



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador | Sede
Ambato

ESCUELA DE INGENIERÍAS

Tema:

**DISEÑO DE UN PLAN DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 PARA EL ISP GOMES
COMUNICACIONES**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en
Tecnologías de la Información**

Línea de investigación:

**HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y MOVILIDAD; TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN; ESTUDIO, DISEÑO E
IMPLEMENTACIÓN DE REDES**

Autor:

Wilson Andrés Gómez Velasco

Director:

Mg. Verónica Maribel Pailiacho Mena

Ambato – Ecuador

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **WILSON ANDRÉS GÓMEZ VELASCO**, con cédula de ciudadanía **1804630190**, autor del trabajo de graduación intitulado: "DISEÑO DE UN PLAN DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 PARA EL ISP GOMES COMUNICACIONES", previa a la obtención del título profesional de **INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**, en la escuela de **INGENIERÍAS**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, agosto 2024



Wilson Andrés Gómez Velasco

CC. 1804630190

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Tema:

**DISEÑO DE UN PLAN DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 PARA EL ISP GOMES
COMUNICACIONES**

Línea de investigación:

**HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y MOVILIDAD; TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN; ESTUDIO, DISEÑO E
IMPLEMENTACIÓN DE REDES**

Autor:

Wilson Andrés Gómez Velasco

Verónica Maribel Pailiacho Mena, Ing. Mg.

CC. 0602970238

CALIFICADOR

f. 

Darío Javier Robayo Jácome, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Enrique Xavier Garcés Freire, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Galo Mauricio López Sevilla, Ing. Mg.

DIRECTOR ESCUELA DE INGENIERÍAS

f. 

Ana Cecilia Parra Ramos, Ab. Mg.

SECRETARIA GENERAL PUCESA (S)

f. 
Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
SECRETARIA GENERAL
PUCESA (S)

Ambato – Ecuador

Agosto 2024

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada con profundo cariño y gratitud a las personas que han dejado una huella imborrable en mi vida. A mi querida abuelita Mamida, quien con su profundo y sincero apoyo ha sido mi guía y mi ejemplo de fortaleza. Su sabiduría y experiencia han sido faros que iluminan mi camino, preparándome para enfrentar los desafíos de la vida con determinación.

A mi abuelito Wilson, aunque no tuve la oportunidad de conocerlo debido a su partida prematura, su legado ha resonado en mí de manera profunda. Su énfasis en los valores, especialmente en la humildad, ha sido una inspiración constante. La frase que me legó, "Cada día ser mejor", ha sido mi mantra para romper barreras y superarme a mí mismo.

A mi novia Salomé que su apoyo, fortaleza, carácter y principalmente su amor ha forjado mi madurez como persona y mi estabilidad en los momentos difíciles que he pasado

Por último, dedico esta tesis a mi querido hermano pequeño Nicko. A través de las vueltas y cambios difíciles que hemos enfrentado, he aprendido que cada etapa de la vida puede ser desafiante, pero nunca imposible de conquistar.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento por su amor incondicional, apoyo constante y lecciones de vida que han enriquecido mi camino hacia esta realización académica. Su influencia perdurará en cada logro que alcance.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que han sido fundamentales en esta etapa académica. En primer lugar, agradezco profundamente a mi papá, cuyo apoyo ha sido el pilar de mi formación académica. A mi familia, Jessy, Rosita, Mamila, Roxy y Emilio les agradezco de corazón por su constante aliento y apoyo durante esta etapa crucial de mi vida.

También quiero reconocer el invaluable apoyo y guía de mi tío, Wilson, cuya experiencia ha sido una inspiración y fuente de oportunidades para mí. A mis queridas tías, primos, les agradezco por sus consejos y aliento constante a lo largo de este camino.

No puedo dejar de mencionar a los profesores que han dejado una huella indeleble en mi formación, en particular a la profesora Verónica Pailiacho, mi tutora de tesis, cuya orientación experta y firme apoyo han sido fundamentales para culminar este trabajo. Su dedicación y compromiso han sido verdaderamente inspiradores.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por ser parte de este viaje lleno de aprendizaje y crecimiento.

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en la necesidad de planificar la transición del protocolo IPv4 a IPv6 en el ISP Gomes Comunicaciones, un proveedor de servicios de internet, que presta servicio en el cantón Santiago de Píllaro. La escasez de direcciones IPv4 y las demandas tecnológicas actuales hacen que esta transición sea fundamental para asegurar la continuidad de los servicios y la capacidad competitiva de la empresa. La relevancia de este estudio se encuentra en el diseño de un plan de transición a IPv6 el cual permitirá a Gomes Comunicaciones adaptarse a las demandas tecnológicas, mejorar la eficiencia de su infraestructura de red y mantener la calidad de sus servicios. Esto no solo beneficia a la empresa, sino que también mejora la experiencia del cliente y la seguridad de la red.

El objetivo general de este proyecto es diseñar un plan de transición de IPv4 a IPv6 para el ISP GOMES Comunicaciones. Se utilizó una metodología cualitativa que basa el análisis del estado del arte, el diagnóstico de las necesidades específicas de la empresa y la propuesta de un plan detallado. Como resultado incluye un plan de transición sólida. Este diseño generó una estrategia detallada para la expansión de direcciones IP y optimización operativa. Este enfoque proporciona una base sólida y planificada, preparando al ISP para futuros estándares tecnológicos.

Palabras clave: IPv4, IPv6, transición, ISP.

ABSTRACT

This study focuses on the necessity of planning the transition from IPv4 to IPv6 protocol for Gomes Comunicaciones, an internet service provider operating in the canton of Santiago de Píllaro. The scarcity of IPv4 addresses and current technological demands make this transition essential to ensure service continuity and the company's competitive capability. The relevance of this study lies in designing a transition plan to IPv6, enabling Gomes Comunicaciones to adapt to technological demands, improve network infrastructure efficiency, and maintain service quality. This not only benefits the company but also enhances customer experience and network security.

The primary objective of this project is to design a transition plan from IPv4 to IPv6 for ISP Gomes Comunicaciones. A qualitative methodology was used, based on the analysis of the state of the art, the diagnosis of the company's specific needs, and the proposal of a detailed plan. The result is a solid transition plan, which includes a detailed strategy for IP address expansion and operational optimization. This approach provides a solid and planned foundation, preparing the ISP for future technological standards.

Keywords: *IPv4, IPv6, transition, ISP.*

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA.....	5
1.1. Fundamentos del direccionamiento IP	5
1.2. Desafíos y oportunidades en la transición de IPv4 a IPv6.....	9
1.3. Estado actual de IPv6 en la Industria de los ISP en Ecuador.....	13
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	19
2.1. Caracterización de la institución	19
2.2. Metodología de la investigación	20
2.3. Metodología de desarrollo	23
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.1. Propuesta: plan de transición de IPv4 a IPv6 en el ISP GOMES Comunicaciones.....	44
3.2. Validación de la propuesta	44
3.3. Análisis de los resultados de la validación por especialista.....	47
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	61

INTRODUCCIÓN

La evolución de la tecnología y la expansión exponencial del internet han marcado cambios significativos en la historia de las tecnologías de la información. Desde sus inicios el protocolo de internet versión 4 (IPv4) ha sido el elemento clave que ha mantenido la interconexión global durante muchos años. No obstante, el rápido aumento de dispositivos en red y la continua demanda de direcciones IP han puesto limitaciones inherentes de IPv4, lo que ha generado una urgencia de una transición hacia un protocolo más avanzado y escalable.

Según la LACNIC (2020) el protocolo de Internet versión 6 (IPv6) se presenta como la solución definitiva para abordar los desafíos de la conectividad en el siglo XXI en este contexto. IPv6 brinda un espacio de direcciones casi ilimitado, lo que lo convierte en la infraestructura adecuada para mantener el futuro desarrollo de Internet y facilitar la innovación tecnológica en todas las áreas. Sin embargo, la implementación generalizada de IPv6 sigue enfrentando desafíos importantes, en particular en el ámbito empresarial y de los proveedores de servicios de Internet (ISP).

En este contexto, Gomes Comunicaciones, como ISP líder en el mercado local, reconoce la importancia estratégica de migrar de IPv4 a IPv6 de manera eficiente y efectiva. Esta transición no solo garantizará la continuidad y la calidad del servicio ofrecido a sus clientes, sino que también posicionará a la empresa como un referente en la vanguardia tecnológica y la innovación en el sector de las telecomunicaciones.

Según Ramírez, Pantoja & Beltrán (2015) señalan que el protocolo IPv6 permitirá que todos los dispositivos utilizados para conectarse a Internet tengan una dirección en IPv6, lo que facilitará la conectividad y brindará mejores servicios a toda la población para fomentar y brindar mejores oportunidades de desarrollo mundial. Sin embargo, aunque existe una solución, surgen otros problemas, como que es necesario realizar la transición de IPv4 a IPv6 de manera práctica sin perjudicar los servicios, tecnologías y procesos actuales utilizan las organizaciones.

El presente trabajo se aborda la necesidad urgente de planificar la transición de IPv4 a IPv6 en Gomes Comunicaciones, un ISP que opera en el cantón Píllaro. La escasez de direcciones IPv4 y las demandas tecnológicas actuales hacen que esta transición sea crucial para garantizar la continuidad y competitividad de la empresa. El estudio destaca la importancia de diseñar una transición exitosa a IPv6 para adaptarse a las demandas tecnológicas, mejorar la eficiencia de la infraestructura de red y mantener la calidad de los servicios, beneficiando tanto a la empresa como a sus clientes al mejorar la experiencia y la seguridad de la red.

La situación problemática identificada mediante observación directa en la empresa GOMES Comunicaciones, una proveedora de servicios de telecomunicaciones, radica en el uso del protocolo IPv4, que está llegando a su límite debido a la escasez de direcciones IP disponibles. Esto podría obstaculizar la conexión de nuevos dispositivos o servicios, representando un riesgo para la empresa en su avance tecnológico. La transición a IPv6 supone un desafío al requerir la actualización de la infraestructura de red y la migración de servicios y equipos.

La transición al protocolo IPv6 es un proceso complejo que requiere un plan cuidadoso. GOMES Comunicaciones enfrentó desafíos en la expansión de su red debido a la planificación del aumento de servicios como Internet y televisión por IP. La creciente demanda de servicios exacerbó la escasez de direcciones IPv4, afectando la asignación de direcciones IP a nuevos clientes y la calidad del servicio. Además, las amenazas de seguridad asociadas con IPv4 resaltaron la necesidad de una transición a IPv6 para optimizar la asignación de direcciones.

Estancarse en el protocolo IPV4 puede perjudicar la competitividad de la empresa y su capacidad para mantenerse al día con los avances tecnológicos en las comunicaciones. La falta de una estrategia de transición sólida podría resultar en pérdida de cuota de mercado y afectar la viabilidad de la empresa en un mercado altamente competitivo. La necesidad de abordar esta problemática se hizo evidente al visualizar que la falta de una transición exitosa podría generar una brecha tecnológica con impactos económicos y en la calidad del servicio para Gomes Comunicaciones y sus clientes.

Con los antecedentes señalados se plantea el siguiente problema científico, ¿Cómo planificar una transición estratégica del protocolo IPv4 al protocolo IPv6 en la empresa proveedora de servicios de internet Gomes Comunicaciones, que garantice la continuidad de los servicios y la satisfacción de los clientes?

El objetivo general de esta investigación es: Diseñar un plan de transición de IPv4 a IPv6 para el ISP GOMES Comunicaciones, mientras que los objetivos específicos de este proyecto de investigación son:

- Fundamentar las prácticas actuales y el conocimiento teórico en transiciones de protocolo IPv4 a IPv6
- Evaluar las necesidades de la empresa GOMES Comunicaciones en relación con la transición de IPv4 a IPv6
- Establecer procedimientos claros y detallados para la gestión de cambios durante la transición a IPv6 en GOMES Comunicaciones

Se utilizó una metodología cualitativa que combina el análisis del estado del arte, el diagnóstico de las necesidades específicas de la empresa y la propuesta de un plan detallado. Se esperan resultados que incluyan un plan de transición sólida, una infraestructura preparada para IPv6 y la capacidad de la empresa para ofrecer servicios de comunicación avanzados. Este diseño generó una estrategia detallada para la expansión de direcciones IP, optimización operativa y mejora de la seguridad de la red.

Este enfoque proporcionará una base sólida y planificada, preparando al ISP para futuros estándares tecnológicos.

La justificación de la investigación se basa en varios aspectos clave que reflejan la necesidad y la importancia de abordar este tema para la empresa, pues la transición de IPv4 a IPv6 es imperativa para Gomes Comunicaciones por diversas razones fundamentales: en primer lugar, la necesidad de adaptarse tecnológicamente para mantener la competitividad y ofrecer servicios de calidad, IPv6 proporciona mejoras sustanciales en capacidad de direccionamiento y seguridad; en segundo lugar, para

garantizar la sostenibilidad y escalabilidad a largo plazo de su infraestructura de red, dado el agotamiento de direcciones IPv4 y el continuo crecimiento de dispositivos conectados; en tercer lugar, como oportunidad para mejorar la calidad de los servicios ofrecidos, gracias a las características avanzadas de calidad de servicio (QoS) de IPv6, lo que contribuye a una conexión más rápida, estable y segura, aumentando así la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa; y por último, para cumplir con los requisitos normativos gubernamentales e industriales, que pueden exigir la implementación de IPv6 para garantizar la seguridad y la interoperabilidad de las redes, siendo esencial para mantener la licencia como proveedor de servicios de Internet y evitar posibles sanciones legales.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1. Fundamentos del direccionamiento IP

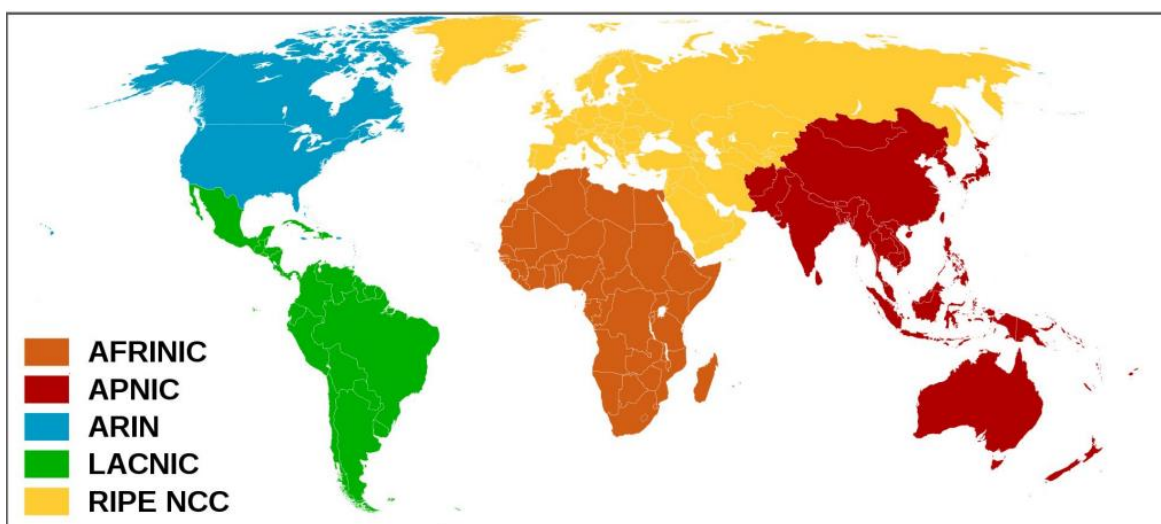
El direccionamiento IP se refiere a un conjunto de reglas que se utilizan para asignar identificadores únicos a los dispositivos que forman parte de una red. Estos identificadores, conocidos como direcciones IP, son números que permiten la localización y conexión de los dispositivos en la red. Cada dirección IP consta de una serie de bits que se agrupan en segmentos separados por puntos. La definición del direccionamiento IP es fundamental para comprender cómo se establece la comunicación entre dispositivos en una red y cómo se gestionan las conexiones entre ellos (Davygora, 2024).

Según Zambrano (2022) el direccionamiento IP desarrolla un papel fundamental en el funcionamiento de las redes de datos. Lo que facilita la comunicación y el intercambio de información entre los dispositivos conectados. Gracias al direccionamiento IP, los dispositivos pueden enviarse paquetes de datos y recibir respuestas de otros dispositivos en la red. Además, el direccionamiento IP también es esencial para el enrutamiento de los paquetes de datos a través de los diferentes dispositivos de red hasta llegar a su destino final. Sin el direccionamiento IP, la comunicación y la conectividad en las redes serían prácticamente imposibles.

Ha evolucionado a lo largo del tiempo para adaptarse a las necesidades de las redes cada vez más grandes y complejas. En sus inicios, se utilizaba IPv4, que es la versión más utilizada actualmente. Sin embargo, debido al crecimiento exponencial de dispositivos que se conectan a Internet, IPv4 está alcanzando sus límites en términos de direcciones disponibles. Por esta razón, se desarrolló IPv6, una nueva versión del protocolo de Internet que proporciona un espacio de direcciones mucho más amplio. La evolución del direccionamiento IP ha sido necesaria para asegurar la continuidad y el crecimiento de Internet en el futuro (Maisonave, 2020).

La IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*) es el principal encargado de asignar el conjunto completo de direcciones de Internet. Para realizar esta tarea, ha designado cinco *Regional Internet Registries* (RIR) como son ARIN, RIPE, LACNIC, AFRINIC y APNIC. Estos RIR, operan en diferentes regiones geográficas, son responsables de gestionar y distribuir los recursos de direcciones IP dentro de sus respectivas áreas de servicio, contribuyendo así al funcionamiento y crecimiento de Internet a nivel mundial (IANA, 2024).

Gráfico 1. RIR designados por la IANA



Fuente: (Maisonnave, 2020)

La cuarta versión del Protocolo Internet se caracteriza por el uso de direcciones de 32 bits lo que implica que puede existir un total de aproximadamente 4 mil millones de direcciones IPv4 únicas disponibles. Sin embargo, esta limitación en el tamaño de las direcciones ha llevado a una escasez de direcciones IP disponibles. Para abordar este problema, se utiliza la técnica de Traducción de Dirección de Red (NAT) que permite compartir direcciones IP entre múltiples dispositivos dentro de una red privada al asignarles direcciones IP privadas y utilizar una sola dirección IP pública (Contreras, 2020).

Las direcciones de IPv4 se componen de 32 bits, lo que permite un total de aproximadamente 4 mil millones de direcciones únicas. Cada dirección se representa en notación decimal separada por puntos, por ejemplo, 192.168.0.1.

Estas direcciones se utilizan para identificar de forma única los dispositivos en una red y permitirles comunicarse entre sí a través de Internet. Sin embargo, debido al aumento exponencial de dispositivos que se conectan a Internet, esta cantidad de direcciones ya no es suficiente, lo que ha llevado a la adopción de IPv6 (Pérez, 2020).

Para abordar la limitación en el número de direcciones IPv4 y permitir que múltiples dispositivos compartan una única dirección IP pública, se utiliza la técnica de Traducción de Dirección de Red (NAT). NAT asigna direcciones IP privadas a los dispositivos dentro de una red privada y utiliza una única dirección IP pública para la comunicación externa (Diaz & Luis, 2020). Esto permite ahorrar direcciones IP públicas y extender la vida útil de IPv4. Sin embargo, también introduce ciertas limitaciones, como la dificultad para establecer conexiones directas desde Internet a dispositivos con direcciones IP privadas.

IPv6, la nueva versión del protocolo de Internet presenta diversas características que lo diferencian de su predecesor, IPv4. Estas características incluyen cambios significativos en la estructura y disponibilidad de direcciones, así como en la forma en que se manejan los encabezados y la calidad de servicio. Además, IPv6 utiliza una notación de dirección de 128 bits, lo que permite un número considerablemente mayor de direcciones únicas en comparación con las direcciones de 32 bits de IPv4 (Jeréz, López, & Longo, 2021). Una de las principales características de IPv6 son las direcciones de 128 bits. Esto significa que cada dirección IPv6 está compuesta por 8 grupos de 4 dígitos hexadecimales separados por dos puntos. Esta mayor longitud de dirección proporciona más de 340 sextillones de direcciones únicas, lo que satisface las necesidades de asignación de direcciones en un mundo cada vez más conectado, donde múltiples dispositivos requieren una conexión a Internet.

A diferencia de IPv4, que tiene un espacio de direcciones limitado de 32 bits, IPv6 ofrece un espacio de direcciones considerablemente más extenso. Con direcciones de 128 bits, IPv6 puede proporcionar un número casi ilimitado de direcciones únicas. Esto es crucial, garantiza que todos los dispositivos y redes puedan conectarse a Internet sin el agotamiento de las direcciones IP, uno de los problemas

más significativos asociados con IPv4 (Chica, 2020).

