

Propuesta para la transición de IPv4 a IPv6 en el Hospital Local de Aguachica
S.A.S

Andrés Felipe Jaimes Barragán

Informe Prácticas Empresariales para Optar por el título de Ingeniero de Sistemas

Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica

Facultad Ingenierías y Tecnologías

Ingeniería de Sistemas

Aguachica- Cesar

2025

Propuesta para la transición de IPv4 a IPv6 en el Hospital Local de Aguachica
S.A.S

Andrés Felipe Jaimes Barragán

Informe Prácticas Empresariales para Optar por el título de Ingeniero de Sistemas

Director:

Ing. Darwin Navarro Pino

Universidad Popular del Cesar – Seccional Aguachica

Facultad Ingenierías y Tecnologías

Ingeniería de Sistemas

Aguachica - Cesar

2025

Nota de aceptación

Nota de aceptación:

Darwin Navarro Pino
Director

Ing. Danny Ríos Barona
Evaluador 1

Ing. Yulieth Galvis Ramos
Evaluador 2

Aguachica, Día_____ Mes_____ Año_____

Dedicatoria

Primeramente, a Dios, creador del cielo y de la tierra, por darme la sabiduría e inteligencia para llevar esta carrera adelante, por sostenerme en medio de la tempestad y guiarme por el camino correcto para alcanzar el éxito.

A mi querida y adorada madre Yolima Barragán Beleño, mujer que me dio la vida y razón de mi existencia, sin el apoyo, compañía, y refugio este logro no lo hubiese podido alcanzar. Tus sabias palabras me ayudaron a seguir adelante a pesar de las circunstancias, hoy son el fruto de lo que hace años veía lejos. Este logro es tan mío como tuyo.

A mi compañera de este hermoso viaje Mariam Moreno Chiquillo, gracias por estar siempre ahí, en los momentos difíciles y felices, por compartir clases y proyectos a mi lado, por ser mi lugar de descanso cuando todo no iba de la mejor manera. Cada logro era un paso más cerca de la meta. Este título es parte de nuestro viaje juntos y es un tesoro invaluable.

A todos esos amigos que hice en el camino, cada enseñanza por pequeña que haya sido, sirvió para formar la persona que soy hoy, infinitamente agradecido con cada uno de ustedes.

Agradecimientos

Expresar mi enorme agradecimiento a la Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica, por ser la casa que me abrió las puertas para formarme como profesional. Por brindarme todas las herramientas y recursos para llevar a cabo el proceso de aprendizaje que hoy día me hacen valedor del título de profesional, agradecido eternamente por el apoyo en todo este viaje.

A mi director de prácticas, Darwin Navarro Pino, por su guía y acompañamiento durante el desarrollo de mi proyecto. Su conocimiento y trayectoria han sido de inspiración para seguir avanzando en la búsqueda del conocimiento. Agradecerle por la atención, acompañamiento y dedicación para el éxito de este proyecto. Gracias por confiar en mí y transmitirme sus consejos para la culminación de este trabajo.

Agradezco profundamente a mis evaluadores, Yulieth Galvis y Danny Rios, por su tiempo, dedicación y valiosas aportaciones. Sus observaciones y retroalimentación han sido esenciales para enriquecer esta investigación, permitiéndome perfeccionar ideas y fortalecer el proyecto. Su conocimiento y perspectiva han sido clave en mi crecimiento académico y profesional.

Tabla de contenido

1. Planteamiento del problema.....	10
1.1 Descripción del problema	10
1.1.1 Formulación del problema	15
2. Justificación.....	16
3. Objetivos	19
3.1 Objetivo General.....	19
3.2 Objetivos específicos	19
4. Tipo de investigación.....	20
4.1 Metodología de desarrollo.....	21
5. Marco Referencial	23
5.1 Antecedentes	23
5.1.1 Internacionales	23
5.1.2 Nacionales.....	24
5.1.3 Local.....	26
5.2 Marco Teórico.....	27
5.3 Marco Conceptual	33
5.4 Marco Legal	36
6. Cronograma de actividades	39
7. Resultados	40
7.1 Objetivo 1: Realizar un diagnóstico de la infraestructura de la red actual del hospital, identificando los dispositivos, servicios y aplicaciones que operan bajo IPv4 y su compatibilidad con IPv6	40
7.2 Objetivo 2: Diseñar el plan de transición para guiar de manera efectiva las fases de implementación y asegurar una transición exitosa a IPv6 en el hospital.	46

7.3 Objetivo 3: Validar el plan de transición con el personal de TI encargado en el Hospital Local de Aguachica.....	61
Conclusiones.....	63
Recomendaciones.....	64
Referencias	65

Lista Figuras y Tablas

Figura 1. Implementación IPv6 en Colombia.....	13
Figura 2. Gráfica de acceso a Google por direcciones IPv6	14
Figura 3. Tablero Kanban.	22
Tabla 1. Cronograma de actividades	39
Figura 4. Rack del Hospital Local de Aguachica	40
Figura 5. Routerboard principal del Hospital y revisión del estado actual.	41
Tabla 2. Identificación Switches del Hospital	42
Tabla 3. Identificación Equipos de Cómputo del Hospital.....	42
Figura 6. Estructura de la Red Telemática del Hospital Local de Aguachica S.A.S45	
Tabla 4. Direccionamiento red LAN IPv6.....	47
Figura 7. Prueba técnica funcionamiento de la red.	56
Figura 8. Verificación entrega direcciones por DHCP IPv6.	57
Figura 9. Estructura de la Red Telemática del Hospital Local de Aguachica S.A.S con direccionamiento IPv6	60
.....	60
Figura 10. Validación del Plan de transición con la Directora del Departamento de Sistemas del Hospital Local de Aguachica S.A.S.....	61

Organismo: Hospital Local de Aguachica E.S.E

Línea de Investigación: Telemática

Campo de aplicación: Redes de Nueva Generación

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

Según (Dane,2023), para el total nacional, el 34,0% de los hogares colombianos poseía computador de escritorio, portátil o tableta. Estos inventos tecnológicos hoy en día son casi imprescindibles en el ámbito laboral, estudiantil y personal; haciendo uso del internet para aprovechar todas sus funcionalidades, herramientas y aplicaciones que dependan de este para funcionar. Sobre el sector de la industria de las telecomunicaciones sabemos que también hacen uso de internet para la comunicación con proveedores, clientes y/o usuarios en general, desplegando conjunto de herramientas como páginas web, servidores, aplicaciones y demás, esto para tener mejor recibimiento en el mercado y obtener mejores beneficios.

De acuerdo a (Patrizio A,2019), dirección IP significa “dirección del protocolo de internet”. Protocolo el cual es un conjunto de reglas para la comunicación a través de internet, haciendo posibles actividades como el envío de correos electrónicos, videollamadas o conexiones a sitios web. Una red o un dispositivo puede ser identificado por una dirección IP. Cada dispositivo conectado a Internet tiene una dirección IP, estas son similares a los números de teléfono y tienen el mismo propósito. Cuando te comunicas con alguien, tu número de teléfono te reconoce y le asegura a la persona que eres quien dices ser. Cuando estás en línea, tu dirección IP hace exactamente lo mismo.

Mencionando cómo funciona internet según (Guillermo,2017), para mover el tráfico de un lugar a otro necesitamos identificar los equipos, esto a través de las direcciones IP, estas deben ser únicas a nivel global para no tener problemas; las direcciones de fuente y de destino tienen que ser conocidas para poder enviar información de un lugar u otro. Para abordar este problema, primero explicamos que las redes de telecomunicaciones han estado creciendo exponencialmente durante más de 30 años, creando una mayor demanda de servicios y características en Internet global.

El protocolo de Internet IPv4 ha sido la columna vertebral de las redes informáticas del mundo durante décadas, pero enfrenta el grave problema de quedarse sin direcciones IP disponibles. Esta limitación pone en peligro la capacidad de escalar y un mayor crecimiento de las redes y servicios de Internet. El protocolo IPv4 presenta limitaciones significativas, especialmente en términos de espacio de direcciones. Con el crecimiento exponencial de dispositivos conectados, la escasez de direcciones IPv4 puede afectar la capacidad del hospital para implementar nuevas tecnologías y servicios, lo que es crítico para la atención médica moderna.

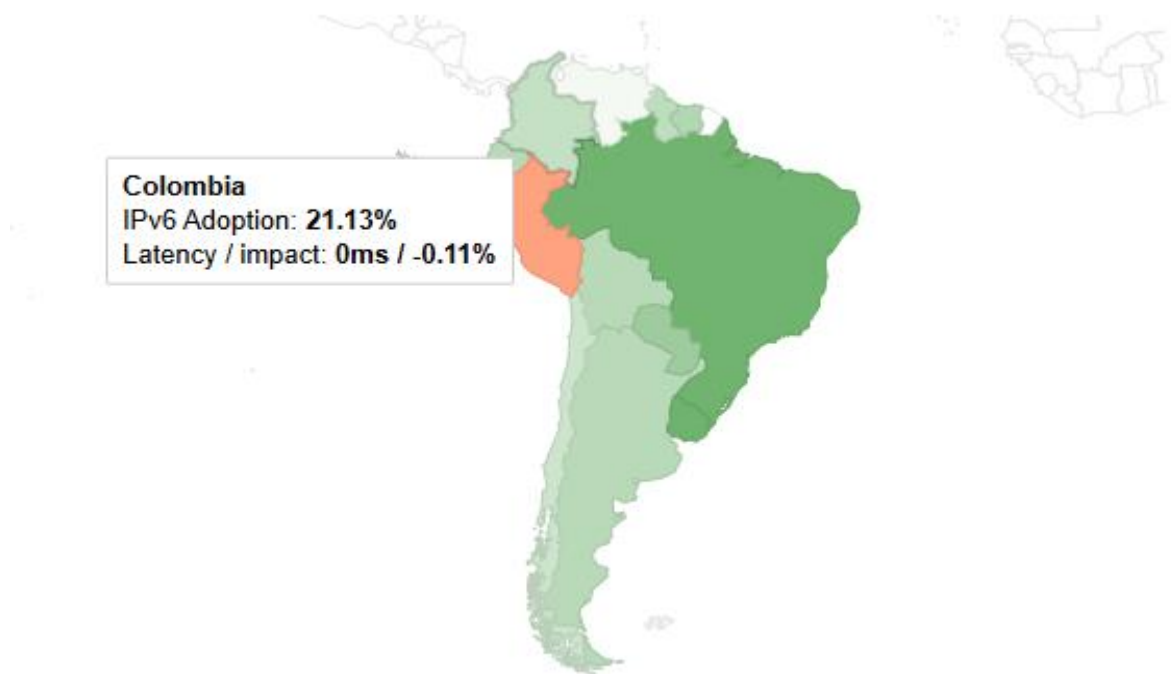
Dada la resolución 2710 del año 2017 expedida por el Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones MINTIC, en la cual establece que las entidades estatales y obligadas deben empezar a adoptar la transición de IPv4 a IPv6 en su infraestructura de red. Dicho plazo estaba fijado para el 31 diciembre del 2019 para las entidades estatales y 31 de diciembre para las entidades obligadas. Por motivo de la pandemia que vivió la población mundial, estos cambios se vieron afectados razón por la cual el plazo para la transición se extendió para diciembre del año 2024.

El protocolo IPv4 tiene un espacio de 4.294.967.296 direcciones IP de las que no todas pueden ser utilizadas (Guillermo,2017). Con el crecimiento exponencial de dispositivos conectados a Internet, este número se ha vuelto insuficiente, lo que ha llevado al agotamiento de direcciones IP disponibles. La falta de direcciones IPv4 afecta la capacidad de las organizaciones, incluidos hospitales, para conectar nuevos dispositivos y servicios. Esto puede limitar la implementación de tecnologías críticas, como dispositivos médicos conectados y sistemas de gestión de datos de pacientes.

Teniendo esto en cuenta, se desarrolló el protocolo IPv6 para proporcionar una cantidad prácticamente ilimitada de direcciones IP, además de mejorar la seguridad y el rendimiento de la red. La transición a IPv6 no solo es necesaria para resolver el problema de escasez de direcciones, sino que también permite la introducción de nuevas funciones que mejoran la seguridad informática y la conectividad de una amplia variedad de dispositivos médicos y de comunicación.

Actualmente, en Colombia, el proceso de implementación de IPv6 está en crecimiento; únicamente se ha implementado un 21.13 %, por debajo de Uruguay que lleva más del 52.94 % de implementación o por debajo de Perú que lleva un 38.94 % de implementación. En la siguiente gráfica se observa una actualización de los países sudamericanos que están implementando IPv6 (entre más oscuro, más porcentaje de implementación).

