UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC - SEDE MANAGUA

Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de grado en Ingeniero de sistemas

Tema:

Diseño de red de datos cableada e inalámbrica para la interconexión de la Alcaldía Municipal de Camoapa y sus casas culturales como una alternativa de centralización eficiente y económica.

ELABORADO POR

Br. Emilio Antonio Urbina Suárez

Asesor Técnico y metodológico: Msc. / Ing. Jacqueline Lacayo Cruz

Managua, 22 de noviembre del 2025

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – SEDE MANAGUA

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA EN INFORMATICA Y TELECOMUNICACIONES

Informe de trabajo final para optar al título de Ingeniero de sistemas.

AVAL DEL TUTOR

Msc. Jacqueline Lacayo Cruz

CERTIFICAR

Que: El Informe Final con el título**: "Diseño de red de datos cableada e inalámbrica para la interconexión de la Alcaldía Municipal de Camoapa y sus casas culturales como una alternativa de centralización eficiente y económica",** elaborado por el **Br. Emilio Antonio Urbina Suárez,** ha sido dirigido por la suscrita.

Habiéndose cumplido con los requisitos académicos y metodológicos establecidos para el informe final, se otorga la aprobación correspondiente para su presentación, lectura y defensa, conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Régimen Académico Estudiantil y el Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para los efectos pertinentes, se firma la presente en la Universidad de Ciencias Comerciales (UCC), Sede Managua a los 07 días del mes de Noviembre de Noviembre del 2025.

Msc. Jacqueline Lacayo Cruz

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida, dándome sabiduría, salud y la perseverancia necesaria para alcanzar esta meta.

A mi padre y a mi madre, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación, y por ser el pilar que ha sostenido mis sueños.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para concluir esta etapa académica, iluminando mi camino en cada momento de dificultad y dándome la perseverancia para seguir adelante.

A mis padres, por su amor, dedicación y esfuerzo incondicional, quienes con su ejemplo y apoyo constante me motivaron a nunca rendirme y a dar lo mejor de mí en todo lo que emprendo.

A mis docentes de la Universidad de Ciencias Comerciales, por su guía, conocimientos y orientación a lo largo de mi formación profesional.

Finalmente, a todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de este proyecto.

INDICE DE CONTENIDO

Tabla de Contenido

DEDICATORIA 3
AGRADECIMIENTO 4
INDICE DE CONTENIDO 5
INDICE DE TABLAS 8
RESUMEN 9
RESUMEN (ABSTRACT) 10
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION 11
1.1 ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 11
1.2 JUSTIFICACIÓN 12
1.3 OBJETIVOS 13
1.4 DELIMITACIONES 14
1.5 ALCANCES DEL PROYECTO 14
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO 15
2.1 FUNDAMENTOS DE REDES DE DATOS 15
2.2 CABLEADO ESTRUCTURADO: NORMAS Y BUENAS PRÁCTICAS 16
2.3 REDES INALÁMBRICAS Y ENLACES PUNTO A PUNTO 18
2.4 TIPOLOGÍA Y TOPOLOGÍA DE REDES 18
Topologías de red 18
TOPOLOGÍA DE LA RED PROPUESTA 19
2.5 EQUIPOS DE INTERCONEXION DE REDES 22
2.6 SEGURIDAD EN REDES 26
2.9 ESTUDIOS PREVIOS Y CASOS SIMILARES 31
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 35
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN 35
3.2 ENFOQUE METODOLÓGICO 35
3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 36
3.4 INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS 36
3.5 PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DE RED 37

3.6 TIPO DE INVESTIGACIÓN 37
3.7 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 38
3.8 POBLACIÓN Y MUESTRA 38
3.9 VARIABLES DEL ESTUDIO 38
3.10 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS 39
3.11 PROCEDIMIENTO 39
3.12 CRONOGRAMA DEL PROYECTO (2 SEMANAS) 40
3.13 GESTIÓN DE RIESGOS 40
3.14 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO 41
3.15 Figuras de Macro localización del proyecto en el municipio de Camoapa. 42
3.16 MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 44
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL 45
4.1 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA EXISTENTE EN LA ALCALDÍA 45
4.2 INFRAESTRUCTURA DE RED EXISTENTE 45
4.3 CONECTIVIDAD ENTRE SEDES 46
4.4 CONDICIONES TÉCNICAS Y LIMITANTES 46
4.5 ANÁLISIS DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS 47
4.6 CONCLUSIÓN DEL DIAGNÓSTICO 47
4.7 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO 48
CAPÍTULO V: PROPUESTA TÉCNICA 51
5.1 INTRODUCCIÓN 51
5.2 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA 51
5.3 DISEÑO DE LA RED PROPUESTA 52
5.3.1 RED INTERNA DE LA ALCALDÍA 55
5.3.2 ENLACE INALÁMBRICO A CASA CULTURAL A (120 M) 55
5.3.3 ENLACE INALÁMBRICO A CASA CULTURAL B (600 M) 55
5.4 TOPOLOGÍA DE RED PROPUESTA 56
5.5 EQUIPOS Y MATERIALES NECESARIOS 56
5.6 ESTIMACIÓN DE COSTOS 58
5.7 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN 59

5.8 PLAN DE MANTENIMIENTO Y ESCALABILIDAD DE LA RED 61
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 66
6.1 CONCLUSIONES 66
6.2 RECOMENDACIONES 67
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 68
GLOSARIO 70
ANEXOS 76
ANEXO 1: DIAGRAMA GENERAL DE LA RED PROPUESTA 76
ANEXO 2: INSTALACIONES ACTUALES DE LA ALCALDIA 77
ANEXO 3: FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS A UTILIZARSE 81
REFLEXIONES FINALES 86
RECOMENDACIONES GENERALES Y TÉCNICAS 87
AGRADECIMIENTO INSTITUCIONAL 88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 ..... *16*
Tabla 2 17
Tabla 3 19
Tabla 4 21
Tabla 5 23
Tabla 6 24
Tabla 7 25
Tabla 8 26
Tabla 9 27
Tabla 10 29
Tabla 11 30
Tabla 12 34
Tabla 13 57
Tabla 14 58
Tabla 15 59
Tabla 16 61
Tabla 17 63

RESUMEN

El presente trabajo de tesis propone el diseño de red de datos de la Alcaldía Municipal de Camoapa, en conjunto con la interconexión inalámbrica de dos casas culturales ubicadas a 120 metros y 600 metros, respectivamente.

Este proyecto responde a la necesidad de optimizar el uso de recursos tecnológicos, mejorar la conectividad interna y establecer una red unificada y segura entre estas instituciones. Dado que el municipio enfrenta limitaciones económicas y restricciones para contratar proveedores de internet, se plantea una solución alternativa basada en tecnología de bajo costo, utilizando cableado estructurado y enlaces inalámbricos mediante Access points de largo alcance.

El diseño propuesto considera aspectos técnicos como topología de red, selección de equipos, seguridad, y mantenimiento, cumpliendo con estándares internacionales y buenas prácticas en redes. Además, se evalúa la viabilidad técnica, económica y operativa del proyecto.

RESUMEN (ABSTRACT)

This thesis proposes the design of the Camoapa Municipal Government's data network, along with the wireless interconnection of two cultural centers located 120 meters and 600 meters apart, respectively.

This project responds to the need to optimize the use of technological resources, improve internal connectivity, and establish a unified and secure network between these institutions. Given the municipality's financial constraints and restrictions on contracting internet providers, an alternative solution based on low-cost technology is proposed, utilizing structured cabling and wireless links through long-range access points.

The proposed design considers technical aspects such as network topology, equipment selection, security, and maintenance, complying with international standards and network best practices. In addition, the technical, economic, and operational feasibility of the project is evaluated.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Alcaldía Municipal de Camoapa y sus dos casas culturales actualmente enfrentan limitaciones tecnológicas significativas relacionadas con la conectividad de red. Las conexiones a internet disponibles son aisladas y poco eficientes, debido a restricciones presupuestarias y a la dependencia de un proveedor autorizado que ofrece un servicio de alto costo. Esta situación genera problemas de comunicación interinstitucional, lentitud en los procesos administrativos, pérdida de información y dificultad para compartir recursos digitales entre las oficinas municipales y los centros culturales.

Además, el cableado estructurado interno de la sede principal de la alcaldía se encuentra en mal estado, sin una organización técnica ni estándares establecidos, lo cual incrementa los riesgos de fallas técnicas, pérdidas de conectividad y dificultades de mantenimiento. Las casas culturales, ubicadas a aproximadamente 120 metros y 600 metros de distancia de la sede central, no cuentan con una conexión directa que permita un trabajo coordinado en red.

Este proyecto surge ante la necesidad de implementar una solución eficiente y de bajo costo que permita centralizar la red municipal, mejorar la infraestructura existente y establecer enlaces inalámbricos seguros y estables entre las tres instituciones.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de una red de datos estructurada y una interconexión inalámbrica entre las sedes municipales de Camoapa permitirá optimizar recursos, reducir costos operativos, y mejorar la gestión de la información institucional. Una red unificada facilitará el acceso a sistemas internos, bases de datos y servicios compartidos, beneficiando tanto a los funcionarios públicos como a los ciudadanos que dependen de una atención eficiente.

Desde una perspectiva académica, este proyecto representa una aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería en Sistemas, combinando diseño de redes, selección de hardware, planificación técnica y análisis económico. Asimismo, constituye una solución adaptable y replicable en otros municipios con condiciones similares, posicionando este trabajo como un aporte significativo al desarrollo tecnológico local.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una red de datos cableada e inalámbrica para la interconexión de la Alcaldía de Camoapa y sus dos casas culturales, bajo criterios de eficiencia técnica y sostenibilidad económica.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las condiciones técnicas y geográficas para establecer enlaces inalámbricos punto a punto con las casas culturales.
- Elaborar un diseño lógico y físico que cumpla con estándares técnicos (TIA/EIA-568, IEEE 802.11).
- Estimar los costos y analizar la factibilidad económica de la propuesta.

1.4 DELIMITACIONES

Este proyecto se enfoca únicamente en el diseño e interconexión de red de tres instituciones: la sede central de la Alcaldía Municipal de Camoapa y dos casas culturales. No se contemplan mejoras en equipos informáticos de usuario final ni ampliaciones de infraestructura edilicia. El alcance de los enlaces inalámbricos se limita a un radio de 5 kilómetro como máximo, dentro del casco urbano del municipio.

1.5 ALCANCES DEL PROYECTO

Se entregará un diseño técnico completo, incluyendo:

- Planos de red cableada e inalámbrica.
- Especificaciones de equipos recomendados.
- Cálculo de materiales.
- Análisis de costos.

El proyecto contempla el diseño y validación técnica como propuesta para futuras fases de implementación por parte de las autoridades municipales.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTOS DE REDES DE DATOS

Una red de datos es un conjunto de dispositivos interconectados entre sí, que comparten recursos e información mediante protocolos de comunicación (Tanenbaum & Wetherall, 2011). Estas redes pueden clasificarse según su alcance geográfico en LAN (red de área local), MAN (red de área metropolitana) o WAN (red de área amplia). En el caso de la Alcaldía de Camoapa, se plantea una red tipo LAN extendida, que incorpore enlaces inalámbricos punto a punto para integrar físicamente espacios distantes.

Las redes permiten que múltiples dispositivos —como computadoras, impresoras, servidores, switches o puntos de acceso— intercambien datos de manera ordenada y eficiente. Para Cisco (2020), una red de datos moderna debe cumplir tres principios fundamentales: **disponibilidad**, **escalabilidad** y **seguridad**, que garantizan el funcionamiento continuo, el crecimiento futuro y la protección de la información.

De acuerdo con Forouzan (2017), en toda red existen cuatro componentes esenciales:

1. **Dispositivos finales (hosts):** equipos que generan o reciben datos, como computadoras o servidores.
2. **Dispositivos de red (intermediarios):** permiten el movimiento de datos, como routers, switches y access points.
3. **Medios de transmisión:** cableado estructurado o comunicación inalámbrica.
4. **Protocolos de comunicación:** reglas que definen cómo los dispositivos se comunican (ejemplo: TCP/IP).

La función principal de una red institucional, como la de una Alcaldía, es permitir el acceso eficiente a servicios administrativos como bases de datos, expedientes, sistemas de pagos, navegación en Internet, correo institucional y acceso remoto.

2.2 CABLEADO ESTRUCTURADO: NORMAS Y BUENAS PRÁCTICAS

El cableado estructurado es el sistema de cableado organizado que proporciona soporte físico a una red. Las normas TIA/EIA-568 definen las características técnicas, materiales, colores, topología y tipos de conectores para asegurar una instalación uniforme, ordenada y escalable (TIA, 2018). Una red correctamente cableada reduce interferencias, facilita el mantenimiento y mejora el rendimiento.

Para la alcaldía, se recomienda el uso de cableado UTP categoría 6, canaletas organizadoras, y etiquetado correcto, todo conforme a estas normativas. Además, se deben considerar los estándares de seguridad eléctrica y protección contra descargas.

2.2.1 Arquitectura y comunicación en redes

La comunicación en una red se organiza a través de modelos de referencia, entre ellos el modelo OSI y el modelo TCP/IP. Estos modelos permiten estandarizar la comunicación, diagnosticar problemas y facilitar la interoperabilidad entre fabricantes (Tanenbaum & Wetherall, 2012).

Tabla 1

Modelo OSI (7 capas)	**Función principal**
Aplicación	Presenta los datos al usuario
Presentación	Codifica, cifra y comprime datos
Sesión	Administra conexiones y sesiones de usuario
Transporte	Controla la entrega confiable de datos (TCP / UDP)
Red	Asigna direcciones y enruta paquetes (IP)
Enlace de datos	Controla el acceso al medio
Física	Transmite bits por cable o aire

Relación con OSI

Modelo TCP/IP (4 capas)	
Aplicación	Equivale a capas 5, 6 y 7 de OSI
Transporte	Capa 4 del modelo OSI
Internet	Capa 3 del modelo OSI
Acceso a la red	Capas 1 y 2 del modelo OSI

Todos los equipos del proyecto se comunicarán utilizando el modelo **TCP/IP**, el estándar de Internet.

2.2.2 Clasificación de redes

Las redes se pueden clasificar según su alcance geográfico (Forouzan, 2017):

Tabla 2

Tipo de red	Alcance	Ejemplo
LAN	Edificio o área reducida	Red interna de una Alcaldía
WLAN	Variante inalámbrica de LAN	Wi-Fi dentro de un edificio
MAN	Ciudad o región	Infraestructura municipal
WAN	Entre países o global	Internet

En este proyecto se implementa una WLAN de tipo punto a punto (PtP**)** que extenderá la LAN de la Alcaldía hacia las Casas Culturales mediante enlaces inalámbricos.

