente demanda de los usuarios que necesitan acceder a la red desde diversos puntos dentro del área administrativa. Esto garantiza que cualquier usuario con un dispositivo móvil o portátil pueda mantenerse conectado en todo momento, sin necesidad de depender exclusivamente del router ubicado en la actualidad.

En lo que respecta al presupuesto asignado para mejorar la comunicación inalámbrica, se destina un total de $753.00 en materiales, como se detalla en la tabla 12. Es importante destacar que este presupuesto no incluye los costos de mano de obra, ya que se espera que el personal técnico de la cooperativa sea responsable de la instalación, lo que ayuda a optimizar los recursos disponibles y maximizar la eficiencia del proyecto.

Tabla 122

Presupuesto de dispositivos AP

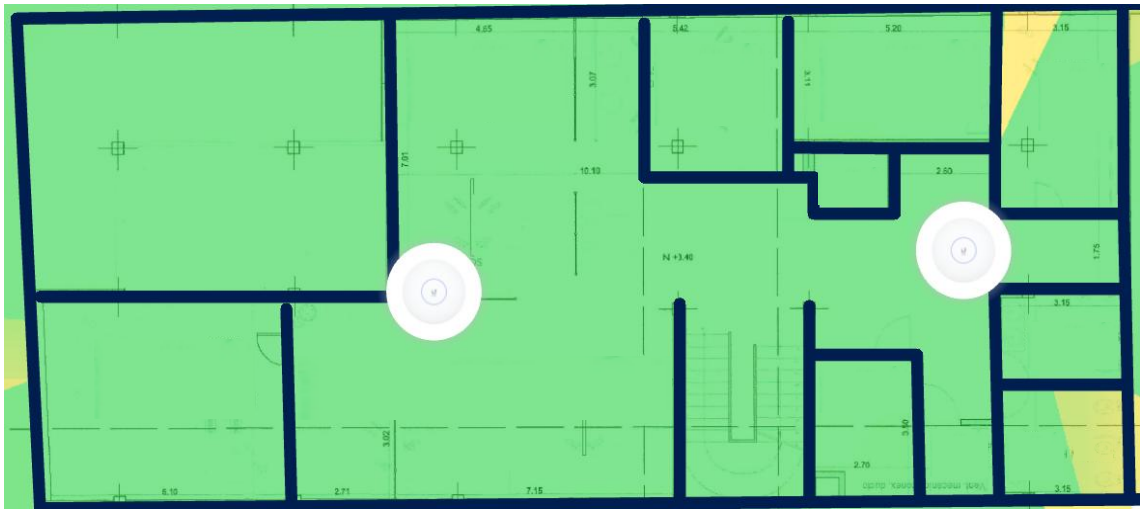
Cantidad	Descripción	V. Unitario	V. total
2	Access Point Ubiquiti Unifi U6 Pro	$ 297.00	$ 594.00
1	Rollos de cables Cat 6	$ 155.00	$155.00
8	Conectores Cat 6	$0.50	$4.00
Total			$ 753.00

4.3.1 Mapas de calor del rediseño de la red inalámbrica

La propuesta contempla en la reubicación de los dispositivos AP para el acceso inalámbrico incluye un riguroso proceso de medición y evaluación para garantizar una cobertura óptima en el Piso 1. Para llevar a cabo esta tarea, se realiza la simulación mediante la aplicación de mapas de calor, utilizando una herramienta que permite visualizar de manera precisa la intensidad de la señal WiFi en diferentes áreas, como se muestra en la figura 16.

Figura 166

Propuesta mapa de calor Piso 1



En el piso 2 se debe colocar un equipo adicional la cual permite abarcar la mayor cobertura posible a todas las áreas posibles y que se ajusten a las necesidades de la cooperativa como se muestra en la figura 17.

Mediante esta técnica, se pueden identificar áreas con cobertura deficiente o zonas de posible solapamiento de señales, lo que facilita la toma de decisiones para optimizar la ubicación de los dispositivos AP. Además, permiten evaluar la eficacia de la cobertura inalámbrica y ajustarla según las necesidades específicas del entorno administrativo.

Figura 177

Propuesta mapa de calor Piso 2.



4.3.2 Configuración de AP

Los dispositivos de Ubiquiti cuentan con un controlador integrado que incluye una interfaz web, facilitando la administración centralizada de la red inalámbrica. Desde este controlador, es posible agregar y configurar cada AP, ajustando parámetros como la configuración de la radio, el SSID, la asignación de VLAN, entre otros aspectos como muestra la figura 18 y 19. La gestión de usuarios se encuentra centralizada, permitiendo al controlador mostrar información detallada sobre los usuarios conectados, así como las cantidades de datos transmitidos, además de ofrecer la capacidad de gestionar alertas. En términos de seguridad, se implementa WPA individual para cada SSID, fortaleciendo la protección de la red contra accesos no autorizados y garantizando la confidencialidad de los datos transmitidos.

Figura 188

Configuración de SSID Ubiquitii AP piso 1



Figura 1919

Configuración de SSID ubiquiti AP piso 2



4.3.3 Pruebas en la Red LAN

Para llevar a cabo las pruebas de conectividad, se asigna las direcciones IP mediante el protocolo DHCP para todos los dispositivos de la red en cada piso. Este proceso garantiza que cada dispositivo tenga una dirección IP válida,

lo que es fundamental para su posterior comunicación y acceso a la red.

La figura 20 y 21 muestra un resumen visual de la asignación a los dispositivos en la red en ambos pisos del edificio, lo que facilitará la identificación de posibles problemas de conectividad y la toma de medidas correctivas necesarias. Además, esta representación visual ayudará a visualizar la distribución de los dispositivos en cada piso y su relación con la infraestructura de red en general.