Figura 1. Implementación IPv6 en Colombia

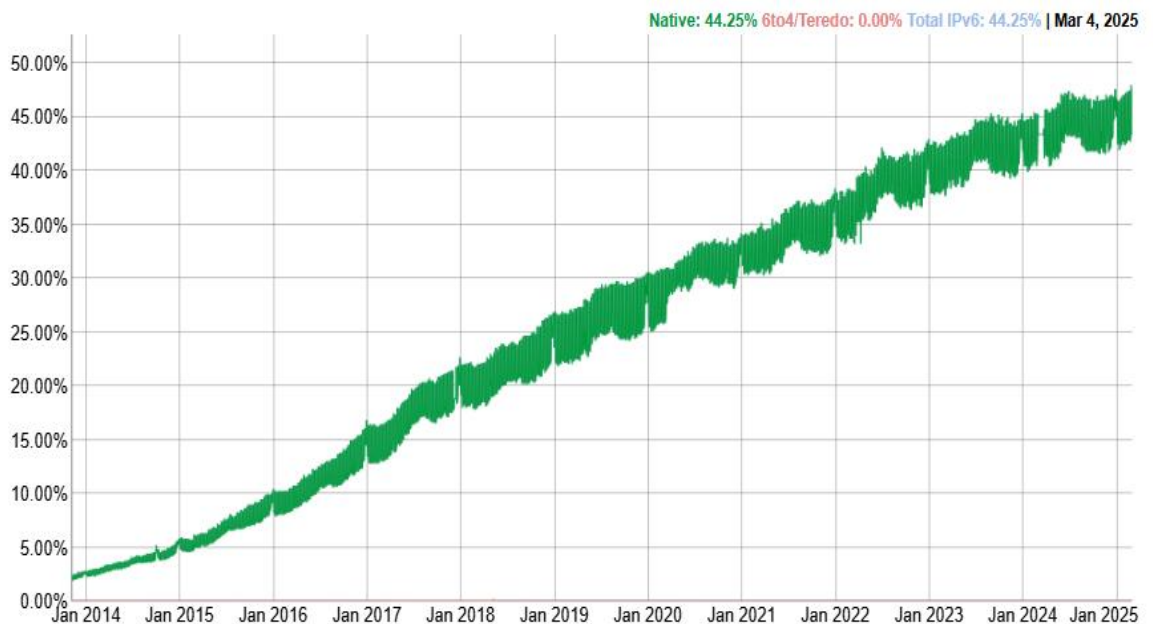


Fuente: Google. (2025). Estadísticas de adopción de IPv6 por país.

<https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html>

En esta grafica podemos apreciar los usuarios que han accedido a Google utilizando una dirección IPv6, en donde se evidencia un 44.25 % de implementación a la fecha de 04 marzo de 2025.

Figura 2. Gráfica de acceso a Google por direcciones IPv6



Fuente: Google. (2025). Estadísticas de adopción de IPv6 por país.

<https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html>

La infraestructura de red del hospital se basa principalmente en conexiones cableadas utilizando cables UTP de categorías 5, 5e y 6, lo que garantiza una velocidad adecuada para satisfacer los requerimientos operativos de las distintas áreas. Esta red soporta un amplio volumen de tráfico de datos, permitiendo la comunicación eficiente entre los diferentes departamentos. Los equipos conectados a la red son, en su mayoría, computadores de escritorio que cumplen funciones específicas según el área de trabajo, ya sea administrativa, de atención al paciente o de laboratorios. La red también facilita el acceso a servicios esenciales como la gestión de historias clínicas, bases de datos, sistemas de información hospitalaria (HIS) y herramientas de comunicación interna, asegurando un flujo de trabajo continuo y eficiente en todas las dependencias.

1.1.1 Formulación del problema

¿Cómo elaborar el plan de transición de IPv4 a IPv6 de la red telemática del Hospital Local de Aguachica para cumplir con las exigencias de gobierno nacional a través del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones?

2. Justificación

La transición del protocolo IPv4 a IPv6 en la infraestructura de red del Hospital Local de Aguachica es una acción necesaria para garantizar la sostenibilidad, seguridad y crecimiento tecnológico a largo plazo. El protocolo IPv4 ha alcanzado en gran medida su límite en cuanto a la cantidad de direcciones IP disponibles, lo que restringe en un futuro la capacidad expandir redes y conectar dispositivos a internet. La transición a IPv6, con su vasto espacio de direcciones, es fundamental para garantizar la continuidad del crecimiento tecnológico del hospital y la integración de nuevas tecnologías; teniendo en cuenta la basta capacidad de direcciones IP que nos proporciona este protocolo, según lo indica (Pahuena L,2006) contamos con un espacio de 2 con exponente 128 dando como resultado una cifra de 340 sextillones de direcciones.

La transición a IPv6 permite superar la limitación de direcciones IP disponibles en IPv4, garantizando que las infraestructuras de TI puedan seguir conectándose sin preocuparse por el agotamiento de direcciones. IPv6 ofrece la posibilidad de conectar un mayor número de dispositivos a la red, lo cual es esencial para la modernización de la infraestructura tecnológica y la implementación de tecnologías emergentes como IoT y sistemas de 5G. La transición a IPv6 puede ayudar a las organizaciones a cumplir con las regulaciones y normativas que exigen la protección de datos y la seguridad de la información. Esto es especialmente relevante en el sector salud, donde la privacidad del paciente es una prioridad.

Este proyecto tiene como finalidad realizar un plan de transición escalonado y estructurado que permita migrar la red del hospital al protocolo IPv6, cumpliendo con las exigencias del gobierno nacional a través del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) establecidas en la resolución 2710 de 2017.

El objetivo principal de la transición es asegurar la disponibilidad de direcciones IP suficientes para el crecimiento de la infraestructura del hospital, garantizando la implementación de nuevas tecnologías como Internet de las Cosas (IoT) y sistemas de información hospitalaria (HIS). Además, permite cumplir con las normativas

legales vigentes y mejorar la seguridad de las comunicaciones internas y externas del hospital. IPv6 ofrece una capacidad de direcciones significativamente mayor que IPv4, con un total de 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 direcciones posibles (Pahuena L, 2006), lo que elimina las restricciones actuales de direcciones IP y facilita la conexión de un número creciente de dispositivos.

Este plan de transición está dirigido a los responsables del área de tecnología del hospital, que tendrán la función de implementar las configuraciones necesarias para migrar los servicios y dispositivos a IPv6. Además, beneficia a todo el personal médico, administrativo y a los pacientes, al garantizar una red más robusta, segura y preparada para soportar futuras innovaciones tecnológicas. También se dirige a las entidades regulatorias como el MINTIC, ya que este plan asegura el cumplimiento de las políticas públicas en materia de tecnología de la información.

La transición debe realizarse de manera gradual antes de diciembre de 2024, plazo extendido por el MINTIC debido a las dificultades generadas por la pandemia. Implementar el plan en este periodo permitirá al hospital estar en conformidad con las regulaciones vigentes y evitar sanciones por el incumplimiento de la resolución 2710 de 2017. Además, el desarrollo escalonado minimizará los riesgos de interrupción en los servicios críticos del hospital, garantizando la continuidad operativa.

Para la elaboración del plan de transición se desarrollará en fases que incluyen:

- Diagnóstico y Análisis de la Red Actual: Identificar el estado actual de la infraestructura de red, incluyendo dispositivos, direcciones IP utilizadas y servicios críticos.
- Diseño del Plan de Migración: Elaborar una estrategia detallada para la implementación de IPv6, considerando la compatibilidad de los equipos existentes y la configuración de doble pila (IPv4 e IPv6).
- Implementación y Pruebas: Realizar la configuración gradual de IPv6, pruebas piloto en áreas no críticas y validación de la conectividad.

- Capacitación del Personal: Formar a los responsables de tecnología y al personal administrativo en el uso y mantenimiento de la nueva infraestructura.

Actualmente el hospital local de Aguachica no tiene limitaciones en cuanto a las direcciones de IP en sus infraestructuras, pero se hace necesario el estudio pertinente por la reglamentación que hace el ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones (MINTIC) y el gobierno nacional mediante la resolución 2710 del 2017, siguiendo las instrucciones dadas en las guías publicadas por parte de la entidades mencionadas que llevan por nombre “Guía para el Aseguramiento del Protocolo IPv6” y “Guía de Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia”.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Elaborar el plan para la transición escalonada de la infraestructura de red del hospital desde IPv4 a IPv6, abarcando el diagnóstico, inventario y planificación detallada acorde a las necesidades operativas y tecnológicas del hospital.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la infraestructura de red actual del hospital, identificando los dispositivos, servicios y aplicaciones que operan bajo IPv4 y su compatibilidad con IPv6.
- Diseñar el plan de transición para guiar de manera efectiva las fases de implementación y asegurar una transición exitosa a IPv6 en el hospital.
- Validar el plan de transición con el personal de TI encargado en el Hospital Local de Aguachica.

4. Tipo de investigación

Para el desarrollo de la propuesta tiene un enfoque cualitativo, debido que la problemática planeada se puede visualizar que existen dos enfoques de investigación el cuantitativo y el cualitativo, ambos realizan un procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un proceso de investigación, y generan conocimiento para tener más en claro este enfoque se ha citado las definiciones de los enfoques.

Al enfoque cuantitativo Hernández, Et al, (2003) aclara que “utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población” (Pág.5)

Por enfoque cualitativo se entiende al “procedimiento metodológico que utiliza palabras, textos, discursos dibujos, gráficos e imágenes’. La investigación cualitativa estudia diferentes objetos para comprender la vida social del sujeto a través de los significados desarrollados por éste” (Mejía, como se citó en Katayama, 2014, p. 43).

De acuerdo al mismo autor que en el enfoque cualitativo por lo común, se utiliza primero para descubrir y refinar preguntas de investigación. A veces, pero no necesariamente, se prueban hipótesis. Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones.

Desde cualquiera de los dos enfoques, la investigación atraviesa por distintos momentos: Ambos usan fases similares y relacionadas entre sí, observación y evaluación de fenómenos, establecimiento de ideas como resultado del uno y el otro, pruebas que demuestren el fundamento (Salazar Mora, Pablo Mauricio, 2018).

4.1 Metodología de desarrollo

Para el desarrollo del presente trabajo se optó por trabajar con la metodología Kanban. La metodología Kanban es un enfoque ágil para la gestión de proyectos y procesos que se centra en la visualización del flujo de trabajo y la mejora continua. Se basa en el uso de un tablero Kanban, dividido en columnas que representan las diferentes etapas del proceso, por ejemplo: "Hacer", "En curso", "Completado", permitiendo un seguimiento claro y organizado de las tareas.

Kanban significa firmar o etiquetar en japonés. Este método fue creado por el ingeniero Taiichi Ōno para la empresa automovilística japonesa Toyota, que lo utiliza desde la década de 1950. El objetivo era optimizar su capacidad de producción para ser competitivo con las empresas americanas reduciendo stocks y, por tanto, los costes asociados a los mismos.

Utilizado por primera vez en la industria, el método Kanban fue recogido más tarde por los desarrolladores de software informático en la década de 2000 y luego adoptado por empresas de todos los sectores.