2.3 REDES INALÁMBRICAS Y ENLACES PUNTO A PUNTO

Las redes inalámbricas permiten la transmisión de datos sin necesidad de cables, utilizando ondas de radiofrecuencia. Para enlaces entre ubicaciones físicas distantes, se emplean Access Points con tecnología punto a punto (PtP), los cuales pueden establecer conexiones estables a largas distancias con línea de vista clara.

Tecnologías como Wi-Fi 5 (802.11ac) o Wi-Fi 6 (802.11ax), con equipos de fabricantes como Ubiquiti y Hikvision, permiten velocidades aceptables y estabilidad en enlaces de hasta varios kilómetros, ideales para conectar las casas culturales con la sede principal.

2.4 TIPOLOGÍA Y TOPOLOGÍA DE REDES

En redes de datos, la tipología se refiere a su clasificación según el alcance y uso (LAN, MAN, WAN, etc.), mientras que la topología describe cómo están organizados y conectados físicamente o lógicamente los dispositivos (Tanenbaum & Wetherall, 2011).

En este proyecto, la tipología corresponde a una LAN extendida, ya que la red conecta la sede principal de la Alcaldía con dos casas culturales utilizando enlaces inalámbricos punto a punto (PtP) para integrar los servicios y recursos tecnológicos.

Topologías de red

La topología de red se refiere a la forma en que los dispositivos están organizados y conectados entre sí, tanto de manera física como lógica (Stallings, 2017). La selección adecuada de una topología permite optimizar recursos, reducir costos de implementación, y facilitar el mantenimiento de la infraestructura. La topología también influye en la disponibilidad y tolerancia a fallas del sistema.

Tanenbaum y Wetherall (2012) explican que las topologías más utilizadas en redes de datos institucionale son: estrella, malla, árbol, anillo y bus. Hoy en día, las más usadas en edificios gubernamentales y empresariales son estrella y árbol, ya que permiten centralizar la administración de recursos y segmentar áreas mediante dispositivos como switches y routers.

Comparación entre topologías de red

La siguiente tabla resume ventajas y desventajas de cada topología:

Tabla 3

Topología	Características	Ventajas	Desventajas
Estrella	Todos los dispositivos conectados a un nodo central	Fácil de administrar	Si falla el nodo central, toda la red cae
Malla	Todos los nodos están conectados entre sí	Alta redundancia	Elevado costo de implementación
Árbol	Jerarquización en niveles	Fácil segmentación	Dificultad para crecer
Anillo	Los nodos se conectan formando un círculo	Flujo ordenado de datos	Si un nodo falla, afecta la comunicación
Bus/Lineal (en cadena)	Un dispositivo se conecta al siguiente	Económico, práctico para distancias	Dependencia entre nodos

TOPOLOGÍA DE LA RED PROPUESTA

Se ha seleccionado una topología lineal o en cadena (daisy chain)**,** en la que la Alcaldía se conecta directamente con la Casa Cultural A mediante un enlace inalámbrico, y esta actúa como punto intermedio para retransmitir la señal a la Casa Cultural 2**.**

La elección de esta topología responde a condiciones técnicas específicas del entorno:

- **Desnivel del terreno:** la ubicación de la Casa Cultural A es estratégicamente favorable, ya que permite establecer línea de vista directa tanto con la

-

- Alcaldía como con la Casa Cultural B, superando la diferencia de altura del terreno.
- **Obstrucciones físicas:** existen casas, árboles y otras estructuras que impiden un enlace directo entre la Alcaldía y la Casa Cultural B. Un enlace intermedio evita pérdidas de señal por interferencias y obstáculos.
- **Optimización de recursos:** se reduce la necesidad de torres más altas, enlaces más potentes o equipos adicionales de alto costo.

VENTAJAS

- Menor impacto de obstrucciones físicas en la señal.
- Menor inversión en infraestructura para superar obstáculos.
- Uso estratégico de un nodo intermedio con línea de vista a ambas sedes.

DESVENTAJAS

- Dependencia de la Casa Cultural A para la conexión de la Casa Cultural B.
- Si falla el enlace o el equipo intermedio, la conexión a la Casa Cultural B se interrumpe.

Por estas razones, se propone un **plan de mantenimiento preventivo** para garantizar la disponibilidad del enlace intermedio y la continuidad del servicio en toda la red.

Cableado estructurado

El cableado estructurado es el conjunto de normas, técnicas y materiales utilizados para organizar y distribuir el cableado dentro de una infraestructura (TIA/EIA, 2018). Su objetivo es garantizar orden, seguridad y escalabilidad en la red.

Un sistema de cableado estructurado está compuesto por seis subsistemas:

1. Entrada de servicios (ISP).
2. Cuarto de equipos.
3. Cuarto de telecomunicaciones.
4. Cableado horizontal.
5. Cableado vertical o backbone.
6. Área de trabajo (usuario final).

El estándar más reconocido es **TIA/EIA-568**, actualizado a su versión D (2018). Esta norma regula:

- Categorías de cables UTP (Cat5e, Cat6, Cat6A y Cat7).
- Métodos de conectorización RJ-45.
- Métodos de canalización y distancias máximas.

Tabla comparativa entre categorías UTP

Tabla 4

Categoría	Velocidad	Distancia máx.	Uso recomendado
Cat 5e	100 Mbps – 1 Gbps	100 m	Oficinas pequeñas
Cat 6 (Proyecto)	1 Gbps – 10 Gbps	100 m	Redes administrativas
Cat 6A	hasta 10 Gbps	100 m	Redes de alto rendimiento institucional

Fuente: Mansfield (2019).

En este proyecto se selecciona **Cat 6**, debido a que la Alcaldía requiere una red confiable para tráfico administrativo (sistema de pagos, atención al ciudadano, trámites, etc.). El uso de Cat 6 garantiza una infraestructura apta para **futuras ampliaciones** sin cambiar el cableado.

2.5 EQUIPOS DE INTERCONEXION DE REDES

Los equipos de interconexión son dispositivos que permiten que los datos viajen a través de la red, regulando su flujo y asegurando que lleguen correctamente a su destino. Stallings (2017) define estos equipos como “puntos inteligentes del sistema de comunicaciones, responsables del direccionamiento y distribución de información”. Estos dispositivos son esenciales para transformar una instalación física en una red funcional.

Los equipos se clasifican en activos y pasivos.

2.5.1 EQUIPOS PASIVOS

Son aquellos que permiten el tendido, organización o protección del cableado, pero no procesan señal de red (Mansfield, 2019). Incluyen:

- Cable UTP categoría 6
- Patch panel
- Canaletas
- Conectores RJ-45
- Rack o gabinete de comunicaciones

Estos elementos garantizan orden y accesibilidad, permitiendo que la red pueda mantenerse y crecer sin pérdida de señal.

2.5.2 EQUIPOS ACTIVOS

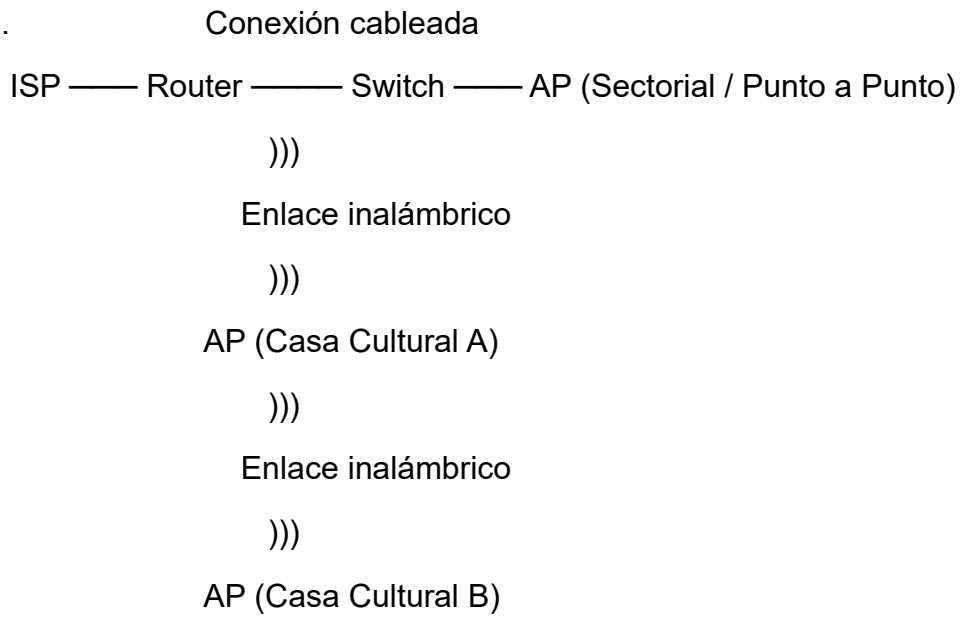
A diferencia de los pasivos, los equipos activos **procesan tráfico de datos**. Cisco Networking Academy (2020) los clasifica en tres categorías:

Tabla 5

Equipo activo	Función principal	Rol en este proyecto
Router	Enruta tráfico y asigna direcciones IP	Conecta la red interna con el ISP
Switch	Administra tráfico dentro de la red LAN	Distribuye señal dentro de la Alcaldía
Access Point (AP)	Transmite señal inalámbrica	Enlaza Alcaldía → Casas Culturales

En el proyecto, el Access Point cumple un papel crítico, ya que será utilizado para establecer enlaces punto a punto (PtP) entre las tres ubicaciones.

Diagrama del flujo de equipos activos utilizados en el proyecto



Redes inalámbricas IEEE 802.11

Las redes inalámbricas permiten transmitir información a través de ondas de radio en lugar de cables. Están reguladas bajo la norma **IEEE 802.11**, la cual define:

- Bandas de frecuencia (2.4 GHz y 5 GHz)
- Métodos de modulación
- Protocolos de seguridad (WEP, WPA2, WPA3)

Según Gast (2017), una de las grandes ventajas de las redes inalámbricas es que permiten extender la conectividad en zonas donde el cableado es difícil o costoso de implementar, como es el caso de enlaces entre edificios distantes.

2.5.3 BANDAS DE FRECUENCIA

Tabla 6

Banda	Ventajas	Desventajas
2.4 GHz	Mayor alcance	Más interferencia
5 GHz	Más velocidad, menos interferencia	Requiere línea de vista clara

Para enlaces PtP se recomienda **5 GHz** porque reduce interferencias y aumenta la estabilidad (IEEE, 2018).

2.5.4 ENLACES PUNTO A PUNTO (PTP)

Un enlace **Punto a Punto (PtP)** permite conectar dos ubicaciones distantes mediante antenas direccionales. La señal viaja concentrada hacia un solo objetivo, lo cual aumenta alcance y estabilidad.

AP Alcaldía ————————))))))))) ———————— AP Casa Cultural A

Si una ubicación no tiene línea de vista directa hacia el punto final, se puede usar una topología en cadena:

AP Alcaldía))) Casa Cultural A))) Casa Cultural B

Esto ocurre exactamente en tu caso debido a la obstrucción por terreno y edificios.

2.5.3 ZONA DE FRESNEL

La **Zona de Fresnel** es el área elíptica invisible entre dos antenas por donde viaja la señal. Si un objeto invade el 60% de esta zona, la señal se degrada.

Vista lateral (concepto)

AP Alcaldía)))))))))))) Obstáculo)))))))))))) Casa Cultural A

_____ Zona de Fresnel libre _____/

Si los árboles o la topografía invaden la zona, es necesario:

- subir la antena a un poste, o
- usar Casa Cultural A como punto intermedio.

Gast (2017) establece que mantener despejada la zona de Fresnel es más importante que la línea de vista visual directa.

2.5.4 NIVEL DE SEÑAL (DBM / RSSI)

Los access points miden la señal mediante valores negativos (dBm). Mientras más cercano a cero, mejor la señal.

Tabla 7

Nivel de señal (dBm)	Calidad del enlace
-40 dBm	Excelente
-60 dBm	Óptimo
-75 dBm	Aceptable
-90 dBm	Pérdida del enlace

En este proyecto se buscará un nivel mínimo de **-65 dBm**.

2.5.5 SEGURIDAD WI-FI

La red implementará seguridad **WPA3**, el estándar más moderno según IEEE (2018), debido a que:

- Usa cifrado más fuerte contra ataques de fuerza bruta.
- Ofrece negociación segura de claves.
- Evita descifrado de tráfico capturado.

2.6 SEGURIDAD EN REDES

La seguridad en redes se refiere a un conjunto de prácticas, protocolos y tecnologías destinadas a proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información (Stallings, 2017). En un entorno institucional como una Alcaldía, la seguridad es crítica debido a que se trabaja con información sensible de ciudadanos, documentos fiscales, catastros municipales y datos administrativos.

Cisco (2020) establece que una red segura debe cumplir con tres principios fundamentales:

Tabla 8

Principio	Definición
Confidencialidad	La información solo puede ser vista por usuarios autorizados.
Integridad	Los datos no pueden ser alterados sin autorización.
Disponibilidad	La información debe estar disponible cuando se necesita.

En una infraestructura distribuida como Alcaldía → Casas Culturales, el riesgo aumenta porque la señal inalámbrica puede ser detectada fuera del perímetro físico del edificio. Por ello se requieren mecanismos robustos de seguridad en cada nivel de la red.

2.6.1 SEGURIDAD EN ACCESS POINTS

Para proteger las conexiones inalámbricas se implementan los siguientes estándares de seguridad:

Tabla 9

Estándar	Seguridad	Estado
WEP	Muy baja, fácilmente hackeable	Obsoleto
WPA2	Alta, utiliza AES	Recomendado
WPA3	Muy alta, clave reforzada	**Implementado en el proyecto**

Fuente: IEEE (2018)

WPA3 evita ataques de fuerza bruta, mejora la negociación de claves y ofrece protección incluso cuando alguien captura tráfico de red.

Seguridad aplicada en AP

AP Alcaldía → WPA3-Enterprise → AP Casa Cultural A → WPA3 → AP Casa Cultural B

2.6.2 VLAN (Segmentación de red)

Una VLAN permite crear redes lógicas dentro de una misma infraestructura física, separando tráfico administrativo del público (por ejemplo: Wi-Fi para visitas o usuarios).