Según Parrilla (2020) este protocolo introduce el uso de extensiones de encabezado que permiten agregar funcionalidades adicionales a los paquetes de datos, que se insertan entre el encabezado principal y los datos, y pueden utilizarse para habilitar servicios especiales como seguridad, enrutamiento móvil y fragmentación de paquetes. Esta flexibilidad brinda a los administradores de red mayores opciones y control sobre las operaciones de la red. La presente característica, de IPv6 ofrece un mejor soporte para calidad de servicio (QoS) en comparación con IPv4. Esto significa que se pueden asignar prioridades a diferentes tipos de tráfico, como voz, video o datos, para garantizar una entrega más confiable y eficiente.

IPv4 e IPv6 son dos versiones del protocolo de Internet utilizadas para identificar y comunicar dispositivos en la red. La principal diferencia entre ambas versiones radica en la estructura de las direcciones IP que utilizan. IPv4 utiliza direcciones de 32 bits, mientras que IPv6 utiliza direcciones de 128 bits. Esta diferencia proporciona a IPv6 un espacio de direcciones considerablemente mayor, necesario para soportar la creciente cantidad de dispositivos conectados a Internet. Además, IPv6 también ofrece otras ventajas, como el soporte para extensiones de encabezado y calidad de servicio. Sin embargo, la transición de IPv4 a IPv6 presenta desafíos debido a la coexistencia de ambas versiones en la red.

Cuadro 1. Tabla de comparaciones IPv4 e IPv6

Característica	IPv4	IPv6
Tamaño de la dirección IP	32 bits	128 bits
Espacio de direcciones disponibles	4 mil millones	2^{128} (prácticamente ilimitado)
Compatibilidad con dispositivos	Amplia	Creciente, pero aún no universal
Soporte para NAT	Sí	No necesario
Extensiones de encabezado	Limitadas	Soporte nativo
Calidad de servicio (QoS)	Soporte básico	Soporte avanzado
Seguridad	Vulnerabilidades conocidas	Mejoras en la seguridad
Adopción	Dominante	En crecimiento

Fuente: elaboración propia

IPv6 tiene muchas ventajas sobre IPv4, incluido un mayor espacio de direcciones, una mejor seguridad y el soporte de características avanzadas. Sin embargo, pasar de IPv4 a IPv6 es un proceso complicado que requiere tiempo y energía. A pesar de las dificultades, la transición a IPv6 es inevitable para garantizar el crecimiento y la sostenibilidad futuras de Internet.

Para comprender el funcionamiento y la estructura de las redes informáticas modernas, es esencial comprender los fundamentos del direccionamiento IP, estos principios permiten que cada dispositivo en la red tenga direcciones únicas, lo que facilita la comunicación y la transferencia de datos, el direccionamiento IP establece las bases para la organización, gestión y seguridad de las redes tanto en IPv4 como en IPv6, asegurando la conectividad mundial y el enrutamiento adecuado de la información.

1.2. Desafíos y oportunidades en la transición de IPv4 a IPv6

La transición de IPv4 a IPv6 está relacionada con varios desafíos. En primer lugar, hay una escasez de direcciones IPv4. Dado que el protocolo IPv4 contempla 4.300 millones de direcciones posibles, antes o después, se agotarán. El crecimiento del internet lo ha acelerado. En efecto, IPv6 ofrece oportunidades ilimitadas para el direccionamiento. En segundo lugar, IPv4 e IPv6 no son compatibles, es decir, los dispositivos no pueden comunicarse entre sí directamente si utilizan protocolos diferentes. Finalmente, la introducción de IPv6 implicará varios costes: la compra de nuevos equipos que admiten el protocolo y la modernización de la infraestructura existente. La configuración de redes duales, que permiten el funcionamiento simultáneo de IPv4 e IPv6, puede ser complicada y requerir atención especializada. También existe el riesgo de interrupciones en la conectividad durante la transición, lo que puede afectar la operación de servicios y la comunicación entre dispositivos (Pensky, 2021).

Otra dificultad significativa en cuanto a la transición es la incompatibilidad entre los protocolos IPv4 e IPv6. Debido al formato de la dirección y al enrutamiento distintos entre los dos protocolos, los dispositivos que ejecutan protocolos diferentes no

pueden comunicarse directamente entre sí. Por lo tanto, la infraestructura de red debe incluir mecanismos de traducción y granularidad para solucionar este problema. Esta solución añade una capa de complejidad adicional a la configuración de los sistemas. La incompatibilidad entre IPv4 e IPv6 también puede crear problemas de interoperabilidad entre nuevas tecnologías y servicios, dificultando su implementación en la red legada. En estos términos, la incompatibilidad debe abordarse temprano en el proceso de transición para garantizar una conectividad fluida (Gonzáles, Osiris, Laguía, Gesto, & Hallar, 2020).

La implementación de IPv6 implica ciertos costos adicionales. Principalmente, estos incluyen la compra de nuevo hardware de red que sea compatible con IPv6, así como las actualizaciones de la infraestructura existente para permitir el uso del nuevo protocolo. Además, es necesario contar con personal técnico calificado para la implementación y configuración de IPv6 en los dispositivos y sistemas. Es importante mencionar que el cambio de IPv4 a IPv6 también implica pruebas exhaustivas antes de la implementación en su lugar de trabajo. Todas las posibles salidas de dinero deben presupuestarse junto con el tiempo requerido para implementar el cambio, ambos factores pueden variar según la escala de la implementación en la infraestructura compleja utilizada (Ruiz, Gómez, & Rodríguez, 2021).

El cambio de IPv4 a IPv6 presenta la oportunidad de incorporar tecnologías como *Internet of Things* (IoT) a la infraestructura de red. IPv6 se crea para cumplir con los requisitos de interconexiones extensas de dispositivos y sensores inteligentes, facilitando una comunicación efectiva y segura entre ellos. Las funciones de direccionamiento mejoradas de IPv6 permiten a las organizaciones implementar y manejar de manera efectiva redes de IoT, facilitando una interconexión y comunicación fluidas entre diversos dispositivos y sistemas. Esto crea oportunidades para nuevas aplicaciones y servicios basados en IoT, como hogares inteligentes, ciudades inteligentes y soluciones industriales avanzadas. La implementación de IPv6 sirve como una base sólida para explotar plenamente el poder transformador del Internet de las cosas (Novoa, 2022).

El cambio de IPv4 a IPv6 estimula la creatividad en la creación de aplicaciones y servicios, IPv6 brinda a los desarrolladores la oportunidad de utilizar una mayor capacidad de direccionamiento y funciones mejoradas de seguridad y comunicación para desarrollar soluciones innovadoras. La abundancia de direcciones IPv6 permite la conexión de diversos dispositivos y sistemas, creando nuevas oportunidades para el avance de aplicaciones y servicios en línea. Además, la seguridad mejorada en la comunicación IPv6 garantiza un espacio en línea más confiable y protegido para los usuarios, animándolos a adoptar nuevas aplicaciones con confianza. El cambio a IPv6 fomenta la creatividad y la creación de nuevas soluciones digitales que puedan adaptarse a las necesidades cambiantes del mundo digital (Gómez & Loaiza, 2022).

El paso de IPv4 a IPv6 es un desafío que requiere estrategias apropiadas. Una de las opciones más utilizadas es la implementación de la convivencia de IPv4 e IPv6 dentro de una misma red, conocida como *Dual Stack*, los dispositivos pueden usar los protocolos al mismo tiempo gracias a esta técnica, lo que facilita una transición gradual y reduce el riesgo de interrupciones en la conectividad. El uso de túneles IPv6 sobre IPv4 es una táctica común para encapsular paquetes IPv6 dentro del tráfico IPv4. Con esta técnica, las redes IPv4 pueden enviar paquetes IPv6 sin actualizar completamente. Además, la traducción de protocolos facilita la comunicación entre dispositivos al convertir paquetes IPv4 en IPv6 y viceversa. Por último, se subraya la importancia de la educación y la concientización sobre la importancia de IPv6, esto fomenta una mayor adopción y comprensión de las ventajas que ofrece esta nueva versión del protocolo de Internet (Espejo, 2020).

Cuadro 2. Estrategias para la transición de IPv4 a IPv6

Estrategia	Descripción	Ventajas	Desventajas
Dual Stack	Convivencia de IPv4 e IPv6 en la misma red	<ul style="list-style-type: none"> - Facilita una transición gradual. - Minimiza interrupciones en la conectividad. - Permite la interoperabilidad entre IPv4 e IPv6. 	<ul style="list-style-type: none"> - Configuración compleja. - Requiere mayor nivel de habilidades técnicas.
Túneles IPv6 sobre IPv4	Encapsulamiento de paquetes IPv6 en tráfico IPv4	<ul style="list-style-type: none"> - No requiere cambios significativos en la infraestructura existente. - Reduce costos de implementación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Introduce sobrecarga en el tráfico de la red. - Afecta el rendimiento en algunos casos.
Traducción de protocolos	Conversión de paquetes IPv4 en IPv6 y viceversa	<ul style="list-style-type: none"> - Permite la comunicación entre dispositivos con diferentes protocolos. - Solución temporal para facilitar la interoperabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Introduce complejidad en la red. - Afecta el rendimiento de la red.
Implementación gradual	Migración progresiva de servicios y dispositivos a IPv6	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce riesgos de interrupciones en la conectividad. - Minimiza costos de implementación. - Permite pruebas exhaustivas. - Evalúa rendimiento y eficiencia de IPv6. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere mayor tiempo y planificación.
Educación y concientización	Información sobre la importancia de IPv6	<ul style="list-style-type: none"> - Promueve la adopción y comprensión de IPv6. - Informa sobre ventajas, beneficios, desafíos y riesgos. - Facilita la planificación y preparación para la implementación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere inversión en capacitación y materiales informativos.

Fuente: elaboración propia

Para adoptar IPv6, es aconsejable seguir una secuencia de procedimientos, es necesaria una evaluación detallada de la infraestructura actual para identificar cualquier problema o conflicto que pueda surgir. Posteriormente, se debe plantear un proceso de planificación y diseño exhaustivo y detallado, considerando los recursos disponibles y las metas a lograr. Antes de su implementación, la red debe probarse minuciosamente para garantizar que funcione correctamente, es fundamental capacitar al personal sobre IPv6, brindándoles la experiencia necesaria para administrar y mantener la red. Se recomienda la implementación de un sistema de monitoreo y mantenimiento continuo que pueda detectar y resolver

problemas de manera oportuna para garantizar el rendimiento óptimo del sistema (Sornoza, 2020).

Las corporaciones que han completado la adopción de IPv6 han cosechado ventajas notables. Han ampliado su capacidad de direccionamiento gracias a la profusa reserva de direcciones IPv6, lo que les ha facilitado engrandecer sus redes y servicios para acoger el aumento de usuarios y dispositivos en línea. Igualmente, el traslado hacia IPv6 ha reforzado la seguridad en las comunicaciones y ha proporcionado sólidas defensas contra incursiones cibernéticas, además de hacer más sencilla la adopción de tecnologías nacientes como el IoT (D'yab, 2022).

La transición de IPv4 a IPv6 presenta tanto obstáculos como oportunidades importantes, los principales desafíos incluyen la actualización de infraestructura y equipos, la capacitación del personal técnico y la gestión de la coexistencia temporal de ambos protocolos, sin embargo, IPv6 ofrece oportunidades que justifican el cambio, como una capacidad prácticamente ilimitada de direcciones IP, avances en la seguridad y mayor eficiencia en la gestión de redes, la adopción de IPv6 no solo garantiza la escalabilidad futura de internet, sino que también permite innovaciones tecnológicas y nuevos servicios digitales.

1.3. Estado actual de IPv6 en la Industria de los ISP en Ecuador

Los Proveedores de Servicios de Internet (ISP) son compañías que proporcionan acceso a Internet a los clientes finales. Utilizan una variedad de tecnologías y medios para proporcionar conectividad, incluyendo fibra óptica, cable, DSL y satélite. Los ISP pueden ser clasificados en diferentes categorías según su alcance y tamaño, desde proveedores de Internet local hasta proveedores a nivel nacional e internacional, lo que les permite atender a diferentes segmentos de mercado y satisfacer las necesidades de diversos tipos de usuarios (González , Salinas , & Vergara, 2023).

En el despliegue de redes FTTH (*Fiber to the Home*), es crucial considerar la planificación de la infraestructura, la topología de la red y la selección de

equipamiento adecuado. Además, se deben evaluar factores como la densidad de usuarios, el ancho de banda requerido y la capacidad de escalabilidad, es fundamental realizar un estudio detallado del tendido de cables de fibra óptica, la ubicación estratégica de los nodos de acceso y la arquitectura de red para garantizar la cobertura y velocidad de transmisión óptimas. Asimismo, la gestión eficiente de los recursos y la implementación de tecnologías de última generación son esenciales para asegurar la fiabilidad y el rendimiento de las redes FTTH (Cedeño, 2023).

Las tecnologías de acceso óptico, como GPON (*Gigabit Passive Optical Network*), X-PON (*Next Generation PON*) y XGS-PON (10-Gigabit PON), son fundamentales en el despliegue de redes FTTH. GPON es ampliamente utilizado por su capacidad de proporcionar servicios de datos, voz y video a velocidades de hasta 2.488 Gbps. Por otro lado, X-PON representa la siguiente generación de PON con mejoras en ancho de banda y eficiencia de red, superando las limitaciones de GPON. Mientras tanto, XGS-PON ofrece velocidades de hasta 10 Gbps simétricos, lo que la hace ideal para aplicaciones que demandan una alta capacidad de transmisión, como el despliegue de redes 5G y la conectividad de alta densidad. Estas tecnologías de acceso óptico son clave para el futuro de las redes FTTH y juegan un papel crucial en la mejora de la conectividad de internet para los usuarios finales (Zouhaira , Yiyi , & Anoir , 2021).

El estado actual de IPv6 en Ecuador muestra una adopción gradual pero aún limitada de esta nueva versión del protocolo de internet. Aunque algunas empresas de telecomunicaciones y proveedores de servicios de internet han implementado IPv6, la mayoría todavía utiliza principalmente IPv4. La transición a IPv6 se encuentra en proceso, pero aún enfrenta desafíos y barreras que deben superarse para lograr una adopción generalizada (Barba, 2022).

La implementación de IPv6 en las empresas de telecomunicaciones en Ecuador ha sido progresiva, pero aún se encuentra en etapas iniciales. Algunas empresas han realizado la transición a IPv6 en su infraestructura de red, permitiendo la asignación y uso de direcciones IPv6 a sus clientes. Sin embargo, muchas empresas aún

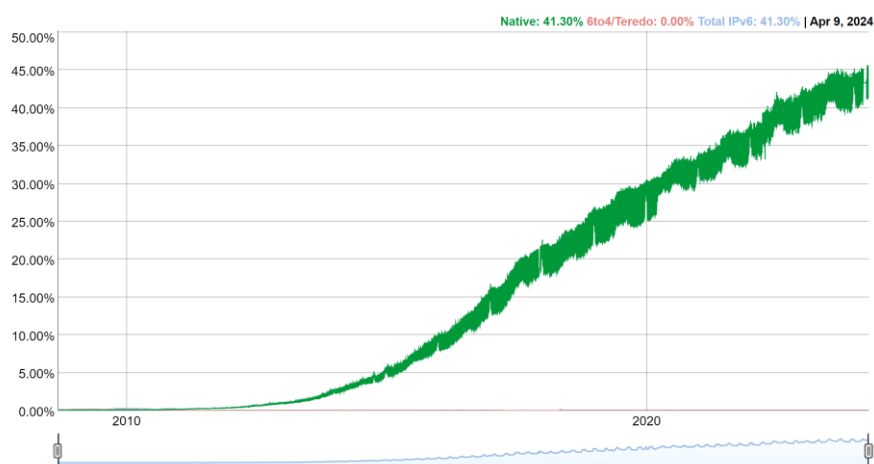
mantiene una infraestructura basada en IPv4, lo que limita la disponibilidad de servicios IPv6 para los usuarios (Orrala, 2022).

En un análisis exhaustivo de la adopción de IPv6 en las empresas de telecomunicaciones en Ecuador revela que algunas compañías líderes del sector ya han implementado IPv6, lo que les permite brindar una amplia gama de servicios que son totalmente compatibles con esta versión más avanzada del protocolo. Sin embargo, vale la pena señalar que la mayoría de las empresas todavía están en el proceso de cambiar su red de IPv4 a IPv6 y encuentran varias dificultades técnicas y operativas que deben resolver para finalizar la migración sin afectar su conectividad y estabilidad de clientes y usuarios finales. Esta migración implica algo más que cambiar el hardware y el software de la red, sino también preparar y ajustar el personal técnico y de soporte, y garantizar una colaboración fluida con otros proveedores de servicios y autoridades reguladoras (Aguirre, 2023).

Además, es importante destacar que este cambio gradual pero continuo hacia IPv6 también forma parte de una tendencia global que busca asegurar el futuro de Internet y permitir el crecimiento y la implementación de nuevas tecnologías, como Internet de las cosas y la inteligencia artificial (IA). Aunque hay obstáculos con el cambio a IPv6 en las empresas de telecomunicaciones ecuatorianas, es evidente que tanto las grandes empresas como el sector en su conjunto están avanzando a paso firme hacia esta nueva era de conectividad y comunicación digital (Montaleza & Jativa, 2022).

Google recopila continuamente estadísticas sobre la adopción de IPv6 en Internet, proporcionando una visión actualizada y detallada del progreso en la transición hacia esta tecnología. Estas estadísticas son esenciales para comprender las tendencias de adopción a nivel mundial y en diferentes regiones, lo que permite a los investigadores, empresas y gobiernos tomar decisiones informadas sobre políticas, inversiones y estrategias relacionadas con la infraestructura de Internet.

Gráfico 2. Estadística de Adopción de IPv6 Global

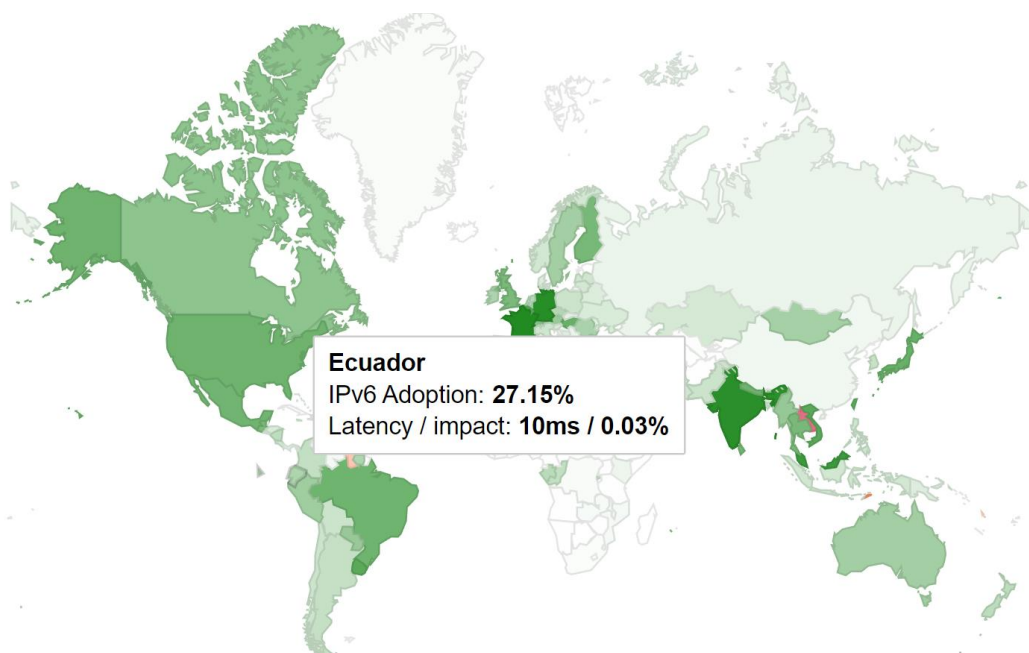


Fuente: (Google, 2024)

Aunque la adopción de IPv6 ha aumentado constantemente en los últimos años, aún queda mucho por avanzar para que sea ampliamente adoptada. De acuerdo con los datos más recientes de Google, a abril de 2024, la tasa promedio de adopción de IPv6 en todo el mundo es de alrededor del 41%. Sin embargo, se espera que la adopción de IPv6 se acelere aún más en los próximos años debido a la creciente demanda de conectividad a internet y al agotamiento de las direcciones IPv4.

La disponibilidad de la conectividad de IPv6 en todo el mundo y la adopción del protocolo por país son aspectos fundamentales para comprender el panorama actual de la infraestructura de Internet. En este contexto, se enfoca en las estadísticas específicas de Ecuador, disponibles en la página de Google.

Gráfico 3. Adopción de IPv6 por país



Fuente: (Google, 2024)

Ecuador se encuentra en una etapa de crecimiento gradual en la adopción de IPv6 con el 27%, si bien aún no se ha alcanzado una adopción generalizada, existen avances significativos y un compromiso por parte de las autoridades y proveedores de servicios para impulsar su implementación.