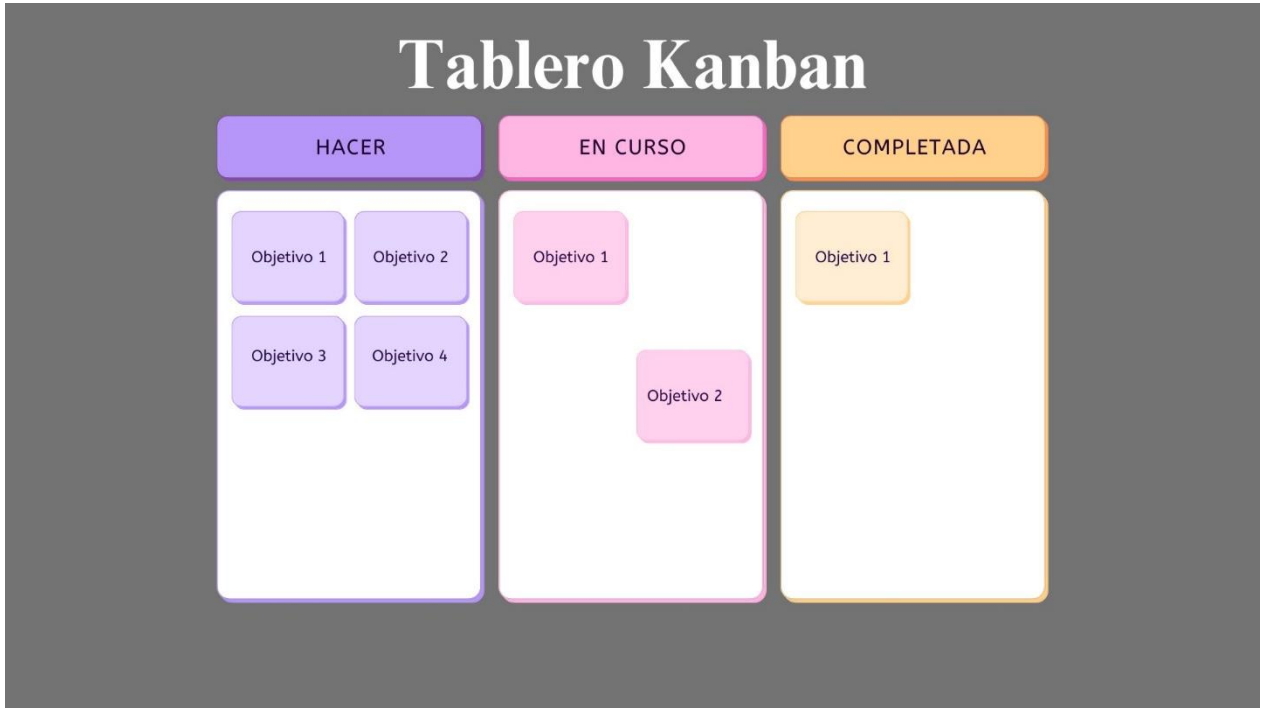
En este sentido, como lo indica Gilibets (2023), el método Kanban es especialmente indicado para aquellas organizaciones que requieran de flexibilidad especialmente en la entrada de tareas, así como en el seguimiento de estas, la priorización, la supervisión del equipo de trabajo y los informes de dedicación.

Este método permite visualizar el proceso de realización de una tarea. Toma la forma de una tabla con tres:

- Hacer: estas son las tareas a realizar.
- En curso: esta columna agrupa las tareas que están en curso.
- Completadas: Finalmente, en la última columna, se encuentran las tareas completadas. Kanban se ha diseñado para adaptarse a las especificidades de la investigación, con fases o columnas que representan las etapas esenciales, las mismas son visualizadas en un tablero a través de tarjetas que consideran tareas o actividades y el estado en el que se encuentra cada

una de ellas, como se muestra a continuación en un ejemplo de un tablero Kanban:

Figura 3. Tablero Kanban.



Fuente: Elaboración Propia.

5. Marco Referencial

5.1 Antecedentes

La transición a IPv6 representa un hito fundamental en la historia de Internet. Más allá de ser un simple cambio de protocolo, esta migración implica una transformación profunda de las infraestructuras de red y una adaptación a nuevas formas de comunicación y servicios en línea. La creciente demanda de dispositivos conectados, el desarrollo del Internet de las Cosas (IoT) y la necesidad de garantizar la seguridad en un entorno digital cada vez más complejo han convertido a IPv6 en una prioridad estratégica para gobiernos, empresas y organizaciones a nivel mundial. Este estudio histórico tiene como objetivo analizar las motivaciones, los desafíos y las oportunidades que ha planteado la implementación de IPv6, con el fin de comprender su impacto en el presente y su proyección hacia el futuro.

5.1.1 Internacionales

A nivel internacional, Montaleza y Jativa (2022), desarrollaron una propuesta tecnología llamada “Diseño de la transición del protocolo IPv4 hacia IPv6 en la empresa grupo JATIVA con base en consideraciones de seguridad en implementación de IPv6”, en Latacunga, Ecuador; cuyo objetivo principal fue Migrar de IPv4 a IPv6 en la empresa Grupo Jativa ubicada en el cantón Esmeraldas, mediante el uso de técnicas y herramientas investigadas para mejorar la seguridad y la velocidad del envío de datos.

El proyecto se desarrolló utilizando dos enfoques principales, investigación descriptiva e investigación de campo; donde el primero permite conocer cuáles son las actividades y procesos que realiza la empresa, determinando así el problema a solventar con el desarrollo de la aplicación y permite construir una hipótesis basada en los datos recolectados. El segundo, Se centra en la recopilación de información sobre el tipo de datos y la rapidez de su transmisión dentro de la empresa. Incluye la evaluación de necesidades y preferencias de los clientes. Para esta recolección de datos, se utilizarán herramientas como entrevistas con el propietario de la empresa y encuestas a los clientes.

Por otro lado, Ramírez (2024) realizó un proyecto llamado “Despliegue de IPv6 en la facultad de estudios superiores Aragón”, en México; El objetivo del proyecto es ampliar el espacio de direcciones disponibles en Internet y permitir su crecimiento mediante el despliegue de IPv6, dado el agotamiento del direccionamiento IPv4 asignable en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde con el crecimiento exponencial por parte de los alumnos, profesores, investigadores y trabajadores, se llegó a un escenario de agotamiento IPv4.

La metodología para el despliegue de IPv6 se planteó en dos fases, adoptando un enfoque orientado a seguir las recomendaciones de mejores prácticas para el despliegue de proyectos (PMI) y la gestión de servicios de TI (ITIL). Este enfoque permite estructurar mejor los proyectos y alinearlos a los objetivos de la DGTIC.

Asimismo, Contreras, Diaz y Mendoza (2020) presentaron un proyecto llamado “Propuesta de implementación del Protocolo IPv6 Para mejorar la Comunicación de Datos en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas – INEN, 2022” en Lima, Perú. El objetivo primordial de la implementación demostró que la implementación del protocolo mejoró la calidad de la emisión y recepción de datos, la seguridad y la eficiencia en la transmisión dentro del INEN.

La parte metodológica de este proyecto se fundamentó en: investigación es de tipo básica, con un diseño no experimental, de nivel descriptivo-correlacional y con un enfoque cuantitativo.

5.1.2 Nacionales

En el contexto nacional, contamos con proyectos donde se ha hecho el proceso de transición, implementación y adopción de IPv4 a IPv6.

Vargas y Hernández, (2021), realizaron un proyecto que lleva por nombre “Diseño e implementación de una red corporativa en dual stack (ipv4 e ipv6), para el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica de las telecomunicaciones internas y externa de la car Cundinamarca” donde se realizó un estudio a la Red Corporativa de la CAR – Cundinamarca arrojando la necesidad de

reestructurar la arquitectura con el fin de mejorar el rendimiento de las comunicaciones de red debido a falencias que se presentan en el diseño existente de una red plana con un dominio de Broadcast de máscara de red 21, acompañados de una baja adaptabilidad de escalabilidad en el protocolo IPv4, adopción del protocolo IPv6(exigencia a las entidades gubernamentales por normatividad 2710 del MinTIC), como integración de nuevas tecnologías basadas en la captura de información por medios de sensoria acogidas en los protocolos de IoT.

Metodológicamente hablando, este proyecto tiene un diseño de investigación no experimental aplicado, con enfoque mixto, debido a que se identifica y se mide el rendimiento de una red corporativa existente en la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR, con relación a la necesidad de adoptar el protocolo IPv6, buscando el fortalecimiento de la infraestructura, como la identificación del agotamiento de direcciones IPv4 públicas, así como la necesidad de garantizar el cumplimiento de la Resolución 2710 de 2017 del MinTIC.

Por otro lado, en la ciudad de Bogotá, Suarez y Velázquez (2022), presentaron una propuesta que lleva por nombre “Propuesta de guía para la transición de ipv4 a ipv6 a la empresa ACT telemática” cuya finalidad era proponer una guía para la transición de IPv4 a IPv6 que permita orientación la empresa (ACT TELEMATICA) en la implementación del protocolo con el fin de incentivar el proceso de adopción y crecimiento de la empresa.

La metodología utilizada para la elaboración de la guía de transición son las tres fases que el Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (Min TIC): Planeación de Ipv6, Implementación de IPv6 y Pruebas y funcionamiento. Al finalizar el proceso de cambio por parte de ACT TELEMATICA, esta tendrá las ventajas tecnológicas que trae el protocolo, por lo cual la empresa puede tener un mayor valor en licitaciones con proyectos de sus clientes.

De la misma manera, Ladino, (2023), desarrolló un importante proyecto titulado “Propuesta de solución para el proceso de migración de IPv4 a IPv6 en la Honorable

Cámara de Representantes del Congreso de la República” el cual tenía como objetivo principal diseñar una solución para la implementación del protocolo IPv6 que ayude a encaminar el futuro proyecto de migración de IPv4 a IPv6 de los equipos pertenecientes a la Cámara de Representantes. Ya que debido al alto flujo de personas en el recinto (tanto trabajadores como visitantes) se han generado inconvenientes de conexión en los equipos de los integrantes de las Unidades de Trabajo Legislativo (UTL), y en general en los distintos dispositivos que se conectan a la red.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron los conocimientos adquiridos en el proyecto curricular de Ingeniería Electrónica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, enfocados en las asignaturas Telemática I y Telemática II, en donde se estudiaron los conceptos y tecnologías de redes de computadoras, incluyendo los protocolos de Internet, la configuración de redes, la seguridad de redes y la resolución de problemas utilizando el simulador Cisco Packet Tracer.

5.1.3 Local

En el ámbito local, SIVA, (2023), estableció el “Plan de diagnóstico para la implementación del protocolo ipv6” para que la entidad que por sus siglas traduce (Sistema Integrado De Transporte De Valledupar Siva S.A.S) estableciera lineamientos para realizar la fase 1 en el plan de implementación del protocolo IPv6, haciendo un inventario, diagnóstico de los activos de información, plan de la red y plan de contingencias todo esto permitiendo facilitar el proceso de transición ente protocolos de internet en su versión 4 a su versión 6 en el Sistema Integrado de Transporte de Valledupar – SIVA SAS.

De la misma manera, Paredes, (2024), desarrolló un proyecto que lleva por nombre “Análisis y desarrollo del protocolo IPV6 en la red de datos de la defensoría del pueblo regional Cesar” cuya finalidad es describir las Fases I y II de la guía del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones denominada “Guía de transición de IPv4 a IPv6 para Colombia”

El desarrollo del proyecto fue siguiendo una metodología guiada por fases: Fase 1, Plan de Diagnostico; Fase 2, Desarrollo del Plan de Implementación.

5.2 Marco Teórico

Teoría de Redes de Comunicaciones:

Esta teoría se despliega en el análisis de cómo la información fluye a través de sistemas interconectados. Desde las infraestructuras de internet hasta las complejas dinámicas de las redes sociales, su alcance es vasto. Los protocolos, como el TCP/IP, actúan como el lenguaje común que permite la comunicación entre dispositivos, mientras que las topologías de red, como la malla o la estrella, definen la arquitectura de estas interconexiones. El enrutamiento, por su parte, es el proceso que dirige el tráfico de datos, asegurando que la información llegue a su destino de manera eficiente. La calidad del servicio (QoS) se erige como un factor crítico, midiendo el rendimiento de la red en términos de velocidad, estabilidad y confiabilidad.

Las redes modernas se basan en dos modelos fundamentales:

Modelo OSI (Open Systems Interconnection)

- Creado por la ISO, define siete capas para la comunicación.
- IPv6 opera en la Capa 3 (Red), optimizando el direccionamiento y enrutamiento.
- Permite mejoras en la asignación de direcciones, eliminando la necesidad de NAT (Network Address Translation).

Modelo TCP/IP

- La base de Internet, con cuatro capas funcionales: Acceso a la red, Internet, Transporte y Aplicación.
- IPv6 mejora la capa de Internet, permitiendo asignaciones automáticas de direcciones y una mayor escalabilidad.

Teoría de la Transición Tecnológica:

Esta teoría explora el intrincado proceso mediante el cual las sociedades adoptan y adaptan nuevas tecnologías. No se trata solo de la invención, sino de la difusión y adopción que transforman el tejido social. Factores económicos, culturales y políticos convergen para determinar la velocidad y el alcance de esta transición. La infraestructura existente, las políticas gubernamentales y la percepción pública de los beneficios y riesgos influyen en la aceptación de nuevas herramientas y sistemas. El impacto de estas transiciones se extiende a todos los ámbitos, desde la economía y el empleo hasta la cultura y la vida cotidiana.

El Modelo de Difusión de Innovaciones de Rogers (1962) describe la adopción de una nueva tecnología en cinco fases:

- Conocimiento: Los administradores de red descubren IPv6 y sus beneficios.
- Persuasión: Se analizan los pros y contras frente a IPv4.
- Decisión: Se diseña un plan para la migración.
- Implementación: Se introduce IPv6 en fases controladas.
- Confirmación: Se evalúa su impacto y mejoras.