Segmentación sugerida para la Alcaldía

VLAN 10 — Área administrativa

VLAN 20 — Usuarios (Wi-Fi público)

VLAN 30 — Enlaces PtP (Backbone inalámbrico)

Según Cisco (2020), las VLAN reducen riesgos porque los usuarios no autorizados no tienen acceso a recursos internos de la institución.

“La segmentación es la base de la seguridad en redes modernas.” — Cisco Networking Academy (2020)

2.6.3 FIREWALL Y CONTROL DE ACCESO

El router principal actuará como **firewall**, evitando conexiones entrantes no autorizadas e inspeccionando todo el tráfico saliente hacia Internet. Se aplicarán reglas como:

- Bloqueo de puertos innecesarios (cerrar puerta a ataques).
- Permitir únicamente tráfico administrativo en enlaces PtP.
- Acceso remoto solo mediante usuarios autorizados.

2.6.4 Política de contraseñas y usuarios

Se establecerá una política formal:

- Contraseñas con mínimo 12 caracteres.
- Mezcla de letras mayúsculas, minúsculas, números y símbolos.
- Cambio obligatorio cada 90 días.
- Prohibido compartir credenciales entre usuarios.

2.7. Administración y monitoreo de la red

Una red no se considera finalizada hasta que se implementa un **plan de monitoreo continuo**. La administración permite identificar fallas antes de que afecten al usuario final y facilita la toma de decisiones técnicas.

La gestión de redes se apoya en el protocolo **SNMP (Simple Network Management Protocol)**, el cual permite monitorear dispositivos como routers, switches y access points en tiempo real (Forouzan, 2017).

2.7.1 Herramientas de monitoreo recomendadas

Tabla 10

Herramienta	Función	Tipo
Zabbix	Monitoreo con alertas por correo	Software de servidor
PRTG	Visualización gráfica de tráfico	Software empresarial
UniFi Controller	Administración de Access Points Ubiquiti	Cloud / local

Ejemplo (vista conceptual de monitoreo)

Administrador → SNMP → AP Alcaldía → AP Casa A → AP Casa B

↑ alarma si RSSI baja

2.7.2 Supervisión de enlaces inalámbricos

Variables que serán monitoreadas:

- **RSSI (nivel de señal)**
- **CCQ (calidad del enlace)**
- **Ruido en el espectro**
- **Consumo de ancho de banda**

Tabla 11

Valor	Interpretación
RSSI -40 dBm	Excelente
RSSI -65 dBm	Óptimo (objetivo en tesis)
RSSI -90 dBm	Enlace perdido

Gast (2017) indica que el parámetro más importante es el RSSI, seguido por la relación señal/ruido (SNR).

2.8 Escalabilidad y crecimiento de infraestructura

Una red escalable es aquella que puede crecer sin rehacer toda la infraestructura (Cisco, 2020). En el proyecto se garantiza escalabilidad mediante:

- Uso de cable Cat6 con capacidad para 10Gbps.
- Access Points con tecnología PtP/ PtMP.
- Uso de VLAN para soportar nuevas subredes.
- Posibilidad de agregar una tercera Casa Cultural sin modificar la red.

Escalabilidad

Alcaldía → Casa A → Casa B → (futura) Casa C

2.9 ESTUDIOS PREVIOS Y CASOS SIMILARES

Diversos estudios han demostrado la viabilidad técnica y económica de implementar redes híbridas en entornos rurales o municipales con bajo presupuesto. Por ejemplo, Espinoza et al. diseñaron un sistema de interconexión entre alcaldías en El Salvador utilizando tecnología inalámbrica de bajo costo, logrando un ahorro del 40 % en servicios de internet.

Asimismo, proyectos similares en Nicaragua han empleado dispositivos de acceso punto a punto y cableado estructurado optimizado en zonas urbanas de difícil acceso, con resultados satisfactorios (INATEC, 2023).

En el año 2023, la Alcaldía de Matagalpa desarrolló un proyecto de interconexión de oficinas municipales mediante enlaces inalámbricos punto a punto, con el fin de reducir la dependencia de múltiples contratos de Internet. El proyecto utilizó access points de alta potencia y cableado estructurado en las instalaciones principales, lo que permitió unificar la administración de los servicios y disminuir los costos operativos. Esta experiencia demuestra la viabilidad de implementar soluciones de bajo costo en contextos municipales con limitaciones presupuestarias (Alcaldía de Matagalpa, 2023).

tambien estudiantes de Ingeniería en Telecomunicaciones de la UNI realizaron un proyecto de red inalámbrica para interconectar tres edificios del campus. Se empleó una topología lineal debido a obstáculos físicos (árboles y construcciones), utilizando enlaces Wi-Fi punto a punto y switches gestionables en cada edificio. El proyecto destacó por su **enfoque escalable** y por la **optimización de recursos económicos**, lo que guarda relación directa con la propuesta actual para la Alcaldía de Camoapa.

Normativas y estándares internacionales aplicables

El diseño y la instalación de redes deben cumplir estándares internacionales que garantizan seguridad, calidad del cableado, desempeño de la infraestructura y compatibilidad entre los diferentes fabricantes. Estas normas permiten asegurar que la red pueda ampliarse en el futuro sin necesidad de reemplazar el cableado o modificar toda la infraestructura.

2.10.1 Norma TIA/EIA-568 (Cableado estructurado)

La norma **TIA/EIA-568-D** es la más utilizada a nivel mundial para el diseño de cableado estructurado en instalaciones de telecomunicaciones (TIA/EIA, 2018). Regula:

- Tipos de cables (UTP, STP, fibra óptica)
- Categorías de rendimiento (Cat5e, Cat6, Cat6A, Cat7)
- Pinout estándar T568A y T568B
- Distancias máximas por segmento (hasta 100 metros)

Estructura del cableado según TIA/EIA-568

Rack → Patch panel → Patch cord → Canalización → Punto de red

En el proyecto se utiliza cable **UTP categoría 6**, ya que soporta velocidades de 1 Gbps a 100 metros y es idóneo para redes administrativas (Mansfield, 2019).

2.10.2 Norma ISO/IEC 11801 (Infraestructura de telecomunicaciones)

Esta norma establece especificaciones globales para infraestructura de telecomunicaciones, tanto en edificios comerciales, como en campus universitarios y organizaciones públicas (ISO/IEC, 2018). Es compatible con TIA/EIA-568 y refuerza aspectos de desempeño eléctrico del cableado.

Norma	Alcance	Aplicación
TIA/EIA–568-D	Cableado estructurado	Patch panel, rack, UTP Cat6
ISO/IEC 11801	Telecomunicaciones	Certificación de red
IEEE 802.11	Redes inalámbricas	Enlaces PtP

2.10.3 Normativa IEEE 802.3 y 802.11

La **IEEE 802.3** regula redes Ethernet sobre cable, mientras que **IEEE 802.11** regula comunicaciones inalámbricas (Wi-Fi), incluyendo:

- Bandas de frecuencia (2.4/5 GHz)
- Seguridad WPA2 y WPA3
- Potencia máxima de transmisión
- Control automático de potencia (ATPC)

En el proyecto se implementa IEEE 802.11ac, debido a que permite conexiones estables de larga distancia en 5 GHz.

2.11 Comparativo general de tecnologías aplicadas

Tabla 12

Tecnología	Se usa en el proyecto	Beneficio
Topología lineal	☑	Permite enlaces progresivos sin visión directa
Cableado Cat6	☑	Soporta expansión a 10 Gbps
Enlace inalámbrico PtP	☑	Extiende la LAN a kilómetros
WPA3	☑	Seguridad inalámbrica avanzada
VLAN	☑	Segmentación de red segura
SNMP / monitoreo	☑	Detección temprana de fallas

2.12 Conclusiones del marco teórico

La revisión teórica permitió comprender los fundamentos técnicos necesarios para implementar una red inalámbrica punto a punto y cableado estructurado entre instalaciones municipales. La literatura consultada demuestra que el uso de enlaces **PtP** y topología lineal es adecuado cuando existen obstáculos geográficos o estructurales que impiden una conexión directa.

Igualmente, el cumplimiento de normas TIA/EIA-568 e ISO/IEC garantiza que la infraestructura instalada cumple estándares internacionales y permite la expansión futura de la red. Finalmente, se confirma que la seguridad basada en WPA3, VLAN y firewall reducirá riesgos de accesos no autorizados, asegurando confiabilidad para la Alcaldía Municipal.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo aplicada, dado que busca la solución de un problema real en un contexto específico, utilizando conocimientos técnicos y teóricos adquiridos durante la formación académica. El objetivo central es diseñar y proponer una infraestructura de red cableada e inalámbrica que optimice la conectividad entre la Alcaldía Municipal de Camoapa y sus casas culturales.

Asimismo, se clasifica como proyectiva, puesto que desarrolla una propuesta técnica que puede implementarse físicamente en el futuro. La investigación también tiene un enfoque cuantitativo, debido a que incluye la recolección de datos medibles, análisis de distancias, estimación de costos y especificaciones técnicas de los materiales y equipos.

3.2 ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque metodológico es descriptivo-explicativo. En la primera etapa, se describen detalladamente las condiciones actuales de la infraestructura de red, identificando deficiencias y limitaciones. En la segunda etapa, se explica la solución propuesta, detallando los aspectos técnicos y la justificación de cada elección tecnológica.

El proceso metodológico se organiza en tres fases principales:

1. **Diagnóstico:** Identificación del estado actual de la red y recursos disponibles.
2. **Diseño:** Elaboración de la propuesta técnica de cableado y enlace inalámbrico.
3. **Planificación:** Estimación de costos, cronograma de ejecución y plan de mantenimiento.

3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para garantizar un diagnóstico preciso y un diseño adecuado a las necesidades reales, se utilizaron las siguientes técnicas:

- **Observación directa:** Visitas técnicas a la Alcaldía Municipal y a las casas culturales para inspeccionar físicamente el estado del cableado, la ubicación de equipos y la infraestructura existente.
- **Medición in situ:** Uso de herramientas de medición (cinta métrica, GPS y Google Earth) para determinar las distancias entre las sedes.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Conversaciones con personal administrativo y técnico de la alcaldía para conocer el historial de fallas, limitaciones presupuestarias y requisitos de conectividad.
- **Revisión documental:** Análisis de normas técnicas (TIA/EIA-568, IEEE 802.11), manuales de equipos, estudios previos y referencias bibliográficas relacionadas con redes de datos.

3.4 INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS

Los instrumentos y herramientas utilizados durante la investigación incluyen:

- **Lista de verificación** para el levantamiento de la infraestructura de red.
- **Cámara fotográfica** para registrar evidencia visual del estado actual.
- **Medidor de red y tester RJ45** para comprobar continuidad y calidad del cableado.
- **Multímetro digital** para mediciones eléctricas básicas.
- **Cotizaciones** de proveedores locales e internacionales para obtener precios actualizados.

3.5 PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DE RED

El procedimiento seguido para la elaboración de la propuesta se dividió en las siguientes etapas:

1. **Evaluación inicial:** Inspección física y recopilación de información técnica de la infraestructura existente.
2. **Medición y análisis:** Determinación de distancias y condiciones del terreno para la instalación de enlaces inalámbricos.
3. **Selección tecnológica:** Definición del tipo de cableado, equipos de red (routers, switches, access points) y materiales de montaje.
4. **Diseño lógico y físico:** Elaboración de diagramas y esquemas de red según estándares internacionales.
5. **Estimación de costos:** Cálculo del presupuesto requerido para la implementación, considerando alternativas de menor costo con igual eficiencia.
6. **Elaboración del cronograma:** Definición de las actividades y tiempos de ejecución (ver Tabla pendiente por anexar).
7. **Validación técnica:** Revisión del diseño propuesto con base en normativas y buenas prácticas en redes.

3.6 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación empleado es descriptiva, exploratoria y aplicada.

Exploratoria: porque se estudia el estado actual de la red y los recursos tecnológicos disponibles.

Descriptiva: porque se detallan las características del entorno, de la infraestructura física y lógica de red, así como los problemas actuales de conectividad.

Aplicada: porque tiene como finalidad generar una solución real mediante el diseño e implementación de una red estructurada e interconexión inalámbrica entre instalaciones.

De acuerdo con Sampieri (2020), la investigación aplicada busca resolver problemas reales utilizando conocimientos técnicos y herramientas metodológicas orientadas a cambios tangibles.

3.7 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño elegido es no experimental y transversal. No experimental porque no se manipulan variables, sino que se observan fenómenos en su contexto natural. Transversal porque el estudio se realiza en un período definido de tiempo, recopilando datos en una única etapa del proyecto.

3.8 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está constituida por:

Grupo	Descripción
Usuarios administrativos	Personal de la Alcaldía Municipal
Usuarios operativos	Personal de las Casas Culturales A y B
Equipamiento	Router, Access Point, switch, cableado

La muestra consiste en todos los puntos de acceso existentes y nuevos en las áreas donde se instalará red cableada e inalámbrica.

3.9 VARIABLES DEL ESTUDIO

Tipo de Variable	Nombre	Indicador	Unidad de medida
Independiente	Diseño de red	Configuración de AP, cableado estructurado	Parámetros técnicos
Dependiente	Conectividad	Mbps, latencia, cobertura	dBm, ms, Mbps

3.10 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Técnica	Instrumento	Objetivo
Observación directa	Lista de chequeo	Diagnóstico del estado de red
Medición de señal	Aplicación Wi-Fi Analyzer / Ubiquiti Align Tool	Determinar intensidad (RSSI/dBm)
Medición de velocidad	SpeedTest / Fast.com	Evaluar rendimiento de Internet
Entrevistas	Formato guía	Levantar necesidades del usuario

3.11 PROCEDIMIENTO

El proyecto se ejecuta bajo las siguientes fases:

1. **Diagnóstico técnico inicial**
   - Inspección física de cableado existente
   - Identificación de fallas y áreas muertas de señal
2. **Diseño de solución**
   - Selección de topología lineal (cadena) por distancia entre instalaciones
   - Selección de equipos AP punto a punto / punto a multipunto
3. **Adquisición de equipos**
   - Cables UTP Cat6
   - Access Points exteriores
   - Router y switch administrable
4. **Instalación física**
   - Canalización
   - Montaje de patch panel y rack
   - Crimpado de cableado
5. **Configuración de red**
   - SSID, VLAN, WPA3
   - Pruebas de alineación de antenas
6. **Validación y pruebas**
   - Medición de señal (RSSI)
   - Test de velocidad (Mbps)
   - Comparación antes y después

7. Entrega documental
   - Manual técnico
   - Plano de red
   - Informe final

3.12 CRONOGRAMA DEL PROYECTO (2 SEMANAS)

Actividad	Semana 1	Semana 2
Diagnóstico	✓	
Diseño	✓	
Compras	✓	
Instalación		✓
Configuración		✓
Pruebas		✓

3.13 GESTIÓN DE RIESGOS

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Acción preventiva
Interferencias inalámbricas	Media	Alta	Cambio de canal
Obstrucciones por árboles/terreno	Alta	Alta	Ajustar alineación
Fallo de dispositivo	Baja	Alta	Plan de reemplazo

3.14 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

La macro localización del proyecto corresponde al municipio de Camoapa, ubicado en el departamento de Boaco, Nicaragua. En este territorio se identifican tres puntos clave relacionados con la implementación del sistema de interconexión de red: la Alcaldía Municipal de Camoapa, la Casa Cultural A y la Casa Cultural B. Estos espacios presentan una distribución geográfica que influye directamente en el diseño de la solución de conectividad, debido a su distancia y a las características físicas del entorno.