Figura 200

Asignación DHCP al equipo piso 1



Figura 211

Asignación DHCP al equipo piso 2

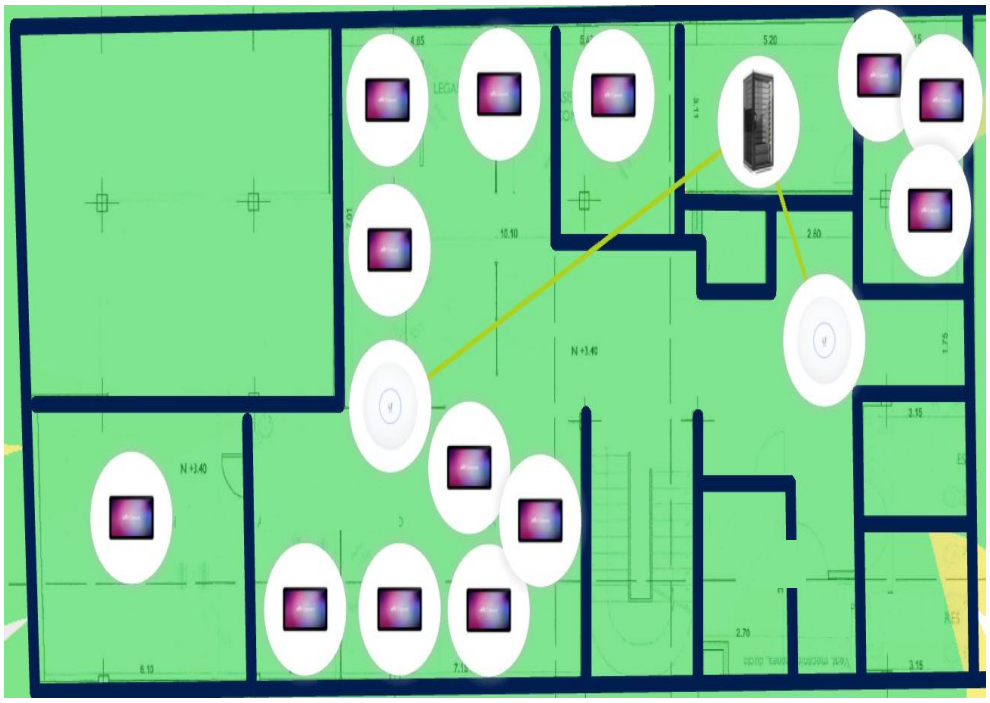


Por medio del software Design Center de Ubiquiti Unifi, se llevó a cabo la simulación representada en la Figura 22, utilizando los Access Points propuestos para los pisos 2 y 3. Esta simulación proporcionó una representación visual clara de cómo los equipos se conectarían en la red, identificando claramente los dispositivos involucrados. Esta representación gráfica facilita enormemente la

planificación y disposición de los dispositivos de acuerdo con la estructura diseñada, permitiendo ajustes precisos para lograr una cobertura óptima y una distribución eficiente de la señal inalámbrica en cada piso.

Figura 222

Simulación piso 2 y 3 cobertura propuesta

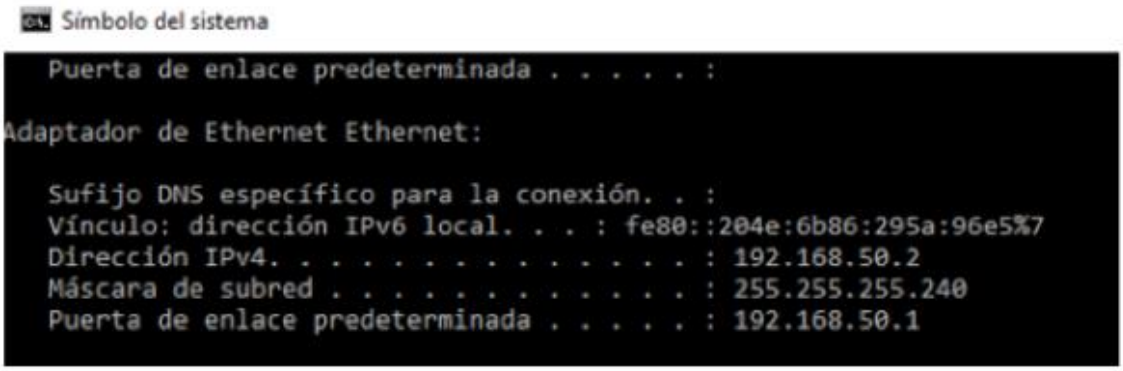


La simulación facilita una representación visual para evaluar la cobertura de las antenas y su distribución en el entorno. Estos dispositivos están equipados con un administrador del sitio que ofrece independencia en la gestión de usuarios, lo que advierte el solapamiento de áreas de cobertura. Además, permite observar los equipos conectados a través de la red inalámbrica en los diferentes departamentos de cada piso.

Este resultado se contrastó con la asignación en la estación de trabajo de riegos la cual tiene la IP 192.168.0.xx y su Gateway es la dirección de la VLAN correspondiente a la red del área administrativa que se muestra en la figura 23.

Figura 233

Información dirección IP asignado al equipo

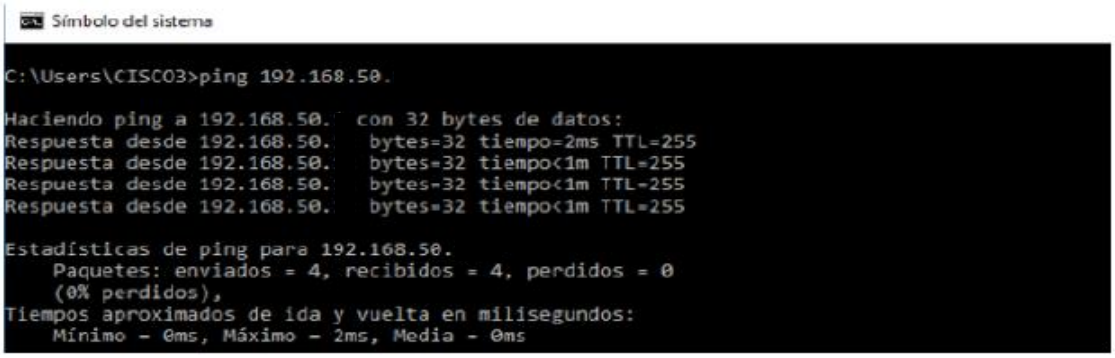


Se realizaron pruebas de ping como parte de las comprobaciones de conectividad, tanto entre varios dispositivos como hacia cada dirección de red, como se ilustra en la siguiente captura de pantalla.

La realización de estas pruebas de ping como parte integral del proceso de verificación de la conectividad asegura que la red esté configurada de manera adecuada y que todos los dispositivos puedan comunicarse de manera eficaz, lo que es esencial para mantener la productividad y la eficiencia en el entorno de trabajo, como se muestra en la siguiente figura 24.

Figura 244

Ping hacia la red principal



4.3.4 Pruebas de la Red Inalámbrica

4.3.4.1 Conectividad

La asignación dinámica de direcciones DHCP se realiza según las VLAN

configuradas y los BSSID correspondientes en la red inalámbrica. Cada dispositivo AP genera una lista de direcciones asignadas, permitiendo su comparación en el router central para supervisar y gestionar eficientemente la asignación de direcciones en toda la red. Este enfoque asegura una conectividad fluida y facilita la adaptación dinámica a las necesidades de los usuarios y dispositivos.

Figura 255

Dispositivos asignados a la red inalámbrica piso 1



Figura 266

Dispositivos asignados a la red inalámbrica piso 2.



4.3.4.2 Cobertura

Para disponer de una cobertura de señal inalámbrica optima con servicio satisfactorio en cualquier entorno, se llevaron a cabo mediciones de potencia en los puntos más alejados de las oficinas, estas mediciones proporcionan una evaluación precisa de la intensidad de la señal en diferentes áreas de la red. El Anexo 4 detalla la medición de la potencia más baja encontrada en la planta

superior, que registró una intensidad de señal de -22 dBm. Este valor indica una señal estable y una cobertura adecuada en esa ubicación específica.