Teoría de la Gestión del Cambio:

En el corazón de esta teoría yace la comprensión de que el cambio es inevitable, especialmente en un mundo impulsado por la tecnología. Los modelos, como el de Lewin o el de Kotter, ofrecen marcos para guiar a individuos y organizaciones a través de la transición. La comunicación efectiva se presenta como un pilar fundamental, asegurando que todos los involucrados comprendan la necesidad y los beneficios del cambio. La participación activa de los interesados reduce la resistencia y fomenta la adopción. La gestión del cambio no se limita a la implementación de nuevas tecnologías, sino que abarca la transformación de la cultura y los procesos organizacionales.

La gestión del cambio es clave para minimizar la resistencia en una organización al adoptar una nueva tecnología. El Modelo de Kotter (1996) propone ocho pasos:

- Crear sentido de urgencia: Mostrar la escasez de direcciones IPv4 y las ventajas de IPv6.
- Formar una coalición: Involucrar a líderes tecnológicos en la implementación.
- Desarrollar una visión: Definir los beneficios de IPv6 para la organización.
- Comunicar la visión: Capacitar a los equipos de TI en la transición.
- Eliminar obstáculos: Actualizar hardware y software compatible con IPv6.
- Lograr éxitos a corto plazo: Implementar IPv6 en segmentos específicos de la red.
- Consolidar avances: Expandir la adopción en toda la organización.
- Anclar los cambios en la cultura: Establecer IPv6 como estándar en la entidad.

Teoría de la Seguridad en Redes:

En la era digital, la seguridad de la información se ha convertido en una prioridad ineludible. Esta teoría se enfoca en la protección de sistemas y datos contra amenazas cibernéticas. La criptografía, los firewalls y los sistemas de detección de intrusiones son herramientas esenciales en esta lucha constante contra los ciberdelincuentes. El análisis de riesgos permite identificar vulnerabilidades y priorizar las medidas de seguridad. La seguridad en redes no solo protege la información confidencial, sino que también garantiza la continuidad de las operaciones y la confianza de los usuarios.

La seguridad es un pilar fundamental en cualquier red. IPv6 introduce nuevos mecanismos de protección, pero también desafíos.

Modelo CIA (Confidencialidad, Integridad, Disponibilidad):

- IPv6 mejora la confidencialidad con IPsec incorporado.
- La integridad se refuerza con direcciones criptográficas.
- La disponibilidad es más alta, ya que IPv6 minimiza la fragmentación y permite QoS (Calidad de Servicio).

Defensa en profundidad: Se basa en múltiples capas de seguridad:

- Cifrado de extremo a extremo.
- Protección contra ataques de spoofing y man-in-the-middle.
- Filtrado de paquetes en firewalls para tráfico IPv6.

Teoría de la Planificación de Redes:

La planificación de redes es un proceso estratégico que garantiza que las infraestructuras de comunicación satisfagan las necesidades presentes y futuras. El análisis de requisitos es el punto de partida, identificando las demandas de los usuarios y las aplicaciones. El diseño de la arquitectura de red define la estructura y la topología de la infraestructura. La selección de tecnologías y equipos considera factores como el rendimiento, la escalabilidad y el costo. La planificación de la capacidad y el rendimiento asegura que la red pueda manejar el tráfico de datos esperado.

La planificación garantiza que una red IPv6 sea eficiente y segura.

Modelo PPDIOO de Cisco:

- Preparación: Evaluación de equipos y compatibilidad con IPv6.
- Planificación: Diseño del direccionamiento y estrategias de transición.
- Diseño: Configuración de VLANs, firewalls y enrutamiento.

- Implementación: Pruebas controladas antes de la activación global.
- Operación: Monitoreo y ajustes en el tráfico IPv6.
- Optimización: Ajuste continuo para mejorar el rendimiento.

La Teoría del Riesgo en Ciberseguridad:

Se centra en la identificación, evaluación y mitigación de riesgos asociados con la protección de los sistemas y redes. Este enfoque busca establecer un proceso sistemático para identificar las amenazas más probables y de mayor impacto para un sistema, evaluando el nivel de riesgo que representan. A partir de esa evaluación, se priorizan las acciones necesarias para mitigar o reducir esos riesgos a niveles aceptables. La teoría establece que, dado que no es posible eliminar completamente todos los riesgos, es fundamental gestionarlos de manera eficiente para minimizar las consecuencias de posibles fallos o ataques.

En el caso de una red hospitalaria, aplicar esta teoría proporciona un marco estructurado para evaluar las amenazas cibernéticas y determinar las medidas más efectivas para proteger los datos y la infraestructura crítica del hospital. A través de la gestión del riesgo, la investigación puede identificar las áreas más vulnerables de la red de telemática y desarrollar estrategias que maximicen la protección sin comprometer la operatividad del sistema. Esto contribuye a la seguridad general de la institución, garantizando que tanto los datos médicos como los sistemas hospitalarios se mantengan seguros frente a potenciales ataques o fallos técnicos.

Metodologías de Implementación Tecnológica:

Las metodologías de implementación tecnológica proporcionan un marco estructurado para la introducción de nuevas herramientas y sistemas. Agile, Waterfall y DevOps son ejemplos de enfoques que guían el proceso. Agile se caracteriza por su flexibilidad e iteración, adaptándose a los cambios durante el desarrollo. Waterfall sigue un enfoque secuencial y lineal, con fases claramente

definidas. DevOps integra el desarrollo y las operaciones, fomentando la colaboración y la entrega continua. La elección de la metodología depende de la naturaleza del proyecto, los requisitos del cliente y la cultura de la organización.

TOGAF: Define la arquitectura de la infraestructura IPv6 en la organización.

ITIL: Permite gestionar el cambio de IPv4 a IPv6 con control y documentación de procesos.

Enfoques sobre Gobernanza de Internet y Regulaciones:

La gobernanza de internet se refiere al conjunto de normas, políticas y procesos que dan forma al desarrollo y uso de la red. La privacidad, la seguridad, la libertad de expresión y la neutralidad de la red son temas centrales en este debate. La elaboración de leyes y regulaciones busca equilibrar la innovación y la protección de los derechos de los usuarios. La participación de múltiples partes interesadas, incluidos gobiernos, empresas, organizaciones de la sociedad civil y usuarios, es fundamental para una gobernanza inclusiva y efectiva.

- IETF: Define estándares como RFC 8200 para IPv6.
- ICANN: Administra el espacio de direcciones IP a nivel global.
- LACNIC: Regula la distribución de direcciones IPv6 en América Latina.

5.3 Marco Conceptual

Cisco Packet Tracer: es un software de simulación de redes que permite crear y configurar redes virtuales. Es una herramienta de aprendizaje para estudiantes y profesionales de TI.

DHCPv6: (Protocolo Dinámico de Configuración de nodos) Protocolo de configuración con estado (“stateful”) que proporciona direcciones IP, direcciones de los servidores DNS y otros parámetros de configuración.

DNS: (Sistema de nombres de dominio, Domain Name System) Sistema jerárquico de almacenamiento y el protocolo asociado para almacenar y recuperar información que permite vincular nombres y direcciones IP.

Doble-Pila: (dual-stack) Mecanismo de coexistencia IPv4/IPv6, mediante el cual un nodo incorpora tanto la pila IPv4 como la pila IPv6.

Dirección: Identificador único asignado a nivel de la capa de red a una interfaz o conjunto de ellas, que puede ser empleado como campo de origen o destino en datagramas IPv6.

Dirección IP: La dirección IP es el medio de comunicación entre dispositivos, al realizar cualquier actividad en Internet, ya sea navegar, usar correo electrónico, descargar archivos o usar protocolos de Internet, cada computadora de la red debe estar configurada con una dirección IP. “Las direcciones IP (IP es un acrónimo para Internet Protocol) son un número único e irrepetible con el cual se identifica una computadora conectada a una red que corre el protocolo IP”. (uServers Comunicaciones, 2021).

IPv4: es uno de los principales protocolos de Internet, desde su descubrimiento, se ha convertido en un protocolo que utilizan los dispositivos para comunicarse, por lo que existen 4.294.967.296 direcciones, lo que equivale a 2^{32} , pero para prolongar la vida de este protocolo se implementó el NAT, para pasar de direcciones privadas a públicas, permite que las direcciones privadas de la LAN se utilicen en empresas o redes SOHO. El acceso a Internet a través de direcciones públicas se reduce debido al uso del protocolo IPv4, pero esta función se verá agotada en los próximos meses o años dado que las direcciones del protocolo IPv4 se están acabando.

IPv6: fue creado debido al agotamiento de las direcciones IP del protocolo IPv4 y este protocolo es el sustituto del protocolo versión 4, al igual que la anterior se encarga de establecer comunicación entre dispositivos y brindar una comunicación entre ellos, como diferencia este protocolo tiene 340 sextillones de direcciones, esto implica que las direcciones sean más largas y complejas que las de su protocolo anterior. El protocolo IPv4 manejaba una estructura de direcciones con estilo 192.168.1.1 mientras que las direcciones IPv6 tiene la siguiente estructura 2001:0db8:3c4d:0015:0000:d234::3:1.

ISP: (Internet Service Provider) Un Proveedor de Servicios de Internet asigna principalmente espacio de direcciones IP a los usuarios finales de los servicios de red que éste provee. Sus clientes pueden ser otros ISPs. Los ISPs no tienen restricciones geográficas como lo tienen los NIRs.

Seguridad del Protocolo de Internet: (Internet Protocol Security) Conjunto de estándares que proporciona comunicaciones privadas y autenticadas a nivel

de red, por medio de servicios criptográficos. Soporta autenticación a nivel de entidades de red, autenticación del origen de datos, integridad y cifrado de datos y protección anti-repeticiones.

Subred: Uno o más enlaces que utilizan el mismo prefijo de 64 bits.

5.4 Marco Legal

Ley 1581 de 2012 (Ley de Protección de Datos Personales):

Esta ley establece las normas generales para la protección de los datos personales en Colombia, incluyendo la recolección, almacenamiento, uso y tratamiento de información sensible, como los datos de salud. De esta manera, provee el marco para garantizar la confidencialidad y protección de los datos médicos de los pacientes. Evaluar la red telemática del hospital implica verificar que las medidas de seguridad implementadas aseguren el cumplimiento de esta ley, evitando el acceso no autorizado y protegiendo la privacidad de los usuarios del sistema.

Resolución 180 de 2010 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

De la cual hace parte Colombia, reconoce que la adopción temprana del IPv6 es la mejor forma de evitar las consecuencias del agotamiento de las direcciones IPv4, incluidos los altos costos. Además de ello, resalta el importante rol que los gobiernos desempeñan como catalizadores de la transición hacia IPv6. Por lo tanto, hace un llamado al fomento y despliegue de dicho protocolo en las administraciones públicas.

Resolución 2710 de 2017, "Por la cual se establecen lineamientos para la adopción del protocolo IPv6" en el país.

Esta resolución establece los lineamientos para la adopción del protocolo IPv6 en Colombia.

Su objetivo principal es asegurar que las entidades estatales y los proveedores de servicios de internet realicen la transición de manera efectiva. La resolución detalla la necesidad de que la transición soporte servicios de Internet en IPv6 nativo en coexistencia con IPv4, para mantener la operatividad de las infraestructuras de TI.

Con esta resolución se busca básicamente que las entidades del Estado adopten el IPv6 en sus infraestructuras tecnológicas, lo cual permite que más dispositivos puedan ser conectados a Internet, abonando el camino para la implementación de redes de nueva generación.

Entre los aspectos más importantes a resaltar de la resolución, está que las entidades del Estado de orden nacional, por tarde, el 31 de diciembre del 2019 deben implementar la tecnología IPv6, en coexistencia con el IPv4. Para entes territoriales, el plazo máximo es el 31 de diciembre del 2020.

Decreto 1078 de 2015

Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, que requieran adoptar el protocolo IPv6, en función de lo dispuesto en el Marco de Referencia de Arquitectura Empresarial y la Subdirección de Estándares y Arquitectura de TI de la Dirección de Gobierno Digital

Norma ISO/IEC 27001: Seguridad de la información

Es un estándar internacional que establece un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI). Su objetivo principal es garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información dentro de una organización.

Esta norma fue desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) para ayudar a empresas y entidades a gestionar los riesgos de seguridad en sus sistemas de información.

Ley 1341 de 2009 (Colombia) - Ley de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

La Ley 1341 de 2009 establece el marco regulatorio para el desarrollo y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en Colombia. Su principal objetivo es modernizar, fomentar y regular el sector de las telecomunicaciones, garantizando el acceso equitativo y la masificación de los servicios TIC en el país.