La Alcaldía Municipal se localiza en el centro urbano de Camoapa y constituye el nodo principal del sistema, donde se concentra la infraestructura de red y el servicio de Internet que será distribuido hacia las demás dependencias. Por su parte, la Casa Cultural A se encuentra aproximadamente a 100 metros en línea recta desde la Alcaldía, mientras que la Casa Cultural B se ubica a una distancia aproximada de 600 metros, lo que genera la necesidad de utilizar enlaces inalámbricos punto a punto para asegurar la conectividad entre ambos sitios.

La distribución física de los puntos del proyecto condiciona el tipo de tecnologías seleccionadas, especialmente para la implementación de Access Points exteriores capaces de superar las limitaciones de relieve, edificaciones y vegetación del territorio. Además, esta macro localización sirve como referencia para la validación de la línea de vista (LoS), la evaluación de interferencias y el cálculo del alineamiento óptimo entre antenas.

3.15 Figuras de Macro localización del proyecto en el municipio de Camoapa.

Alcaldia Municipal
Casa Cultura A
Casa Cultura B
Salón El Príncipe
Pizzería Marenco Camoapa
Pizza
Banco LAFISE
Almacenes tropigas camoapa
Repuestos Escobar Camoapa
Tienda de repuestos para carro
Licores El Mar
Tienda de bebidas alcohólicas
Sorelle Boutique
Parroquia San Francisco de Asís
Parque
Parque De Camoapa
Agroservicio Alemán Flores
Zona Élite
Tienda Artes
Tienda de calzados
Av. 2 NO
C. 2 NO
C. 1 NE
Av. Central
C. Central
C. 1 NO
Av. 1 NO
Av. 1 SE
1a Av. S.E.
C. 1 SE
Av. 1 SO
C. 1 SO
Av. 2 SO
Av. 3 SO
C. 2 SE
C. 2 SO
C. 3 SE
C. 3 SO
Google Maps

3.16 MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La micro localización corresponde a la distribución interna del proyecto dentro de la Alcaldía Municipal de Camoapa, donde se ubica el núcleo principal de la infraestructura de red. En este espacio se instalaron los equipos esenciales para la administración y distribución del servicio de Internet, entre ellos el *router*, el *switch* administrable, el *patch panel*, el sistema de canalización y el *rack* de comunicaciones.

El punto central de instalación se localiza en el área de informatica interna de la Alcaldía, seleccionado estratégicamente para garantizar seguridad física, acceso restringido y estabilidad eléctrica. En este punto se montará el rack metálico, donde se consolidó todo el cableado estructurado proveniente de los diferentes departamentos del edificio. Desde este nodo principal se distribuye el Internet tanto hacia las oficinas internas como hacia el enlace inalámbrico exterior que conecta con la Casa Cultural A.

Para optimizar la red interna, se definieron las rutas de canalización a lo largo de los pasillos principales, asegurando una distribución ordenada, segura y protegida del cableado UTP. Los puntos de red fueron instalados estratégicamente en oficinas clave como Atención al Público, Secretaría, Contabilidad, Recursos Humanos y áreas de soporte técnico. Cada punto fue etiquetado y direccionado hacia el *patch panel*.

El *Access Point* exterior encargado de la interconexión inalámbrica fue instalado en la azotea o punto más elevado del edificio, con el fin de obtener una línea de vista directa (LoS) hacia la Casa Cultural A. Su orientación y altura fueron definidas mediante pruebas técnicas de alineación, revisando el ángulo de transmisión, potencia de señal y presencia de posibles obstrucciones.

Esta microlocalización permite visualizar la estructura técnica interna del proyecto y evidencia la distribución lógica y física de los componentes que hacen posible la operación centralizada de la red institucional.

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA EXISTENTE EN LA ALCALDÍA

El diagnóstico de la infraestructura tecnológica actual de la Alcaldía Municipal de Camoapa y sus casas culturales es fundamental para identificar las limitaciones y problemas que afectan la conectividad y el rendimiento de la red.

Este capítulo presenta un análisis detallado de la situación existente, evaluando tanto los elementos físicos (cableado, equipos, racks) como la conectividad entre sedes, con el fin de fundamentar la propuesta de mejora planteada en capítulos posteriores.

4.2 INFRAESTRUCTURA DE RED EXISTENTE

La Alcaldía Municipal cuenta con una red cableada interna conformada por cableado UTP categoría 5e (agregar tabla en anexos) y equipos activos de red de diversas marcas y modelos. Sin embargo, la instalación presenta deficiencias notorias:

- **Organización deficiente del cableado:** La canalización no sigue un orden lógico, existen cables sin etiquetar y puntos de red desconectados o inutilizables.
- **Equipos activos heterogéneos:** Se utilizan routers y switches no administrables, lo que limita la capacidad de control, segmentación y seguridad de la red.
- **Falta de documentación técnica:** No existen diagramas de la topología actual ni registros formales del inventario de equipos y puntos de red.

4.3 CONECTIVIDAD ENTRE SEDES

Actualmente, la Alcaldía y las casas culturales no cuentan con un sistema de interconexión directa. La comunicación entre estas instituciones depende de conexiones a internet independientes, contratadas a un proveedor autorizado. Las distancias aproximadas entre sedes son:

- **Casa Cultural A:** 120 metros desde la Alcaldía.
- **Casa Cultural B:** 600 metros desde la Alcaldía.

La falta de un enlace inalámbrico o cableado estructurado entre estas sedes provoca:

- Duplicidad de gastos en servicios de internet.
- Imposibilidad de centralizar los recursos (servidores, impresoras, almacenamiento).
- Pérdida de eficiencia en la gestión de información.

4.4 CONDICIONES TÉCNICAS Y LIMITANTES

- **Proveedores restringidos:** Por normativas municipales, no se puede contratar cualquier proveedor de internet, lo que limita la negociación de costos.
- **Presupuesto limitado:** El costo del proveedor autorizado es elevado, lo que hace inviable aumentar el ancho de banda en cada sede.
- **Entorno físico:** La ubicación de las sedes permite la instalación de enlaces inalámbricos punto a punto, ya que no existen grandes obstáculos físicos que bloqueen la línea de vista.

4.5 ANÁLISIS DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS

A partir de la inspección y entrevistas realizadas, se identifican los siguientes problemas principales:

1. Cableado interno desordenado y sin estándares técnicos.
2. Equipos de red obsoletos o no administrables.
3. Ausencia de interconexión entre las sedes municipales.
4. Costos elevados por contratación de múltiples servicios de internet.
5. Falta de centralización de recursos y servicios tecnológicos.
6. Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.

4.6 CONCLUSIÓN DEL DIAGNÓSTICO

El análisis evidencia la necesidad de una solución integral que reorganice la red interna, implemente enlaces inalámbricos de alta capacidad y permita la unificación de servicios tecnológicos entre las sedes.

La propuesta de este proyecto, por tanto, se orientará a mejorar la infraestructura física y lógica de la red, optimizando los recursos existentes y minimizando los costos operativos a mediano y largo plazo.

4.7 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

La Alcaldía Municipal de Camoapa presenta limitaciones en cuanto a la contratación del servicio de Internet, debido a que únicamente puede acceder a proveedores regulados por las normativas vigentes. Esta condición restringe la posibilidad de elegir entre múltiples oferentes y obliga a la institución a contratar planes predeterminados por el proveedor autorizado. En este contexto, la velocidad mínima disponible para contratación corresponde a 50 Mbps, independientemente del consumo real o de la cantidad de sedes conectadas.

Dicha limitante influye directamente en el análisis de rentabilidad del proyecto, ya que la propuesta de diseño no busca reducir el costo unitario del servicio, sino optimizar el aprovechamiento del ancho de banda contratado, centralizando la conectividad y evitando la contratación de servicios adicionales para otras dependencias municipales. De esta manera, el diseño propuesto se plantea como una alternativa técnica y económicamente viable para maximizar el uso del recurso disponible bajo las condiciones regulatorias existentes.

Datos base del análisis económico

- **Alcaldía Municipal**
  - Ancho de banda: 100 Mbps
  - Costo mensual: USD 375.00
- **Casa Cultural A**
  - Ancho de banda: 50 Mbps
  - Costo mensual: USD 187.50
- **Casa Cultural B**
  - Ancho de banda: 50 Mbps
  - Costo mensual: USD 187.50
- **Costo del proyecto (diseño propuesto)**
  - **USD 2,790.20** (inversión única)

Comparativa de costos mensuales: escenario sin proyecto vs. con proyecto

Concepto	**Sin proyecto (servicios independientes)**	**Con proyecto propuesto (centralización)**
Alcaldía(100 Mbps)	USD 375.00	USD 375.00
Casa Cultural A (50 Mbps)	USD 187.50	—
Casa Cultural B (50 Mbps)	USD 187.50	—
Costo mensual total	**USD 750.00**	**USD 375.00**

Interpretación

Sin el proyecto, cada sede requeriría un servicio de Internet propio, generando un gasto mensual total de USD 750.00.
Con la propuesta de diseño, el servicio se centraliza en la Alcaldía, reduciendo el gasto mensual a USD 375.00, lo que representa una disminución del 50% en el costo mensual.

Comparativa de costos anuales

Escenario	**Costo anual**
Sin proyecto	USD 9,000.00
Con proyecto	USD 4,500.00
Ahorro anual generado	USD 4,500.00

Interpretación

La centralización del servicio de Internet permitiría un ahorro anual de USD 4,500.00, al evitar la contratación de dos servicios adicionales de 50 Mbps para las Casas Culturales.

Recuperación de la inversión del proyecto

Indicador	Valor
Inversión inicial del proyecto	USD 2,790.20
Ahorro mensual proyectado	USD 375.00
Ahorro anual proyectado	USD 4,500.00
Tiempo estimado de recuperación	7.44 meses
Rentabilidad del proyecto	Alta

Cálculo del tiempo de recuperación

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{2{,}790.20}{375} = 7.44 \text{ meses}$$

Análisis de rentabilidad del proyecto

El análisis financiero evidencia que la propuesta de diseño de red resulta económicamente rentable bajo el escenario en el que las Casas Culturales contratan servicios de Internet independientes. La centralización del ancho de banda en la Alcaldía Municipal permite reducir el gasto mensual total en un 50%, generando un ahorro anual de USD 4,500.00.

La inversión inicial del proyecto, estimada en USD 2,790.20, se recupera en un periodo aproximado de 7.44 meses, lo cual indica que el proyecto comienza a generar beneficios económicos netos a partir del octavo mes de operación. Además del ahorro financiero, el diseño propuesto aporta beneficios técnicos como mayor estabilidad de la red, administración centralizada del ancho de banda y una infraestructura preparada para futuras ampliaciones.

CAPÍTULO V: PROPUESTA TÉCNICA

5.1 INTRODUCCIÓN

Con base en el diagnóstico realizado en el capítulo anterior, se presenta la propuesta técnica para la reorganización de la red interna y la interconexión inalámbrica entre la Alcaldía Municipal de Camoapa y sus casas culturales.

El objetivo principal es centralizar los servicios de red y optimizar el uso de los recursos existentes, reduciendo los costos operativos y mejorando la eficiencia en el manejo de la información.

5.2 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

- Reestructurar el cableado interno de la Alcaldía Municipal bajo normas internacionales TIA/EIA-568.
- Implementar un enlace inalámbrico punto a punto (PtP) de 120 metros hacia la **Casa Cultural A**.
- Implementar un enlace inalámbrico punto a punto (PtP) de 600 metros hacia la **Casa Cultural B**.
- Centralizar la gestión de la red y los servicios de internet en la sede principal.
- Instalar equipos de red administrables para garantizar seguridad, escalabilidad y facilidad de mantenimiento.

5.3 DISEÑO DE LA RED PROPUESTA

El diseño de red propuesto para la Alcaldía Municipal de Camoapa tiene como objetivo principal centralizar y optimizar la conectividad entre las diferentes dependencias municipales y las Casas Culturales mediante una infraestructura de red cableada e inalámbrica eficiente, escalable y de bajo costo.

1. Descripción general del diseño

El proyecto plantea la implementación de una red híbrida que combine medios cableados (UTP categoría 6) para la red interna de cada edificio y enlaces inalámbricos punto a punto (PtP) para la interconexión entre los sitios remotos. Esta estructura permitirá compartir recursos, servicios y acceso a Internet desde un único proveedor, administrado centralmente en la Alcaldía.

La topología elegida es lineal (en cadena), donde la Alcaldía actúa como nodo principal o concentrador, enlazándose mediante antenas access point de alta potencia hacia la Casa Cultural A, que a su vez sirve como punto intermedio para establecer un segundo enlace hacia la Casa Cultural B.

2. Componentes principales de la red

- Router principal: Gestiona la conexión a Internet y la distribución de direcciones IP (DHCP) a toda la red.
- Switches gestionables: Permiten segmentar la red por VLAN, controlar tráfico y ampliar la cantidad de puertos disponibles.
- Access Points externos: Establecen enlaces PtP entre los diferentes edificios, garantizando una cobertura estable en 2.4 GHz y 5 GHz.
- Cableado estructurado: Basado en cable UTP categoría 6 con conectores RJ45 y patch panels.
- Rack de comunicaciones: Centraliza el equipamiento en la Alcaldía y facilita el mantenimiento.
- Sistema PoE (Power over Ethernet): Proporciona energía a los access points sin necesidad de tomas eléctricas adicionales.