Para incentivar el uso de IPv6 en el sector de telecomunicaciones del Ecuador, se sugiere comenzar por promover e incentivar la capacitación tanto de técnicos e ingenieros de las empresas de telecomunicaciones, como de quienes intervienen en la toma de decisiones. Para superar el obstáculo de la información insuficiente, es crucial mejorar la comprensión y el conocimiento de IPv6. Además, se recomienda que el gobierno proporcione incentivos y regulaciones que motiven a las empresas a utilizar IPv6, como beneficios fiscales o uso obligatorio en contratos de licitación. De la misma manera, es crucial fomentar la cooperación entre empresas de telecomunicaciones para intercambiar conocimientos y estrategias exitosas en el despliegue de IPv6. Se enfatiza la importancia de crear campañas de comunicación y concientización tanto para empresas como para usuarios finales

para incentivar el uso de IPv6 en el sector de las telecomunicaciones en el Ecuador (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2012).

El estado actual de IPv6 en el sector de las telecomunicaciones en Ecuador demuestra una adopción aún limitada. Las empresas de telecomunicaciones enfrentan una variedad de obstáculos y dificultades que dificultan su implementación, a pesar de las iniciativas y proyectos existentes para promover u adopción. No obstante, se han encontrado resultados positivos que sugieren un aumento del interés en la transición a IPv6. Se proponen una serie de recomendaciones con el fin de superar las barreras existentes y acelerar el proceso de implementación de IPv6 en las empresas de telecomunicaciones en Ecuador (Fastnet CIA.LTDA, 2013).

El estado actual de IPv6 en la industria de los ISP en Ecuador demuestra un avance limitado, por la presencia de obstáculos persistentes. A pesar de los progresos en la incorporación de IPv6, muchos proveedores de servicios de internet (ISP) todavía dependen en gran medida de IPv4 debido a la infraestructura existente y falta de inversión económica para una transición completa, se espera que más ISP en Ecuador adopten IPv6 para mejorar la conectividad y satisfacer las necesidades del mercado, a medida que la demanda de direcciones IP aumenta y la tecnología avanza.

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización de la institución

Gomes Comunicaciones Data Tv Cía. Ltda. es una empresa ecuatoriana radicada en el Cantón Santiago de Píllaro, que se enfoca en el suministro de servicios de telecomunicaciones, siendo su principal servicio, proveedor de internet por medio de la tecnología Fibra Óptica y Wireless. La empresa en sus inicios su nombre comercial fue *DATAair*, ahora es una de sus marcas, fue fundada en 2010 por el Ing. Wilson Gómez y su esposa la Sra. Catalina Espín, ha experimentado un crecimiento constante desde entonces.

GOMES se forma de la unión de las iniciales de los apellidos Gómez y Espín es así que la empresa Gomes Comunicaciones se consolida como Compañía Limitada en el año 2020 siendo esta la que engloba sus diferentes marcas *DATAair* (Internet Inalámbrico), *DATAfiber* (Internet por Fibra Óptica) y *DATAtv* (IP televisión), cuenta con una cobertura del 98% en el Cantón Santiago de Píllaro con su red de FTTH, así también donde brinda servicio en el norte de la ciudad de Ambato, su servicio se completa con tecnología Wireless en zonas rurales de difícil acceso y en el sur del Cantón Salcedo.

Gráfico 4. Gomes Comunicaciones y sus marcas



Fuente: Departamento Mkt Gomes Comunicaciones

Se complementa con un equipo de 22 empleados, experimentados y apasionados por la telecomunicación y el servicio al cliente, quienes trabajan en estrecha colaboración para desarrollar e implementar estrategias efectivas, se encuentran distribuidos en equipo administrativo, técnico, ventas y marketing, cada uno especializado en los servicios que ofrece la empresa.

Bajo lo expuesto se orienta con el departamento técnico correspondiente al servicio de la red FTTH, *wireless* y servicio de televisión, compuesto por los jefes de cuadrilla e ingenieros de infraestructura, la empresa busca mediante sus servicios ayudar a sus clientes a desarrollar una experiencia de comunicación integral que esté alineada con sus objetivos comerciales. La empresa realiza un análisis exhaustivo de las necesidades del cliente y del mercado para desarrollar una estrategia personalizada que sea efectiva y eficiente.

Se requiere un plan para la transición del protocolo IPv4 a IPv6 como parte de esta estrategia. Esto demuestra el compromiso de Gomes Comunicaciones con la modernización y la implementación de tecnologías avanzadas para asegurar un futuro estable y eficiente en el ámbito empresarial y comercial.

2.2. Metodología de la investigación

Enfoque de investigación

El enfoque de investigación utilizado en este estudio será cualitativo. Según Acosta (2023) el enfoque cualitativo se define como una aproximación investigativa que se centra en la comprensión y significado social de los fenómenos estudiados. Eso quiere decir que este método se basa en la recopilación y el análisis de datos no numéricos, permitiendo adentrarse en las experiencias, perspectivas y emociones de los participantes.

En la investigación social, el enfoque cualitativo es fundamental porque puede proporcionar una comprensión profunda de los aspectos subjetivos y significativos de los fenómenos estudiados. Permite la exploración y comprensión de la variedad

de puntos de vista, experiencias y contextos que afectan la realidad social. Además, el enfoque cualitativo permite la creación de teorías y conceptos mejorados que sirven como base para la creación de políticas e intervenciones más contextualizadas y efectivas. Se puede explorar aspectos difíciles de cuantificar, como creencias, motivaciones, valores y dinámicas interpersonales, utilizando este método, brindando una visión más amplia y completa de los fenómenos sociales y humanos.

Esta investigación cualitativa utilizó entrevistas semiestructuradas. Estas entrevistas brindan la flexibilidad necesaria para profundizar en los temas pertinentes y permitir que los participantes compartan sus conocimientos y experiencias de una manera detallada y enriquecedora. Se podrán obtener datos descriptivos y contextuales adicionales observando directamente las operaciones y prácticas en la empresa Gomes Comunicaciones.

Tipo de investigación

En este estudio se combina entre la investigación de campo y la investigación bibliográfica, la investigación en campo es un tipo de investigación que se lleva a cabo en el lugar donde se pretenden estudiar los fenómenos o eventos. Esta técnica utiliza observación, entrevistas y encuestas, entre otras técnicas de recopilación de información, para recopilar datos directamente. Se distingue por la interacción directa con el entorno de estudio y la recopilación de datos presencial (Zúñiga, Cedeño, & Palacios, 2023).

Como resultado, esta metodología permite examinar y comprender las situaciones o fenómenos en su contexto real, particularmente en las operaciones y procesos de producción en el marco de un caso de estudio de la empresa.

En contraste, la investigación bibliográfica es un tipo de investigación que se lleva a cabo utilizando fuentes de información escritas o impresas, como libros, revistas, tesis, artículos científicos, entre otras literaturas académicas y profesionales, relacionadas con la transición de protocolos de IPv4 a IPv6. Se caracteriza por ser

teórica y documental, se enfoca en el estudio y análisis de la literatura existente. Además, es una actividad sistemática que requiere de un riguroso proceso de búsqueda, selección, lectura crítica y síntesis de la información encontrada. Con la investigación bibliográfica se busca obtener una visión global y actualizada de un tema, identificar las principales tendencias y perspectivas y respaldar teóricamente los argumentos presentados en un estudio (de Franco & Vera, 2020).

Población

La población de estudio se ha definido con un enfoque claro teniendo en cuenta al Gerente General y a dos ingenieros e infraestructura que mantiene la empresa GOMES Comunicaciones. La elección de estos puestos se basa en su importancia como responsables de la toma de decisiones estratégicas para el ISP y de la gestión de la infraestructura de red. El gerente general tiene la tarea de establecer políticas y tomar decisiones clave para la evolución tecnológica del ISP, mientras que su equipo de soporte técnico de infraestructura desempeña un papel esencial en la implementación práctica de las estrategias y en la resolución de problemas operativos. Este enfoque garantiza que las decisiones tomadas y las estrategias diseñadas para la transición de IPv4 a IPv6 cuenten con el conocimiento técnico necesario y la perspectiva estratégica adecuada para el éxito del proyecto.

Cuadro 3. Tabla para definir población

Población	N° Personal
Gerencia General	1
Ingenieros en infraestructura	2
Total	3

Fuente: elaboración propia

Técnicas e instrumentos de recolección

Para la recolección de datos se utilizó técnicas cualitativas, como entrevistas semiestructuradas. Estas entrevistas permitieron obtener información detallada y contextualizada sobre la red y necesidades en el ISP Gomes Comunicaciones. Se llevó a cabo una entrevista individual con cada participante para que pudieran compartir sus experiencias, puntos de vista y conocimientos sobre el planteamiento estructurado de la red, para complementar y contrastar los datos de las entrevistas, se realizó una revisión documental de la literatura existente y de la documentación interna del ISP. (Marco, 2020).

2.3. Metodología de desarrollo

La metodología de desarrollo que se utilizó para el diseño de este plan de transición de IPv4 a IPv6 para el ISP Gomes Comunicaciones es en cascada, siguiendo un enfoque secuencial y lineal. Mediante esta metodología, se estableció etapas claras y bien definidas que permitió avanzar de manera ordenada y controlada en cada fase del proyecto, lo cual facilitó una mejor organización, seguimiento y control de los procesos involucrados en la transición y, a su vez, garantiza la calidad del resultado final. Además, este enfoque permitirá identificar de manera precisa los requisitos y objetivos de cada etapa, lo que promovió una mayor eficiencia y efectividad en el desarrollo del plan (Noblecilla, 2020).

El enfoque de cascada, dentro de la metodología de desarrollo, se basa en seguir una secuencia lineal de fases. Esta metodología se divide en etapas secuenciales e independientes, cada una de las cuales se completa antes de pasar a la siguiente (Noblecilla, 2020). En el contexto del diseño de un plan de transición de IPv4 a IPv6 para la empresa Gomes Comunicaciones, la utilización de la metodología de cascada garantiza una planificación detallada y sistemática del proceso. La fase de análisis se realiza exhaustivamente antes de pasar a la fase de diseño, y así sucesivamente hasta la validación final del plan. Esto proporciona una estructura sólida para la transición y permite un seguimiento claro de cada

etapa del proyecto.

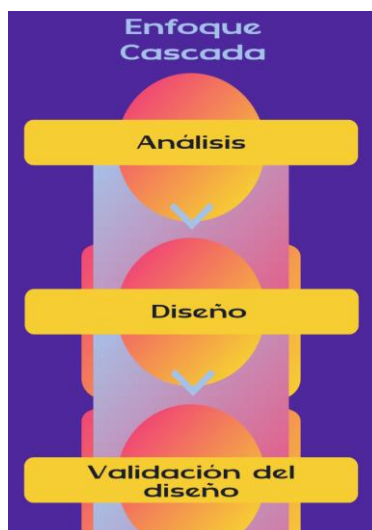
El enfoque de cascada ha sido ampliamente aceptado y utilizado en la industria del desarrollo de software debido a su rigurosidad y enfoque paso a paso. La metodología de cascada se ha utilizado con éxito en numerosos proyectos, incluyendo aquellos relacionados con la infraestructura de redes como la implementación de IPv6 (Sornoza, 2020).

La fase de análisis dentro de esta metodología juega un papel fundamental en la identificación de los requisitos y objetivos del proyecto. Se lleva a cabo una revisión exhaustiva de los sistemas existentes y se analizan las necesidades específicas de la empresa Gomes Comunicaciones. A partir de este análisis, se definen los criterios de diseño que guiarán la siguiente fase.

La fase de diseño se basa en los criterios establecidos durante la fase de análisis. Aquí es donde se crea la arquitectura y se especifica cómo se llevará a cabo la transición de IPv4 a IPv6. Se recabará toda la información y problemas que puedan surgir durante la implementación. En esta fase es importante destacar que se debe completar antes de pasar a la siguiente, garantizando así una planificación estructurada y eficiente.

Una vez completada la fase de diseño, se pasa a la fase de validación del diseño. Aquí es donde se completan todas las operaciones necesarias para realizar el cambio de IPv4 a IPv6. Esto puede incluir crear nuevos dispositivos de red, cambiar las reglas de direccionamiento y migrar los datos existentes. Es esencial llevar a cabo pruebas exhaustivas durante esta fase para garantizar la integridad y eficacia del plan desarrollado.

Gráfico 5: Diagrama del Enfoque Cascada



Fuente: elaboración propia

En la figura 5 se visualiza el diagrama a seguir con la metodología cascada, la que muestra una secuencia de cada una de las fases a seguir para el cumplimiento de las actividades.

Los siguientes pasos se desarrollaron para facilitar la transición de IPv4 a IPv6 en una red. Esta táctica se basa en la técnica previamente descrita, que consta de una serie de actividades que brindan instrucciones precisas y una guía para el proceso de migración de direcciones IPv4 en la red.

Planificación de actividades

Se estableció los pasos necesarios y el cronograma detallado para llevar a cabo el plan planteado. Se definió las actividades principales a realizar, como la revisión de la infraestructura actual, la evaluación de recursos necesarios, la asignación de responsabilidades y la planificación de reuniones de seguimiento para garantizar la correcta ejecución del proyecto en los plazos establecidos que el plan lo establezca.

Cuadro 4. Tablero de actividades Cascada

Fase	Descripción de actividades
Análisis	Se realiza un análisis exhaustivo del entorno actual de red, incluyendo la cantidad de dispositivos, el uso de direcciones IPv4, la infraestructura de red y los servicios existentes.
Diseño	Se diseña la estrategia de transición de IPv4 a IPv6, considerando los resultados del análisis previo. Se definen los mecanismos de transición, las tecnologías a utilizar, las etapas de implementación y el cronograma del proyecto.
Validación del Diseño	Se realiza una revisión exhaustiva del diseño para verificar su viabilidad, completitud y consistencia. Se identifican y corrigen cualquier problema que surja durante la revisión.

Fuente. elaboración propia

A continuación, se proporciona una descripción detallada de cada uno de los procesos involucrados en esta táctica:

Fase 1: Análisis

Durante la fase de análisis para el plan de transición de IPv4 a IPv6 para la empresa Gomes Comunicaciones, se llevó a cabo una serie de entrevistas con el personal técnico para entender la infraestructura actual de la red, identificar posibles obstáculos y determinar las necesidades específicas de la transición. Además, se realizó un exhaustivo análisis de la infraestructura de la red para evaluar su capacidad de migración a IPv6, así como un análisis detallado del hardware de equipamiento de la red para identificar si es compatible con IPv6. También se examinó en detalle los servicios de red existentes para determinar cómo se verán afectados por el cambio a IPv6.

Según el modelo generado para entrevistas presente en el Anexo1, se realiza el siguiente análisis por pregunta con la información obtenida de parte del Gerente General y dos Técnicos a cargo de la infraestructura.

Pregunta 1:

¿Podrían describir la infraestructura actual de la red de GOMES Comunicaciones en términos de tamaño, topología y tecnologías utilizadas?

Análisis:

La empresa gestiona sus servicios de Internet con la presencia de una red inalámbrica y otra FTTH, la topología de la red parece ser híbrida, para cubrir una amplia gama de áreas geográficas, cubriendo el 95% del cantón Santiago de Píllaro con su red de fibra óptica y llegando a zonas con difícil acceso y escasez de postera pública con su red inalámbrica. Además, la dependencia exclusiva del protocolo IPv4 y la implementación de NAT para la salida a través de una IP pública reflejan un enfoque tradicional en la gestión de direcciones IP, lo que puede plantear desafíos en términos de escasez de direcciones IPv4 disponibles, se organiza su red por medio de VLAN dependiendo la zona geográfica y los puertos PON de las OLT, la empresa incluye un servidor propio de DNS, como también se encuentran en implementación de un sistema de televisión en donde incluirán también una plataforma de IPTV alojada en un servidor dentro de la red.

Como aspecto importante en su red de fibra óptica es el manejo de dos tipos de redes en referencia a marcas, su red más grande se basa en una red GPON con ONT y OLT de marca UBIQUITI, es decir que se maneja un entorno de marca en equipamiento principal y equipamiento de cliente final en esta red es posible llegar hasta 1Gbps al cliente final, complementado con una red XGPON con ONT y OLT de marca HUAWEI en donde esta red permite llegar con una velocidad máxima de 10Gbps al cliente final.

Pregunta 2:

¿Cuál es la capacidad actual de la red en términos de ancho de banda y número de usuarios?

Análisis:

Actualmente, la empresa tiene una capacidad total de 10G, dividida entre tres proveedores principales. Esta distribución detallada de la capacidad de ancho de

banda entre los proveedores, con 5Gbps, 3Gbps y 2Gbps respectivamente, refleja una estrategia de diversificación para garantizar la estabilidad y continuidad del servicio. La implementación de un balanceo de cargas entre los proveedores y la configuración de multicarrier para optimizar la salida internacional indican un enfoque proactivo hacia la mejora del rendimiento y la velocidad de la red.

En cuanto al número de usuarios, se menciona que hay 3800 usuarios aproximadamente, con una distribución en los diferentes planes y tecnologías disponibles. Se destaca que la red de fibra óptica es la que tiene más usuarios, lo que sugiere una alta demanda y preferencia por esta tecnología.

Pregunta 3:

¿Qué tipo de servicios se están ofreciendo a los clientes actualmente?

Análisis:

El servicio principal es el de proveedor de servicios de Internet, con un enfoque particular en el Cantón Santiago de Píllaro en la provincia de Tungurahua. Además, la empresa está expandiendo sus servicios hacia la zona norte del Cantón Ambato y la zona sur del Cantón Salcedo. Este enfoque geográfico indica una estrategia de crecimiento regional para atender a una audiencia más amplia, también se menciona que la empresa ha obtenido permiso para ofrecer servicios de televisión, los cuales planean distribuir a través de su red de fibra óptica. Aunque este servicio de televisión aún está en proceso de implementación, su inclusión resalta la diversificación de los servicios ofrecidos por GOMES Comunicaciones para satisfacer las necesidades cambiantes y crecientes de sus clientes.

Pregunta 4:

¿Cuáles son las principales razones por las que GOMES Comunicaciones desea realizar la transición a IPv6?

Análisis:

La transición a IPv6 por parte de GOMES Comunicaciones responde a una serie

de motivaciones clave. En primer lugar, IPv4 enfrenta la escasez de direcciones, un problema cada vez más apremiante con el crecimiento exponencial de dispositivos conectados a Internet. La adopción de IPv6 ampliaría significativamente su capacidad de direcciones IP, proporcionando una base sólida para expandir su infraestructura y servicios sin restricciones de direcciones disponibles. Además, al abrazar IPv6, GOMES Comunicaciones se prepara para el futuro de Internet, asegurando su relevancia y competitividad a largo plazo en el mercado de las comunicaciones alineándose con las tendencias tecnológicas emergentes y las demandas del mercado.

Por otro lado, IPv6 ofrece mejoras sustanciales en términos de rendimiento, eficiencia y compatibilidad con tecnologías emergentes. Esto se traduce en una gestión de tráfico más eficiente, una asignación de direcciones más optimizada y un soporte nativo para servicios innovadores como IoT, movilidad y computación en la nube. La transición a IPv6 no solo permitiría a GOMES Comunicaciones mejorar su rendimiento operativo y ofrecer una experiencia de usuario más fluida, sino que también les permitiría expandir su gama de servicios para satisfacer las necesidades cambiantes y emergentes de sus clientes, la transición del protocolo se realizará solo en la red de fibra óptica debido a la calidad y performance que tiene esta red en comparación de la red de radio enlace.

Pregunta 5:

¿Qué beneficios esperan obtener con la transición a IPv6 en términos de rendimiento, seguridad y escalabilidad?

Análisis:

IPv6 ofrece una arquitectura de red más eficiente, lo que se traduce en una mejora en la velocidad de transferencia de datos y una reducción en la latencia. Al adoptar IPv6, GOMES Comunicaciones puede esperar una experiencia de usuario más fluida y una capacidad de respuesta mejorada en sus servicios de Internet y comunicaciones.

En términos de seguridad, la gerencia general manifiesta que se encuentra realizando internamente un plan de seguridad de la red que abarque el protocolo IPv4 e IPv6 por lo que no necesita considerar seguridad en la presente propuesta de transición.

En escalabilidad este protocolo muestra varias ventajas debido a sus casi infinitas direcciones existentes permite la flexibilidad de conexiones con tecnologías nuevas.

Pregunta 6:

¿Es necesario realizar actualizaciones de hardware significativas para admitir IPv6?

Análisis:

La infraestructura existente de la empresa, que incluye equipos de marcas reconocidas como MikroTik, Ubiquiti y Huawei, los cuales ya son compatibles con el protocolo IPv6. En este contexto, se puede inferir que GOMES Comunicaciones está en una posición ventajosa, su infraestructura actual es compatible con IPv6, lo que significa que no se requerirán actualizaciones significativas de hardware principal para habilitar este protocolo.