Resolución CRC 2712 de 2009

La Resolución CRC 2712 de 2009, emitida por la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), establece lineamientos para la transición y adopción de IPv6 en Colombia. Su objetivo principal es fomentar la modernización de redes y garantizar la interoperabilidad en los servicios de telecomunicaciones, asegurando que los operadores y proveedores de servicios de Internet (ISP) soporten IPv6.

Resolución 1126 de 2021 del MinTIC

Esta resolución modifica la Resolución 2710 de 2017, actualizando las guías de transición de IPv4 a IPv6. Incorpora términos técnicos asociados a las nuevas tendencias y avances tecnológicos, como el Internet de las Cosas (IoT), ciudades inteligentes y blockchain. Este documento es importante ya que actualiza la primera resolución, y la adapta a los nuevos avances tecnológicos.

6. Cronograma de actividades

Tabla 1. Cronograma de actividades

Objetivos	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	Semana				Semana				Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Realizar un diagnóstico de la infraestructura de red actual del hospital, identificando los dispositivos, servicios y aplicaciones que operan bajo IPv4 y su compatibilidad con IPv6.																
Diseñar el plan de transición para guiar de manera efectiva las fases de implementación y asegurar una transición exitosa a IPv6 en el hospital.																
Validar el plan de transición con el personal de TI encargado en el Hospital Local de Aguachica.																

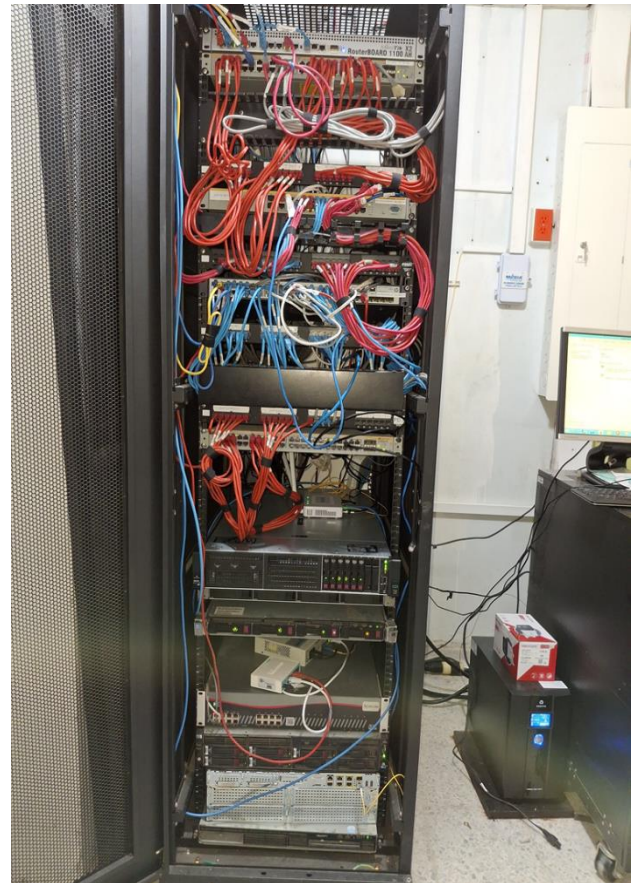
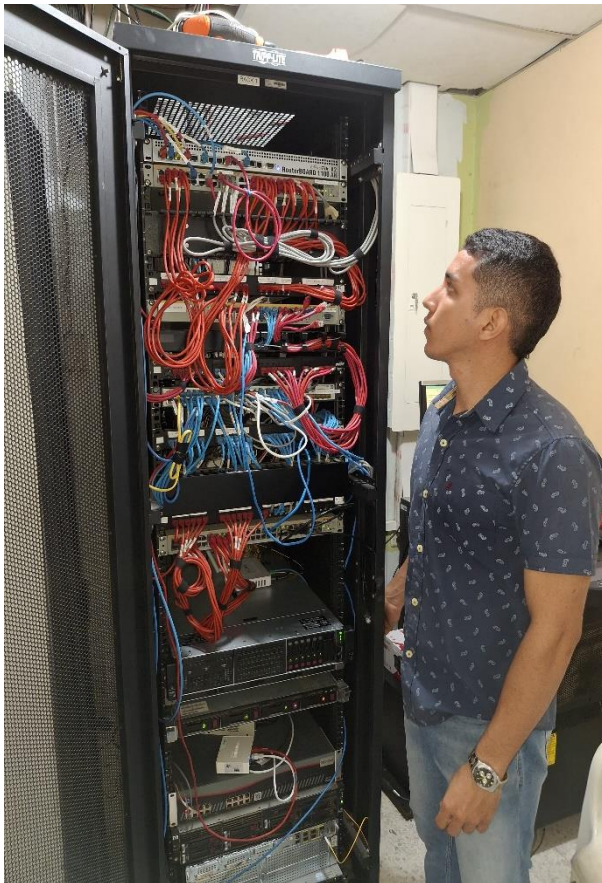
Fuente: elaboración propia.

7. Resultados

7.1 Objetivo 1: Realizar un diagnóstico de la infraestructura de la red actual del hospital, identificando los dispositivos, servicios y aplicaciones que operan bajo IPv4 y su compatibilidad con IPv6

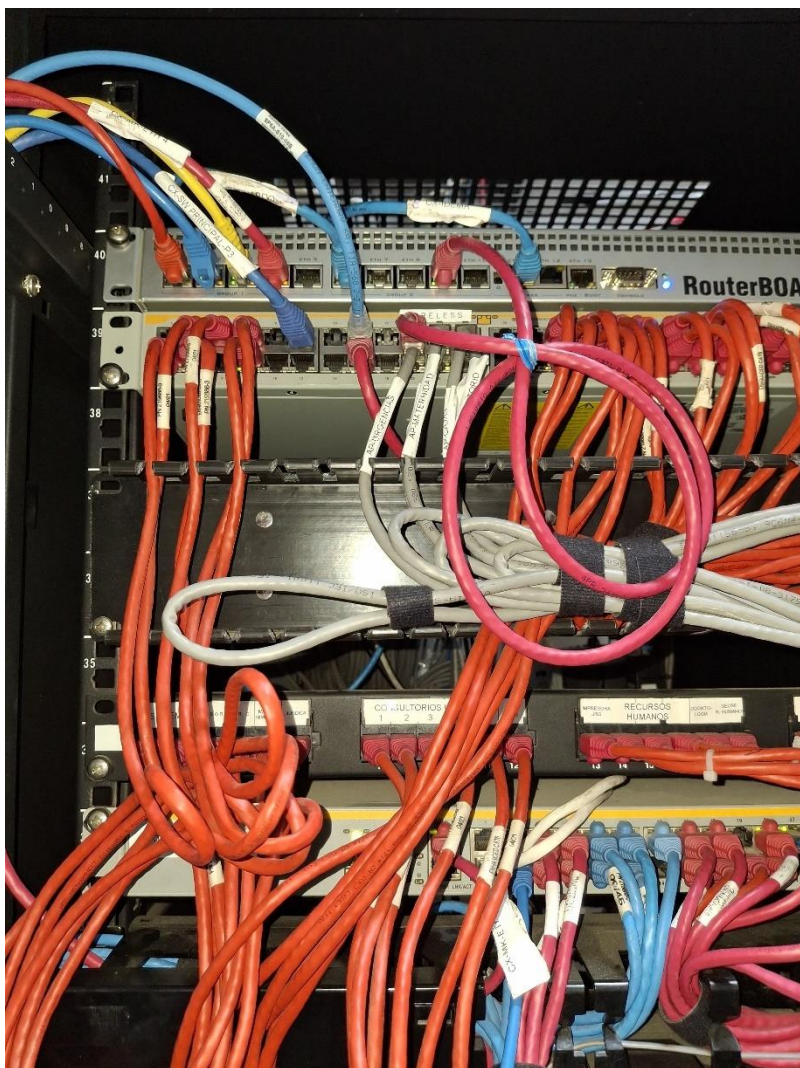
Para dar cumplimiento al objetivo mencionado, era necesario identificar y diagnosticar el estado actual de la red telemática del hospital. Durante el procedimiento se evaluó los diferentes equipos con lo que cuenta la entidad para desarrollar sus actividades, tales como switches, computadores de mesas, servidores, etc.

Figura 4. Rack del Hospital Local de Aguachica



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Routerboard principal del Hospital y revisión del estado actual.



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 y 3 presentan el inventario realizado al Hospital, el cual era necesario realizar para diagnosticar el estado actual de la red y definir nuevos requerimientos, equipos de interconexión y de cómputo.

Tabla 2. Identificación Switches del Hospital

Equipo	Marca	Modelo	Sistema Operativo	Puertos Ethernet	Rol	Version IP
Switch	Microtik	x2 routerboard 1100 ah	RouterOS	13 puertos Gigabit Ethernet 1 Puerto POE 1 Puerto Consola	Switch Principal	IPv4 IPv6
Switch	Allied Telesis	8000s	AlliedWare Plus	24 Puertos FastEthernet 2 Puertos de espera GigabitEthernet	Telefonia	IPv4 IPv6
Switch	Allied Telesis	8000gs	AlliedWare Plus	24 Puertos GigabitEthernet 4 Puertos de espera GigabitEthernet	Adminstracion	IPv4 IPv6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Identificación Equipos de Cómputo del Hospital.

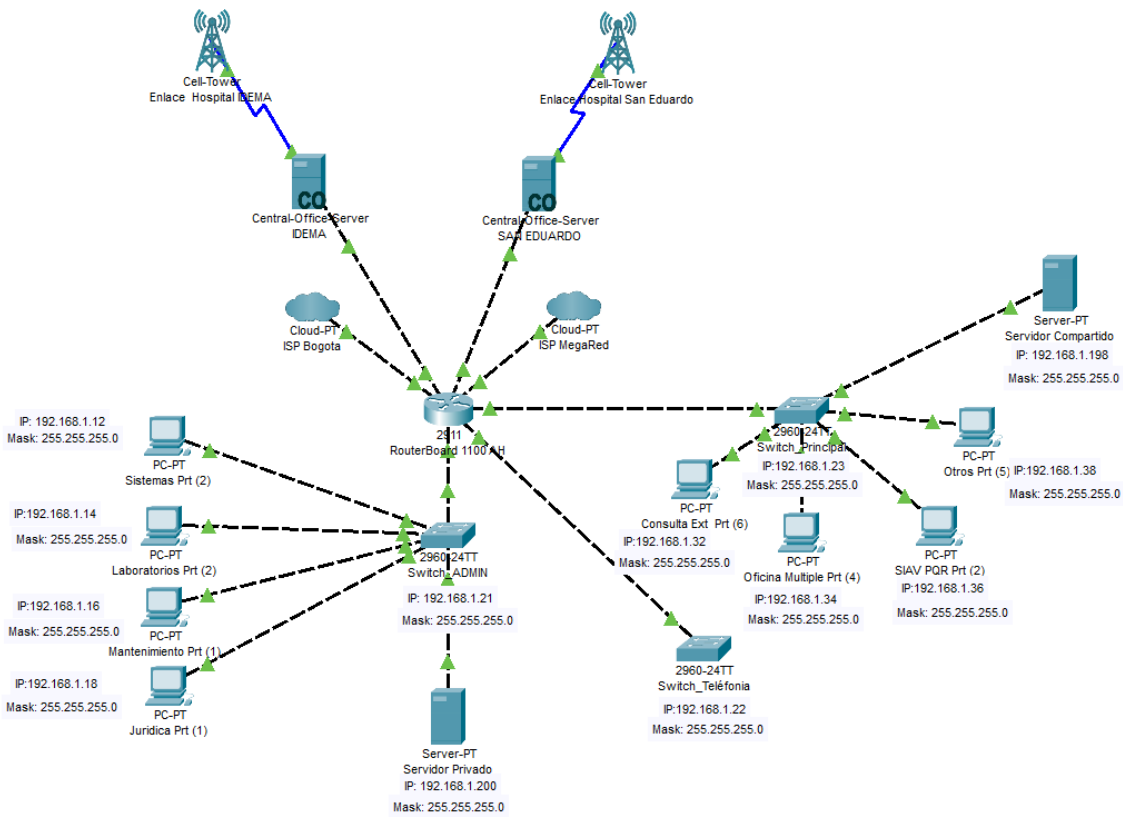
Equipo	Memoria	Procesador	Discos	Sistema Operativo	Versión	Rol	Versión IP
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 7	7	star enfer 2	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 7	7	star enfermeras 3	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-8130U CPU @220GHz	222	win10	10	star enfermeras 1	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 7	7	consultorio 1 urgencias	IPv4 / IPv6
Computador	16 ram	AMD Ryzen 5 5500U with radeon graphics 2.10GHz	512	win 11	11	consultorio 2 urgencias	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 7	7	triage	IPv4 / IPv6