3. Distribución de la red

En la Alcaldía, se instalará el router principal, conectado a un switch central que distribuirá la red a las diferentes oficinas mediante cableado estructurado. Desde este punto, un access point direccional establecerá un enlace inalámbrico hacia la Casa Cultural 1, ubicada aproximadamente a 100 metros, donde se colocará un switch secundario y otro access point que retransmitirá la señal hacia la Casa Cultural 2, situada a 1 kilómetro de distancia.

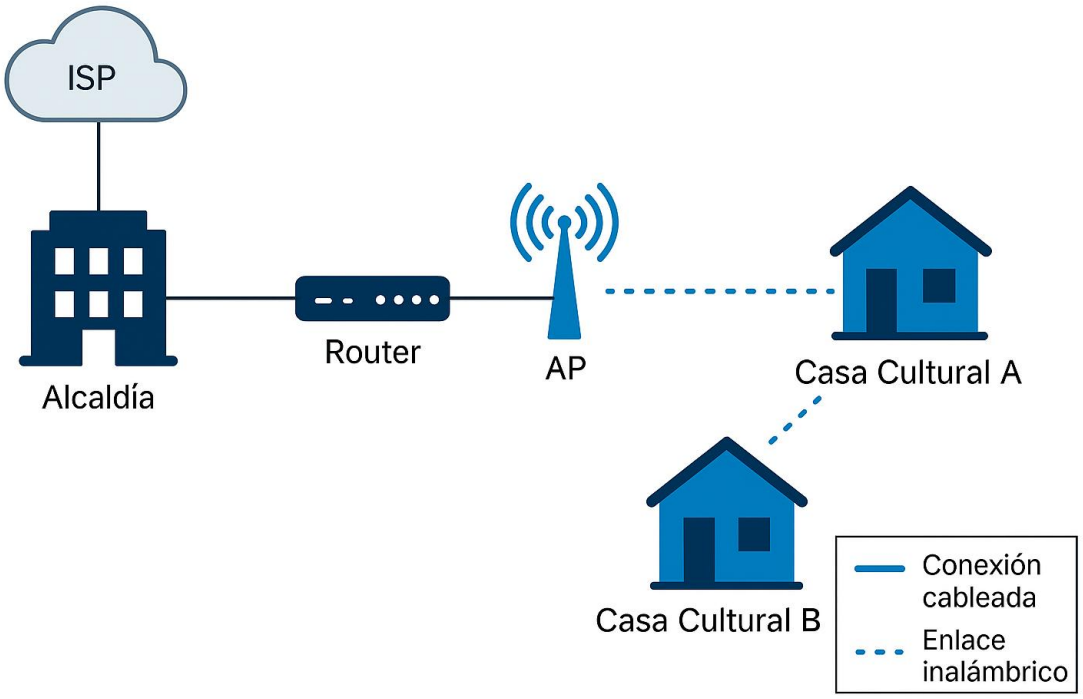
Cada nodo contará con una fuente de energía estabilizada (UPS) y una configuración de seguridad inalámbrica WPA2 Enterprise para proteger la comunicación entre sedes.

4. Beneficios del diseño propuesto

- Red centralizada y gestionable desde la Alcaldía.
- Reducción de costos al compartir un solo servicio de Internet.
- Escalabilidad, permitiendo la incorporación de nuevas dependencias municipales.
- Mantenimiento simplificado por la organización del cableado estructurado.
- Conectividad inalámbrica estable, adecuada para transmisión de datos administrativos y multimedia.

5. Diagrama de topología

El diseño de la red se representa en la Figura, donde se observa la interconexión entre los tres puntos principales (Alcaldía, Casa Cultural A y Casa Cultural B) mediante enlaces PtP y la distribución interna del cableado en la red local de cada sitio.



5.3.1 RED INTERNA DE LA ALCALDÍA

- **Cableado estructurado:** Uso de cable UTP categoría 6 para garantizar velocidades de hasta 1 Gbps.
- **Organización del cableado:** Canalización con ductos plásticos y etiquetas en ambos extremos.
- **Gabinete de comunicaciones:** Instalación de un rack de 9U con patch panel, bandejas, router y switch administrable.

5.3.2 ENLACE INALÁMBRICO A CASA CULTURAL A (120 M)

- Tecnología: Enlace punto a punto (PtP) con equipos Kit AP-CPE Hikvision ds-3wf0bc-2nt
- Velocidad estimada: Hasta 450 Mbps.
- Instalación: Montaje en mástiles de 2 metros para línea de vista directa.

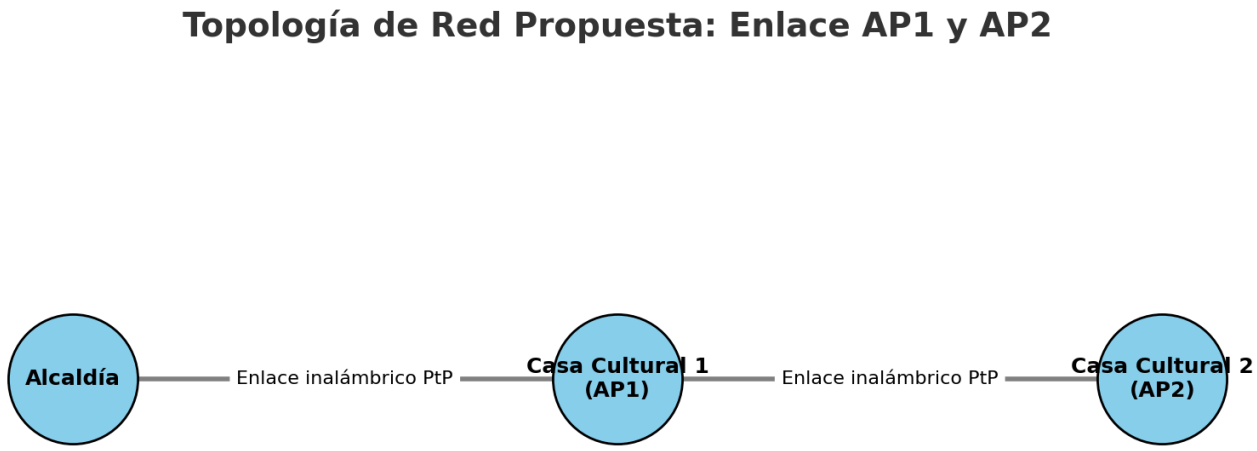
5.3.3 ENLACE INALÁMBRICO A CASA CULTURAL B (600 M)

- Tecnología: Enlace punto a punto (PtP) con equipos Kit Ubiquiti NanoBeam 5AC **CPE** Gen2.
- Velocidad estimada: Hasta 450 Mbps.
- Instalación: Montaje en torres o estructuras existentes para mantener la línea de vista.

5.4 TOPOLOGÍA DE RED PROPUESTA

La topología adoptada será de tipo **lineal o en cadena**, con la Alcaldía como nodo central, desde el cual se distribuye la conectividad hacia la casa cultural 1y luego de casa cultura 1 hacia la casa cultural 2 mediante enlaces inalámbricos.

Topología propuesta para la interconexión de sedes. (aquí anexare image de Google maps con respectivas ubicaciones)



Lista de equipos y materiales

Tabla 13

N.º	Descripción	Cantidad	Especificaciones técnicas	Observaciones
1	Switch administrable 24 puertos Cisco SF300 POE Gigabit	3	1 Gbps, VLAN, PoE+	Para gabinete principal
2	TP-LINK Archer Ax11000 Tribanda Wifi 6	1	1 Gbps, VLAN,WIFI6	Para gabinete principal
3	Kit Ubiquiti NanoBeam 5AC Gen2 CPE Gestion dedicada	2	5 GHz, PtP, 450 Mbps	Enlace Casa Cultural B
4	Kit AP-CPE HIKVISION DS-3WF0BC-2NT ADAP POE	2	5 GHz, PtP, 450 Mbps	Enlace Casa Cultural A
5	Cable UTP Cat 6	915 m	Sólido, blindado	Para red interna
6	Ductos plásticos	80 m	25 mm	Canalización del cableado
7	Conectores RJ45	200	Blindados	CAT6
8	Tester de red	1	Para certificación de puntos	Uso en instalación
9	UPS HIKVISION 3000 VA 1800W	1	3000 VA	Protección de equipos
10	Rack 9U con accesorios	1	Con patch panel y bandejas	Organización del cableado
11	Adaptador POE Ubiquiti	2	24V,	Alimentación energía Ubiquiti NanoBeam

5.6 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Presupuesto estimado

Tabla 14

N.º	Concepto	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
1	Switch administrable 24 puertos Cisco SF300 POE Gigabit	3	220	660
2	TP-LINK Archer Ax11000 Tribanda Wifi 6	1	180	180
3	Kit Ubiquiti NanoBeam 5AC Gen2 CPE Gestion dedicada	1	190	190
4	Kit AP-CPE HIKVISION DS-3WF0BC-2NT ADAP POE	1	120	120
5	Caja Cable UTP Cat 6 (305 m)	3	91	273
6	Ductos plásticos (2 m)	40	1.63	65.2
7	Conectores RJ45	200	0.19	38
8	Tester de red	1	38	38
9	UPS HIKVISION 3000 VA, 1800W	1	230	230
10	Rack 9U con accesorios (bandeja, Organizadores, patch panel)	1	230	190
11	Adaptador POE Ubiquiti	2	28	**56**
12	Mano de Obra	1	750	**750**
Total estimado				**2,790.2**

5.7 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO (2 SEMANAS)

Tabla 15

Fase / Actividad	Semana 1	Semana 2
1. Planificación del proyecto	X	
- Reunión inicial con autoridades	X	
- Levantamiento final de requerimientos	X	
2. Adquisición de equipos y materiales	X	
- Cotización, compra y recepción de equipos	X	
3. Reestructuración del cableado interno	X	
- Organización del rack y patch panel	X	
- Canalización y etiquetado del cableado	X	
4. Instalación de enlaces inalámbricos		X
- Configuración y alineación de equipos PtP		X
- Pruebas de conectividad entre sedes		X
5. Configuración de la red		X
- Segmentación VLAN y seguridad		X
- Integración de servicios centralizados		X
6. Pruebas finales y entrega		X
- Pruebas de rendimiento y estabilidad		X
- Entrega del proyecto y documentación		X

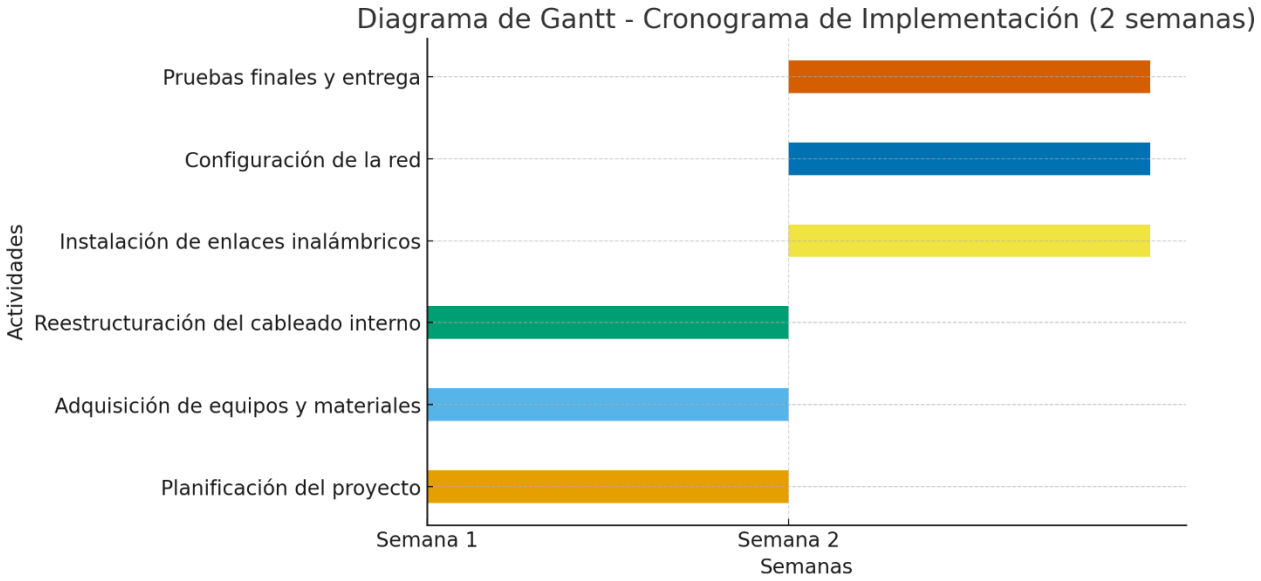


Diagrama de Gantt - Cronograma de Implementación (2 semanas)
Pruebas finales y entrega
Configuración de la red
Instalación de enlaces inalámbricos
Reestructuración del cableado interno
Adquisición de equipos y materiales
Planificación del proyecto
Actividades
Semana 1
Semana 2
Semanas

5.8 PLAN DE MANTENIMIENTO Y ESCALABILIDAD DE LA RED

OBJETIVOS DEL PLAN

Objetivos del Plan de Mantenimiento

Objetivo general

Garantizar la continuidad operativa, estabilidad y eficiencia de la red de datos instalada entre la Alcaldía Municipal y las Casas Culturales mediante la implementación de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que permitan prolongar la vida útil de los equipos y asegurar el rendimiento óptimo de los enlaces inalámbricos y cableados.

Tabla 16

Objetivos específicos (desarrollados)	
Objetivo específico	Desarrollo del objetivo
1. Establecer un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos activos (router, access points y switches).	Este objetivo busca crear un calendario de revisiones periódicas que incluya inspección física de los equipos, actualización de firmware, verificación de temperatura de operación, limpieza de puertos y revisión del estado de alimentación eléctrica con UPS. Permite garantizar que los dispositivos funcionen en condiciones óptimas y evitar fallas inesperadas.
2. Monitorear periódicamente los niveles de señal, ancho de banda y estabilidad de los enlaces inalámbricos entre la Alcaldía y las Casas Culturales.	Consiste en revisar la potencia de transmisión, niveles de ruido (interferencias), alineación de antenas, velocidad de transferencia y latencia del enlace. De esta forma, se evita que la calidad del servicio se degrade por factores ambientales o por desalineación del AP debido al viento u otras obstrucciones.
3. Documentar incidencias y acciones correctivas para	Implica llevar un registro de las fallas ocurridas, el tratamiento realizado y el tiempo

facilitar el historial de mantenimiento.	de respuesta. Esto permite analizar patrones de fallas recurrentes, identificar puntos críticos y tomar decisiones informadas para futuras mejoras o reemplazo de equipos.
4. Verificar la integridad del cableado estructurado y sus elementos pasivos.	Incluye evaluar el estado de conectores RJ45, patch panel, rack, canaletas y las rutas de cableado UTP, asegurando que no existan cables expuestos, doblados o deteriorados por factores ambientales. Esta acción reduce la pérdida de señal y evita la degradación de la red.
5. Garantizar la disponibilidad del servicio mediante acciones de mantenimiento correctivo inmediato cuando se detecten fallas.	En caso de interrupciones en la red o pérdida de conectividad, se aplicarán procedimientos de diagnóstico rápido para identificar la causa de la falla y restaurar el servicio en el menor tiempo posible, asegurando la continuidad operativa de las actividades administrativas de la Alcaldía.
6. Definir responsabilidades del personal encargado del mantenimiento y gestión de la red.	Este objetivo establece quién realizará las tareas de mantenimiento, cuáles son las funciones de cada responsable, tiempos de atención, niveles de acceso, y procedimientos de escalamiento en caso de fallas que requieran soporte externo.