Pregunta 7:

¿Qué medidas se están tomando para capacitar al personal técnico sobre IPv6 y las implicaciones de la transición?

Análisis:

GOMES Comunicaciones tiene previsto llevar a cabo una inducción específica sobre los fundamentos del protocolo IPv6 para su personal técnico. Esta inducción proporcionará una base sólida de conocimientos sobre los principios fundamentales de IPv6, incluyendo su estructura, direccionamiento, configuración y diferencias clave con IPv4.

Pregunta 8:

¿Cómo comunicarán a los clientes sobre la transición a IPv6 y cómo se verán afectados?

Análisis:

GOMES Comunicaciones planea comunicar la transición a IPv6 a sus clientes de manera clara y transparente para asegurar una comprensión completa de los cambios y cómo podrían verse afectados. La empresa utilizará una variedad de canales de comunicación, como mensajes en el sitio web, publicaciones en redes sociales y material impreso en facturas, para informar a los clientes sobre la transición y explicar cómo podría impactar en sus servicios de Internet. Además, se proporcionará información detallada sobre los beneficios de IPv6, como una mayor seguridad, mejor rendimiento y capacidad de expansión, para tranquilizar a los clientes y demostrar el compromiso de la empresa con la mejora continua de sus servicios.

Para garantizar una transición fluida y minimizar las molestias para los clientes, GOMES Comunicaciones ofrecerá asistencia técnica y soporte durante todo el proceso de implementación de IPv6. Se establecerán líneas directas de ayuda y se asignarán recursos adicionales para responder a preguntas y resolver cualquier problema que pueda surgir. Además, la empresa se comprometerá a mantener una comunicación abierta y transparente con los clientes, manteniéndolos informados sobre cualquier cambio relevante y brindando actualizaciones periódicas sobre el progreso de la transición.

Pregunta 9:

¿Cómo se llevará a cabo el monitoreo continuo de la red durante y después del proceso de transición?

Análisis:

Durante y después del proceso de transición a IPv6, GOMES Comunicaciones llevará a cabo un monitoreo continuo de la red utilizando una combinación de herramientas y sistemas especializados. La empresa se encuentra en

implementación de software BGP de estadística y control permitirá a la empresa supervisar de cerca el rendimiento y la salud de la red, identificando cualquier anomalía o problema potencial, incluidos los ataques cibernéticos, este software también permitirá organizar a los clientes que cuenten con protocolo IPV4 e IPV6 para controlar su tráfico en la red, además, la adopción de un nuevo software de gestión de clientes compatible con IPV6 facilitará el seguimiento, administración de los servicios ofrecidos a los clientes y asignación de dirección ipv6 al cliente final, asegurando una transición fluida y una experiencia positiva para ellos. Complementando estas medidas, la empresa también cuenta con Bequant, una plataforma de monitoreo y gestión de redes, que proporciona herramientas avanzadas para monitorear el tráfico, identificar cuellos de botella y garantizar la disponibilidad y el rendimiento óptimo de la red en todo momento. En conjunto, estas soluciones de monitoreo y gestión garantizarán que GOMES Comunicaciones pueda detectar y resolver cualquier problema de manera proactiva, manteniendo la integridad y la eficiencia de su red durante y después del proceso de transición a IPV6.

Análisis de la infraestructura de la red existente

Se identificaron los componentes de la red actual, incluyendo *routers*, *switches*, OLT, ODF y servidores. Se evaluó la capacidad de estos equipos para soportar tanto protocolos IPV4 como IPV6, así como la necesidad de posibles actualizaciones o reemplazos. La topología de la red, la distribución de direcciones IP y los cuellos de botella o puntos de fallo potenciales que podrían afectar la transición a IPV6 se examinaron. La base sólida para el diseño e implementación del plan de transición se establece con este análisis detallado.

Caracterización de la red existente de GOMES Comunicaciones

GOMES Comunicaciones DATATV Cía. Ltda., está ubicada en el cantón Santiago de Píllaro, su nodo principal el que distribuye la red de fibra óptica y señal *Wireless* está ubicado en la zona centro del Cantón, cuenta con varios nodos del servicio *Wireless* distribuidos en la zona urbana y rural de los cantones Píllaro, Ambato, Patate, Pelileo y Salcedo, también cuenta con un nodo para distribución del

servicio por fibra óptica en el norte de la ciudad de Ambato.

Descripción de la Red

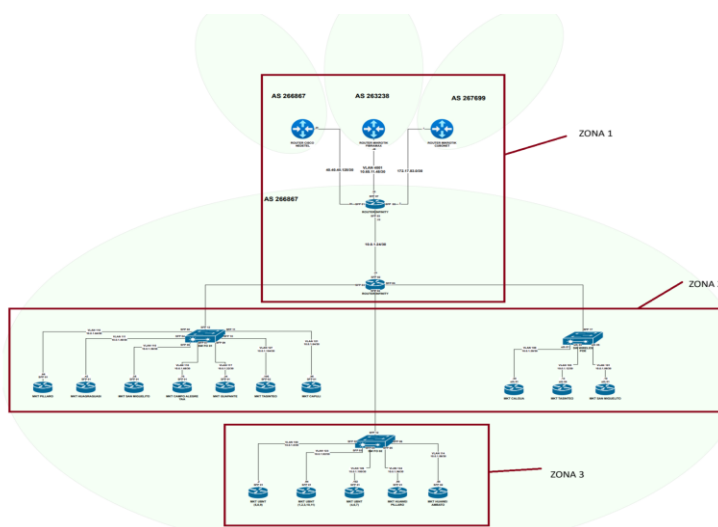
El nodo principal de GOMES Comunicaciones es el núcleo central de su infraestructura de red, donde convergen diversos componentes clave para el funcionamiento y la operación eficiente de la empresa. Este nodo está diseñado para garantizar la máxima disponibilidad, rendimiento y seguridad de los servicios proporcionados a los clientes. En este espacio, se encuentran ubicados los equipos de recepción de servicio de los proveedores y los equipos propios de la empresa por los cuales efectúa la distribución de su servicio.

Cuadro 5. Equipamiento principal de la red de GOMES Comunicaciones

Cantidad	Equipos	Descripción
1	Router Cisco	Recepción proveedor 1
1	Cloud Core Router Mikrotik	Recepción proveedor 2
1	Cloud Router Switch Mikrotik	Recepción proveedor 3
2	EdgeRouter Infinity Ubiquiti	Routers principales de la red
3	Cloud Core Router Mikrotik	Routers repartición de red
3	EdgeSwitch 48 PoE Ubiquiti	Switch para repartición de red
11	Fiber OLT Ubiquiti GPON	Repartición de red ffth GPON Ubiuiti
2	OLT Huawei MA5800-X7 XPON	Repartición de red ffth XPON Huawei
4	ODF 96 Port	Repartición de red ffth
16	Cloud Core Router Mikrotik	Routers nodos Wireless

Fuente: Departamento Técnico de GOMES Comunicaciones (2023)

Gráfico 6. Topología Lógica de la Red GOMES Comunicaciones



Fuente. Departamento Técnico GOMES Comunicaciones (2023)

La empresa GOMES Comunicaciones cuentan con tres *Carrier* que prestan el servicio principal, se cuenta con esta cantidad de proveedores debido a que se la red cuenta con un balanceo y la implementación del protocolo BGP para la optimización de la salida de tráfico de los usuarios finales, cuenta con un *router* que actúa como *router* de borde de marca Ubiquiti el cual soporta un tráfico máximo de 10G, el que se conecta con otro *router* de la misma marca y características el que distribuye toda la red *Wireless* y Fibra óptica.

En la zona 2 de la figura 6 es la topología de la red de *Wireless*, cuenta con dos *switchs* de 48 puertos los que distribuyen la señal a los routers que están distribuidos en diferentes zonas geográficas, estas se interconectan directamente por fibra óptica y por *backups* de antenas de radio enlace con la tecnología punto a punto.

En la zona 3 de la figura 6 es la topología de la red de Fibra Óptica en la que se basa para esta propuesta de transición, cuenta con 11 OLT de marca Ubiquiti que manejan la tecnología GPON estos equipos se encuentran distribuidos por tres routers que administran cada uno de estos, y cuenta con dos OLT de marca Huawei con 7 tarjetas de tecnología XGPON estos equipos cuentan con un *router* por encima de cada uno, llegando el servicio al cliente final por 4 ODF los que se interconectan por fibras de 96 hilos para la distribución de la red óptica.

Descripción de la Red Wireless

Con base a la topología de la figura 6, esta red está demostrada en la Zona dos, la red radio enlace de GOMES Comunicaciones es un sistema de comunicación que transmite datos a través de ondas de radio entre dos o más lugares. Este tipo de red permite la conexión punto a multipunto o punto a punto mediante enlaces de radio, lo que elimina la necesidad de cables físicos.

Utilizan antenas para enviar y recibir señales de radio, estas antenas están ubicadas en torres, edificios u otras estructuras elevadas en diferentes puntos geográfico entre el cantón Píllaro, Ambato y Salcedo siempre teniendo un punto de vista entre cada una de ellas para su comunicación, así se asegura una línea

de visión clara entre los puntos de transmisión y recepción.

Este tipo de red se utiliza en áreas donde la instalación de cables es difícil o costosa, como zonas rurales, áreas montañosas, para garantizar un rendimiento óptimo, se deben tener en cuenta factores como la velocidad de operación y la capacidad de transmisión, la dirección y el ángulo de las antenas, así como la interferencia de otras señales de radio en el área. GOMES Comunicaciones cuenta con 5 nodos principales a los que se conectan los nodos secundarios ampliando así la zona de cobertura de esta red.

Descripción de la Red de Fibra Óptica

Con base a la Figura 6 zona 3, se analiza que la distribución de la red FTTH se basa en 5 routers en los que se divide

R1: vlan 100 conecta las OLT Ubiquiti 5, 8 y 9

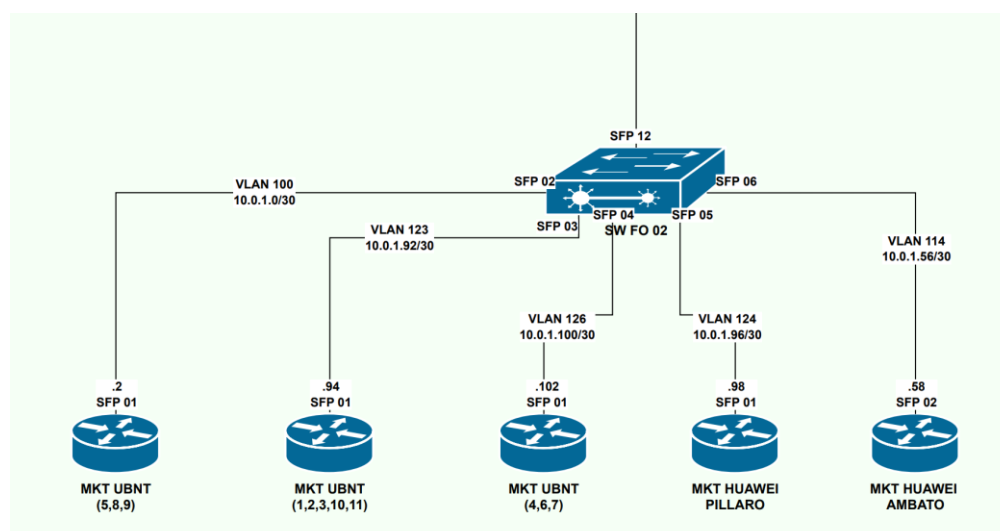
R2: vlan 123 está conectado la OLT Ubiquiti 1, 2, 3, 10, 11

R3: vlan 126 está conectado la OLT Ubiquiti 4, 6 y 7

R4: vlan 124 está conectado la OLT Huawei Píllaro

R5: vlan 114 está conectado la OLT Huawei Ambato

Gráfico 7. Zona 3 Topología Lógica de la Red FTTH GOMES Comunicaciones



Fuente. Departamento Técnico GOMES Comunicaciones (2023)

La red de fibra óptica de GOMES Comunicaciones al salir del nodo principal se distribuye a través de minipostes estratégicamente ubicados en diferentes puntos de su área de cobertura. Estos minipostes albergan cables de fibra óptica de 96 hilos, los cuales se dividen en múltiples hilos utilizando dispositivos denominados *splitters* y NAP (*Network Access Points*) y Mangas que distribuyen en toda el área geográfica con fibra ADSS de 48, 24, 12 y 6 según el área de distribución.

Tecnologías de Red Óptica

Actualmente, GOMES Comunicaciones opera dos redes de fibra óptica distintas:

Red GPON Ubiquiti: Esta red utiliza la tecnología GPON (*Gigabit-Passive Optical Network*) de la marca Ubiquiti. Se compone de 1580 clientes y se caracteriza por:

Capacidad: Hasta 2.5 Gbps por puerto.

Bajo costo: Solución económica para implementaciones a gran escala.

En esta red cuenta con 11 OLT.

Red XPON Huawei: Esta red utiliza la tecnología XPON (10 Gigabit-Passive Optical Network) de la marca Huawei. Se compone de 1320 clientes y se destaca por:

Alta velocidad: Hasta 10 Gbps por puerto.

Baja latencia: Ideal para aplicaciones que requieren tiempos de respuesta rápidos.

Escalabilidad: Permite un crecimiento futuro sin necesidad de cambios significativos en la infraestructura.

En esta red se cuenta con una OLT Huawei ma5800-x7 que cuenta con 7 tarjetas de 16 puertos XGPON

Mantenimiento de Potencia

Independientemente de la tecnología utilizada (GPON o XPON), la red de fibra óptica de GOMES Comunicaciones mantiene la potencia de la señal dentro de un rango óptimo de -12 a -18 dBm a lo largo de toda su extensión.

Beneficios de la Distribución Óptica

La distribución de la red de fibra óptica de GOMES Comunicaciones mediante minipostes, *splitters* y NAP ofrece las siguientes ventajas:

Fase 2: Diseño

La Fase de Diseño comienza después de conocer el estado actual de la red. En esta etapa, la elección del método de transición es muy importante.

En la fase de diseño del plan de transición de IPv4 a IPv6 para el ISP Gomes Comunicaciones, se procederá a la selección del método de transición más adecuado, considerando factores como la complejidad de la red y la disponibilidad de recursos. Además, se realizarán los cambios necesarios en la infraestructura de la red para garantizar una transición fluida y eficiente. Asimismo, se elaborará un plan detallado de direccionamiento IPv6, asignando rangos de direcciones de manera organizada y eficaz.

Selección del método de transición

Es fundamental para GOMES Comunicaciones destacar la importancia de implementar este proceso gradualmente para garantizar la compatibilidad entre las dos versiones del protocolo. Para mantener las inversiones en infraestructura IPv4 y garantizar una coexistencia eficiente, es esencial elegir el mecanismo de transición adecuado, aunque la migración a un ISP puede ser difícil, técnicas como el mecanismo Dual Stack, que permite la convivencia de IPv4 e IPv6, ofrecen beneficios significativos.

Según el análisis presentado en el capítulo 1, que compara varios mecanismos de transición, se ha decidido implementar el mecanismo de doble pila o Dual Stack basado en la evaluación de la situación actual de la red de GOMES Comunicaciones. El resultado de esta decisión es que IPv4 e IPv6 pueden coexistir sobre la infraestructura IPv4 que ya existe.

El uso de *DualStack* en la red de Gomes Comunicaciones implicará la implementación simultánea de IPv4 e IPv6, permitiendo la interoperabilidad entre ambos protocolos. Se establecerá un entorno donde los dispositivos puedan comunicarse utilizando cualquiera de las dos versiones de IP, lo que facilitará la

transición sin interrupciones para los clientes. Se diseñará una estrategia para asignar direcciones IPv6 a los nuevos dispositivos, al tiempo que se mantendrá la compatibilidad con los existentes que utilizan IPv4, asegurando una transición eficiente.

Dual Stack ofrece varias ventajas para el ISP Gomes Comunicaciones. La principal ventaja es la capacidad de soportar tanto IPv4 como IPv6 al mismo tiempo, lo que permite una transición suave y sin interrupciones para los clientes. Además, al implementar Dual Stack, el ISP se asegura de que los servicios existentes que dependen de IPv4 no se vean afectados, al tiempo que se prepara para el futuro con la adopción gradual de IPv6. Otra ventaja clave es la simplificación de la transición, no es necesario convertir todos los sistemas y servicios de IPv4 a IPv6 de una vez (Gómez & Loaiza, 2022).

La implementación de Dual Stack en el ISP Gomes Comunicaciones será un proceso cuidadosamente planificado que implicará la configuración de equipos y dispositivos de red para admitir tanto IPv4 como IPv6 de manera simultánea, esto requerirá la capacitación del personal técnico en las nuevas tecnologías y la actualización de los sistemas de gestión de red para supervisar y mantener las dos pilas de protocolos, se establecerán procedimientos de prueba exhaustivos para garantizar que la implementación no cause interrupciones en los servicios existentes, asegurando una transición suave y sin problemas para los clientes. Además, se llevará a cabo la actualización de los acuerdos de nivel de servicio para reflejar la disponibilidad de IPv6, lo que permitirá a Gomes Comunicaciones ofrecer servicios duales a sus clientes.

Cambios de la infraestructura

Después de analizar la red de Gomes Comunicaciones, se identificaron los cambios necesarios para facilitar la transición de IPv4 a IPv6. Para asegurar la compatibilidad con IPv6, se llevará a cabo la actualización de los equipos de red existentes. Además, se implementarán dispositivos de borde que soporten el protocolo IPv6 y se realizará la configuración necesaria en el servidor DNS. Es

importante destacar que, tras el análisis de la red, se determinó que la infraestructura actual es compatible con IPv6, por lo que no será necesario adquirir nuevos equipos. Este enfoque garantiza una transición fluida hacia el nuevo protocolo sin interrupciones significativas en el servicio.

La transición a IPv6 no es solo una cuestión de cambiar direcciones IP, sino que requiere adaptaciones a nivel de arquitectura de red. Por lo tanto, cada etapa de este proceso será llevada a cabo con la máxima precisión y vigilancia para minimizar cualquier posible interrupción del servicio y proteger la integridad de la red.

Plan de Direccionamiento IPv6

El plan de direccionamiento IPv6 para el ISP Gomes Comunicaciones se basa en la asignación de direcciones IPv6 a cada uno de los dispositivos de la red. Con base de una auditoría de la red actual se identifica la topología y los requisitos de direccionamiento. Se implementará un esquema de direccionamiento jerárquico que facilite la administración y el enrutamiento eficiente de los paquetes IPv6. Se asignarán subredes según las necesidades de cada segmento de la red, tomando en cuenta el crecimiento futuro. Además, se establecerá un plan de transición que permita la coexistencia de IPv4 e IPv6 durante el proceso de migración, garantizando la conectividad con los clientes que aún utilicen IPv4.

1. Evaluar los requerimientos y la preparación

- **Análisis de las necesidades:** Evaluar las necesidades de direccionamiento IPv6 de la red, que incluyen el número de subredes previsto, la cantidad de hosts por subred y las posibilidades de crecimiento futuro.
- **Solicitud de bloque de IPv6 a la LACNIC:** Proporcionar detalles sobre los requisitos de direccionamiento de la red y la topología a la LACNIC para iniciar el proceso de solicitud de un bloque de direcciones IPv6.

1. Asignar y organizar el Bloque de Direcciones IPv6

- **Recibir el bloque designado:** Verificar y registrar la información proporcionada, incluido el tamaño del bloque y los rangos de direcciones

disponibles, una vez que el bloque de direcciones haya sido asignado por LACNIC.

- La división en subredes lógicas es la siguiente: Usando una convención de nomenclatura clara y coherente, divida el bloque asignado en subredes lógicas según la topología de la red y los requisitos de seguridad.
2. Configurar los dispositivos de red.
- Configuración de enrutadores: Configurar los enrutadores de borde y distribución para soportar el enrutamiento IPv6 y establecer rutas estáticas o dinámicas hacia las subredes IPv6.
 - Configuración de ONU: Configurar las ONU para que puedan operar con IPv6 y habilite la función de autoconfiguración de direcciones IPv6.
4. Dando Direcciones IPv6 a Subredes
- Asignación de prefijos de subred: utilizando un método de enrutamiento sumariado, asignar un prefijo de subred único a cada segmento de red para reducir la complejidad y el desperdicio de direcciones.
 - Configuración de rutas estáticas: Configure direcciones IPv6 estáticas para dispositivos y servidores críticos que requieran conectividad constante y predictiva.