Compu tador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 7	7	caja urgencia	IPv4 / IPv6
Compu tador	16 ram	AMD Ryzen 5 5500U with radeon graphics 2.10GHz	512	win 11	11	admisión urgencia	IPv4 / IPv6
Compu tador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	465	win 7	7	maternidad medico	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	intel(R) core(TM) I5-4460t cpu @190 HGz	256	win 7	7	auxiliar maternidad	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	465	win 7	7	farmacia	IPv4 / IPv6
Compu tador	4 ram	intel(R) core(TM) I3-8130U CPU @220GHz	232	win 11	11	hospitalizacio n 2do piso	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	intel(R) core(TM) I5-1135g7 cpu @240 HGz	222	win 11	11	almaceb	IPv4 / IPv6
Compu tador	4 ram	intel(R) core(TM) I5-4460t cpu @190HGz	222	win 10	10	data 1	IPv4 / IPv6
Compu tador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	455	win 7	7	data 2	IPv4 / IPv6
Compu tador	12 ram	intel(R) core(TM) I5-4460t cpu @190 HGz	222	sin 10	10	data 3	IPv4 / IPv6
Compu tador	16 ram	AMD Ryzen 5 5500U with radeon graphics 2.10GHz	512	win 11	11	data 4	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 10	10	data 6	IPv4 / IPv6
Compu tador	4 ram	intel(R) core(TM) I5-3470s cpu @2.90 HGz	465	win 10	10	data 5	IPv4 / IPv6
Compu tador	4 ram	intel(R) celeron(R) cpu j30600 @1.60Gz	1tb	win 10	10	ssgt	IPv4 / IPv6
Compu tador	5 ram	intel(R) celeron(R) cpu j30600 @1.60Gz	422	win 8	8	auditoria ssgt	IPv4 / IPv6
Compu tador	6 ram	intel(R) celeron(R) cpu j30600 @1.60Gz	422	win 10	10	appoyo a ssgt	IPv4 / IPv6
Compu tador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	1tb	win 10	10	salud publica	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	AMD Ryzen 5 3500U with radeon vega mobile Gfx 2.10GHz	237	win 11	11	presupuesto	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	11th gen inte(R) core(TM) i5-1135G7 @2.40HGz	464	win 11	11	tesoreria	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	intel(R) core(TM) I5-4460t cpu @190 HGz	465	win10	10	jurídica 1	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	11th gen inte(R) core(TM) i5-1135G7 @2.40HGz	464	win 11	11	CONTADOR	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	intel(R) core(TM) I3-8250U CPU @1.60GHz	222	win 10	10	juridica 3	IPv4 / IPv6
Compu tador	8 ram	intel(R) core(TM) I5-10400 cpu @2.90 HGz	222	win 10	10	citas 6	IPv4 / IPv6

Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 10	10	cita	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 10	10	citas 1	IPv4 / IPv6
Computador	4 ran	intel(R) core(TM) I5-10210u cpu @1.60HGz	237	win 10	10	portatil citas	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 10	10	denanda inducida 7	IPv4 / IPv6
Computador	4 ran	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 10	10	xitas 4	IPv4 / IPv6
Computador	8 ram	intel(R) pentium(R) cpu j2900 @241 HGz	1tb	win 8	8	citas 5	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) I5-4460t cpu @190 HGz	465	win 10	10	citas 9	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	1 tb	win 7	7	citas 10	IPv4 / IPv6
Computador	8 ram	intel(R) celeron(R) cpu j30600 @1.60Gz	222	win 10	10	demanda inducida 12	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) pentium(R) cpu j2900 @241 HGz	222	win 7	7	citas 13	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 7	7	consultorio 4	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 7	7	odontología	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	AMD semprom(tm) 130 procesador @260GHz	222	win 10	10	muestras laboratorio	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) i3-3220 CPU @3.30 GHz	222	win 7	7	coordinacion lab clinico	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) I5-4570t cpu @3.20 HGz	465	win 7	7	diagnósticos laboratorio	IPv4 / IPv6
Computador	8 ram	intel(R) core(TM) I5-4460t cpu @190 HGz	1tb	win 10	10	sistemas apoyo	IPv4 / IPv6
Computador	4 ram	intel(R) core(TM) I3-8130U CPU @220GHz	1 tb	win 11	11	sistemas mantenimient o	IPv4 / IPv6
Computador	8 ram	intel(R) core(TM) I5-8250U CPU @1.80GHz	237	win 10	10	jefe sistemas	IPv4 / IPv6
Computador	8 ram	intel(R) core(TM) I5-10400U CPU @2.90GHz	222	win 10	10	auxiliar pms	IPv4 / IPv6

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Estructura de la Red Telemática del Hospital Local de Aguachica S.A.S



Fuente: Elaboración Propia.

Es importante resaltar, que se ha simplificado la cantidad de dispositivos finales de las distintas áreas operativas y administrativas del hospital, usando una PC como ejemplo. Así mismo, se diagnosticó que la red actual funciona en el mismo rango de red y no hay existencia de VLAN.

7.2 Objetivo 2: Diseñar el plan de transición para guiar de manera efectiva las fases de implementación y asegurar una transición exitosa a IPv6 en el hospital.

El diseño del plan de transición a IPv6 en el hospital se realizó siguiendo las orientaciones establecidas en la Resolución 2710 de 2017 y su actualización mediante la Resolución 1126 de 2021, expedidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). Estas normativas proporcionan los lineamientos técnicos y estratégicos para la adopción del Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) en las entidades públicas, asegurando una planificación estructurada, eficiente y alineada con las políticas nacionales de modernización tecnológica.

De acuerdo a los elementos establecidos en la planificación de la investigación, la validación de la propuesta se realizó mediante la técnica de validación por expertos, la misma que permite recopilar la apreciación de profesionales con experiencia en áreas afines a la temática, respecto a la estructura, contenidos, aspectos técnicos, entre otros, del plan de transición desarrollado. A continuación, se documenta el proceso de creación de la red telemática del hospital para que pueda coexistir IPv4 e IPv6 con el método dual-stack en un entorno controlado.

Plan de direccionamiento IPv6

Para llevar a cabo la elaboración del plan de transición de IPv4 a IPv6 es necesario tener claro el direccionamiento que tendrá la red. se ha seleccionado la siguiente dirección IP versión 6 como caso de estudio: **2001:acad:db8:0000:0000:0000:0000**, con una máscara de red de /48. En su notación simplificada, esta dirección se presenta como **2001:acad:db8::/48**, cabe señalar que dirección IPv6 presentada corresponde a una IP de documentación presentada por la LACNIC, y al momento de su implementación se cambiarían los tres primeros hexetets, los mismos como se presentó en la estructura IPv6 en el capítulo 1, cuadro 1 son asignados por el proveedor.

Para llevar a cabo el subnetting con los bits restantes en la dirección IPv6 2001:acad:db8:0000:0000:0000:0000:0000, se procedió a determinar la cantidad de las VLAN. Para ello, la LACNIC propone que al diseñar un plan de direccionamiento esta sea ordenada y siguiendo mejores prácticas, proponiendo un /64.

- 2001:acad:db8:0001:: /64
- 2001:acad:db8:0002::/64
- 2001:acad:db8:0003::/64
- 2001:acad:db8:0004::/64

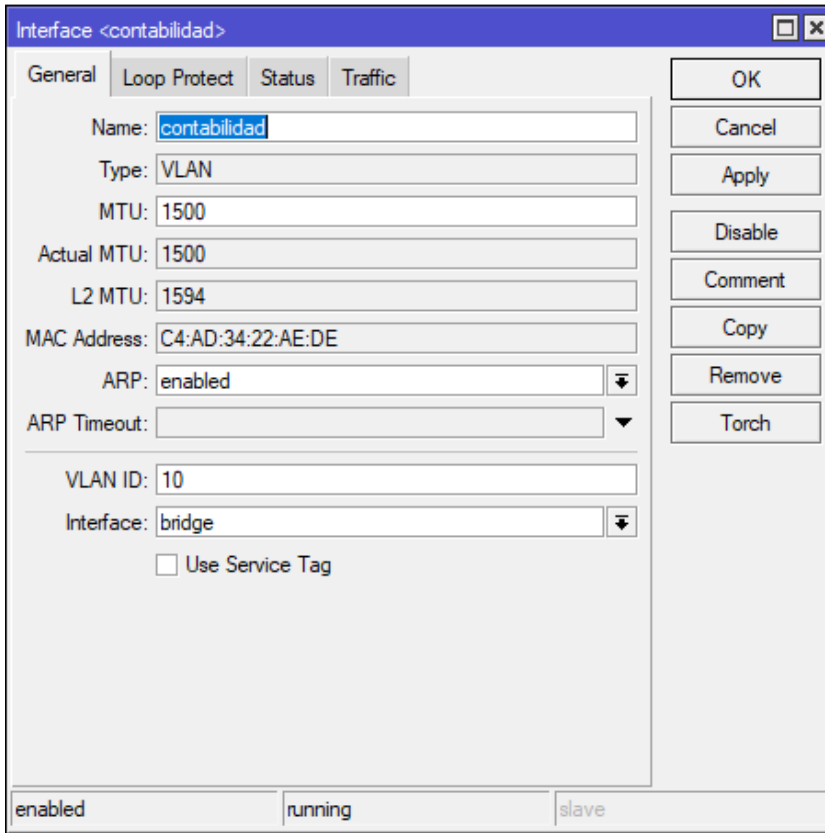
La tabla 4 presenta la propuesta de direccionamiento IPv6 para cada una de las VLAN.

Tabla 4. Direccionamiento red LAN IPv6.

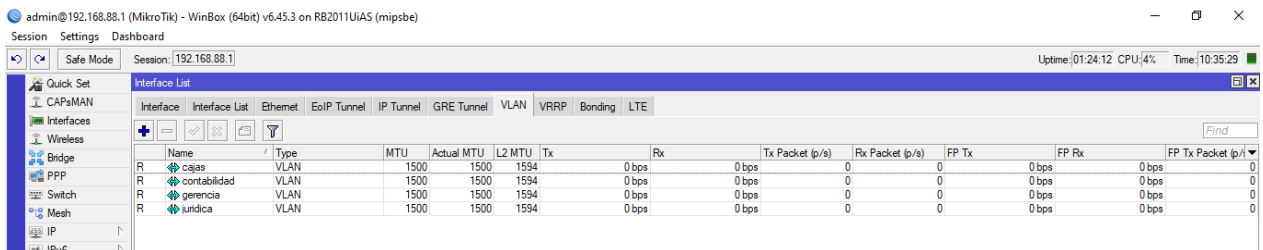
VLAN	idVLAN	Red ipv6	Gateway
Contabilidad	10	2001:acad:db8:0001:: /64	2001:acad:db8:0001::1/64
Gerencia	20	2001:acad:db8:0002:: /64	2001:acad:db8:0002::1/64
Jurídica	30	2001:acad:db8:0003:: /64	2001:acad:db8:0003::1/64
Cajas	40	2001:acad:db8:0004:: /64	2001:acad:db8:0004::1/64

Fuente: Elaboración propia.

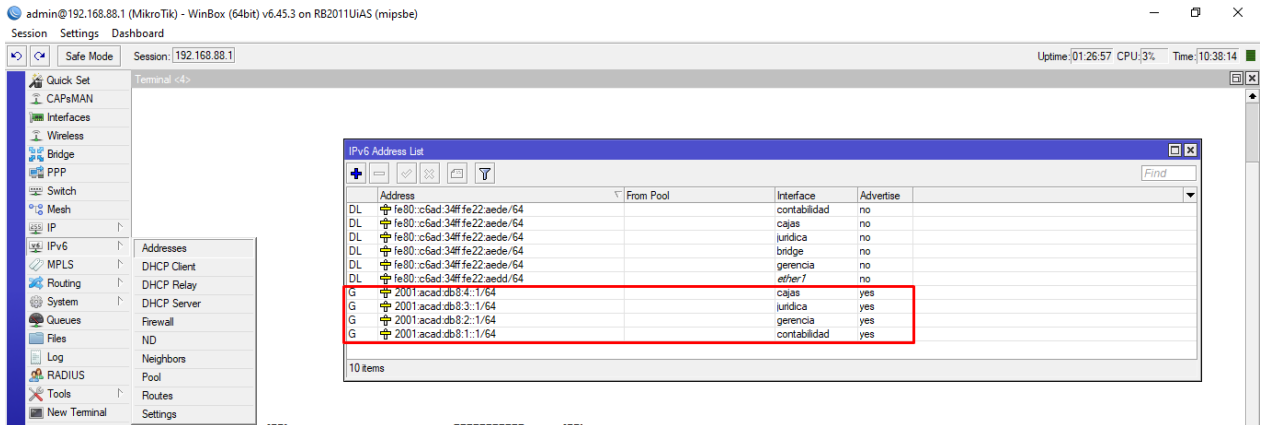
Para la manipulación de la routerboard Mikrotik, se hizo mediante su aplicación “Winbox” para de manera grafica poder visualizar los cambios realizados durante el procedimiento. Empezamos con la por la creación de las diferentes VLAN, donde ingresaremos nombre, ID y la interfaz.