PLAN DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se realizará con frecuencia mensual, trimestral y anual según la criticidad de cada componente.

Tabla 17

Actividad	Descripción	Frecuencia	Responsable
Limpieza física de equipos	Remover polvo de switches, routers, access points y rack	Mensual	Técnico de soporte
Verificación de cableado	Revisar estado de cables, conectores, etiquetas y canaletas	Trimestral	Técnico de soporte
Actualización de firmware	Mantener equipos de red con las últimas versiones estables	Trimestral	Administrador de red
Comprobación de enlaces inalámbricos	Verificar alineación, potencia y estabilidad de enlaces	Trimestral	Administrador de red
Pruebas de redundancia eléctrica	Verificar funcionamiento de UPS o sistemas de respaldo	Semestral	Técnico eléctrico
Auditoría de red	Revisión general de topología, inventario y seguridad	Anual	Consultor o especialista externo

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se aplicará ante cualquier falla detectada en el servicio. Incluye reemplazo de componentes defectuosos, reconfiguración de equipos y reinstalación de enlaces en caso de desajuste.

REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN

Todas las actividades de mantenimiento deberán registrarse en una bitácora de red, que contenga:

- Fecha de intervención
- Actividad realizada
- Responsable
- Observaciones y acciones futuras

Plan de Escalabilidad

El diseño de la red contempla crecimiento gradual, tanto a nivel de hardware como de servicios.

ESCALABILIDAD TÉCNICA

- Switches administrables con puertos disponibles para expansión de usuarios.
- Access points adicionales para cubrir nuevas áreas de las casas culturales o dependencias de la Alcaldía.
- Ampliación de ancho de banda al contratar un plan superior, sin modificar la estructura básica de interconexión.

ESCALABILIDAD FUNCIONAL

- Integración de cámaras de videovigilancia IP utilizando la misma red.
- Posibilidad de implementar telefonía IP para comunicaciones internas.
- Centralización **de** servidores locales o en la nube para gestión documental y sistemas administrativos.

ESCALABILIDAD ADMINISTRATIVA

- Capacitación continua del personal en gestión de redes**.**
- Creación de un manual de procedimientos para incorporación de nuevos equipos.
- Establecimiento de convenios con proveedores para facilitar futuras compras de equipos de red compatibles.

5.8 BENEFICIOS ESPERADOS

- Reducción de costos operativos por contratación de múltiples servicios de internet.
- Mayor velocidad y estabilidad en la transmisión de datos.
- Centralización de la administración y seguridad de la red.
- Infraestructura escalable para futuras ampliaciones.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto permitió analizar y proponer una solución técnica para la reorganización y optimización de la infraestructura de red de la Alcaldía Municipal de Camoapa y sus casas culturales, respondiendo a las necesidades identificadas en el diagnóstico.

1. **Optimización de recursos existentes:** La propuesta de interconexión inalámbrica entre las sedes permite reducir costos al centralizar el servicio de internet en la Alcaldía, eliminando la necesidad de contratar múltiples planes de conectividad.
2. **Mejora de la infraestructura interna:** La implementación de cableado estructurado bajo la norma TIA/EIA-568 y la organización en un rack con patch panel garantiza un mejor rendimiento, facilita el mantenimiento y extiende la vida útil de la instalación.
3. **Escalabilidad y sostenibilidad:** El diseño propuesto contempla equipos administrables y enlaces inalámbricos de alta capacidad, lo que permitirá futuras ampliaciones y la integración de nuevos servicios tecnológicos sin necesidad de grandes inversiones adicionales.
4. **Viabilidad técnica y económica:** La propuesta demuestra que, con una inversión controlada, es posible alcanzar un alto nivel de conectividad y estabilidad en la red, sin depender de la contratación de costosos servicios adicionales.

6.2 RECOMENDACIONES

1. **Ejecutar el proyecto en el corto plazo**, considerando que la infraestructura actual presenta deficiencias que afectan el rendimiento y la seguridad de la red.
2. **Capacitar al personal técnico** de la Alcaldía en la administración de switches y monitoreo de enlaces inalámbricos, para asegurar un correcto mantenimiento del sistema.
3. **Implementar un plan de mantenimiento preventivo**, que incluya inspecciones periódicas, limpieza de equipos, verificación de conexiones y actualización de firmware.
4. **Documentar la topología de red y el inventario de equipos** después de la instalación, para contar con una referencia actualizada que facilite futuras intervenciones.
5. **Evaluar la incorporación de sistemas de respaldo de energía** adicionales para garantizar la continuidad del servicio en caso de cortes eléctricos prolongados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cisco. (2020). *Cisco wireless networking: Design guide*. Cisco Systems. https://www.cisco.com

Espinoza, R., Torres, A., & Romero, L. (2020). *Diseño de red inalámbrica para interconexión de edificios públicos rurales*. Universidad de El Salvador.

Instituto Nacional Tecnológico (INATEC). (2022). *Manual de implementación de redes LAN y enlaces inalámbricos*. INATEC.

Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). *Computer networking: A top-down approach* (7.ª ed.). Pearson.

MikroTik. (2022). *Wireless systems and solutions*. https://mikrotik.com

Norma ISO/IEC 11801. (2017). *Information technology – Generic cabling for customer premises*. International Organization for Standardization.

Norma IEEE 802.11ax. (2021). *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Norma IEEE 802.3. (2018). *Ethernet standard*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). *Redes de computadoras* (5.ª ed.). Pearson Educación.

Telecommunications Industry Association. (2018). *TIA/EIA-568.3-D: Balanced twisted-pair telecommunications cabling and components standard*.

Ubiquiti Networks. (2023). *NanoBeam AC Gen2 Datasheet*. https://www.ui.com

Alcaldía de Matagalpa. (2019). *Informe de conectividad municipal*. Matagalpa, Nicaragua.

Forouzan, B. (2017). *Data Communications and Networking* (5th ed.). McGraw-Hill.

Gast, M. (2017). *802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide* (2nd ed.). O'Reilly Media.

Rodríguez, J., & López, R. (2020). *Diseño de red inalámbrica para campus académico*. UNI, Managua.

Stallings, W. (2017). *Data and Computer Communications* (10th ed.). Pearson.

Tanenbaum, A., & Wetherall, D. (2012). *Computer Networks* (5th ed.). Pearson Education.

TIA/EIA. (2018). *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard (TIA/EIA-568-D)*.

GLOSARIO

A

Access Point (AP):
Dispositivo de red que permite la conexión inalámbrica de usuarios o enlaza edificios mediante enlaces punto a punto.

Administración de red:
Conjunto de tareas para supervisar, controlar y optimizar el funcionamiento de la red.

Alcance (Cobertura):
Distancia máxima en la cual una señal o dispositivo puede comunicarse de forma eficiente.

ARP (Address Resolution Protocol):
Protocolo que traduce una dirección IP a la dirección física MAC de un dispositivo.

B

Backbone (Troncal):
Estructura central de comunicación que conecta diferentes segmentos de red.

Bandwidth Test:
Prueba realizada para medir el ancho de banda disponible en un enlace.

Bridge (Modo puente):
Modo de configuración donde un AP permite pasar tráfico sin hacer enrutamiento.

C

Cable UTP (Unshielded Twisted Pair):
Cable de par trenzado sin blindaje utilizado en redes LAN.

Canaleta:
Conducto que organiza y protege el cableado.

CCQ (Client Connection Quality):
Indicador de la calidad de conexión entre dos dispositivos inalámbricos, expresado en porcentaje.

Certificación de cableado:
Proceso de prueba para verificar que un cable cumple normas TIA/EIA o ISO/IEC.

Conmutación:
Técnica mediante la cual un switch direcciona paquetes de datos dentro de una LAN.

CPE (Customer Premises Equipment):
Equipo de red ubicado en la propiedad del cliente para conectarse a un ISP.

Crimpado:
Proceso de insertar y fijar conectores RJ-45 al cable UTP.

D

dBm:
Unidad de medida que indica el nivel de intensidad de una señal inalámbrica. Entre -40 dBm y -60 dBm es excelente.

Diagnóstico de red:
Proceso para identificar el estado inicial de equipos, cableado y conectividad existente.

Dirección IP:
Identificador numérico asignado a un dispositivo para permitir su comunicación en la red.

DNS (Domain Name System):
Sistema que convierte nombres de dominio (ej.: google.com) a direcciones IP.

E

Enlace inalámbrico PtP (Point to Point):
Comunicación entre dos puntos mediante antenas direccionales.

Enlace inalámbrico PtMP (Point to MultiPoint):
Comunicación desde un punto central hacia varios puntos remotos.

Estándar IEEE 802.11:
Normativa internacional que regula redes Wi-Fi.

Estándar IEEE 802.3:
Normativa internacional que regula redes Ethernet con cable.

Ethernet:
Tecnología utilizada para interconectar dispositivos mediante cable UTP o fibra óptica.

F

Firewall (Cortafuegos):
Dispositivo o software que controla el tráfico de red para evitar accesos no autorizados.

Firmware:
Software interno que controla el funcionamiento de un dispositivo de red.

Fresnel (Zona de Fresnel):
Área elíptica entre dos antenas inalámbricas que debe permanecer despejada para evitar pérdida de señal.

G

Gateway (Puerta de enlace):
Dispositivo que conecta la red local a otra red, generalmente hacia Internet.

Gestión de red:
Proceso de monitoreo, configuración y diagnóstico de la red mediante herramientas como SNMP.

H

Hotspot:
Punto o zona donde se ofrece acceso Wi-Fi a usuarios.

I

Interferencia:
Ocurre cuando señales externas afectan la transmisión inalámbrica (árboles, edificios, otros AP, microondas, etc.).

ISP (Internet Service Provider):
Proveedor de servicios de Internet.

ISO/IEC 11801:
Norma internacional para infraestructura de cableado de telecomunicaciones.

L

LAN (Local Area Network):
Red de área local que conecta dispositivos dentro de una misma ubicación física.

Latencia:
Tiempo que tarda un paquete en ir desde origen a destino y regresar.

Línea de vista (LOS – Line of Sight):
Condición donde debe existir un camino visual libre entre antenas PtP para evitar bloqueos de señal.

M

MAC (Media Access Control):
Dirección física única asociada a una tarjeta de red.

Mantenimiento correctivo:
Acciones aplicadas cuando se detecta una falla.

Mantenimiento preventivo:
Acciones programadas para evitar fallas.

Monitoreo SNMP:
Supervisión remota de equipos mediante el protocolo SNMP.

O

OSI (Open Systems Interconnection):
Modelo conceptual que define cómo se comunican los dispositivos en siete capas.

P

Patch cord:
Cable corto UTP utilizado para conectar patch panel con switch.

Patch panel:
Panel que organiza múltiples conexiones de red dentro de un rack.

PoE (Power over Ethernet):
Tecnología que permite alimentar equipos como AP o cámaras mediante el mismo cable de datos.

Ping:
Comando utilizado para verificar conectividad entre equipos.

Pozo de tierra:
Sistema de protección eléctrica para equipos activos.

R

Rack:
Gabinete donde se organizan equipos de red como switch, patch panel o router.

RJ-45:
Tipo de conector utilizado en cables Ethernet.

Router:
Dispositivo que enruta y administra el tráfico entre redes distintas.

RSSI (Received Signal Strength Indicator):
Medida que indica la fuerza de señal recibida por un AP inalámbrico.

S

Segmentación de red:
División de la red en subredes para mejorar seguridad y desempeño.

Signal-to-Noise Ratio (SNR):
Relación entre señal y ruido. Mientras más alto, mejor enlace.

Switch:
Dispositivo que gestiona la comunicación dentro de una misma LAN.

T

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol):
Modelo de comunicación utilizado en redes modernas e Internet.

TIA/EIA-568:
Estándar internacional para cableado estructurado.

Topología lineal o en cadena:
Forma de red donde un nodo se conecta al siguiente, ideal para enlaces inalámbricos progresivos.

U

UTP (Unshielded Twisted Pair):
Cable de par trenzado sin blindaje utilizado en redes LAN.