4.3.4.3 Prueba de saturación de red WLAN

La prueba de saturación de la red confirmó la velocidad de la red, que alcanzó 1,60 GHz, y su disponibilidad sin pérdida de paquetes. Para ello, se utilizó el software Iperf para inyectar tráfico IP/ICMP/UDP/TCP. Los resultados de la prueba, en la que se transmitieron 1,86 Gbytes a una velocidad media de 1,60 Gbps, se muestran en el Anexo 4.

En resumen, el Capítulo IV brinda una visión detallada de la infraestructura de red actual de la institución financiera, proporcionando un análisis exhaustivo de cada elemento que compone su red LAN. Desde la distribución de departamentos hasta la ubicación estratégica de los dispositivos de acceso inalámbrico, se examinan meticulosamente todos los aspectos relevantes para comprender el estado actual de la conectividad en la cooperativa.

Además, el capítulo detalla el proceso de diseño de la red LAN, desde la recopilación meticulosa de datos hasta la evaluación minuciosa de las opciones de equipo disponibles en el mercado. Este enfoque metódico y riguroso sienta las bases para el desarrollo de un diseño de red LAN eficiente y confiable que satisfaga las necesidades de conectividad de la cooperativa y sus empleados. Al integrar información detallada sobre la infraestructura existente con un análisis exhaustivo de las necesidades presentes y futuras de la institución financiera, el capítulo proporciona una guía sólida para la planificación y ejecución del rediseño de la red LAN, asegurando así que la cooperativa pueda mantenerse conectada de manera óptima y eficiente en el mundo digital en constante evolución.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Tras evaluar la infraestructura de la red inalámbrica existente en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda., se observó una necesidad urgente de actualización. La infraestructura actual presenta deficiencias en cuanto a la cobertura y la capacidad para manejar el flujo de datos, lo que afecta negativamente la productividad y eficiencia de las operaciones internas.
- Se identificaron tanto fortalezas como debilidades en la conectividad inalámbrica de la cooperativa. Aunque la red actual ha sido capaz de satisfacer las necesidades básicas de conectividad hasta el momento, su capacidad está llegando al límite debido al crecimiento de la institución y el aumento en el uso de dispositivos móviles. Las debilidades, como la interferencia de direcciones IP y las zonas de baja cobertura, han generado obstáculos significativos en la productividad y la calidad del servicio.
- Es evidente que las necesidades de conectividad inalámbrica de la cooperativa han evolucionado y se han vuelto más exigentes con el tiempo. La creciente demanda de acceso a datos en tiempo real y la necesidad de una cobertura confiable en todas las áreas del edificio resaltan la importancia de implementar una red inalámbrica robusta y escalable.
- El Mapa de Calor generado reveló áreas críticas con una cobertura deficiente o inexistente, lo que confirma la necesidad de realizar ajustes significativos en la infraestructura de la red inalámbrica. Estas áreas

identificadas deben recibir atención prioritaria durante el proceso de rediseño para garantizar una cobertura uniforme y confiable en todo el edificio.

- Las pruebas en la red LAN y la red inalámbrica validaron el rendimiento y la eficacia de la infraestructura propuesta. Desde la asignación de direcciones IP hasta las mediciones de potencia de señal y las pruebas de saturación de la red WLAN, se evaluaron meticulosamente todos los aspectos para garantizar un despliegue óptimo. Los resultados demostraron una conectividad estable y de alta velocidad, junto con una cobertura inalámbrica adecuada en todo el entorno, fortaleciendo la solidez y fiabilidad de la propuesta de red inalámbrica diseñada para cumplir con los requisitos de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar una actualización urgente de la infraestructura de red inalámbrica en la Cooperativa de Ahorro y Crédito Minga Ltda. Esto implicaría la implementación de tecnologías y equipos más modernos que puedan mejorar la cobertura y la capacidad para manejar el flujo de datos. Esta actualización ayudará a aumentar la productividad y eficiencia de las operaciones internas al tiempo que preparará la red para satisfacer las crecientes demandas de conectividad.
- Se deben implementar medidas correctivas para mitigar las debilidades, como resolver la interferencia de direcciones IP y mejorar las áreas de baja cobertura. Al mismo tiempo, se deben fortalecer y aprovechar las fortalezas existentes para optimizar el rendimiento general de la red.
- Se recomienda invertir en tecnologías y equipos que puedan adaptarse fácilmente al crecimiento futuro de la institución y al aumento en el uso de dispositivos móviles. Esto garantizará que la red pueda seguir siendo eficiente y confiable a medida que evolucionen las necesidades de conectividad.
- Realizar ajustes significativos en estas áreas para garantizar una cobertura uniforme y confiable en todo el edificio, lo que mejorará la experiencia de conectividad para los usuarios.

Referencias

Addepalli, T. (2023). Antena de diversidad MIMO compacta para aplicaciones de banda 5G Sub: 6 GHz (N77/N78 y N79) y WLAN (Wi-Fi 5 y Wi-Fi 6). *Wireless Personal Communications, 132*, 2203–2223. doi:https://doi.org/10.1007/s11277-023-10718-4

Alesina, L., Bertoni, M., Mascheroni, P., Moreira, N., Picasso, F., Ramírez, J., & Rojo, V. (2020). La definición de objetivos y su relación con el diseño de investigación. En K. Batthyán, & M. Cabrera, *Metología de la investigación en Ciencias Sociales.* Obtenido de https://perio.unlp.edu.ar/catedras/mis/wp-content/uploads/sites/126/2020/04/p.2_batthianny_k._cabreram._cap_5__metodologia_de_la_investigacion....pdf

Arroyo, J. B., Camarena, J. F., Lira, L. A., & Villarreal, M. A. (2019). Evaluación de una red inalámbrica de banda ancha para VoIP. *Enfoque UTE, 10* (4), 28-44. Recuperado el abril de 2024 , de https://www.redalyc.org/journal/5722/572260689009/html/

Briceño, E. V. (2021). *Seguridad de la información* (Primera edición ed.). 3 ciencias Editorial Área de Innovación y Desarrollo S.L. doi:https://doi.org/10.17993/tics.2021.4

Carballeira, F. G. (2015). *Diseño de Sistemas Distribuidos.* Recuperado el abril de 2024 , de https://www.academia.edu/35258661/Tolerancia_a_fallos

Castellanos, L. (2 de marzo de 2017). *wordpress.* Recuperado el 2024 , de https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/

Cordoba, E. (14 de marzo de 2024). *Aprende informatica*. Recuperado el abril de 2024 , de https://aprendeinformaticas.com/protocolo-ieee-802-11b/

Cruz, E. R., & Rodrigo, J. L. (2021). *Arquitectura cliente servidor en una red de telecomunciaciones 802.11n para la actualización de la base de datos del registro de atención del Centro de Salud del distrito de Colcabamba.* Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de ingeniería electrónica- Sistemas . Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado el abril de 2024 , de https://repositorio.unh.edu.pe/items/eafc0c59-bb21-429a-a3a5-9e3b532a8a8a

Cube Mor Than IT. (20 de octubre de 2020). Recuperado el abril de 2024 , de Qué es un Site Survey y para qué sirve: https://integracion.cube.net.ar/blog/site-survey

Danel, E. (2016). *The Evolution of WiFi.* (G. Traslate, Trad.) VeEx. Obtenido de https://telecomtest.com.au/wp-content/uploads/2017/05/D08-00-023_A00_WP_WiFi_Air_Expert_Series.pdf

Domínguez, G., & Sánchez, J. (27 de octubre de 2023). IEEE 802.11ac, características técnicas, performance y principales aplicaciones.