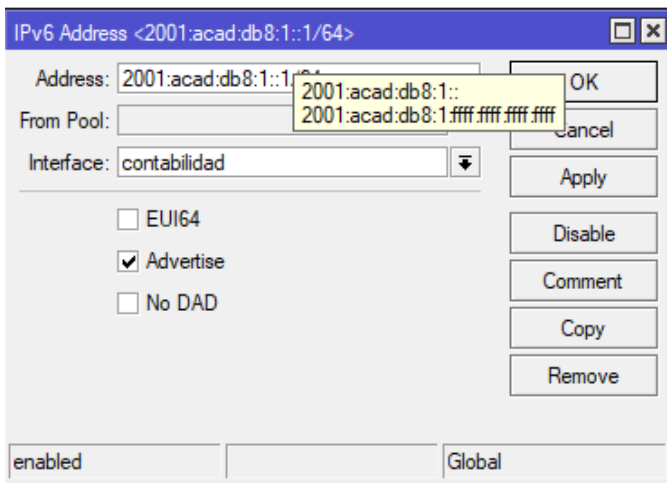
Una vez creadas las VLAN, así se muestran en el apartado Interfaces -> VLAN



En el apartado de IPv6, clic en Adresses, luego en el signo más (+) que se muestra en la figura para poder crear la dirección IPv6.

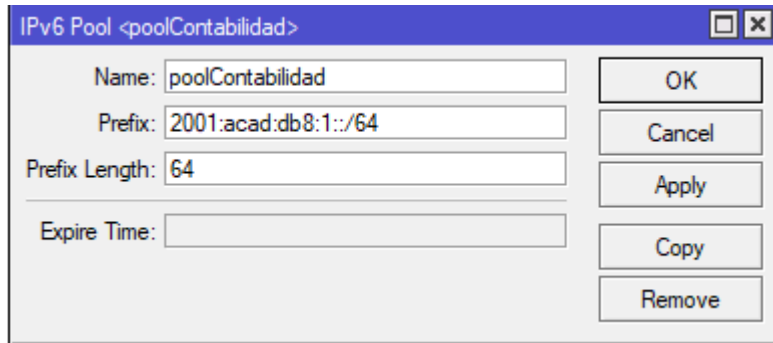
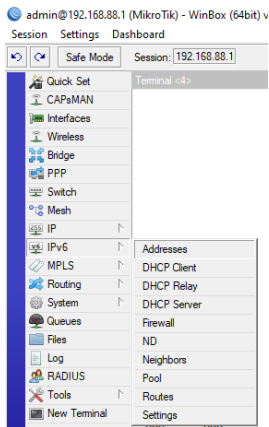


Aquí anotaremos las características que tendrá nuestra dirección IP y a la interfaz que se asignará.

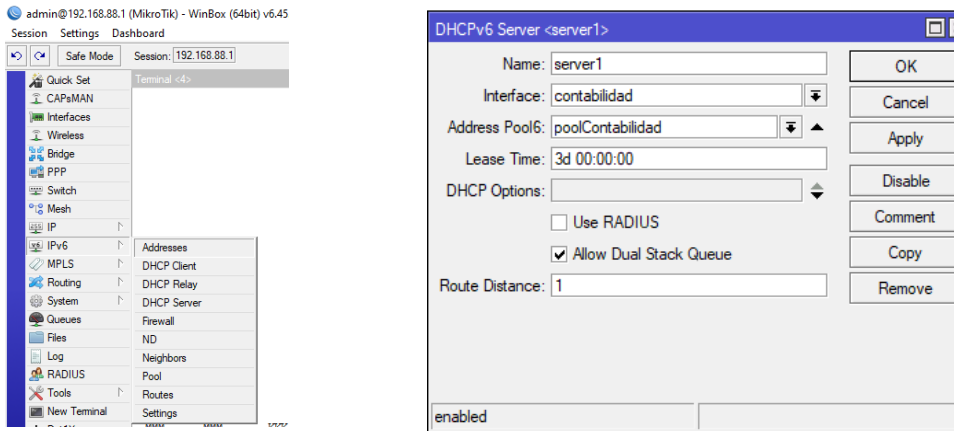


Ahora crearemos el pool de direcciones, es decir, el espacio de direcciones que queremos que esta red tenga en un rango especifico, cada VLAN debe tener uno.

En el apartado IPv6, clic en Pool. Para tener control de lo que estamos haciendo es necesario tener un orden al asignar tanto: direcciones, servidor DHCP y pool de direcciones.



Por último, resta crear el servidor DHCP que asignaremos a cada VLAN para que reparta direcciones de forma automática. Nuevamente en el apartado IPv6 -> DHCP Server. Pondremos los campos del nombre del servidor, la interfaz a la cual pertenecerá y por último asignaremos el pool de direcciones que este contendrá.



Al final debe verse en la tabla de interfaces, las VLAN creadas.

The image shows the 'Interface List' window in Mikrotik WinBox. The table displays the following data:

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP Tx	FP Rx	FP Tx Packet (p/s)
defconf										
bridge	Bridge	1500	1598	137.9 kbps	14.3 kbps	15	13	0 bps	8.7 kbps	0
cajas	VLAN	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
contabilidad	VLAN	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
gerencia	VLAN	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
juridica	VLAN	1500	1594	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether1	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether2	Ethernet	1500	1598	137.1 kbps	13.6 kbps	13	11	137.9 kbps	14.4 kbps	15
ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether4	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether5	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether6	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether7	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether8	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether9	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
ether10	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0
sfp1	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps	0

Para la configuración del switch, lo haremos por el navegador web de nuestra preferencia. Necesitamos la dirección IP con la cual se accede al switch. Ya dentro de la GUI (por sus siglas en inglés, (Interfaz Gráfica de Usuario), veremos la interfaz de inicio. Daremos clic en Network, seguido de VLAN. Resaltar que las VLAN que creamos aquí deben tener el mismo identificador de las que creamos anteriormente en la routerboard.

Como primer paso es asignar el ID de la VLAN y daremos en crear, luego seleccionamos la VLAN y la modificaremos para darle una descripción que nos permita relacionarla luego con la routerboard.

The screenshot shows the HP Web Management Platform interface for configuring VLANs on an HP 1920G Switch. The browser address bar shows the URL `169.254.148.252/wcn/frame/.x`. The interface includes a navigation menu on the left with options like Wizard, Stack, Summary, Device, Network, VLAN, VLAN Interface, Voice VLAN, MAC, MSTP, Link Aggregation, LACP, LLDP, ARP Management, ARP Anti-Attack, and IGMP Snooping. The main content area has tabs for Select VLAN, Create, Port Detail, Detail, Modify VLAN, Modify Port, and Remove. The 'Create' tab is active, showing a 'Create:' section with a 'VLAN IDs:' input field and a 'Create' button. Below this is a table listing existing VLANs:

ID	Description
1	VLAN 0001
10	contabilidad
20	gerencia
30	juridica
40	cajas

Below the table is a 'Modify VLAN description' section with a note: 'Modify the description of the selected VLAN:'. It includes an 'ID' dropdown menu and a 'Description' input field with a '(1-32 Chars.)' label, and an 'Apply' button.

Ahora debemos asignar los puertos del switch a las VLAN creadas.

Seleccionamos los puertos, luego el tipo de membresía debe ser untagged, para que permita el tráfico sin etiquetado. Luego a la VLAN que queremos que pertenezcan tales puertos y por último, en aplicar.

The screenshot shows the HP Web Management Platform interface for an HP 1920-24G-PoE+ (370W) Switch. The browser address bar shows the URL 169.254.148.252/wcn/frame/x. The interface includes a navigation menu on the left with options like Wizard, Stack, Summary, Device, and Network. The main content area is titled 'Network > VLAN' and shows the 'Modify Port' configuration page. The 'Select Ports' section displays a grid of ports (1-24) with port 13 selected. The 'Select membership type' section has 'Untagged' selected. The 'Enter VLAN IDs to which the port is to be assigned' section has '10' entered in the input field. The 'Selected ports' section shows 'Untagged Membership' for 'GE1/0/13'. The 'Apply' and 'Cancel' buttons are visible at the bottom right.

Luego de crear las VLAN y asignar los puertos a cada una de ellas, debe verse así:

ID	Description	Untagged Membership	Tagged Membership
1	VLAN 0001	GE1/0/2-GE1/0/6, GE1/0/15-GE1/0/16, GE1/0/18, GE1/0/20, GE1/0/22, GE1/0/24-GE1/0/28	GE1/0/1
10	contabilidad	GE1/0/7-GE1/0/8, GE1/0/17	GE1/0/1
20	gerencia	GE1/0/9-GE1/0/10, GE1/0/19	GE1/0/1
30	juridica	GE1/0/11-GE1/0/12, GE1/0/21	GE1/0/1
40	cajas	GE1/0/13-GE1/0/14, GE1/0/23	GE1/0/1

Algo a tener en cuenta en la configuración de los switches, es que todos los puertos por defecto están asignados a las VLAN 1.

Untagged Membership: GE1/0/2-GE1/0/6, GE1/0/15-GE1/0/16, GE1/0/18, GE1/0/20, GE1/0/22, GE1/0/24-GE1/0/28

Tagged Membership: GE1/0/1

Configuración de la VLAN Gerencia

Web Management Platform

Select VLAN | Create | Port Detail | **Detail** | Modify VLAN | Modify Port | Remove

Please select a VLAN to display:
20 - gerencia

HP 1920-24G-PoE...

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	26	27	28
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24				

Untagged Tagged Not A Member

Untagged Membership	Tagged Membership
GE1/0/9-GE1/0/10, GE1/0/19	GE1/0/1

Configuración de la VLAN Cajas

Web Management Platform

Select VLAN | Create | Port Detail | **Detail** | Modify VLAN | Modify Port | Remove

Please select a VLAN to display:
40 - cajas

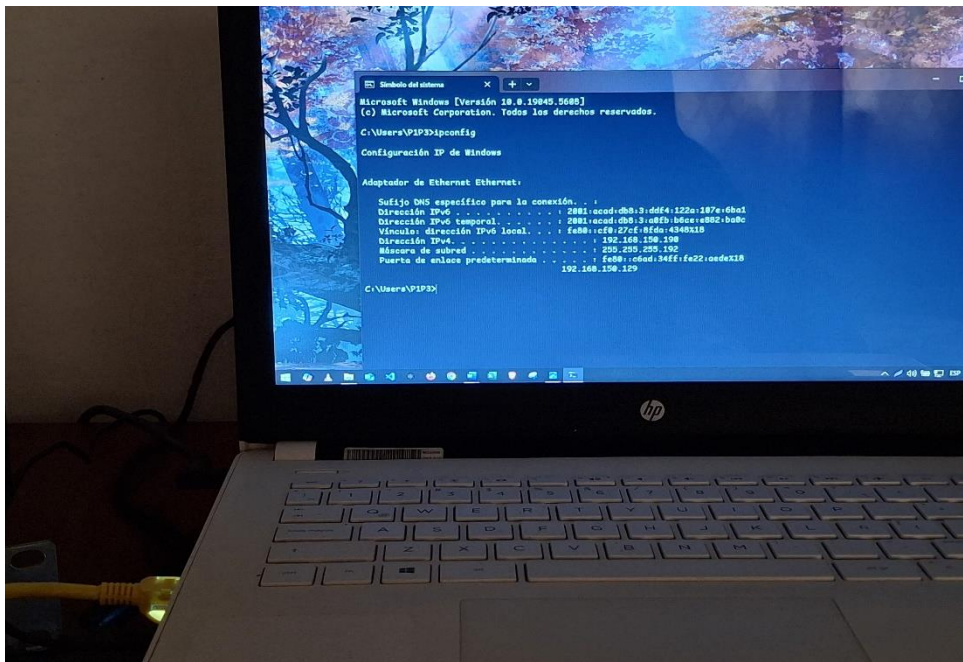
HP 1920-24G-PoE...