V

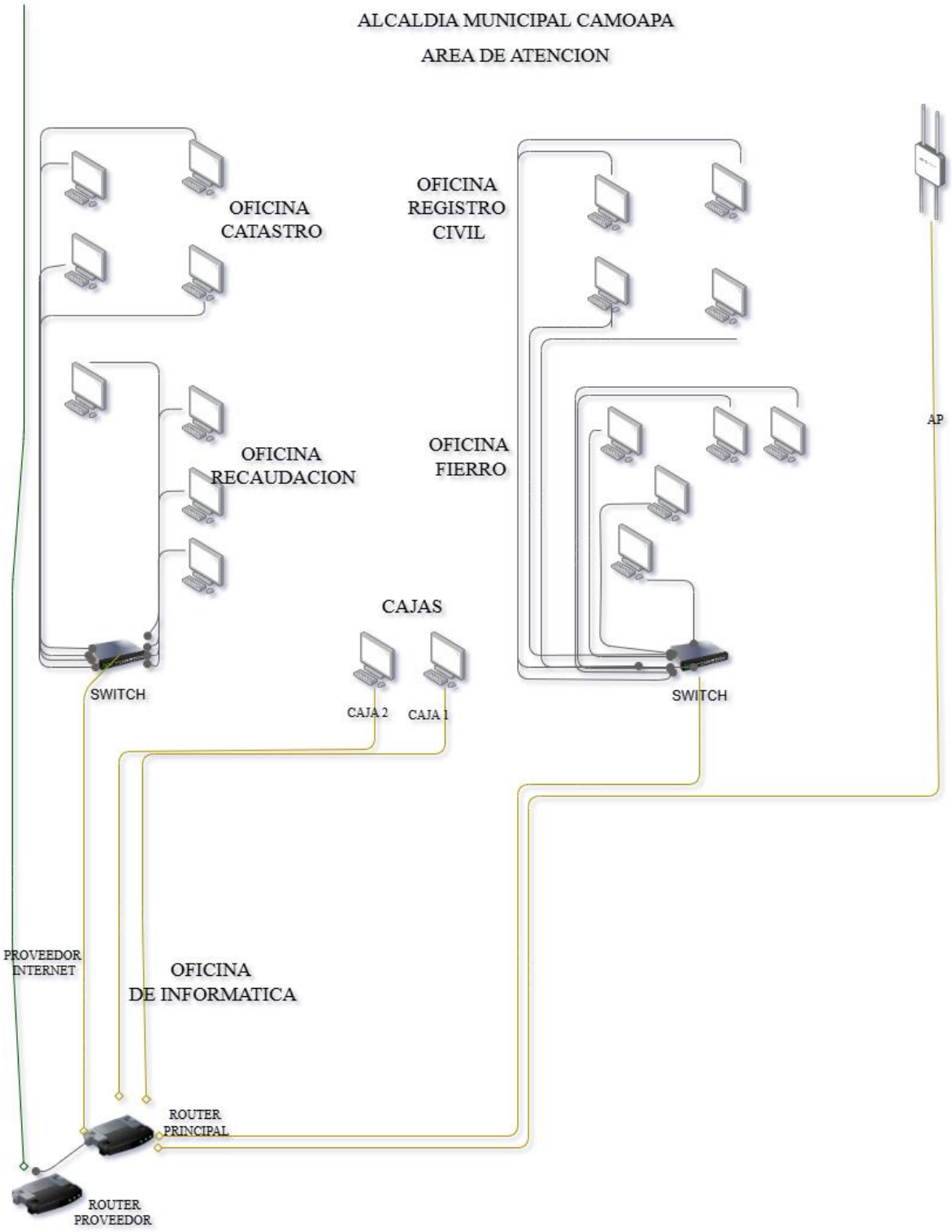
VLAN (Virtual LAN):
Tecnología que crea redes lógicas independientes dentro de un mismo equipo físico.

W

WPA3 (Wi-Fi Protected Access 3):
Estándar de seguridad para redes inalámbricas, superior a WPA2 en cifrado y protección.

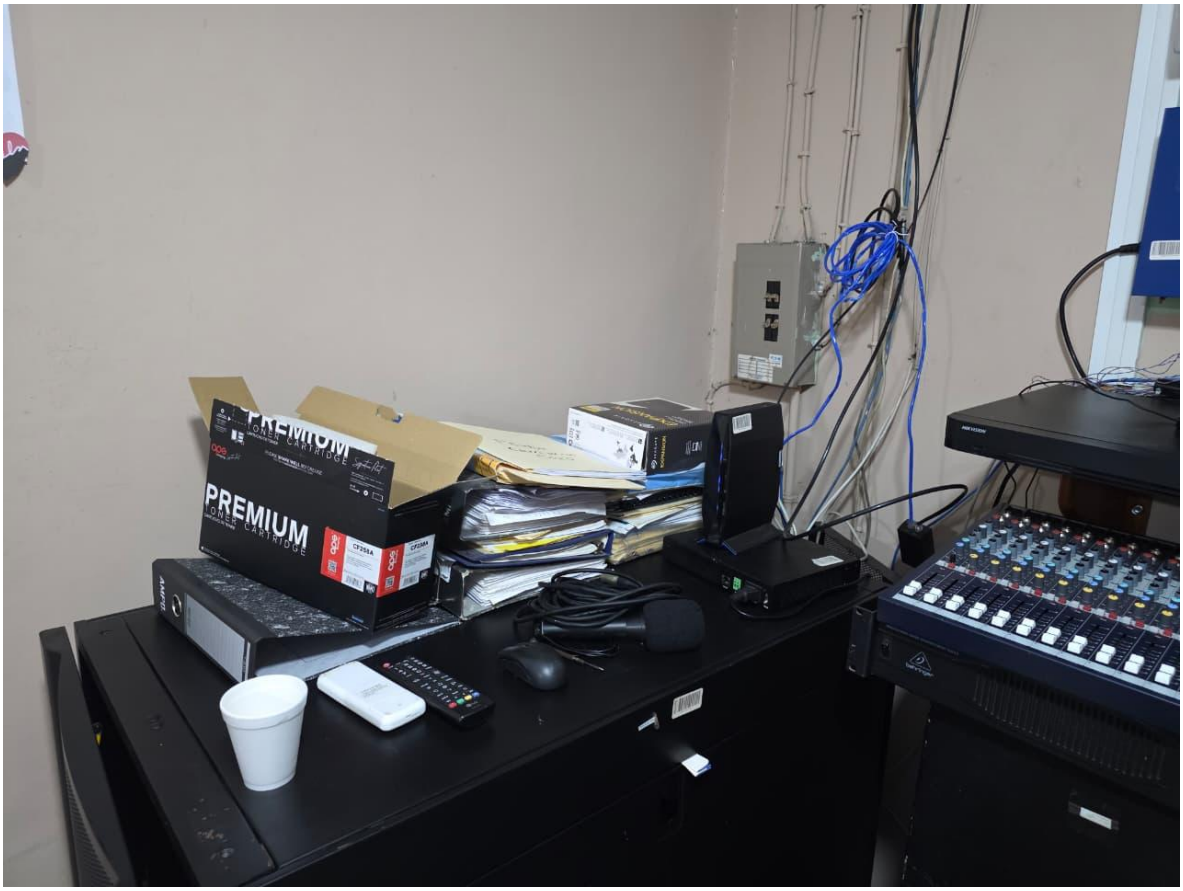
ANEXOS

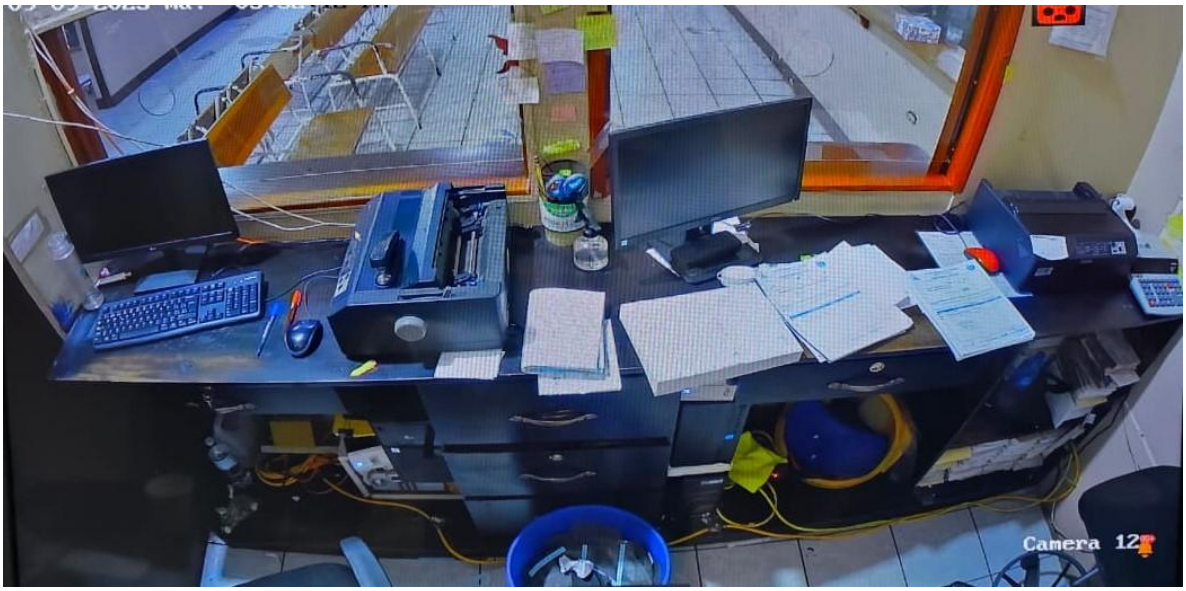
ANEXO 1: DIAGRAMA GENERAL DE LA RED PROPUESTA

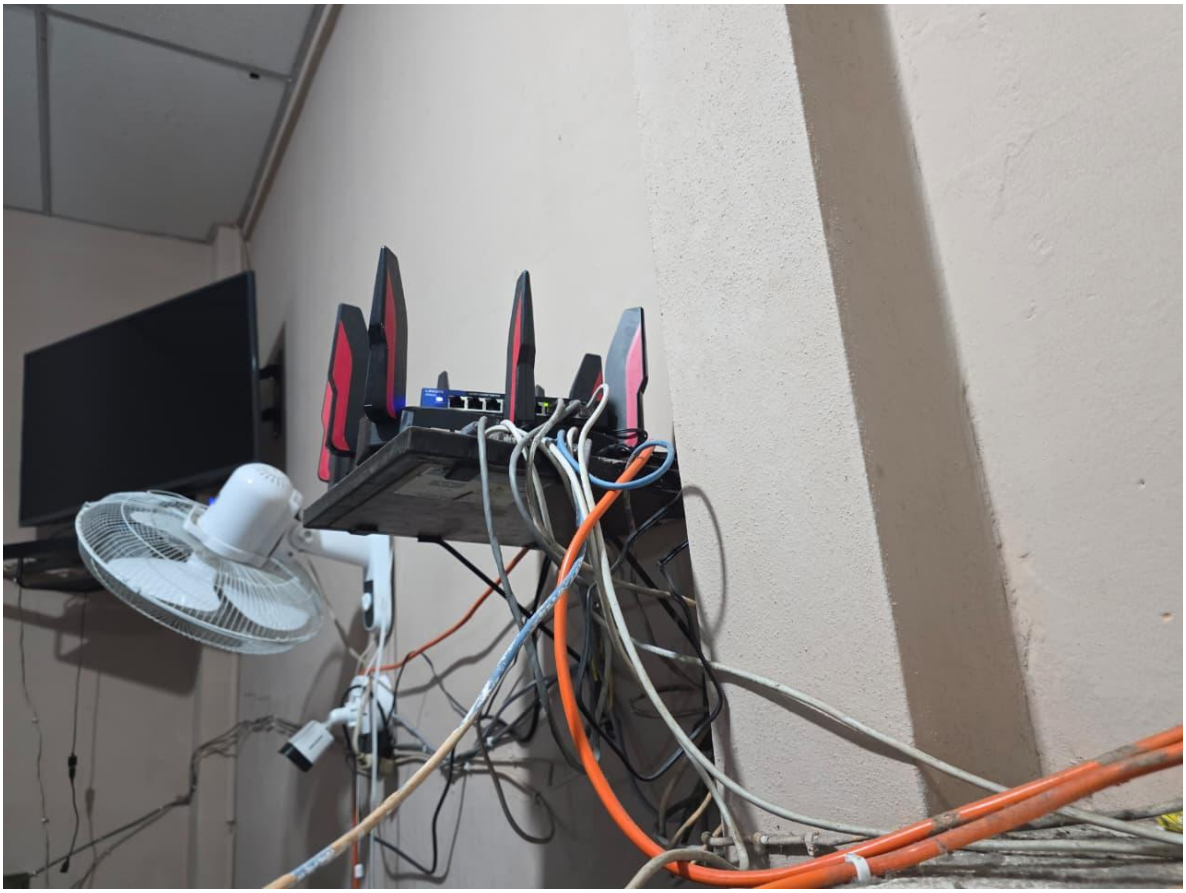


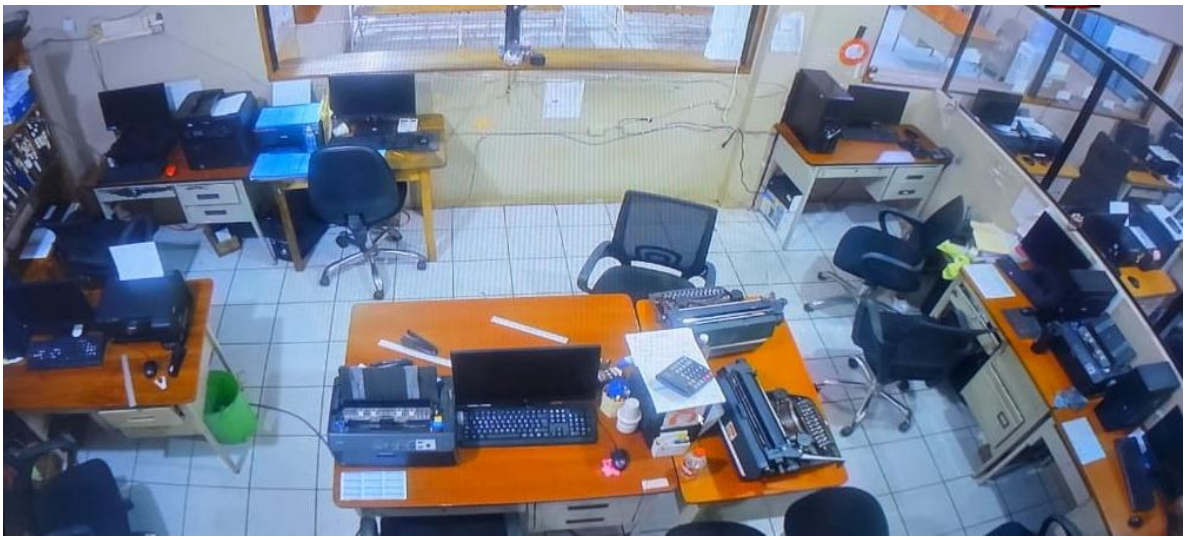
ANEXO 2: INSTALACIONES ACTUALES DE LA ALCALDIA