Cambios en los servicios de red

La transición hacia IPv6 en los servicios de DNS (Sistema de Nombres de Dominio) es fundamental adaptar la configuración del servidor DNS para admitir tanto registros IPv4 como registros IPv6, permitiendo así la resolución de nombres de dominio en ambas pilas de protocolos. Esto implica actualizar las zonas DNS con registros AAAA para reflejar las nuevas direcciones IPv6 de los servicios y dispositivos de red. Además, se requieren ajustes en la configuración de los clientes y dispositivos para asegurar que puedan utilizar tanto IPv4 como IPv6 para las consultas DNS, garantizando una conectividad fluida en la red.

Con base a la metodología el Plan de Transición de IPv4 a IPv6 en el ISP GOMES Comunicaciones se encuentra en el Anexo 2.

Fase 3: Validación del diseño

La validación del diseño del plan de transición se llevó a cabo para garantizar su viabilidad y eficacia. Se realizó una exhaustiva revisión por parte de expertos y profesionales en el campo de redes, quienes evaluaron la coherencia y solidez de las estrategias propuestas. Esta validación es crucial para asegurar que el plan cumple con los estándares y requisitos necesarios para la transición de IPv4 a IPv6 en el entorno del ISP Gomes Comunicaciones.

El enfoque metódico y riguroso que se aplica durante la validación garantizó que se hayan considerado todos los posibles escenarios y contingencias que puedan surgir durante la implementación del plan. Además, se llevó a cabo pruebas para detectar posibles fallos o puntos de vulnerabilidad en la redacción del diseño propuesto. Todo esto contribuye a la robustez y fiabilidad del plan de transición, lo que es fundamental para su éxito a largo plazo. Asimismo, se prestó especial atención a la documentación y procedimientos asociados con el plan, con el fin de asegurar que se cuente con recursos y orientaciones claras para su implementación y mantenimiento continuo.

Capacitación al personal

Se llevará a cabo un programa de formación exhaustivo que abarcará desde los conceptos fundamentales de IPv6 hasta la implementación práctica en la red, el personal técnico, administrativo y de soporte será instruido en las diferencias clave entre IPv4 e IPv6, así como en la resolución de problemas y la gestión de la red en el nuevo entorno, se realizarán sesiones teóricas y prácticas, con la participación activa de los empleados en la configuración y operación de redes duales, además, se proporcionarán recursos y materiales de referencia para garantizar la continuidad del aprendizaje y la actualización constante de conocimientos.

Aplicar al entorno real

Una vez completadas las pruebas y la capacitación del personal, el siguiente paso es aplicar el plan de transición al entorno real de la red de Gomes Comunicaciones, esto significa implementar el cambio de IPv4 a IPv6 en la infraestructura de la red en un entorno operativo, es crucial realizar esta transición de manera cuidadosa y supervisada para minimizar posibles interrupciones del servicio y asegurarse de que todos los equipos y sistemas estén configurados correctamente para soportar IPv6, durante este proceso, se llevará a cabo un monitoreo constante para identificar y solucionar cualquier problema que pueda surgir, garantizando así una transición exitosa y una operatividad óptima en el entorno real buscando la satisfacción del servicio al cliente final.

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Propuesta: plan de transición de IPv4 a IPv6 en el ISP GOMES Comunicaciones

El estudio se centró en la infraestructura de la red de fibra óptica de GOMES Comunicaciones. La propuesta se lleva a cabo mediante la creación de un plan que oriente la implementación de IPv6 en comparación con IPv4, lo cual se encuentra disponible en el Anexo 2. Además, este documento proporciona una orientación general para llevar a cabo la transición, así como un esquema estructurado del protocolo IPv6.

3.2. Validación de la propuesta

De acuerdo con los componentes establecidos en la planificación de la investigación, la propuesta se valida utilizando la técnica de validación por especialistas. Este método permite obtener comentarios de especialistas en áreas relacionadas con el tema sobre la estructura, el contenido, los aspectos técnicos y otros aspectos del plan de transición creado. La siguiente es una descripción del proceso de validación:

Selección de especialistas

La selección de especialistas tiene como objetivo validar de manera efectiva el plan de transición propuesto. Este perfil busca personal de la empresa con experiencia y conocimientos especializados en áreas relacionadas con la transición y conocimiento general de la infraestructura actual. Los siguientes cuadros muestran los criterios utilizados en la selección de especialistas para garantizar la representatividad de diversas perspectivas y la capacidad de evaluar críticamente los elementos clave del plan:

Cuadro 6: Experto N.1

Nombre:	Ing. Wilson Gómez
Título:	Ingeniero en sistemas
Cargo Actual:	Gerente General de GOMES Comunicaciones
Especialización:	Cursos y Capacitaciones en redes y telecomunicaciones
Años de experiencia:	30 años de experiencia

Fuente. elaboración propia

Cuadro 7: Experto N.2

Nombre:	Ing. Jhonny Barrionuevo
Título:	Ingeniero en telecomunicaciones
Cargo Actual:	Especialista en Redes de GOMES Comunicaciones
Especialización:	Telecomunicaciones y redes
Años de experiencia:	4 años de experiencia

Fuente. elaboración propia

Matriz de validación por especialistas

Según Gallegos (2024), “Definir una matriz para el proceso de validación por expertos, es un paso fundamental después de la presentación del plan de transición final ante dichos expertos.” esta matriz se presenta como una herramienta sistemática y organizada que permite a los especialistas evaluar objetivamente y detalladamente cada elemento del plan.

La importancia y beneficios de las matrices de validación por especialistas radican en su contribución a la solidez y credibilidad de los proyectos e investigaciones. Al utilizar la experiencia y conocimientos estos especialistas, se logra una validación más rigurosa y confiable de los datos, lo que a su vez fortalece la validez de la investigación obtenida. Además, estas matrices permiten identificar posibles errores o áreas de mejora en el proceso de recopilación y análisis de datos, lo que resulta en una mayor precisión y confianza en los resultados finales (García, 2023)

Los componentes clave de una matriz de validación incluyen los criterios de evaluación, los indicadores de medición, el sistema de puntuación, y la escala de valoración. Los criterios deben ser claros, específicos y relevantes para los objetivos del proyecto o investigación. Los indicadores de medición deben permitir

una evaluación objetiva y cuantitativa, mientras que el sistema de puntuación y la escala de valoración deben ajustarse a la importancia relativa de cada criterio (Hernández, Santana, & Sosa, 2021).

Criterios para la Matriz de Validación del Plan de Transición de IPv4 a IPv6

La matriz de validación se basa en los criterios establecidos por Gallegos (2024) en su proyecto “Plan de transición de ipv4 a ipv6 en una red LAN”. Estos criterios han sido adaptados al contexto del presente estudio

- Claridad y comprensión evalúa que se utilice un lenguaje claro asegurando que la información sea útil para la audiencia involucrada en la transición de IPv4 a IPv6.
- Estructura y Organización evalúa que el plan este basado en información actualizada, estructurado de manera coherente y que la metodología propuesta sea relevante para la transición IPv4 a IPv6.
- Detalles Técnicos evalúa la presencia de detalles técnicos y comprensibles en cada fase del plan de transición. Se verifica que los procedimientos y mecanismos técnicos estén descritos de manera clara y adecuada para el personal en el área de tecnologías de la información.
- Actualización y Relevancia este criterio busca asegurar que las fases de la transición estén claramente definidas en el plan, proporcionando una guía actual y lógica para la implementación
- Recursos considerados, este criterio evalúa, después de la revisión, si es necesario adquirir nuevos equipos y la compatibilidad con las herramientas de monitoreo y control.
- Facilidad de uso y disponibilidad este criterio garantiza que el plan sea flexible, compatible y proporcione un direccionamiento claro, que pueda ser implementado en diversas organizaciones ISP, independientemente de sus configuraciones específicas.

Estos criterios tienen como objetivo que el plan que se presenta sea una herramienta informativa, una guía práctica y ejecutable cuyo objetivo es facilitar la

transición del ISP Gomes Comunicaciones de IPv4 a IPv6. El anexo 2 contiene este plan.

3.3. Análisis de los resultados de la validación por especialista

Después de que los especialistas validen el plan de transición, como se muestra en los anexos 4 y 5, se analizan los resultados. Para ello, se utiliza una tabla que organiza cada evaluación asignada a cada criterio de evaluación.

Cuadro 8. Análisis de los resultados de la validación por especialistas.

Criterio	Especialista 1	Especialista 2	Resultado de la Validación
Claridad y comprensión	100,00%	100,00%	100,00%
Estructura y organización	100,00%	100,00%	100,00%
Detalles Técnicos	100,00%	100,00%	100,00%
Actualización y relevancia	100,00%	100,00%	100,00%
Recursos considerados	100,00%	100,00%	100,00%
Facilidad de uso y disponibilidad	100,00%	100,00%	100,00%
Total de la validación del producto			100,00%

Fuente elaboración propia

Criterio de Claridad y Comprensión: los 2 especialistas evalúan esta sección con un 100%, lo que se valida que el plan utiliza un lenguaje claro asegurando que la información sea útil para la audiencia involucrada en la transición de IPv4 a IPv6.

Criterio de Estructura y Organización: los 2 especialistas determinan un 100% lo que asegura que el plan este basado en información actualizada, estructurado de manera coherente y que la metodología propuesta sea relevante para la transición IPv4 a IPv6.

Criterio de Detalles Técnicos: los 2 especialistas puntúan con 100% este criterio lo que evalúa la presencia de detalles técnicos y comprensibles en cada fase del plan de transición. Se verifica que los procedimientos y mecanismos técnicos estén descritos de manera clara y adecuada para el personal en el área de tecnologías de la información.

Criterio de Actualización y Relevancia: los 2 especialistas califican con 100% lo que asegura que las fases de la transición estén claramente definidas en el plan, proporcionando una guía actual y lógica para la implementación.

Criterio Recursos considerados: los 2 especialistas consideran 100% que evalúa que después de la revisión, si es necesario adquirir nuevos equipos y la compatibilidad con las herramientas de monitoreo y control.

Criterio de Facilidad de uso y disponibilidad: los 2 especialistas validan con 100% lo que garantiza que el plan sea flexible, compatible y proporcione un direccionamiento claro, que pueda ser implementado en diversas organizaciones ISP, independientemente de sus configuraciones específicas.

En conjunto, los resultados de la validación de especialistas del producto final respaldan la integridad del documento, obteniendo una validación de 100% por los especialistas.

CONCLUSIONES

- La fundamentación en prácticas actuales y el conocimiento teórico han demostrado ser esenciales para un diseño exitoso de un plan de transición de IPv4 a IPv6, la escasez de direcciones IPv4 y las limitaciones tecnológicas de este protocolo hacen que el cambio a IPv6 sea inevitable, comprender las diferencias fundamentales y las capacidades avanzadas de IPv6, como su espacio de direcciones expandido y sus características nativas de seguridad, es crucial; es importante adoptar estrategias probadas, como la implementación de redes *dualstack* que permitan la coexistencia de ambos protocolos, y utiliza por defecto técnicas de *tunneling* para facilitar la interoperabilidad temporal y soluciones como NAT64/DNS64 para asegurar la conectividad continua con servicios que aún utilizan IPv4, estas prácticas no solo mitigan los riesgos asociados con la transición, sino que también maximizan los beneficios, asegurando una adopción eficiente y una integración armoniosa de IPv6.
- La evaluación de las necesidades específicas de la empresa ha revelado varios puntos que deben abordarse para la elaboración del diseño de transición. En primer lugar, se ha realizado un análisis profundo de la infraestructura actual para soportar el nuevo protocolo, incluyendo *routers*, *switches* y otros equipos de red, y se ha concluido que todos los equipos son compatibles con la transición a IPv6. Además, se verificaron tres zonas en la red. La Zona 2, debido a las prestaciones de una red inalámbrica de radio y los factores físicos que afectan esta comunicación, no se optará por IPv6. Sin embargo, la Zona 1, siendo una conexión principal, y la Zona 3, que utiliza una red de fibra óptica, sí son aptas para la transición. Es esencial capacitar al personal técnico en la gestión y resolución de problemas relacionados con IPv6 para asegurar que estén preparados para manejar cualquier desafío que se presente. También se identificó la necesidad de asegurar la compatibilidad de los servicios y aplicaciones existentes para evitar interrupciones en el servicio, especialmente en las zonas específicas donde se requiere esta transición. Este enfoque garantiza que GOMES

Comunicaciones esté bien preparado para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades presentadas por la adopción de IPv6.

- Se han desarrollado procedimientos claros y detallados para guiar a través del complejo proceso de transición a IPv6, estos procedimientos comienzan con un inventario y evaluación de la infraestructura existente para identificar los equipos y aplicaciones que necesitan ser actualizados o reemplazados, la implementación de una configuración *dualstack* permitirá la convivencia de IPv4 e IPv6, proporcionando una transición gradual y minimizando interrupciones, como también el análisis de la zona a la que la empresa brinda el servicio, la capacitación del personal técnico es crucial para asegurar que puedan gestionar y resolver problemas relacionados con IPv6, la adopción de un enfoque por fases para la implementación de IPv6, comenzando con segmentos menos críticos de la red y avanzando hacia áreas más sensibles, asegura una transición ordenada. Finalmente, el monitoreo continuo y el soporte técnico son esenciales para detectar y resolver problemas rápidamente, garantizando la estabilidad y confiabilidad de los servicios durante y después de la transición. Este enfoque estructurado asegura que pueda gestionar la transición de manera eficiente.

RECOMENDACIONES

- Implementar un entorno de prueba para IPv6 antes de la transición completa donde se puedan simular diferentes escenarios y configuraciones de IPv6, este entorno permitirá al personal experimentar con el protocolo IPv6, identificar posibles problemas y desarrollar soluciones
- Inducir a programas de formación continua y certificación en IPv6 para el personal técnico. Esto asegurará que todos los involucrados estén al día con las últimas prácticas y conocimientos teóricos sobre la transición de IPv4 a IPv6.
- Implementar herramientas de monitoreo y gestión que permitan realizar un seguimiento detallado de la implementación de IPv6, documentar cada paso del proceso, incluyendo los problemas encontrados y las soluciones implementadas, para crear una base de conocimientos que pueda ser utilizada en futuras transiciones.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, S. (23 de junio de 2023). Los enfoques de investigación en las Ciencias Sociales. *REVISTA LATINOAMERICANA OGMIOS*, 3, págs. 82-95. doi:<https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>

Aguirre, V. (2023). *Diagnóstico y perspectivas de la implementación de IPv6 en el Ecuador*. Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23618/1/CD%2012953.pdf>

Alonso, N. (2013). *Redes de Comunicaciones Industriales*. UNED. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=4TKJ9IpMSJEC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Simplifican+la+comunicaci%C3%B3n+entre+dispositivos+conectados+a+la+red.+Establecen+las+reglas+y+normas+que+permiten+la+transmisi%C3%B3n+y+recepci%C3%B3n+de+datos+de+manera+efici>

Auz, T. (2023). *Diseño de red MAN para la interconectividad en la granja de la "Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión en El Carmen"*. El Carmen. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/4576/1/ULEAM-INFOR-0103.PDF>

Barba, H. (2022). *Evaluación de los Mecanismos seguridad de DNS en redes IPv4 e IPv6*. Ambato: PUCESA. Obtenido de <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/3702/1/77987.pdf>

Cadin, V., & Talay, C. (2023). *Review of the use of QUIC in the HTTP/3 protocol*. Obtenido de <https://publicaciones.unpa.edu.ar/index.php/ICTUNPA/article/view/1042/1065>

Cárdenas , D., Roperó, E., Puerto, K., Sánchez, K., Castro, S., & Ramirez, J. (2019). *Vulnerabilidad en la seguridad del internet de las cosas*. Mundo Fesc. Obtenido de <https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/940/Vulnerabilidad%20en%20la%20seguridad%20del%20internet%20de%20las%20cosas.pdf?sequence=1>

Cedeño, K. (2023). *Diseño para una construcción de una red ffft con estándar Gpon para la conexión de videocámaras en la urbanización San Luis de la ciudad de Portoviejo*. Jipijapa. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6374/1/Cede%C3%B1o%20Zambrano%20Karelis%20Cecibel.pdf>

Chica, R. (2020). *Transición al protocolo IPV6, aspectos de seguridad informática para tener presente*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34367/rachicam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Contreras, J. (2020). *Web application for event monitoring*. Málaga. Obtenido de <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/20388/Contreras%20Herrera%20Jes%C3%BAAs%20Manuel%20Memoria.pdf?sequence=1>

Davygora, E. (2024). *Diseño e implementación de un sistema integrado de monitorización de eventos de seguridad*. Obtenido de <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149500/1/bdaveduTFG0124memoria.pdf>

de Franco, M., & Vera, J. L. (2020). *Paradigms, approaches and methods of investigation: theoretical analysis* (Vol. 3). Obtenido de <https://atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/38/54>

- Díaz, B., & Luis, C. (2020). *Rediseño de red local empresa Sevicol Ltda.* Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/792eadc2-bea6-4456-89d1-274e5b5289d4/content>
- D'yab, O. (2022). A Comprehensive Survey on the Most Important IPv4aaS IPv6 Transition Technologies, their Implementations and Performance Analysis. *INFOCOMMUNICATIONS JOURNAL*, 35-44. Obtenido de https://real.mtak.hu/154217/1/InfocomJ_2022_3_5_Dyab.pdf
- Espejo, H. (2020). *Esquema de transición del proceso establecido para la migración del protocolo ipv4 a ipv6 de acuerdo con los lineamientos establecidos por el ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones (mintic).* Bogotá. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35222/hfespejog.pdf?sequence=3>
- Fastnet CIA.LTDA. (2013). *Estudios de las Metodologías de Migración de IPv4 a IPv6 aplicada a una propuesta técnica para el ISP Fastnet CIA.LTDA.* Rioba,ba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3158/1/98T00047.pdf>
- García, T. (2023). *Propuesta de un portal de integración de los capítulos 7 y 8 de la norma iso 9001: 2015, los capítulos 7 y 8 de la norma iso 20000-1: 2018 y las áreas de práctica del modelo cmmi v 2.0, como contribución a la gestión del conocimiento.* Bogotá. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/54931/2024garciamedellintatianaalejandra1.pdf?sequence=24>
- Gómez, S., & Loaiza, D. (2022). *El reto de la transición de IPV4 a IPV6 en entidades del Distrito Capital.* Bogotá. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/31147/GomezPulidoSusanNatalia2022.pdf?sequence=1>

González , N., Salinas , G., & Vergara, J. (2023). *Propuesta de una Guía Práctica para Proveedores de servicio de Internet en Colombia alineada al Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 – Industria, Innovación a Infraestructura*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/13210/Vergarajuliana2023.pdf?sequence=1>

González, H. (2022). *Interfaz web 3.0 para un protocolo de voto electrónico desplegado en blockchain*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/198269/Gonzalez%20-%20Interfaz%20web%2030%20para%20un%20protocolo%20de%20voto%20electronico%20desplegado%20en%20blockchain.pdf?sequence=1>

González, L., Osiris, S., Laguía, D., Gesto, E., & Hallar, K. (2020). *Future Internet - Survey of IoT technologies*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7756122.pdf>

Google. (2024). *Adopción de IPv6*. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html#tab=ipv6-adoption>

Google. (2024). *Adopción de IPv6 por país*. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>

Hamid, Z., Daud, S., Razak, I., & Razak, N. (2021). *A comparative study between ipv4 and ipv6*. doi:<https://doi.org/10.53797/anjssh.v2i1.9.2021>

Hernández, V., Santana, P., & Sosa, J. (2021). *Feedback and self-regulated learning in higher education*. Tenerife. Obtenido de <https://revistas.um.es/rie/article/download/423341/298901>

IANA. (2024). *IANA*. Obtenido de <https://www.iana.org/>

Jeréz, G., López, V., & Longo, V. (2021). *Seguridad en la configuración de redes IPv6: análisis y buenas prácticas*. Difusiones. Obtenido de <http://revistas.ucse.edu.ar/ojsucse/index.php/difusiones/article/view/402>

LACNIC. (2020). *ESTADÍSTICAS Y TENDENCIAS: EL DESPLIEGUE DE IPV6 EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2016-2020*. Obtenido de <https://www.lacnic.net/innovaportal/file/2943/1/estadisticas-y-tendencias-el-despliegue-de-ipv6-en-lac-2016-2020-es.pdf>

Maisonave, M. (2020). *Apunte para Subnetting*. Obtenido de <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5811/Apun-te%20para%20Subnetting.pdf?sequence=1>

Manayay, C., & Olivera, R. (2015). *Migración de IPv4 a IPv6 para mejorar la seguridad y velocidad de la Red Telemática de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/894/BC-TES-4177.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Marco, N. (2020). *Propuesta de implementación de sistema Web para la gestión documentaria en el estudio jurídico "Castañeda & Castañeda"–Tumbes*. Tumbes. Obtenido de https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/31805/GESTION_DOCUMENTARIA_NOBLECILLA_DEDIOS_MARCO_ANTONIO.pdf?sequence=3

Marrone , L. (2023). *Paradigma TCP/IP*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad de La Plata 48 N.º 551-599. Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/153750/Documento_completo.pdf?sequence=1

- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2012). *Acuerdo N° 039-2012*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/Acuerdo-039-2012-PROTOCOLO-IPV6.pdf>
- Montaleza, P., & Jativa, A. (2022). *DISEÑO DE LA TRANSICIÓN DEL PROTOCOLO IPV4 HACIA IPV6 EN LA EMPRESA GRUPO JATIVA CON BASE EN CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD EN IMPLEMENTACIÓN DE IPV6*. Latacunga. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9174/1/PI-002084.pdf>
- Noblecilla, M. (2020). *Propuesta de implementación de sistema Web para la gestión documentaria en el estudio jurídico "Castañeda & Castañeda"–Tumbes 2020*. Tumbes. Obtenido de https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/31805/GESTION_DOCUMENTARIA_NOBLECILLA_DEDIOS_MARCO_ANTONIO.pdf?sequence=3
- Novoa, J. (2022). *Transición de una red IPV4 a IPV6 manteniendo la coexistencia de los protocolos*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/50263/Jdnovoas.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Orrala, N. (2022). *Diseño e implementación de mecanismos de convergencia brindando conexiones GPON para la comparativa IPv4 e IPv6 en el laboratorio de Telecomunicaciones*. La Libertad: UPSE. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8633/1/UPSE-TTE-2022-0003.pdf>
- Parrilla, J. (2020). *La capa de red. Direccionamiento, máscaras de longitud variable, mecanismos de transición de IPv4 a IPv6, ICMP e IGMP*. Obtenido de https://crea.ujaen.es/jspui/bitstream/10953.1/13543/1/PARRILLA_MARTNEZ_JOSANTONIO_TFM_INFORMTICA.pdf

Pensky, G. (2021). *Implementación de IPv6:¿ Un desafío de innovación para los ISP en Uruguay?* Montevideo. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/31053/1/Pen21.pdf>

Pérez, H. (2020). *Estrategia de implementación para la transición del protocolo IPv4 a IPv6 en la red de la UMSA.* La Paz. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/33581/TM-7514.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quintas, N., & Gonzáles, A. (2021). *Evolution of digital audience measurement in the Spanish market: state of the art and future challenges.* doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2021.ene.02>


Ramírez, D., Pantoja, J., & Beltrán, J. (2015). *DISEÑO DE LA TRANSICIÓN DEL PROTOCOLO IPV4 HACIA IPV6 EN LA AGENCIA COLOMBIANA PARA LA REINTEGRACIÓN-ACR CON BASE EN CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD EN IMPLEMENTACIÓN DE IPV6.* Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/013d3fd4-6bf2-4acf-a84f-c14a11071a6c/content>

Rodríguez, L. (2023). *OPTIMIZACIÓN DE TRÁFICO DE DATOS EN EL INTERNET DE LAS COSAS MÉDICAS UTILIZANDO UN SIMULADOR DE REDES DE EVENTOS DISCRETOS Y LoRa: CASO DE ESTUDIO CENTROS MÉDICOS DE LA PUCESE.* Esmeraldas: PUCESE. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3bd4e7eb-e68f-44f2-83be-53b179c448ee/content>

- Ruiz, A., Gómez, M., & Rodruíguez, M. (2021). *Identificación de peligros asociados a actividades administrativas desde el trabajo en casa para empleados de la empresa IPv6 Technology*. Obtenido de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/948/Identificaci%C3%B3n%20de%20peligros%20asociados%20a%20actividades%20administrativas%20desde%20el%20trabajo%20en%20casa%20para%20empleados%20de%20la%20empresa%20IPv6%20Technology.pdf?sequence=4>
- Sornoza, A. (2020). *Estudio de factibilidad para la migración del protocolo ipv4 a ipv6 para optimizar el rendimiento de los equipos de telecomunicaciones de la carrera de enfermería de la universidad estatal del sur de manabí*. JipiJapa. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2262/1/SORNOZA%20CASTRO%20JENIFFER%20ANGELINE.pdf>
- Suarez, J. (2012). *Estudio de las características, funcionamiento, ventajas y técnicas utilizadas en los optimizadores WAN*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2146/16/UPS-CT002403.pdf>
- Tanenbaum, S. A. (2013). *Computer Network*. Pearson. Obtenido de https://repositorio.scalahed.com/recursos/files/r176r/w34271w/DisenoRedes_Ant_B4_S.pdf
- Toaza, A. (2023). *Análisis de diferencias y mejoras entre ssl y tls en términos de seguridad y protección*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/15139/E-UTB-FAFI-SIST.INF-000215.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Entrevista

	
Entrevista para diagnosticar el estado actual en la red de la empresa GOMES Comunicaciones	
Objetivo	<p>Evaluar y comprender el estado actual de la red del ISP GOMES Comunicaciones con el fin de identificar su estructura, desafíos y necesidades en el marco del plan de transición de IPv4 a IPv6</p>
Entrevistados	<p>Gerente General de GOMES Comunicaciones</p> <p>Técnico en Infraestructura</p>
<p>Consideraciones Generales</p> <p>Se solicita se responda de manera objetiva.</p> <p>Los resultados de la presente entrevista poseen fines de investigación.</p>	
<p>Desarrollo</p> <p>¿Podrían describir la infraestructura actual de la red de GOMES Comunicaciones en términos de tamaño, topología y tecnologías utilizadas?</p> <p>¿Cuál es la capacidad actual de la red en términos de ancho de banda y número de usuarios?</p> <p>¿Qué tipo de servicios se están ofreciendo a los clientes actualmente?</p> <p>¿Cuáles son las principales razones por las que GOMES Comunicaciones desea realizar la transición a IPv6?</p> <p>¿Qué beneficios esperan obtener con la transición a IPv6 en términos de rendimiento, seguridad y escalabilidad?</p> <p>¿Es necesario realizar actualizaciones de hardware significativas para admitir IPv6?</p> <p>¿Qué medidas se están tomando para capacitar al personal técnico sobre IPv6 y las implicaciones de la transición?</p> <p>¿Cómo comunicarán a los clientes sobre la transición a IPv6 y cómo se verán afectados?</p> <p>¿Cómo se llevará a cabo el monitoreo continuo de la red durante y después del proceso de</p>	

transición?

Anexo 2. Plan de Transición del Protocolo IPv4 a IPv6 en el ISP GOMES

Comunicaciones



PLAN DE TRANSICIÓN IPV4 A IPV6

EN GOMES COMUNICACIONES
DATATV CIA. LTDA.



AUTOR: ANDRÉS GÓMEZ
CO-AUTORA: MG. VERÓNICA PAILIACHO

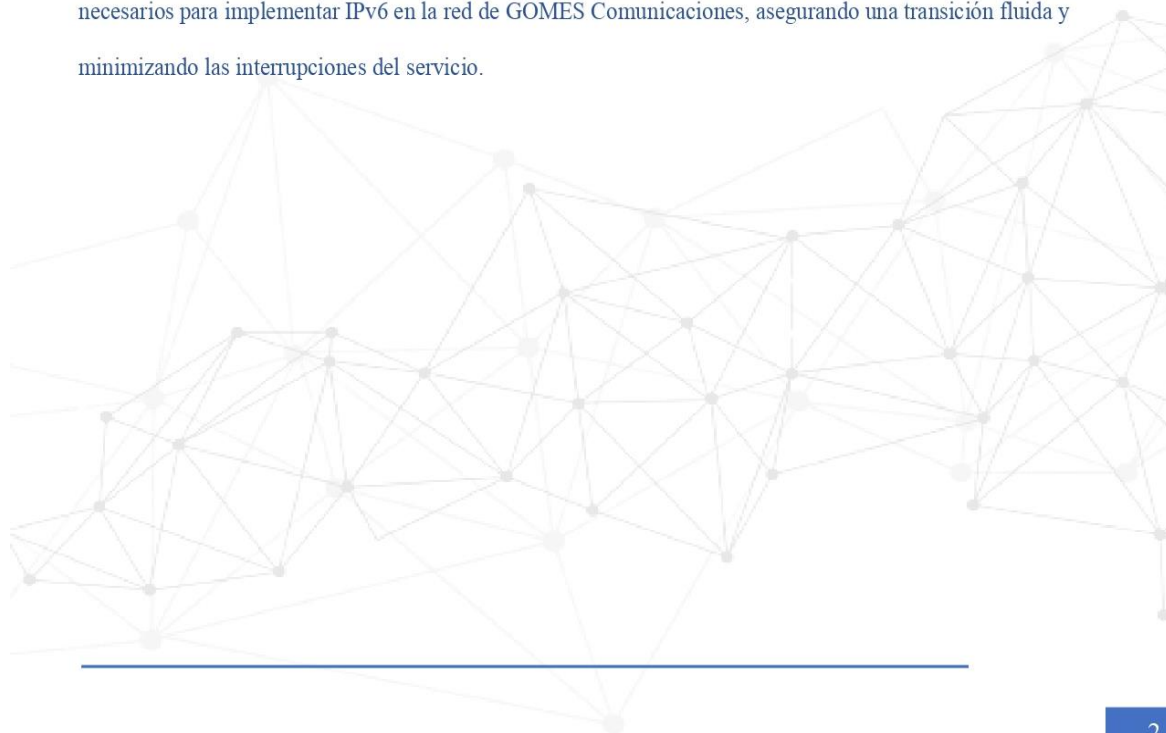
Contenido

Introducción	2
Objetivo.....	3
Desarrollo.....	4
Fase I: Análisis de la Red Actual	4
1.1. Inventario de la Red.....	4
1.2. Topología de la Red.....	5
1.3. Descripción de la Red de Fibra Óptica	6
1.4. Servicios y Aplicaciones:.....	7
1.5. Análisis de Tráfico	8
1.6. Evaluación de hardware.....	8
Fase II Diseño de la solución.....	9
2.1. Estrategia de Direccionamiento IPv6.....	9
2.2. Arquitectura.....	17
2.3. Cronograma de Implementación para el Plan de Transición	19
2.4. Riesgos Para Considerar	20
2.5. Capacitación a Personal y Clientes.....	20
Recomendaciones	22

Introducción

Gomes Comunicaciones Data Tv Cía. Ltda. es una empresa ecuatoriana radicada en el Cantón Santiago de Píllaro, que se especializa en la prestación de servicios de telecomunicaciones, siendo su principal servicio, proveedor de internet por medio de la tecnología Fibra Óptica y Wireless, actualmente cuenta aproximadamente con 4000 clientes y cobertura total en el cantón Santiago de Píllaro

GOMES Comunicaciones, como proveedor de servicios de Internet, enfrenta la creciente necesidad de adoptar IPv6 debido al agotamiento de las direcciones IPv4 y al aumento exponencial de dispositivos conectados. Además, la transición a IPv6 permitirá mantener una conexión más rápida y con baja latencia debido a la salida directa a la red pública sin necesidad de traducción de direcciones. Este plan de transición describe los pasos necesarios para implementar IPv6 en la red de GOMES Comunicaciones, asegurando una transición fluida y minimizando las interrupciones del servicio.



Objetivo

Guiar la transición de la infraestructura de red de fibra óptica de GOMES Comunicaciones basada en IPv4 a IPv6, de manera ordenada y eficiente, garantizando la continuidad del servicio, la compatibilidad con tecnologías actuales y futuras, y minimizando las interrupciones para los clientes.



Desarrollo

El desarrollo de este plan ha sido diseñado mediante un análisis metodológico exhaustivo, asegurando que cada fase se aborde de manera integral y efectiva. Se llevará a cabo en dos fases principales:

- Análisis de la Red Actual
- Diseño de la Solución

Fase I: Análisis de la Red Actual

1.1. Inventario de la Red

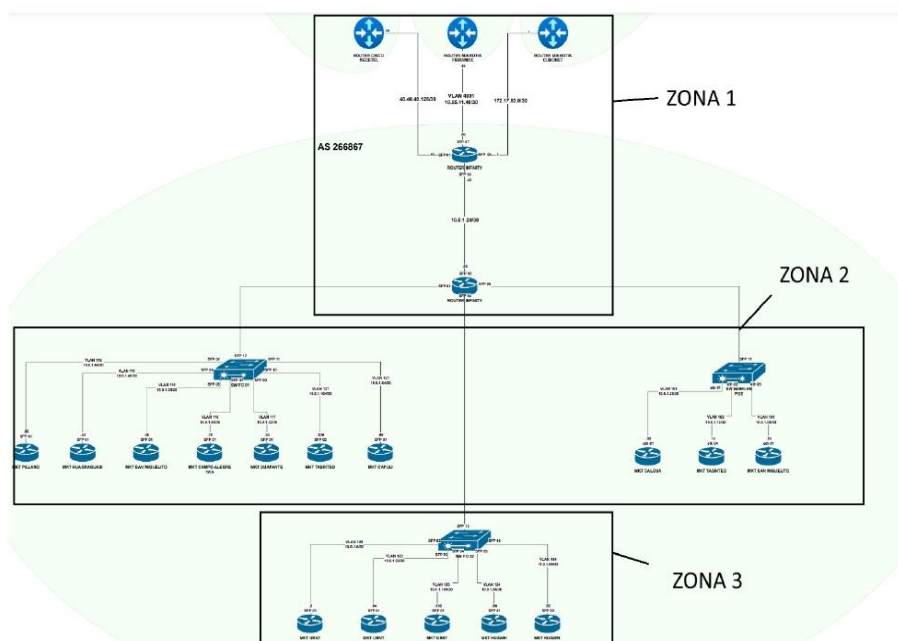
Se realiza un inventario profundo de todos los equipos principales que se encuentran en el nodo de GOMES Comunicaciones.

Cuadro 1. Equipamiento principal de la red de GOMES Comunicaciones

Cantidad	Equipos	Descripción
1	Router Cisco	Recepción proveedor 1
1	Cloud Core Router Mikrotik	Recepción proveedor 2
1	Cloud Router Switch Mikrotik	Recepción proveedor 3
2	EdgeRouter Infinity Ubiquiti	Routers principales de la red
3	Cloud Core Router Mikrotik	Routers repartición de red
3	EdgeSwitch 48 PoE Ubiquiti	Switch para repartición de red
11	Fiber OLT Ubiquiti GPON	Repartición de red ffth GPON Ubiquiti
2	OLT Huawei MA5800-X7 XPON	Repartición de red ffth XPON Huawei
4	ODF 96 Port	Repartición de red ffth
16	Cloud Core Router Mikrotik	Routers nodos Wireless

1.2. Topología de la Red

Figura 1. Topología de la red de GOMES Comunicaciones



La empresa GOMES Comunicaciones cuenta con tres *Carrier* que prestan el servicio principal, se cuenta con esta cantidad de proveedores debido a que la red cuenta con un balanceo y la implementación del protocolo BGP para la optimización de la salida de tráfico de los usuarios finales, cuenta con un router que actúa como core de borde de marca Ubiquiti el cual soporta un tráfico máximo de 10G, el que se conecta con otro router de la misma marca y características el que distribuye toda la red Wireless y Fibra óptica.

En la zona 2 es la topología de la red de Wireless, cuenta con dos switches de 48 puertos los que distribuyen la señal a los routers que están distribuidos en diferentes zonas geográficas, estas se interconectan directamente por fibra óptica y por backups de antenas de radio enlace con la tecnología punto a punto.

En la zona 3 es la topología de la red de Fibra Óptica en la que se basa para esta propuesta de transición, cuenta con 11 OLTs de marca Ubiquiti que manejan la tecnología GPON estos equipos se encuentran distribuidos por tres routers que administran cada uno de estos, y cuenta con dos OLTs de marca Huawei con 7 tarjetas de tecnología XGPON estos equipos cuentan con un router por encima de cada uno, llegando el servicio al cliente final por 4 ODFs los que se interconectan por fibras de 96 hilos para la distribución de la red óptica.

Después de un análisis de la red y del mercado donde se sitúa GOMES Comunicaciones el presente plan abarcará para la zona 1 y 3 correspondiente al servicio de fibra óptica

1.3. Descripción de la Red de Fibra Óptica

Con base a zona 3, se analiza que la distribución de la red FFTH se basa en 5 routers en los que se divide

R1: vlan 100 conecta las OLTs Ubiquiti 5, 8 y 9

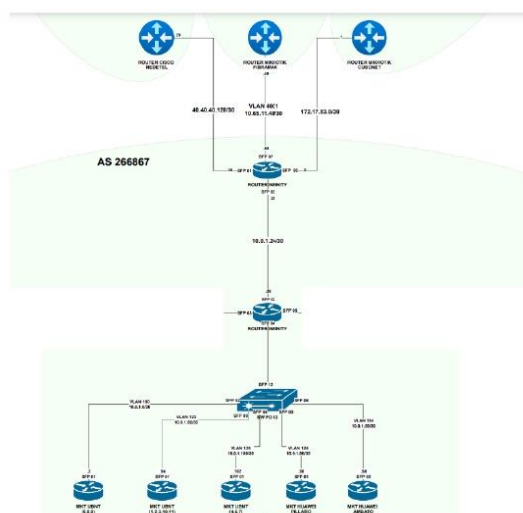
R2: vlan 123 está conectado la OLTs Ubiquiti 1, 2, 3, 10, 11

R3: vlan 126 está conectado la OLTs Ubiquiti 4, 6 y 7

R4: vlan 124 está conectado la OLT Huawei Pillaro

R5: vlan 114 está conectado la OLT Huawei Ambato

Figura 2. Topología red FFTH Zona 1 y Zona 2



1.4. Servicios y Aplicaciones:

- Proveedor de Internet: Incluye un servidor DNS

Al momento de la elaboración del presente plan se está en implementación los siguientes servicios:

- Televisión de CATV por Fibra Óptica: Servicio de televisión por cable a través de fibra óptica.
- IPTV: Servicio de televisión por Protocolo de Internet mediante una software multiplataforma que sale de un servidor.

1.5. Análisis de Tráfico

El ISP GOMES Comunicaciones cuenta con una capacidad de 10G en sus equipos de red, distribuidos entre tres proveedores principales:

- Ufinet (5G)
- Fibramax (2G)
- Cubo Net (3G)

Todos los proveedores utilizan el protocolo BGP (Border Gateway Protocol) para la gestión del enrutamiento.

La red de GOMES Comunicaciones está configurada con balanceo de carga y optimización de salida internacional, eligiendo la salida más rápida según los proveedores disponibles. El consumo promedio durante las horas pico es de 8G, para los 4000 clientes que maneja la compañía.

La distribución de capacidad de red de GOMES Comunicaciones, apoyada en una infraestructura robusta y una gestión eficiente del tráfico, asegura un servicio continuo y de alta calidad. Esta configuración permite maximizar la eficiencia y fiabilidad, optimizando la experiencia del usuario y posicionando a la compañía como un proveedor confiable, preparado para enfrentar tanto las demandas actuales como el crecimiento futuro.

1.6. Evaluación de hardware

Compatibilidad IPv6

Después del análisis de la red, se ha determinado que todos los equipos de la red son compatibles con IPv6, por ende no se necesita actualizaciones significativas en hardware y software.

Fase II Diseño de la solución

Durante esta fase, se aborda la realización del direccionamiento IPv6 y la adaptación de este en la red y servicios, el diseño se basará en las zonas 1 y 3 descritas en la fase de análisis, optar por IPv6 en una red Wireless con velocidades limitadas puede no ser prioritario debido a factores como las condiciones climáticas y las distancias, que dificultan la transmisión de mayores velocidades. Además, la simplicidad y la compatibilidad con dispositivos más antiguos hacen que IPv4 sea suficiente para estas circunstancias. La inversión en IPv6 podría no justificarse si las condiciones físicas de la red ya limitan su desempeño, por lo tanto, seguir utilizando IPv4 es más práctico y rentable en esta parte de la red descrita en la zona 2.

2.1. Estrategia de Direccionamiento IPv6

Para realizar la asignación de Subredes IPv6 se va a realizar División del bloque principal

GOMES Comunicaciones ya cuenta con un bloque asignado por la LACNIC, pero se trabajará con la dirección de documentación en la propuesta por seguridad.

El bloque 2001:db8::/32 asignado por LACNIC se puede dividir en múltiples subredes más pequeñas. Vamos a subdividirlo en bloques /48 y /64 según la estructura de la red.

Bloques /48 para los routers: Cada router principal recibirá un bloque /48 para subdividirlo en sus redes internas.

Bloques /64 para las VLANs de cada puerto: Cada VLAN recibirá un bloque /64.