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	26	27	28
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24				

Untagged Tagged Not A Member

Untagged Membership	Tagged Membership
GE1/0/13-GE1/0/14, GE1/0/23	GE1/0/1

Figura 7. Prueba técnica funcionamiento de la red.



Fuente: Elaboración propia.

Cuando ya todo está configurado de la manera correcta, podemos acceder a las conexiones de red de Windows. Abrimos el CMD y escribimos el comando “ipconfig”. Visualizamos que tenemos una dirección IPv6 e IPv4, que mirando la tabla de VLAN en la routerboard, indica que pertenece a la VLAN “Cajas”.

Figura 8. Verificación entrega direcciones por DHCP IPv6.

G	+	2001:acad:db8:4::1/64	cajas
G	+	2001:acad:db8:3::1/64	juridica
G	+	2001:acad:db8:2::1/64	gerencia
G	+	2001:acad:db8:1::1/64	contabilidad

```

Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.5608]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\P1P3>ipconfig

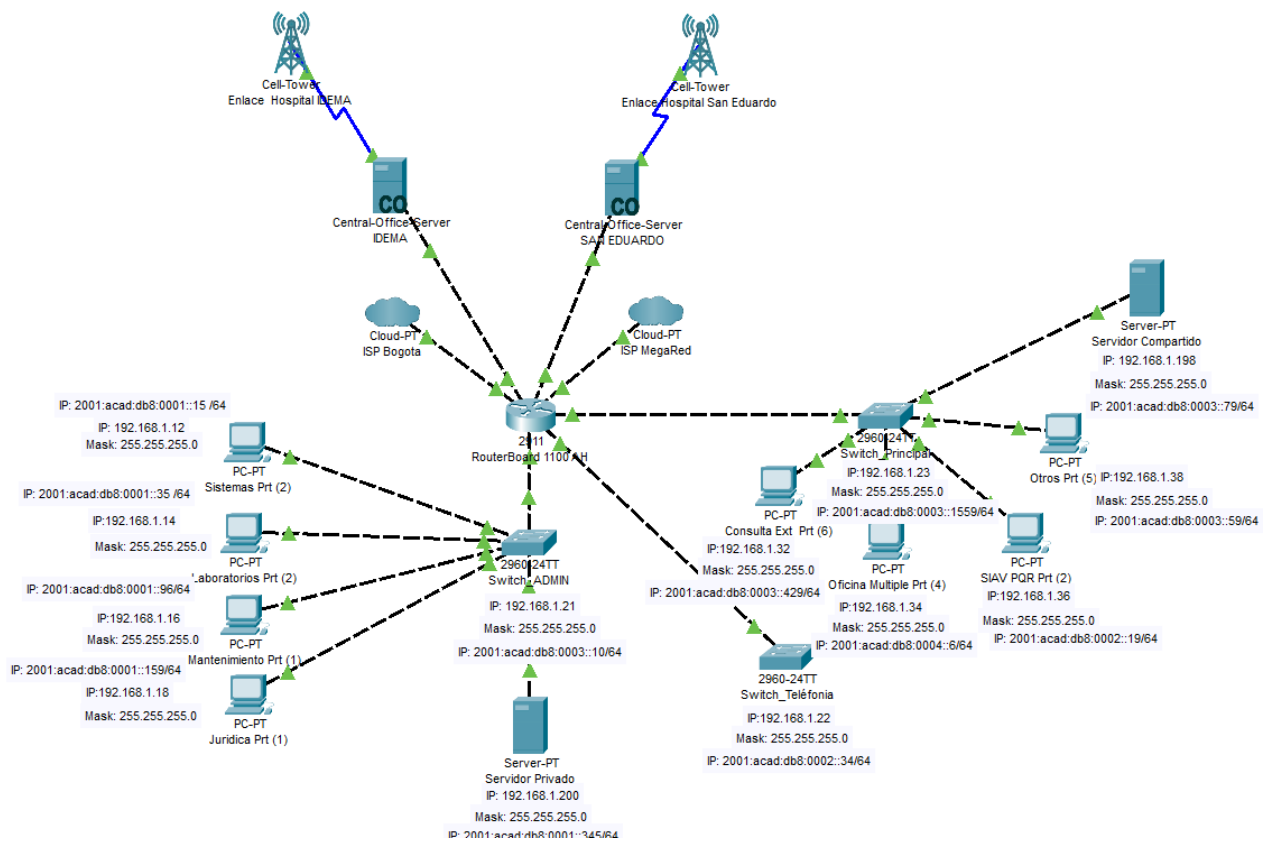
Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Ethernet:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
    Dirección IPv6 . . . . . : 2001:acad:db8:4:5bbd:8b86:9fbd:701
    Dirección IPv6 temporal. . . . . : 2001:acad:db8:4:11d:f781:e581:3025
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::cf0:27cf:8fda:4348%18
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.150.254
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.192
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : fe80::c6ad:34ff:fe22:aede%18
                                                192.168.150.193
  
```

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9. Estructura de la Red Telemática del Hospital Local de Aguachica S.A.S con direccionamiento IPv6



Fuente: Elaboración Propia.

7.3 Objetivo 3: Validar el plan de transición con el personal de TI encargado en el Hospital Local de Aguachica.

Figura 10. Validación del Plan de transición con la Directora del Departamento de Sistemas del Hospital Local de Aguachica S.A.S



Fuente: Elaboración Propia.

Como parte del cumplimiento del tercer objetivo, se llevó a cabo la socialización de los avances y resultados obtenidos en las fases anteriores con la ingeniera responsable del Departamento de Tecnología de la Información (TI) y el personal involucrado. Durante esta sesión, se presentó de manera detallada el proceso de configuración de la red LAN con protocolo IPv6, destacando las pruebas realizadas para garantizar la conectividad, el enrutamiento y la segmentación de la red mediante VLAN en los dispositivos MikroTik modelo 1100 AH, el router BOA MikroTik RB2011UiAS-RM y el switch HP 1920X 24G PoE.

En la socialización, se explicaron las configuraciones aplicadas para la asignación de prefijos IPv6, las pruebas de conectividad con equipos terminales, y la correcta implementación de las VLAN para segmentar el tráfico de manera eficiente. Además, se abordaron las políticas de seguridad aplicadas, como la configuración de listas de control de acceso (ACL) para limitar el tráfico no autorizado y la implementación de firewalls para proteger la infraestructura.

El personal de TI realizó una validación exhaustiva de los procedimientos aplicados, confirmando que la configuración cumple con los estándares de interoperabilidad y seguridad requeridos para una transición exitosa hacia IPv6. Asimismo, se identificaron oportunidades de mejora, como la optimización de las rutas estáticas y la configuración de mecanismos adicionales de redundancia para aumentar la disponibilidad del servicio.

Como resultado de esta socialización, se alcanzó un consenso sobre las acciones futuras, incluyendo la implementación gradual de IPv6 en otros segmentos de la red, la capacitación continua del personal técnico y el establecimiento de un monitoreo proactivo para detectar y resolver posibles incidencias.

Conclusiones

La implementación de una red LAN basada en el protocolo IPv6 demostró ser viable tanto desde el punto de vista técnico como operativo. Las pruebas realizadas confirmaron la correcta configuración de los dispositivos MikroTik y HP, garantizando la conectividad entre los distintos segmentos de la red. Sin embargo, se evidenció que la infraestructura actual del hospital carece de segmentación, a excepción de las conexiones dedicadas a las antenas que enlazan con las otras sedes del hospital. Esta falta de segmentación representa un reto para la gestión del tráfico y la seguridad de la información.

La socialización con el equipo de TI fue un paso fundamental para validar las configuraciones realizadas y recibir retroalimentación sobre el proceso. Durante la validación, se identificaron áreas de mejora, como la necesidad de optimizar las rutas estáticas y de implementar mecanismos adicionales de redundancia para aumentar la disponibilidad del servicio. Además, se destacó la importancia de aplicar políticas de seguridad más robustas, incluyendo la implementación de listas de control de acceso (ACL) y firewalls.

Finalmente, se concluye que la transición a IPv6 debe realizarse de manera gradual para garantizar la continuidad operativa y la compatibilidad con la infraestructura IPv4 existente. La documentación exhaustiva de cada etapa del proceso es esencial para futuras intervenciones, ya que facilita la replicabilidad del procedimiento y asegura la trazabilidad de las configuraciones realizadas. Además, se recomienda fortalecer el monitoreo de la red para detectar de manera proactiva cualquier incidencia que pueda afectar la estabilidad del servicio.

Recomendaciones

Continuar con la capacitación del personal de TI en administración y seguridad de redes IPv6, con énfasis en configuraciones avanzadas de MikroTik y HP, para fortalecer la autonomía en futuras implementaciones.

Establecer un plan de monitoreo continuo que permita identificar y corregir de manera proactiva cualquier incidencia en la red IPv6, asegurando su estabilidad y disponibilidad.

Documentar de manera exhaustiva cada configuración realizada, incluyendo las pruebas de validación, con el objetivo de facilitar auditorías futuras y la replicación del procedimiento en otras áreas de la infraestructura.

Implementar estrategias de redundancia en la configuración de rutas para garantizar la disponibilidad del servicio en caso de fallos o desconexiones.

Realizar revisiones periódicas de seguridad que incluyan auditorías de acceso y evaluaciones de vulnerabilidades en los dispositivos y en la configuración de la red IPv6, para mantener un entorno seguro y actualizado.

Referencias

- Contreras, F. A. Guía de Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia. MinTIC, 20 https://www.mintic.gov.co/portal/604/channels-507_IPv4_2019.pdf 2017
- Dane. (2023). bol-TICH-2023. (www.dane.gov.co). <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/TICH/bol-TICH-2023.pdf>
- DIAGNOSTICO IMPLEMENTACIÓN IPV6 FASE 1 SIVA 2023. (2023, agosto 1). SIVA. https://siva.gov.co/wpfd_file/diagnostico-implementacion-ipv6-fase-1-siva-2023/
- Gilibets, L. (2023, 12 enero). Qué es Kanban y cómo utilizarlo en el desarrollo de proyectos. Thinking for Innovation. <https://www.iebschool.com/blog/metodologia-kanban-agile-scrum/>
- Gustavo, C. R. R., Eduardo, D. S., & Gustavo, M. Y. J. (2024). Propuesta de implementación del Protocolo IPv6 Para mejorar la Comunicación de Datos en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas–INEN, 2022.
- Guillermo Cicileo. (2017). Agotamiento de IPv4 y necesidad de IPv6. <https://onthemove.lacnic.net/>. <https://onthemove.lacnic.net/wp-content/uploads/2017/10/Agotamiento-IPv4.pdf>
- Hannah Ritchie, Edouard Mathieu, Max Roser and Esteban Ortiz-Ospina. (2023). "Internet" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/internet>
- MINTIC. (2022). Guía de Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia. <https://www.mintic.gov.co/>. https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-272625_recurso_2.pdf
- Montaleza Paucar, P. A., & Jativa Reyes, A. P. (2022). Diseño de la transición del protocolo Ipv4 hacia Ipv6 en la empresa grupo Játiva con base en consideraciones de seguridad en implementación de Ipv6.
- Pahuena López, F. I. (2006). Qué es IPv6?. *Ingeniería Solidaria*, 2(2), 23-26.

- Paredes, J. C. J. (2024). Análisis y desarrollo del protocolo IPV6 en la red de datos de la defensoría del pueblo regional Cesar. *Revista Boletín Redipe*, 13(8), 75-89.
- Patrizio, A. (2019). ¿Qué es una dirección IP?. *Avast.com*. <https://www.avast.com/es-es/c-what-is-an-ip-address>
- Ramírez, L. J. Despliegue de IPv6 en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. *Cuadernos Técnicos Universitarios de la DGTIC*, 2(4).
- Salazar Mora, P. M. (2018). Diseño del software educativo basado en Scratch para la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Programación en los estudiantes de octavo año de educación general básica del colegio fiscal “Luciano Andrade Marín” durante el periodo 2017 – 2018. *Quito: UCE*.
- Vargas, J. J. G., & Hernández, J. E. C. (2021). Diseño e Implementación De Una Red Corporativa En Dual Stack (Ipv4 E Ipv6), Para El Fortalecimiento De La Infraestructura Tecnológica De Las Telecomunicaciones Internas Y Externa De La Car Cundinamarca. *Documentos de Trabajo ECBTI*, 2(1).