Diferencias conceptuales con la norma IEEE 802.11a. *Researchgate*. Recuperado el abril de 2024 , de https://www.researchgate.net/publication/374998923_IEEE_80211ac_caracteristicas_tecnicas_performance_y_principales_aplicaciones_Diferencias_conceptuales_con_la_norma_IEEE_80211a

García, I. J. (22 de enero de 2021). *Servnet.* Recuperado el abril de 2024, de https://www.servnet.mx/blog/la-arquitectura-de-red-y-sus-funciones-para-un-buen-desempeno

Garg, V. (2007). *Wireless Communications and networking.* (D. Clark, Ed.) San Francisco : Morgan Kauphan Publishers . Recuperado el 2024 , de https://www.iqytechnicalcollege.com/Wireless%20Communications%20and%20Networking.pdf

Gast, M. (2013). *802.11ac A survival Guide.* (M. L. Blanchett, Ed.) O' REILLY. Recuperado el abril de 2024 , de http://euro.ecom.cmu.edu/resources/elibrary/auto/802dot11ac_A_Survival_Guide.pdf

Gavilanez, D. A. (2022). *Propuesta de rediseña de la red inalámbrica local en la matriz de la empresa SEDEMIL.* Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería en sistemas . Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el abril de 2024, de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23431/1/UPS%20-%20TTS1016.PDF

Gómez, J. (12 de septiembre de 2022). *Tokio School.* Obtenido de https://www.tokioschool.com/noticias/topologias-red/#:~:text=Topolog%C3%ADa%20de%20Estrella.,estaciones%20se%20comuniquen%20entre%20s%C3%AD.

González, J. E. (28 de eenero de 2020). *Blog Redes de computadora.* Recuperado el abril de 2024 , de https://redesdecomputdora.blogspot.com/p/51-analisis-de-requerimientos-de-una-red.html

Islam, G. Z., & Kashem, M. A. (2018). An OFDMA-based New MAC Mechanism for IEEE 802.11ax. *Researchgate*. Recuperado el 2024 , de https://www.researchgate.net/publication/330876566_An_OFDMA-based_New_MAC_Mechanism_for_IEEE_80211ax

Jarquín, R. V., Cruz, Y. G., Martínez, D. S., & Ventre, E. F. (julio-diciembre de 2023). Rediseño y administración de la red inalámbrica para el TECNM/Instituto Tecnológico de Oaxaca . *Revista Pistas Educativas, 45*(145), 825-842. Recuperado el 2024 , de https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/viewFile/3044/2427

Lederkremer, M. (2019). *Redes informáticas* (1a edición ed.). Cuidad Autónoma de Buenos Aires : Users. Recuperado el abril de 2024, de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=7frADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=arquitectura+de+redes+informaticas&ots=H6eGT2kWdw

&sig=YXt8a41jk2J-XRELCzGkkEDa4ao&redir_esc=y#v=onepage&q=arquitectura%20de%20redes%20informaticas&f=true

López, C., García, J., Vázquez, J., & Camarillo, K. (2023). Diseño de una arquitectura para sistemas y aplicaciones en Industria 4.0 basada en computación en la nube y análisis de datos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial 20, 20*, 124-136. doi:https://doi.org/10.4995/riai.2022.17791

Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Cienciameérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica , 3*(1), 34-39. Recuperado el abril de 2024, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749

Mata, M. F. (2021). *Estudio y aplicación del estándar 802.11 mc como solución del problema de localización en interiores.* Universidad de Cantabria, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación . Universidad de Cantabria. Recuperado el 2024 , de https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/22648

Mira, A. R. (16 de enero de 2020). *Tokio School.* Recuperado el abril de 2024 , de https://www.tokioschool.com/noticias/detalles-escalabilidad-en-redes/

Nakagawa, E. Y., Antonino, P. O., Schnicke, F., Capilla, R., Kuhn, T., & Liggesmeyer, P. (2021). Arquitecturas de referencia de la Industria 4.0: Estado del arte y tendencias de futuro. *Computers & Industrial Engineering ELSEVIER , 156*, 1-13. doi:doi:https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107241

Olivero, A. P., Vizuete, J. D., Lara, R. A., & Klinger, H. A. (2021). Estudio de la tecnología de comunicación inalámbrica en el estándar IEEE 802.11ax orientada al despliegue en Ecuador para el desarrollo del internet de las cosas. *Revista Dominio de Ciencias*. Recuperado el abril de 2024 , de https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2447/html

Orike, S., & Joy, T. (17 de mayo de 2019). Análisis comparativo de la red informática. *Revista Internacional de Comunicación Electrónica e Ingeniería Informática, 10* (3). Obtenido de https://ijecce.org/administrator/components/com_jresearch/files/publications/IJECCE_4328_FINAL.pdf

Pérez, M. B., Losada, N. S., Mancilla, Rojas, E., & Gaona, G. (2019). Estado del arte en redes definidas por software. *Revista Visión Electrónica*, 35. Recuperado el abril de 2024 , de https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/15613/BarreraPerezMiguelAngel2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pipa, J. H. (2019). *Redes inalámbricas.* Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Facultad de ciencias . Lima-Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Recuperado el abril de 2024 , de https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25923w/S5R1.pdf

Rastogi, U. (2023). Computer Networks for Medical Data and its Consequences –Medical Devices Literature Survey. *Revista Internacional de Salud, Educación y Asuntos Sociales (IJHES), 6*(1), 28-42. doi:https://ijhes.com/index.php/ijhes/article/view/289

Reañez, M., Parra, F., Cortijo, R., & Escalona, M. (30 de octubre de 2019). Modelo de influencia del ángulo de incidencia en paredes y rendimiento de comunicaciones IEEE 802.11g. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Información*(E25), 47–62. Recuperado el abril de 2024 , de https://www.researchgate.net/profile/Andres-Morocho-2/publication/340316114_Prediccion_de_demanda_de_energia_electrica_mediante_redes_neuronales_artificiales/links/5e83cf4b4585150839b2bf0d/Prediccion-de-demanda-de-energia-electrica-mediante-redes-neuronal