Asignación de bloques /48 a cada router

Router 1 (VLAN 100): 2001:db8:100::/48

Router 2 (VLAN 123): 2001:db8:123::/48

Router 3 (VLAN 126): 2001:db8:126::/48

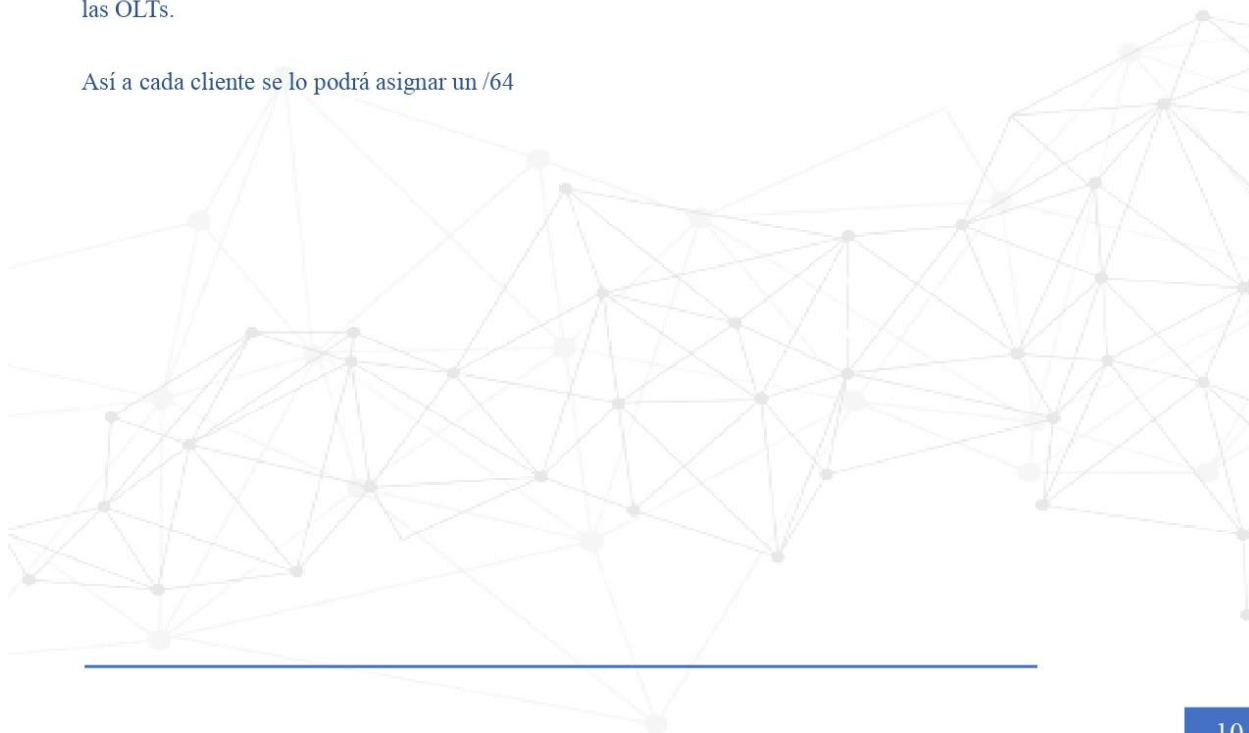
Router 4 (VLAN 124): 2001:db8:124::/48

Router 5 (VLAN 114): 2001:db8:114::/48

Asignación de bloques /64 a las VLANs de los OLTs

Dentro de cada bloque /48 asignado a los routers, se subdivirá en bloques /64 para las VLANs de cada puerto de las OLTs.

Así a cada cliente se lo podrá asignar un /64

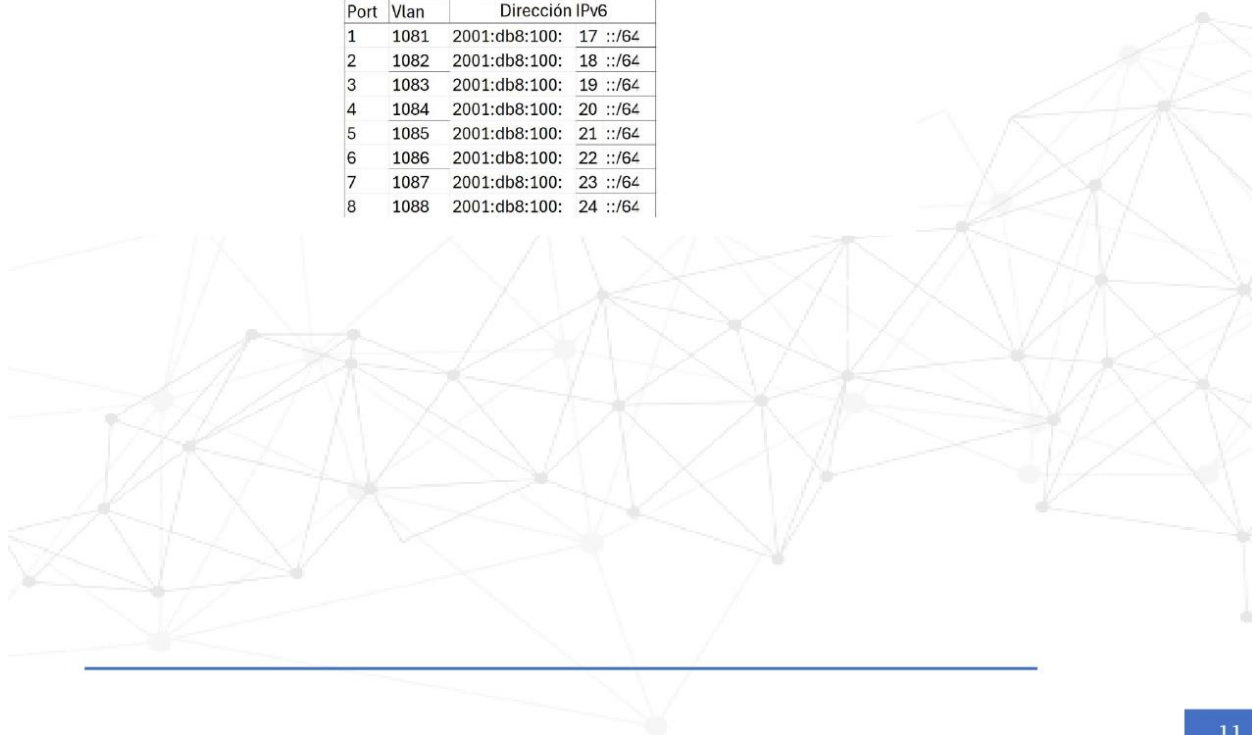


Router 1

Router 1 Vlan 100			
OLT 5			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1041	2001:db8:100: 1	::/64
2	1042	2001:db8:100: 2	::/64
3	1043	2001:db8:100: 3	::/64
4	1044	2001:db8:100: 4	::/64
5	1045	2001:db8:100: 5	::/64
6	1046	2001:db8:100: 6	::/64
7	1047	2001:db8:100: 7	::/64
8	1048	2001:db8:100: 8	::/64

Router 1 Vlan 100			
OLT 8			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1071	2001:db8:100: 9	::/64
2	1072	2001:db8:100: 10	::/64
3	1073	2001:db8:100: 11	::/64
4	1074	2001:db8:100: 12	::/64
5	1075	2001:db8:100: 13	::/64
6	1076	2001:db8:100: 14	::/64
7	1077	2001:db8:100: 15	::/64
8	1078	2001:db8:100: 16	::/64

Router 1 Vlan 100			
OLT 9			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1081	2001:db8:100: 17	::/64
2	1082	2001:db8:100: 18	::/64
3	1083	2001:db8:100: 19	::/64
4	1084	2001:db8:100: 20	::/64
5	1085	2001:db8:100: 21	::/64
6	1086	2001:db8:100: 22	::/64
7	1087	2001:db8:100: 23	::/64
8	1088	2001:db8:100: 24	::/64



Router 2

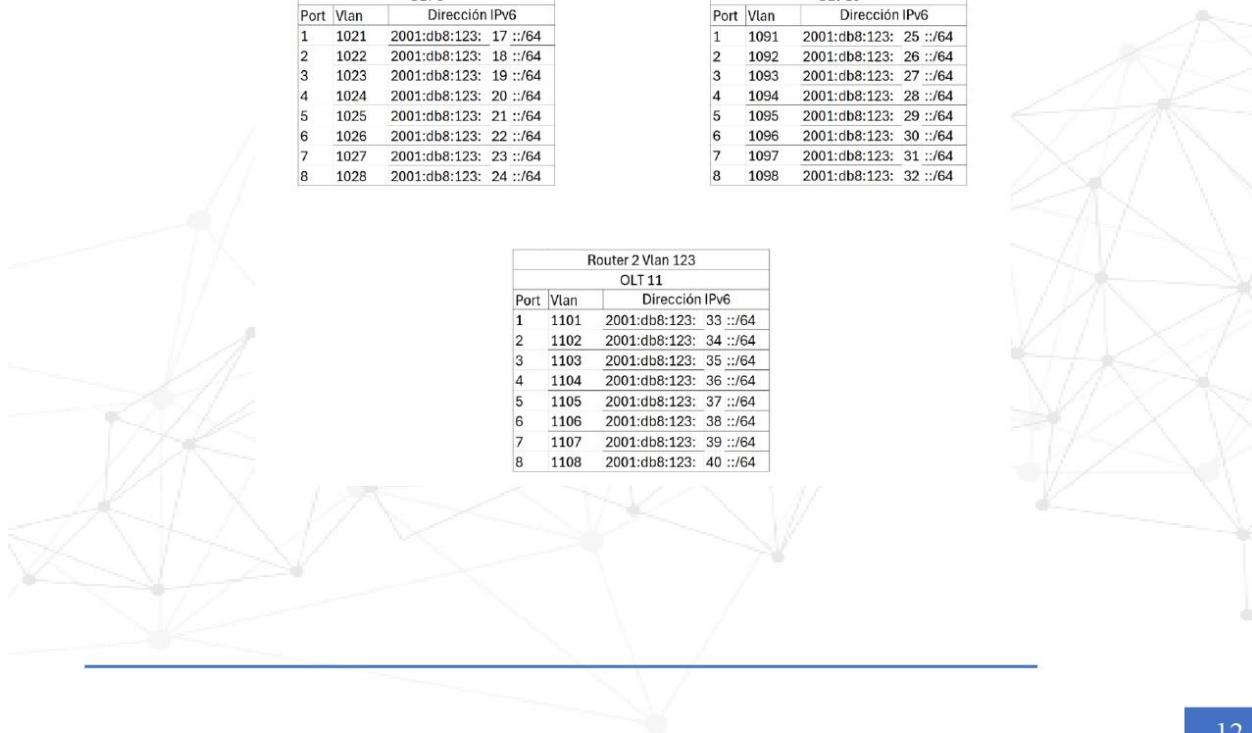
Router 2 Vlan 123			
OLT 1			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1001	2001:db8:123:	1 ::/64
2	1002	2001:db8:123:	2 ::/64
3	1003	2001:db8:123:	3 ::/64
4	1004	2001:db8:123:	4 ::/64
5	1005	2001:db8:123:	5 ::/64
6	1006	2001:db8:123:	6 ::/64
7	1007	2001:db8:123:	7 ::/64
8	1008	2001:db8:123:	8 ::/64

Router 2 Vlan 123			
OLT 2			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1011	2001:db8:123:	9 ::/64
2	1012	2001:db8:123:	10 ::/64
3	1013	2001:db8:123:	11 ::/64
4	1014	2001:db8:123:	12 ::/64
5	1015	2001:db8:123:	13 ::/64
6	1016	2001:db8:123:	14 ::/64
7	1017	2001:db8:123:	15 ::/64
8	1018	2001:db8:123:	16 ::/64

Router 2 Vlan 123			
OLT 3			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1021	2001:db8:123:	17 ::/64
2	1022	2001:db8:123:	18 ::/64
3	1023	2001:db8:123:	19 ::/64
4	1024	2001:db8:123:	20 ::/64
5	1025	2001:db8:123:	21 ::/64
6	1026	2001:db8:123:	22 ::/64
7	1027	2001:db8:123:	23 ::/64
8	1028	2001:db8:123:	24 ::/64

Router 2 Vlan 123			
OLT 10			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1091	2001:db8:123:	25 ::/64
2	1092	2001:db8:123:	26 ::/64
3	1093	2001:db8:123:	27 ::/64
4	1094	2001:db8:123:	28 ::/64
5	1095	2001:db8:123:	29 ::/64
6	1096	2001:db8:123:	30 ::/64
7	1097	2001:db8:123:	31 ::/64
8	1098	2001:db8:123:	32 ::/64

Router 2 Vlan 123			
OLT 11			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1101	2001:db8:123:	33 ::/64
2	1102	2001:db8:123:	34 ::/64
3	1103	2001:db8:123:	35 ::/64
4	1104	2001:db8:123:	36 ::/64
5	1105	2001:db8:123:	37 ::/64
6	1106	2001:db8:123:	38 ::/64
7	1107	2001:db8:123:	39 ::/64
8	1108	2001:db8:123:	40 ::/64



Router 3

Router 3 Vlan 126			
OLT 4			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1031	2001:db8:126: 1	::/64
2	1032	2001:db8:126: 2	::/64
3	1033	2001:db8:126: 3	::/64
4	1034	2001:db8:126: 4	::/64
5	1035	2001:db8:126: 5	::/64
6	1036	2001:db8:126: 6	::/64
7	1037	2001:db8:126: 7	::/64
8	1038	2001:db8:126: 8	::/64

Router 3 Vlan 126			
OLT 6			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1051	2001:db8:126: 9	::/64
2	1052	2001:db8:126: 10	::/64
3	1053	2001:db8:126: 11	::/64
4	1054	2001:db8:126: 12	::/64
5	1055	2001:db8:126: 13	::/64
6	1056	2001:db8:126: 14	::/64
7	1057	2001:db8:126: 15	::/64
8	1058	2001:db8:126: 16	::/64

Router 3 Vlan 126			
OLT 7			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	1061	2001:db8:126: 17	::/64
2	1062	2001:db8:126: 18	::/64
3	1063	2001:db8:126: 19	::/64
4	1064	2001:db8:126: 20	::/64
5	1065	2001:db8:126: 21	::/64
6	1066	2001:db8:126: 22	::/64
7	1067	2001:db8:126: 23	::/64
8	1068	2001:db8:126: 24	::/64

Router 4

Router 4 Vlan 124			
OLT 1 Slot 1			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	2000	2001:db8:124: 1	::/64
2	2001	2001:db8:124: 2	::/64
3	2002	2001:db8:124: 3	::/64
4	2003	2001:db8:124: 4	::/64
5	2004	2001:db8:124: 5	::/64
6	2005	2001:db8:124: 6	::/64
7	2006	2001:db8:124: 7	::/64
8	2007	2001:db8:124: 8	::/64
9	2008	2001:db8:124: 9	::/64
10	2009	2001:db8:124: 10	::/64
11	2010	2001:db8:124: 11	::/64
12	2011	2001:db8:124: 12	::/64
13	2012	2001:db8:124: 13	::/64
14	2013	2001:db8:124: 14	::/64
15	2014	2001:db8:124: 15	::/64
16	2015	2001:db8:124: 16	::/64

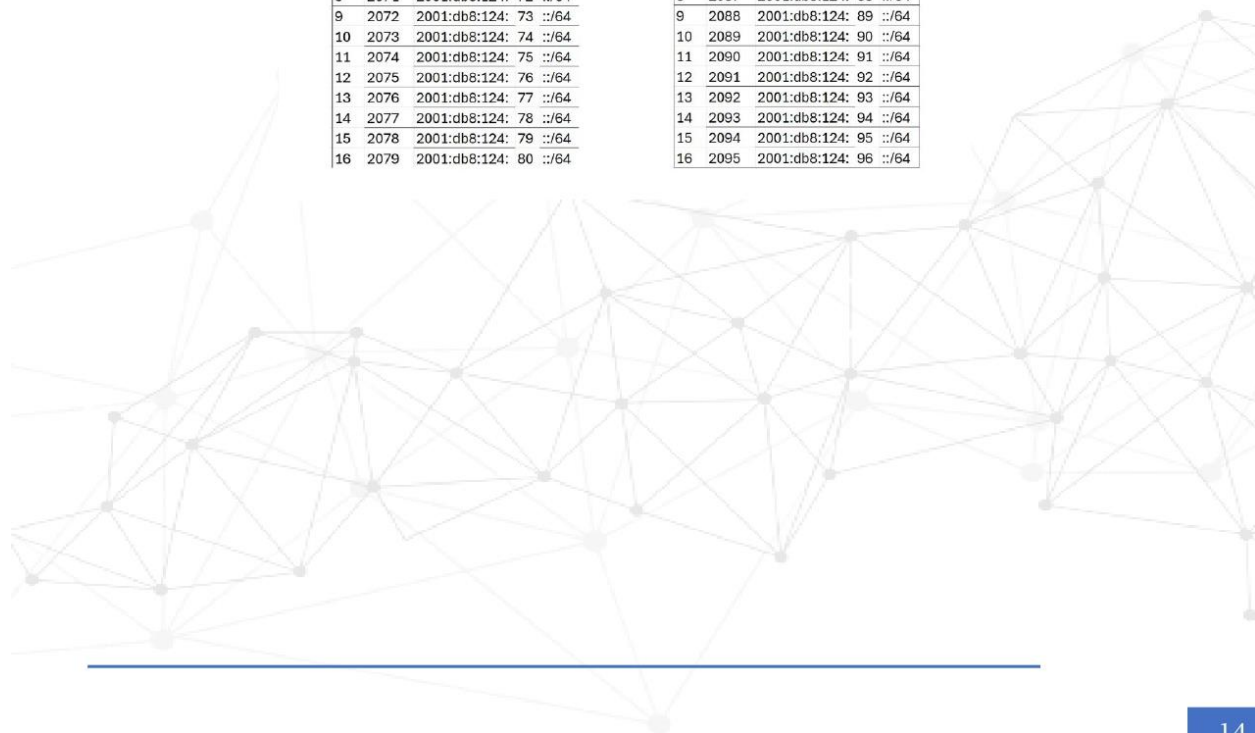
Router 4 Vlan 124			
OLT 1 Slot 2			
Port	Vlan	Dirección IPv6	
1	2016	2001:db8:124: 17	::/64
2	2017	2001:db8:124: 18	::/64
3	2018	2001:db8:124: 19	::/64
4	2019	2001:db8:124: 20	::/64
5	2020	2001:db8:124: 21	::/64
6	2021	2001:db8:124: 22	::/64
7	2022	2001:db8:124: 23	::/64
8	2023	2001:db8:124: 24	::/64
9	2024	2001:db8:124: 25	::/64
10	2025	2001:db8:124: 26	::/64
11	2026	2001:db8:124: 27	::/64
12	2027	2001:db8:124: 28	::/64
13	2028	2001:db8:124: 29	::/64
14	2029	2001:db8:124: 30	::/64
15	2030	2001:db8:124: 31	::/64
16	2031	2001:db8:124: 32	::/64

OLT 1 Slot 3		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	2032	2001:db8:124: 33 ::/64
2	2033	2001:db8:124: 34 ::/64
3	2034	2001:db8:124: 35 ::/64
4	2035	2001:db8:124: 36 ::/64
5	2036	2001:db8:124: 37 ::/64
6	2037	2001:db8:124: 38 ::/64
7	2038	2001:db8:124: 39 ::/64
8	2039	2001:db8:124: 40 ::/64
9	2040	2001:db8:124: 41 ::/64
10	2041	2001:db8:124: 42 ::/64
11	2042	2001:db8:124: 43 ::/64
12	2043	2001:db8:124: 44 ::/64
13	2044	2001:db8:124: 45 ::/64
14	2045	2001:db8:124: 46 ::/64
15	2046	2001:db8:124: 47 ::/64
16	2047	2001:db8:124: 48 ::/64

OLT 1 Slot 4		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	2048	2001:db8:124: 49 ::/64
2	2049	2001:db8:124: 50 ::/64
3	2050	2001:db8:124: 51 ::/64
4	2051	2001:db8:124: 52 ::/64
5	2052	2001:db8:124: 53 ::/64
6	2053	2001:db8:124: 54 ::/64
7	2054	2001:db8:124: 55 ::/64
8	2055	2001:db8:124: 56 ::/64
9	2056	2001:db8:124: 57 ::/64
10	2057	2001:db8:124: 58 ::/64
11	2058	2001:db8:124: 59 ::/64
12	2059	2001:db8:124: 60 ::/64
13	2060	2001:db8:124: 61 ::/64
14	2061	2001:db8:124: 62 ::/64
15	2062	2001:db8:124: 63 ::/64
16	2063	2001:db8:124: 64 ::/64

OLT 1 Slot 5		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	2064	2001:db8:124: 65 ::/64
2	2065	2001:db8:124: 66 ::/64
3	2066	2001:db8:124: 67 ::/64
4	2067	2001:db8:124: 68 ::/64
5	2068	2001:db8:124: 69 ::/64
6	2069	2001:db8:124: 70 ::/64
7	2070	2001:db8:124: 71 ::/64
8	2071	2001:db8:124: 72 ::/64
9	2072	2001:db8:124: 73 ::/64
10	2073	2001:db8:124: 74 ::/64
11	2074	2001:db8:124: 75 ::/64
12	2075	2001:db8:124: 76 ::/64
13	2076	2001:db8:124: 77 ::/64
14	2077	2001:db8:124: 78 ::/64
15	2078	2001:db8:124: 79 ::/64
16	2079	2001:db8:124: 80 ::/64