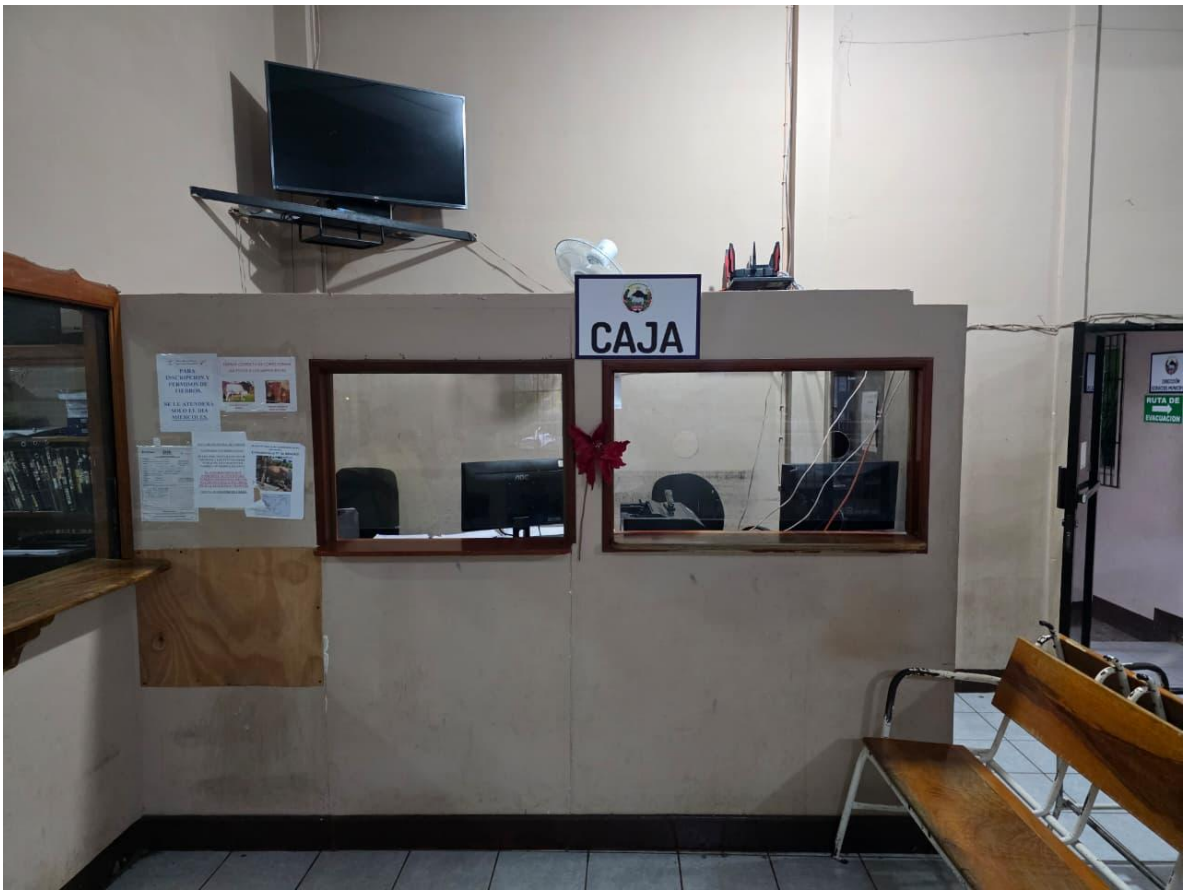
Área de Atención y Oficina de Informática




Camera 12






CAJA

ANEXO 3: FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS A UTILIZARSE

SWITCH ADMINISTRABLE 24 PUERTOS CISCO SF300 POE GIGABIT

Especificaciones principales

- Modelo: SF300-24P (24 puertos 10/100 Mbps PoE + 2 puertos 10/100/1000 + 2 mini-GBIC combo).
- Puertos:
  - 24 × 10/100 RJ-45 con PoE.
  - 2 × 10/100/1000 Mbps RJ-45.
  - 2 × mini-GBIC (SFP) combo.
- Presupuesto PoE (power budget): 180 W.
- Rendimiento: Switching capacity ~12.8 Gbps; reenvío ~9.52 Mpps (64 byte).
- Tabla de direcciones MAC: 16K entradas.
- VLAN soportados: hasta 4K VLANs activas.
- Funcionalidad: capa 2 + routing estático (IPv4) integrado.
- Administración/Seguridad: SNMP v1/2c/3, RMON, Telnet, HTTP/HTTPS, SSH, ACLs, soporte 802.1x, etc.
- Estándares cumplidos: IEEE 802.3, 802.3u, 802.3z, 802.3ab, 802.1D/Q/p/s/w, 802.1x, 802.3af (PoE) etc.
- Memoria/RAM: 128 MB RAM, 16 MB flash.
- Alimentación: Adaptador externo (o fuente interna según versión) AC 120/230 V 50/60 Hz.
- Dimensiones / peso: Ancho ~17.3″ (≈ 439 mm), profundidad ~10.1″ (≈ 257 mm), altura ~1.7″ (≈ 43 mm), peso ~8.2 lb (~3.72 kg).
- Temperatura operación: 10-90% humedad, temperatura almacenamiento -4°F a 158°F (~-20°C a 70°C
- Estado de ciclo de vida: Esta línea de switches está en la categoría de productos “retired” de Cisco. Cisco+1

TP-LINK ARCHER AX11000 TRIBANDA WIFI 6

Wireless / WiFi

- Estándares: IEEE 802.11ax/ac/n/a (5 GHz) y IEEE 802.11ax/n/b/g (2.4 GHz).
- Velocidades máximas teóricas:
  - 5 GHz (band1): hasta ~4 804 Mbps (802.11ax, HE160)
  - 5 GHz (band2): otro ~4 804 Mbps (802.11ax)
  - 2.4 GHz: ~1 148 Mbps (802.11ax)
  - Total combinado ~10 756 Mbps (~11 Gbps) según fabricante
- Tri-banda (dos bandas de 5 GHz + una de 2.4 GHz) para segmentar tráfico.
- Tecnología avanzada: OFDMA, MU-MIMO, 1024-QAM, DFS, etc.
- Antenas: 8 x alta ganancia externas.

Hardware físico y conectividad

- Procesador: 1.8 GHz Quad-Core + coprocesadores.
- Memoria: típicamente 1 GB RAM + 512 MB flash según algunas fuentes.
- Puertos de red:
  - 1 × 2.5 Gbps WAN Port.
  - 8 × Gigabit LAN Ports.
- USB: 1 × USB-C 3.0 + 1 × USB-A 3.0 para conectividad almacenamiento/servidor.
- Alimentación: 12 V ⎓ 5 A.
- Dimensiones: 288 × 288 × 184 mm (≈ 11.3 × 11.3 × 7.2 in). Software/Firmware y funciones destacadas
- Modo: Router & Access Point
- Seguridad y control: Soporte para IPv4 e IPv6.
- Funcionalidades para gaming: “Game Accelerator”, “Game Protector”, estadísticas en tiempo real de latencia/tráfico.

KIT UBIQUITI NANOBEAM 5AC GEN2 CPE GESTION DEDICADA

Modelo / descripción

- Nombre: NanoBeam 5AC Gen2 (Modelo: NBE-5AC-Gen2)
- Tipo: CPE / puente inalámbrico exterior (5 GHz) con radio de gestión dedicada.
- Pertenece a la línea airMAX ac de Ubiquiti.

Especificaciones principales

- Frecuencia operativa: 5 GHz (aproximadamente 5150 – 5875 MHz, dependiendo de la región)
- Ganancia de antena: 19 dBi integrada
- Interfaz de red: Dos puertos Gigabit RJ-45 (10/100/1000) según algunas fuentes.
- Alimentación: 24 V ⎓ 0.5 A PoE (incluido) (soporta rango ~20-27 V DC)
- Consumo máximo: ~8.5 W (según hoja técnica)
- Velocidad estimada: Hasta ~450+ Mbps en condiciones óptimas según algunos distribuidores.
- Dimensiones (montaje incluido): 189 × 189 × 125 mm (≈ 7.44″ × 7.44″ × 4.92″)
- Peso: ≈ 0.530 kg (1.17 lb)
- Rango de temperatura de operación: desde -40 °C hasta +80 °C según hoja en español.
- Montaje: En poste (kit incluido), montaje en pared (kit opcional)

Funcionalidades destacadas

- Radio de gestión WiFi dedicada para facilitar configuración y acceso móvil directo.
- Tecnología de haz estrecho (“uniform beamwidth”) para mejor inmunidad al ruido en entornos RF densos.

KIT AP-CPE HIKVISION DS-3WF0BC-2NT ADAP POE

Especificaciones técnicas principales

General

- Modelo: DS-3WF0BC-2NT
- Aplicación típica: enlace inalámbrico exterior (kit puente), pensado incluso para ejes de ascensor (“elevator wireless bridge”).
- Dimensiones: 90.8 mm × 187.87 mm × 57.87 mm (≈ 3.57″ × 7.39″ × 2.27″)
- Peso neto: aproximadamente 0.26 kg por unidad.
- Temperatura de operación: -30 °C a +70 °C
- Protección exterior: Instalación de poste, exteriores. (Kit incluye montaje)

Rendimiento inalámbrico

- Frecuencia: 2.4 GHz (2400 MHz ~ 2483.5 MHz)
- Estándares: IEEE 802.11b/g/n (2×2 MIMO)
- Velocidad máxima teórica de aire: hasta 300 Mbps
- Antena integrada: 7 dBi, 2×2 MIMO.
- Transmisión estimada hasta ~200 m en condiciones óptimas

Hardware / Interface

- Puertos de red: 2 × RJ-45 10/100 Mbps.
- Alimentación: PoE pasivo (12-24 V DC) o adaptador 12 V DC (según fuente)
- Consumo típico / máximo: ~1.89 W típico (1-ch 2MP IPC) / hasta ~3.7 W máximo.

Seguridad y gestión

- Seguridad inalámbrica: WPA2-PSK.
- Gestión vía web, protocolos SSH/HTTPS, integración con sistema de gestión como iVMS-4200 y HCP.

UPS HIKVISION 3000VA 1800W

Especificaciones principales

- Potencia: **3 000 VA / 1 800 W** (según hoja de datos).
- Tipo: Línea interactiva (line-interactive) con regulador AVR incorporado.
- Entrada:
  - Rango voltaje de entrada: ~140 VAC a ~290 VAC
  - Frecuencia de entrada: 50/60 Hz (autoadaptativa).
- Salida:
  - Rango de voltaje de salida: ~210 VAC a ~235 VAC
  - Frecuencia de salida: 50/60 Hz ± 0.5 Hz.
  - Tiempo de transferencia (switching a batería): ≤ 10 ms.
  - Forma de onda: PWM (no onda senoidal pura).
- Batería:
  - Tipo: 4 × 12 V / 9 Ah baterías de plomo-ácido.
  - Tiempo de recarga: 6-8 h para recuperar ~90% de la capacidad.
  - Ejemplo de autonomía estimada: ~150 min con carga de 100 W; ~15 min con 600 W; ~6 min con ~900 W.
- Protección / interfaz:
  - Protección contra sobretensión, cortocircuito, descarga de batería, sobrecarga.
  - Interfaz: Puerto USB para control y monitoreo.
  - Pantalla LCD: muestra voltaje de entrada, voltaje de salida, nivel batería, carga.
- Condiciones ambientales / físicas:
  - Temperatura de operación: 0 °C a 40 °C (32 °F a 104 °F) - según fuente.
  - Humedad: 30% a 90% (sin condensación) - según fuente. Hikvision

REFLEXIONES FINALES

La ejecución de este proyecto representó una experiencia significativa tanto en el ámbito académico como profesional. El proceso de diagnóstico, diseño, implementación y validación de una red institucional real permitió reforzar competencias técnicas en infraestructura de comunicaciones, cableado estructurado y enlaces inalámbricos punto a punto. Asimismo, favoreció el desarrollo de habilidades de análisis, resolución de problemas, toma de decisiones y gestión de recursos bajo condiciones reales, con limitaciones presupuestarias y operativas.

Cada fase del proyecto presentó retos particulares, desde la evaluación inicial del estado de la red hasta la planificación de la nueva topología, así como la implementación física y las pruebas de conectividad. Estos desafíos fomentaron un aprendizaje profundo acerca de la importancia de diseñar soluciones eficientes, escalables y sostenibles, considerando tanto las necesidades técnicas actuales como la proyección futura de la institución.

Sin duda, este trabajo contribuye de manera importante a mi formación como ingeniero en sistemas, consolidando conocimientos clave y fortaleciendo mi experiencia práctica en el ámbito de las redes de datos.

RECOMENDACIONES GENERALES Y TÉCNICAS

1. Implementación de un sistema de respaldo energético (UPS):
   Se recomienda implementar un sistema de energía ininterrumpida para proteger los dispositivos críticos como router, switch y Access Points.
2. Mantenimientos trimestrales de la red:
   La Alcaldía debería establecer un cronograma de revisión periódica para asegurar la continuidad del servicio y detectar fallas tempranas.
3. Registro técnico y bitácora de red:
   Se sugiere documentar continuamente cambios en configuración, movimientos de cableado y actualizaciones de firmware.
4. Posible futura expansión de la red:
   De incrementar la cantidad de usuarios, será necesario incorporar nuevos Access Points o adoptar tecnologías de mayor capacidad.
5. Evaluar migración futura a fibra óptica:
   Con el aumento de demanda de ancho de banda, la institución podría considerar enlaces de fibra para interconexiones más robustas.
6. Capacitación básica al personal administrativo:
   Una breve inducción al uso correcto de la red contribuirá a reducir fallas comunes y garantizar un manejo responsable de los equipos.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

El proyecto desarrollado abre la posibilidad de profundizar en nuevas líneas de estudio relacionadas con infraestructura tecnológica municipal. Algunas recomendaciones para futuros investigadores o estudiantes son:

- Integración de sistemas de videovigilancia IP conectados al mismo backbone de red.
- Implementación de servidores locales para gestión documental, correo institucional o intranet.
- Desarrollo de una red municipal de fibra óptica para mejorar el rendimiento y reducir costos a largo plazo.
- Evaluación del uso de redes definidas por software (SDN) para automatizar la administración de la red.
- Ampliación del proyecto a otras dependencias municipales, conectando bibliotecas, delegaciones y centros comunitarios.
- Análisis de seguridad informática y adopción de políticas de ciberseguridad con enfoque municipal.

AGRADECIMIENTO INSTITUCIONAL

La culminación de este proyecto no habría sido posible sin la colaboración y apertura de la Alcaldía Municipal de Camoapa, cuya disposición para facilitar el acceso a sus instalaciones, permitir el levantamiento de información técnica y apoyar la puesta en marcha del diseño propuesto fue fundamental.

Este esfuerzo conjunto demuestra la importancia de fortalecer el vínculo entre las instituciones públicas y la academia, promoviendo proyectos que contribuyan al desarrollo tecnológico y a la modernización de los servicios municipales.