Reyes, L. V. (2022). *Diseño de una red empresarial de telecomunicaciones para mantener la operación y comunicación de las tecnologías de voz y datos en la empresa TABACARCEN.* Universidad Nacional de Chimborazo , Facultad de Ingeniería Carrera de electrónica y telecomunicaciones . Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. Recuperado el Abril de 2024 , de http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9984/3/Reyes%20Chiriboga%20Viviana%20Lizbeth_DISE%C3%91O%20DE%20UNA%20RED%20EMPRESARIAL%20DE%20TELECOMUNICACIONES%20PARA%20%282%29.pdf

Salazar, J. (2016). *Redes Inalámbricas.* Trabajo de investigación . Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

Salazar, J. (2017). *Wireless Network* (Primera Edición ed.). Czech Technical University of Prague Faculty of electrical engineering. Recuperado el abril de 2024, de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/110811/LM01_F_EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sampieri, R. H., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta Edición ed.). (M. Rocha, Ed.) México D.F: Mc Graw Hill Education. Obtenido de https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Soleymani, M., Maham, B., & Ashtiani, F. (2016). Analysis of the downlink saturation throughput of an asymmetric IEEE 802.11n-based WLAN. *IEEE Xplore*, 1–6. doi: doi: 10.1109/ICC.2016.7511453.

Tintín, V., Caizabuano, J., & Altamirano, F. (30 de abril de 2018). Arquitectura de redes de información. Principios y conceptos. *Revista Dominio de las Ciencias, 4*(2), 103-122. doi:http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.4.n%C3%BAm.2.ab

ril.

Torres, I. A. (2021). *Análisis y simulación del estándar 802.11AX para evaluar el rendimiento de despliegues WLAN en escenarios con tráfico de red elevado.* Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de ingeniería . Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. Recuperado el abril de 2024 , de http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8185/1/%e2%80%9cAN%c3%81LISIS%20Y%20SIMULACI%c3%93N%20DEL%20EST%c3%81NDAR%20802.11AX%20PARA%20EVALUAR%20EL%20RENDIMIENTO%20DE%20DESPLIEGUES%20WLAN%20EN%20ESCENARIOS%20CON%20TR%c3%81FICO%20DE%20RED%20ELEVADO%e2%80

Tualombo, J. O. (2019). *Implementación de una arquitectura tolerante a fallos en los servidores de producción de los sistemas de gestión académica de la dirección de desarrollo académico (DDA) de la ESPOCH.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de ingeniería en sistemas . Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el abril de 2024 , de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/12193/1/18T00779.pdf

Vázquez, F. (26 de abril de 2023). *ICORP*. Recuperado el abril de 2024 , de ICORP: https://icorp.com.mx/blog/infraestructura-de-ti-componentes/

Villalobos, J. U. (2020). Comparación entre el Estándar IEEE 802.11ax y el estándar IEEE 802.11ac para determinar la evolución del rendimiento de las Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN). *Especialización en Teleinformática*, 1-10. Recuperado el abril de 2024, de https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25098/GonzalezVillalobosJaimeUriel2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zapata, H. H. (2021). *Análisis y propuesta de diseño de red Inalámbrica de Alta Densidad para el acceso al servicio de Internet en el campus principal y el campus Agronomía de la Universidad Técnica de Babahoyo, basado en el Estándar 802.11 AC.* Universidad Católica de Santiago de Gauayaquil, Maestría en telecomunicaciones. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Gauayaquil. Recuperado el abril , de http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/16666/1/T-UCSG-POS-MTEL-197.pdf

Zubía, V. M., & Guzmán, H. G. (2019). WiFi 6: Características y aspectos particulares del estándar (IEEE-802.11AX WiFi6). *Revistas Educativas, 41*(134), 307-321. Recuperado el abril de 2024 , de https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/2059/1633

ANEXOS

ANEXO 1: *Estudio inicial*

Tabla 1: Modelo y características de los Access Point

UBICACIÓN	EQUIPO	MARCA	MODELO
Piso 1	Router	Ubiquiti U6 Pro	SWZ-U6PROR
Piso 2	Router	Ubiquiti U6 Pro	SWZ-U6PROR
Área de TI	Router	Dlink-M21	BC2228F2C8F2

Tabla 2: Características técnicas del equipo Ubiquiti U6 Pro

Especificaciones técnicas	
Mecánico	
Dimensiones	Ø197 x 35 mm (Ø7,8 x 1,4")
Peso	Sin soporte: 580 g (1,3 lb)
	Con soporte: 720 g (1,6 lb)
Material del recinto	Policarbonato
Material de montaje	Acero inoxidable (SUS304)
Impermeabilización	IP54
Hardware	
Interfaz de red	(1) puerto GbE RJ45
Interfaz de gestión	EthernetBluetooth
Método de poder	PoE
Fuente de alimentación	Adaptador PoE para conmutador UniFi PoE
	(no incluido)
Rango de voltaje soportado	44—57 VCC
Máx. el consumo de energía	13W
Máx. Potencia de transmisión	
2,4 GHz	22 dBm
5 GHz	26 dBm
6 GHz	–
MIMO	
2,4 GHz	2 x 2 (UL MU-MIMO)
5 GHz	4 x 4 (DL/UL MU-MIMO)
6 GHz	–
Tasa de rendimiento	
2,4 GHz	573,5 Mbps
5 GHz	4,8 Gbps
6 GHz	–
Ganancia de antena	
2,4 GHz	4 dBi
5 GHz	6 dBi
6 GHz	–
LED	Blanco azul
Botón	Restablecimiento de fábrica

Montaje	Pared, techo (Incluido)
Temperatura ambiente de funcionamiento	-30 a 60 °C (-22 a 140 °F)
Humedad ambiente de funcionamiento	5 a 95% sin condensación
Certificaciones	CE, FCC, IC
Software	
Estándares WiFi	802.11a/b/g/n/ac/ax
Seguridad inalámbrica	WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2/WPA3)
BSSID	8 por radio
VLAN	802.1Q
Calidad de servicio avanzada	Limitación de tasa por usuario
Aislamiento del tráfico de invitados	Soportado
Clientes concurrentes	350+
Espera cero DFS	Sí* *Compatible con las próximas versiones de firmware
Tarifas de datos admitidas	
802.11a	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps
802.11b	1, 2, 5,5, 11Mbps
802.11g	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps
802.11n (Wi-Fi 4)	6,5 Mbps a 600 Mbps (MCS0 - MCS31, HT 20/40)
802.11ac (Wi-Fi 5)	6,5 Mbps a 3,4 Gbps (MCS0 - MCS9 NSS1/2/3/4, VHT 20/40/80/160)
802.11ax (Wi-Fi 6)	7,3 Mbps a 4,8 Gbps (MCS0 - MCS11 NSS1/2/3/4, HE 20/40/80/160)

Tabla 3: Características técnicas del equipo Ubiquiti U6 Pro

WIRELESS	
Standards	**Wi-Fi 5**
	IEEE 802.11ac/n/a 5 GHz
	IEEE 802.11n/b/g 2.4 GHz
WiFi Speeds	**AC750**
	5 GHz: 433 Mbps (802.11ac)
	2.4 GHz: 300 Mbps (802.11n)
WiFi Range	**2 Bedroom Houses**
	3× Fixed Antennas
	Multiple antennas form a signal-boosting array to cover more directions and large áreas
WiFi Capacity	**Medium**
	Dual-Band
	Allocate devices to different bands for optimal performance
Working Modes	Router Mode
	Access Point Mode
	Range Extender Mode
SEGURIDAD	
Network Security	SPI Firewall
	Access Control
	IP & MAC Binding
	Application Layer Gateway
Guest Network	1× 5 GHz Guest Network
	1× 2.4 GHz Guest Network

WiFi Encryption	WEP
	WPA
	WPA2
	WPA/WPA2-Enterprise (802.1x)
HARDWARE	
Processor	Single-Core CPU
Ethernet Ports	1× 10/100 Mbps WAN Port
	4× 10/100 Mbps LAN Ports
Botones	WPS/Wi-Fi Button
	Power On/Off Button
	Reset Button
Power	9 V ⎓ 0.6 A
SOFTWARE	
Protocols	IPv4
	IPv6
Parental Controls	URL Filtering
	Time Controls
WAN Types	Dynamic IP
	Static IP
	PPPoE
	PPTP
	L2TP
Quality of Service	QoS by Device
NAT Forwarding	Virtual Server
	Port Forwarding
	Port Triggering
	DMZ
	UPnP
IPTV	IGMP Proxy
	IGMP Snooping
DHCP	Address Reservation
	DHCP Client List
	Server
DDNS	NO-IP
	Comex
	DynDNS
Management	Tether App
	Webpage
	Check Web Emulator>
OTHER	
System Requirements	Internet Explorer 11+, Firefox 12.0+, Chrome 20.0+, Safari 4.0+, or other JavaScript-enabled browser
	Cable or DSL Modem (if needed)
	Subscription with an internet service provider (for internet access)
Certifications	FCC, CE, RoHS
Environment	Operating Temperature: 0℃~40℃ (32℉ ~104℉)
	Storage Temperature: -40℃~70℃ (-40℉ ~158℉)

	Operating Humidity: 10%~90% non-condensing
	Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
TEST DATA	
WiFi Transmission Power	CE:
	<20dBm(2.4GHz)
	<23dBm(5GHz)
WiFi Reception Sensitivity	5GHz:
	11a 54M: -76dBm; 11ac VHT20 MCS8: -71dBm;
	11ac VHT40 MCS9: -66dBm; 11ac VHT80 MCS9:
	-62dBm
	2.4GHz:
	11g 54M: -76dBm11n; HT20 MCS7: -73dBm;
	11n HT40 MCS7: -71dBm
PHYSICAL	
Dimensions (W×D×H)	9.1 × 5.7 × 1.4 in
	(230 × 144 × 35 mm)
Package Contents	Wi-Fi Router Archer C20
	Power Adapter
	RJ45 Ethernet Cable
	Quick Installation Guide

Figura 1: *Infraestructura de construcción*



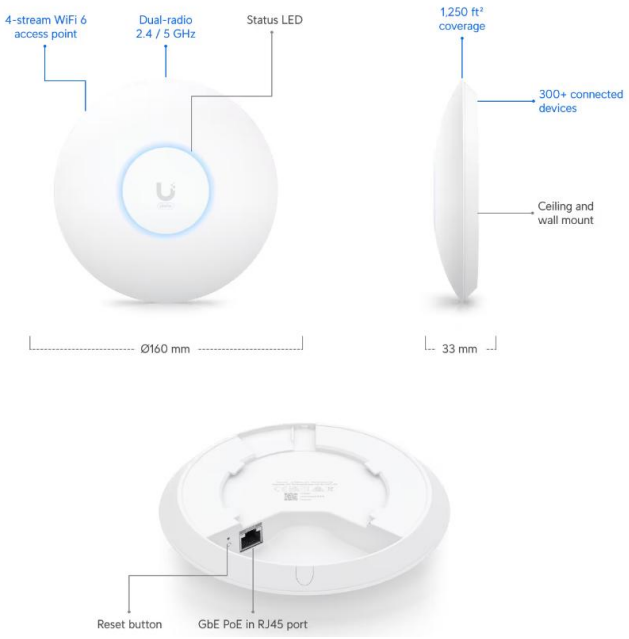
Figura 2: *Rack equipo data center*



ANEXO 2: *Comparación de equipos*

AP WiFi 6 compacto montado en el techo con 4 transmisiones espaciales que mejora el U6 Lite con mayor rendimiento y compatibilidad con WiFi 6 de doble banda. Ideal para pequeñas y medianas empresas. (Wi-Fi 6, 4 corrientes espaciales, Cobertura de 140 m² (1500 pies²), Más de 300 dispositivos conectados, Alimentado, mediante PoE, enlace ascendente GbE). (Access Point U6 Plus - Ubiquiti Store, s. f.)

Figura 3: *Funciones del dispositivo*



El Archer C20 de TP-Link viene con estándar Wi-Fi de la próxima generación – 802.11ac, compatible con versiones anteriores de 802.11n and 3 veces más rápido que las velocidades inalámbricas N. Con mayor eficiencia energética y una seguridad robusta, 802.11ac es la manera perfecta para acelerar una red multimedia en casa y solucionar la congestión que varios dispositivos pueden causar. (Rotuer WiFi Doble Banda AC750, s. f.)

Figura 4: *Visión general del dispositivo*



ANEXO 3: *Diseño*

Figura 5: *Resumen de BSSID detectados en el Site Survey*

SSID	BSSID	Alias	Gráfico (Señal)	Canal	Frecuencia	Anchura del...	Banda	Seguridad	Fabricante	Tipo	Modo	Nivel (Señal)
CELERITY_LILIANA_VELAST...	60:DB:98:76:D4:2E			136 (138)	5680	80	5	WPA2-Personal	Calix Inc.	manag...	ac	
Claro_MariaMendoza	6C:14:6E:47:DE:78			149 (155)	5745	80	5	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	n/ac	
Claro_MariaMendoza	6C:14:6E:47:DE:74			3	2422	20	2.4	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	n	
DEP_INCAGRO	98:DA:C4:0E:90:CE			9, +1	2452	40	2.4	WPA2-Personal	TP-LINK TECHNOLOGIES CO.,...	manag...	n	
DESKTOP-CDHCQDJ 0161	A2:59:50:E3:B9:B2			1	2412	20	2.4	WPA2-Personal	-	manag...	ax	
DIRECT-9E-EPSON-49FF5E	E2:BB:9E:49:7F:5E			11	2462	20	2.4	WPA2-Personal	-	manag...	n	
DIRECT-9E-EPSON-A9C08D	E2:BB:9E:A9:40:8D			1	2412	20	2.4	WPA2-Personal	-	manag...	n	
Galaxy A21 javitroy	86:D7:C8:F8:78:00			1	2412	20	2.4	WPA2-Personal	-	manag...	n	
HUAWEI-B612-C018	1C:B7:96:88:C0:18			5, -1	2432	40	2.4	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	n	
IMPORTCOMPU IMPORTA...	88:A5:BD:12:9C:98			11	2462	20	2.4	WPA2-Personal	QPCOM INC.	manag...	n	
Juana_Gualan.	D8:49:0B:70:DA:83			6	2437	20	2.4	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	n	
LEON VALLEJO-2.4G	5C:91:57:70:46:78			11	2462	20	2.4	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	ax	
Minga_TP-Link_4DB9	**68:FF:7B:67:4D:B9**			10, -1	2457	40	2.4	WPA2-Personal	TP-LINK TECHNOLOGIES CO.,...	manag...	n	
Minga_TP-Link_4DB9_5G	68:FF:7B:67:4D:B8			153 (155)	5765	80	5	WPA2-Personal	TP-LINK TECHNOLOGIES CO.,...	manag...	ac	
MINGA1	60:22:32:79:F9:BA			6	2437	20	2.4	WPA2-Personal	Ubiquiti Inc	manag...	ax	
MINGA1	60:22:32:79:F9:B8			44 (42)	5220	80	5	WPA2-Personal	Ubiquiti Inc	manag...	ac/ax	
NETLIFE	70:8C:B6:42:3A:98			36 (42)	5180	80	5	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	ac	
NETLIFE-ALMACENES SAUL	70:8C:B6:42:3A:94			11	2462	20	2.4	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	n	
NETLIFE-CATY	58:25:75:CA:0E:AC			149 (155)	5745	80	5	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	n/ac	
NETLIFE-CATY	58:25:75:CA:0E:A8			4	2427	20	2.4	WPA2-Personal	HUAWEI TECHNOLOGIES CO....	manag...	n	

Figura 6: *Redes y BSSID disponibles en las cercanías*

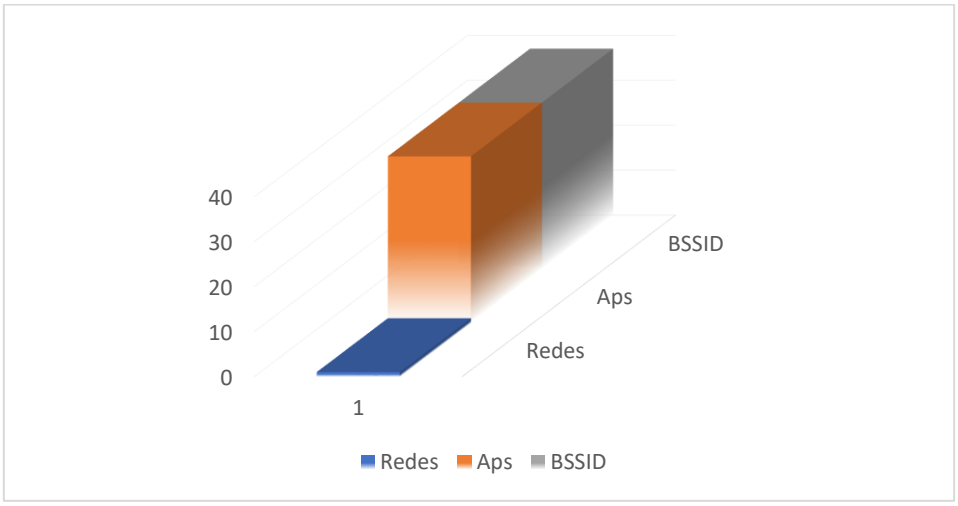
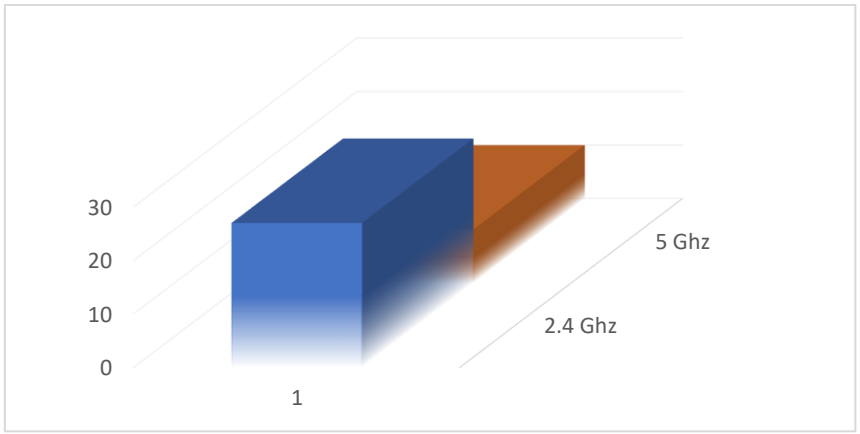


Figura 7: *BSSID por canal 2.4 GHz y 5 GHz*



ANEXO 4: *Instalación de APs*

Figura 8: *Ubicación del Rack en el Data Center*



Figura 9: *AP en cielo falso*

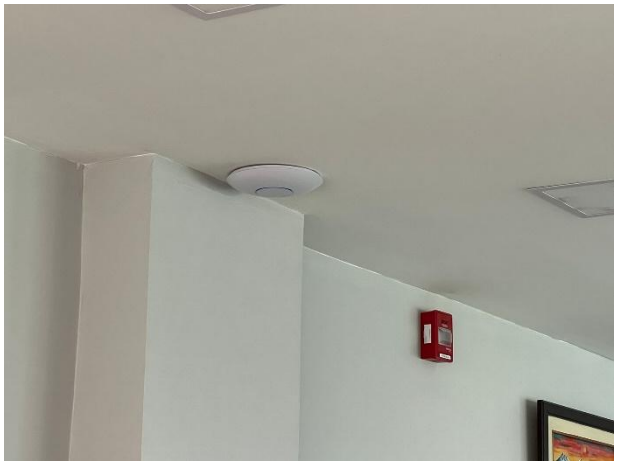


Figura 10: *Software Ubiquiti utilizado para el diseño de red y mapas de calor*

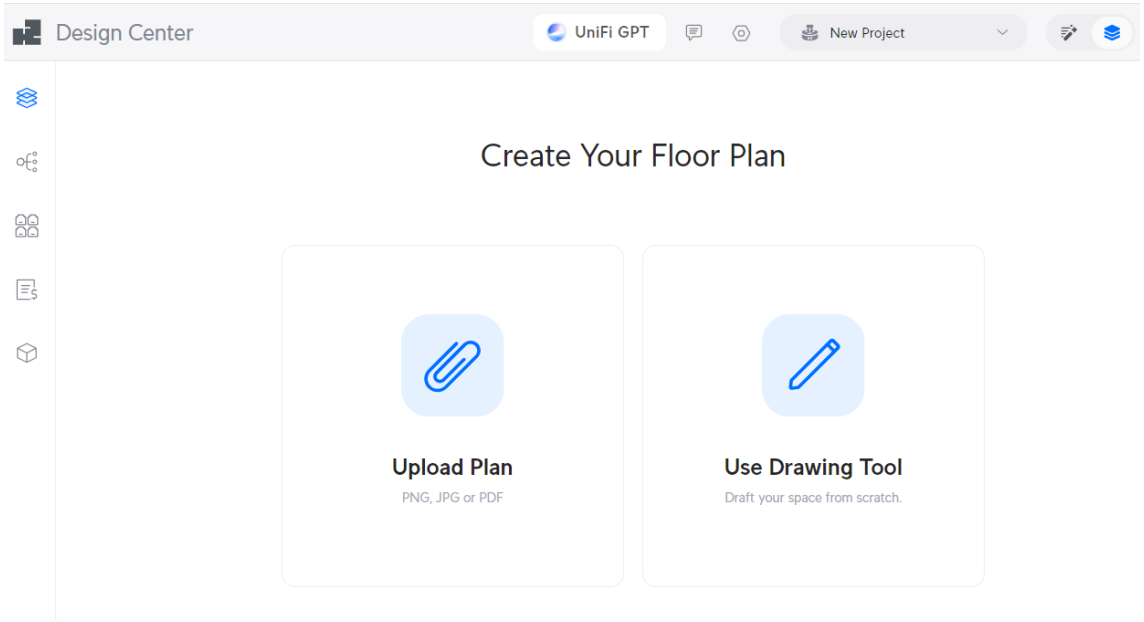


Figura 11: *Ubicación de APs en piso 1*

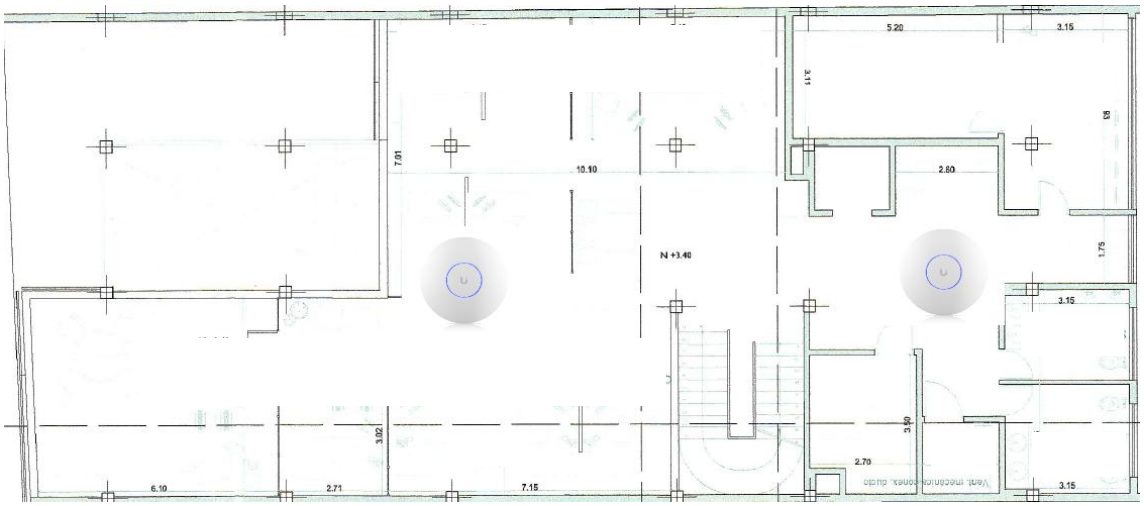


Figura 12: *Ubicación de APs en piso 1*



Figura 13: *Mapa de calor piso 1*

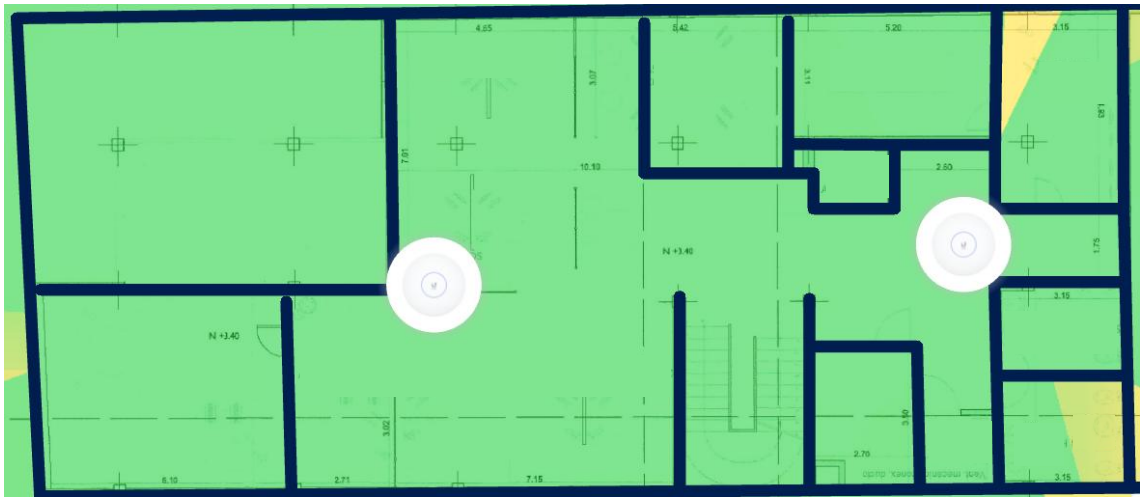


Figura 14: *Instalación App Ubiquiti unifi*

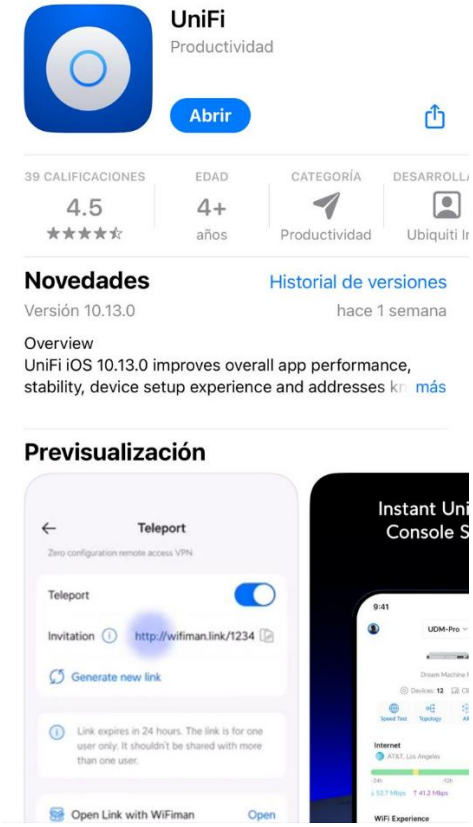


Figura 15: *Configuración equipo AP piso 1 y 2*



Figura 16: *Clientes conectados AP piso 1*



Figura 17: *Clientes conectados AP piso 2*