OLT 1 Slot 6		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	2080	2001:db8:124: 81 ::/64
2	2081	2001:db8:124: 82 ::/64
3	2082	2001:db8:124: 83 ::/64
4	2083	2001:db8:124: 84 ::/64
5	2084	2001:db8:124: 85 ::/64
6	2085	2001:db8:124: 86 ::/64
7	2086	2001:db8:124: 87 ::/64
8	2087	2001:db8:124: 88 ::/64
9	2088	2001:db8:124: 89 ::/64
10	2089	2001:db8:124: 90 ::/64
11	2090	2001:db8:124: 91 ::/64
12	2091	2001:db8:124: 92 ::/64
13	2092	2001:db8:124: 93 ::/64
14	2093	2001:db8:124: 94 ::/64
15	2094	2001:db8:124: 95 ::/64
16	2095	2001:db8:124: 96 ::/64



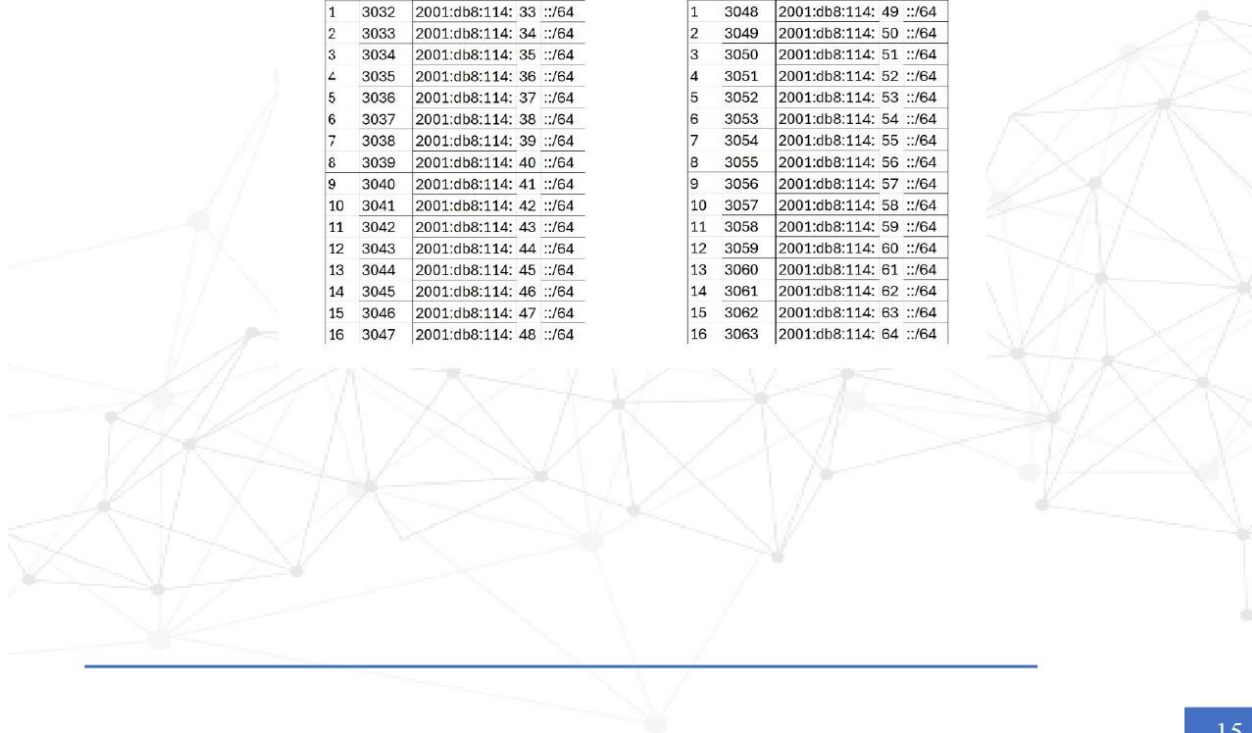
Router 5

Router 5 Vlan 114		
OLT 2 Slot 1		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	3000	2001:db8:114: 1 ::/64
2	3001	2001:db8:114: 2 ::/64
3	3002	2001:db8:114: 3 ::/64
4	3003	2001:db8:114: 4 ::/64
5	3004	2001:db8:114: 5 ::/64
6	3005	2001:db8:114: 6 ::/64
7	3006	2001:db8:114: 7 ::/64
8	3007	2001:db8:114: 8 ::/64
9	3008	2001:db8:114: 9 ::/64
10	3009	2001:db8:114: 10 ::/64
11	3010	2001:db8:114: 11 ::/64
12	3011	2001:db8:114: 12 ::/64
13	3012	2001:db8:114: 13 ::/64
14	3013	2001:db8:114: 14 ::/64
15	3014	2001:db8:114: 15 ::/64
16	3015	2001:db8:114: 16 ::/64

OLT 1 Slot 2		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	3016	2001:db8:114: 17 ::/64
2	3017	2001:db8:114: 18 ::/64
3	3018	2001:db8:114: 19 ::/64
4	3019	2001:db8:114: 20 ::/64
5	3020	2001:db8:114: 21 ::/64
6	3021	2001:db8:114: 22 ::/64
7	3022	2001:db8:114: 23 ::/64
8	3023	2001:db8:114: 24 ::/64
9	3024	2001:db8:114: 25 ::/64
10	3025	2001:db8:114: 26 ::/64
11	3026	2001:db8:114: 27 ::/64
12	3027	2001:db8:114: 28 ::/64
13	3028	2001:db8:114: 29 ::/64
14	3029	2001:db8:114: 30 ::/64
15	3030	2001:db8:114: 31 ::/64
16	3031	2001:db8:114: 32 ::/64

OLT 2 Slot 3		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	3032	2001:db8:114: 33 ::/64
2	3033	2001:db8:114: 34 ::/64
3	3034	2001:db8:114: 35 ::/64
4	3035	2001:db8:114: 36 ::/64
5	3036	2001:db8:114: 37 ::/64
6	3037	2001:db8:114: 38 ::/64
7	3038	2001:db8:114: 39 ::/64
8	3039	2001:db8:114: 40 ::/64
9	3040	2001:db8:114: 41 ::/64
10	3041	2001:db8:114: 42 ::/64
11	3042	2001:db8:114: 43 ::/64
12	3043	2001:db8:114: 44 ::/64
13	3044	2001:db8:114: 45 ::/64
14	3045	2001:db8:114: 46 ::/64
15	3046	2001:db8:114: 47 ::/64
16	3047	2001:db8:114: 48 ::/64

OLT 2 Slot 4		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	3048	2001:db8:114: 49 ::/64
2	3049	2001:db8:114: 50 ::/64
3	3050	2001:db8:114: 51 ::/64
4	3051	2001:db8:114: 52 ::/64
5	3052	2001:db8:114: 53 ::/64
6	3053	2001:db8:114: 54 ::/64
7	3054	2001:db8:114: 55 ::/64
8	3055	2001:db8:114: 56 ::/64
9	3056	2001:db8:114: 57 ::/64
10	3057	2001:db8:114: 58 ::/64
11	3058	2001:db8:114: 59 ::/64
12	3059	2001:db8:114: 60 ::/64
13	3060	2001:db8:114: 61 ::/64
14	3061	2001:db8:114: 62 ::/64
15	3062	2001:db8:114: 63 ::/64
16	3063	2001:db8:114: 64 ::/64



OLT 2 Slot 5		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	3064	2001:db8:114:65 ::/64
2	3065	2001:db8:114:66 ::/64
3	3066	2001:db8:114:67 ::/64
4	3067	2001:db8:114:68 ::/64
5	3068	2001:db8:114:69 ::/64
6	3069	2001:db8:114:70 ::/64
7	3070	2001:db8:114:71 ::/64
8	3071	2001:db8:114:72 ::/64
9	3072	2001:db8:114:73 ::/64
10	3073	2001:db8:114:74 ::/64
11	3074	2001:db8:114:75 ::/64
12	3075	2001:db8:114:76 ::/64
13	3076	2001:db8:114:77 ::/64
14	3077	2001:db8:114:78 ::/64
15	3078	2001:db8:114:79 ::/64
16	3079	2001:db8:114:80 ::/64

OLT 2 Slot 6		
Port	Vlan	Dirección IPv6
1	3080	2001:db8:114:81 ::/64
2	3081	2001:db8:114:82 ::/64
3	3082	2001:db8:114:83 ::/64
4	3083	2001:db8:114:84 ::/64
5	3084	2001:db8:114:85 ::/64
6	3085	2001:db8:114:86 ::/64
7	3086	2001:db8:114:87 ::/64
8	3087	2001:db8:114:88 ::/64
9	3088	2001:db8:114:89 ::/64
10	3089	2001:db8:114:90 ::/64
11	3090	2001:db8:114:91 ::/64
12	3091	2001:db8:114:92 ::/64
13	3092	2001:db8:114:93 ::/64
14	3093	2001:db8:114:94 ::/64
15	3094	2001:db8:114:95 ::/64
16	3095	2001:db8:114:96 ::/64

Servidores

Para los tres servidores conectados al switch, creamos una subred específica.

- Subred de servidores: 2001:db8:abcd::/64
- Servidor DNS: 2001:db8:abcd::1
- Servidor de aplicaciones 1: 2001:db8:abcd::2
- Servidor de aplicaciones 2: 2001:db8:abcd::3

Direccionamiento de Puertos y Equipos en Routers Principales

- Proveedores 2001:db8::1/128 - 2001:db8::2/128 - 2001:db8::3/128
- Router Principal: 2001:db8::4/128
- Router Secundario: 2001:db8::5/128

2.2. Arquitectura

Los mecanismos de transición actúan como puentes entre dispositivos y redes IPv4 e IPv6, permitiendo que se comuniquen entre sí a pesar de utilizar diferentes lenguajes de red.

Algunos de los mecanismos de transición más comunes incluyen:

Mecanismo	Descripción	Ventajas	Desventajas	Caso práctico
Doble pila (Dual Stack)	Permite que dispositivos y redes admitan tanto IPv4 como IPv6 de forma nativa.	- Solución simple y transparente. - Permite la comunicación entre dispositivos IPv4 e IPv6 sin necesidad de traducción de direcciones.	- Requiere que los dispositivos y redes sean compatibles con ambos protocolos. - Duplica el consumo de direcciones IP.	- Redes empresariales con dispositivos que no son compatibles con IPv6. - Proveedores de servicios de internet que ofrecen conectividad IPv4 e IPv6.
Túneles (Tunneling)	Encapsula paquetes IPv4 dentro de paquetes IPv6 para su transporte a través de una red IPv6.	- Permite la comunicación entre dispositivos IPv4 e IPv6 a través de redes que no son compatibles con IPv6. - Es relativamente fácil de implementar.	- Añade complejidad a la red. - Puede haber una pérdida de rendimiento debido a la encapsulación y desencapsulación de paquetes.	- Conectar redes IPv4 aisladas a través de Internet. - Proporcionar acceso a sitios web IPv4 desde redes IPv6.
Traducción de direcciones de red (NAT)	Permite que múltiples dispositivos IPv4 compartan una única dirección IPv6.	- Conserva las direcciones IPv4 existentes. - Reduce la necesidad de direcciones IPv6.	- Introduce complejidad a la red. - Puede haber una pérdida de rendimiento debido a la traducción de direcciones.	- Redes domésticas con múltiples dispositivos que no son compatibles con IPv6. - Redes de pequeñas y medianas empresas con un número limitado de direcciones IPv6.

6plane	Utiliza un prefijo IPv6 especial para identificar redes IPv4.	- Solución simple y escalable. - No requiere cambios en los dispositivos o redes IPv4.	- No es compatible con todos los proveedores de servicios de internet. - Puede haber una pérdida de privacidad debido al uso de un prefijo público.	- Redes que no pueden obtener direcciones IPv6 de su proveedor de servicios de internet. - Redes que necesitan conectarse a recursos IPv4 en Internet.
NDP Proxy	Permite que los dispositivos IPv6 descubran y se comuniquen con dispositivos IPv4 en una red local.	- Transparente para los dispositivos IPv6. - No requiere cambios en los dispositivos IPv4.	- Depende de que haya un dispositivo NDP Proxy en la red. - Puede haber una pérdida de rendimiento debido a la traducción de nombres de host.	- Redes con una mezcla de dispositivos IPv4 e IPv6. - Redes que necesitan proporcionar acceso a recursos IPv4 locales para dispositivos IPv6.

Para la transición de IPv4 a IPv6 en el ISP GOMES Comunicaciones, se recomienda utilizar el mecanismo de Dual Stack. Esta solución permite que tanto IPv4 como IPv6 coexistan en la misma infraestructura de red, facilitando una transición gradual sin interrupciones en el servicio. Esto es particularmente importante, ya que puede haber incompatibilidades de equipos con los clientes finales, permitiendo así que la navegación sea posible tanto por IPv4 como por IPv6. Con Dual Stack, GOMES Comunicaciones puede garantizar una experiencia de usuario fluida y continua mientras avanza hacia una completa adopción de IPv6.

2.3. Cronograma de Implementación para el Plan de Transición

Semana 1: Implementación en R4 y R5 (Menos Carga de Clientes)

- Día 1-2: Configuración y pruebas de OSPF en la red interna mediante ping de R4
- Día 3-4: Monitoreo y ajuste de configuraciones en R4.
- Día 5: Configuración y pruebas de OSPF en la red interna mediante ping de R5.

Semana 2: Continuación de Implementación en R5

- Día 1-2: Monitoreo y ajuste de configuraciones en R5.
- Día 3-5: Configuración y pruebas de OSPF en la red interna mediante ping de R3.

Semana 3: Implementación en R1

- Día 1-2: Configuración y pruebas de OSPF en la red interna de R1 (VLAN 100, OLTs Ubiquiti 5, 8 y 9).
- Día 3-5: Monitoreo y ajuste de configuraciones en R1.

Semana 4: Implementación en R2 (Mayor Carga de Clientes)

- Día 1-2: Configuración y pruebas de OSPF en la red interna de R2 (VLAN 123, OLTs Ubiquiti 1, 2, 3, 10, 11).
- Día 3-5: Monitoreo y ajuste de configuraciones en R2.

Semana 5: Configuración del Core y RP2

- Día 1-2: Configuración del Core para la conexión con los proveedores utilizando BGP.
- Día 3-5: Configuración de RP2 para interconectar R1 a R5 utilizando OSPF en la red interna.
- Día 6-7: Pruebas de conectividad y enrutamiento en Core y RP2.

Semana 6: Consolidación y Monitoreo General

- Día 1-2: Revisión y ajuste final de todas las configuraciones de OSPF y BGP.
- Día 3-5: Pruebas de rendimiento y resolución de cualquier problema emergente.
- Documentación de la implementación y transferencia de conocimientos al equipo de operaciones.

2.4. Riesgos Para Considerar

Interrupciones del Servicio

Descripción del Riesgo: Durante el proceso de transición de IPv4 a IPv6, pueden ocurrir interrupciones en el servicio debido a varios factores, tales como incompatibilidades de configuración, errores en la implementación, y problemas imprevistos de hardware o software.

Mitigación del riesgo

Al existir este riesgo se optaría por levantar el equipo backup que cuenta la empresa.

2.5. Capacitación a Personal y Clientes

Capacitación Interna:

Formación Técnica: Proveer formación técnica para el personal de TI sobre la configuración y gestión de IPv6.

Talleres y Seminarios: Organizar talleres y seminarios sobre las mejores prácticas en la implementación y seguridad de IPv6.

Comunicación con Clientes:

Información y Beneficios: Informar a los clientes sobre la transición a IPv6 y sus beneficios.

Soporte Técnico: Ofrecer soporte técnico durante y después de la transición para resolver dudas y problemas.



Recomendaciones

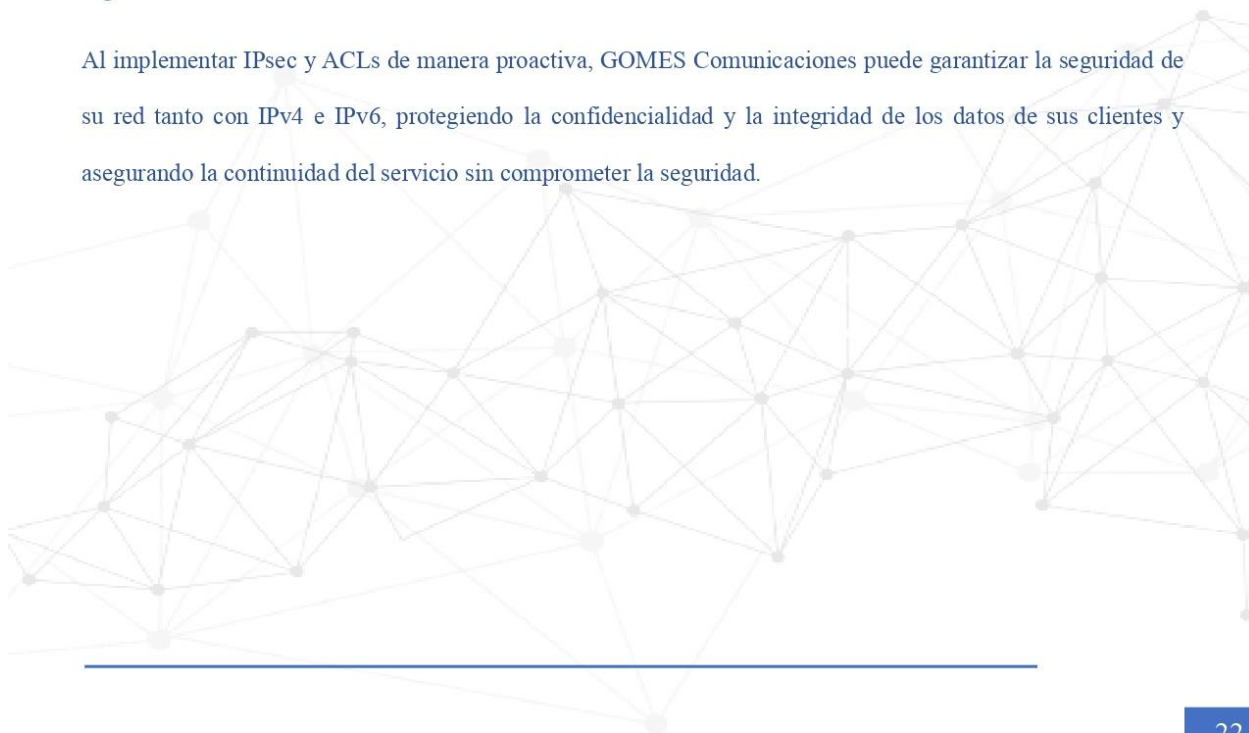
Se recomienda implementar medidas de seguridad adicionales.

La implementación de IPsec (Protocolo de seguridad de Internet) y listas de control de acceso (ACLs) ayudará a proteger la red de GOMES Comunicaciones contra posibles amenazas y ataques.

IPsec proporciona una capa adicional de seguridad al cifrar el tráfico IPv6, asegurando la confidencialidad, la integridad y la autenticidad de los datos transmitidos a través de la red.

Las ACLs permiten controlar y filtrar el tráfico entrante y saliente basado en criterios específicos, como direcciones IP, puertos y protocolos, ayudando a prevenir intrusiones no deseadas y mitigar posibles riesgos de seguridad.

Al implementar IPsec y ACLs de manera proactiva, GOMES Comunicaciones puede garantizar la seguridad de su red tanto con IPv4 e IPv6, protegiendo la confidencialidad y la integridad de los datos de sus clientes y asegurando la continuidad del servicio sin comprometer la seguridad.



Anexo 3. Matriz de validación por especialistas

MATRIZ DE VALIDACIÓN POR ESPECIALISTAS PLAN DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 PARA EL ISP GOMES COMUNICACIONES

Objetivo:

Evaluar de manera sistemática y exhaustiva la solidez, viabilidad y efectividad del plan de transición de IPv4 a IPv6 en una red de fibra óptica de GOMES

Comunicaciones.

Experto: _____ Fecha:

Escala de validación: 5 (Muy Satisfactorio) – 4 (Satisfactorio) – 3 (Neutro) – 2

(Poco

satisfactorio) – 1 (Nada satisfactorio)

Criterio	Descripción	Validación				
		5 (100%)	4 (80%)	3 (60%)	2 (40%)	1 (20%)
Claridad y comprensión	El plan utiliza un lenguaje claro asegurando que la información sea útil para la audiencia involucrada en la transición de IPv4 a IPv6.					
Estructura y Organización	Este criterio busca asegurar que el plan este basado en información actualizada, estructurado de manera coherente y que la metodología propuesta sea relevante para la transición IPv4 a IPv6.					

Detalles Técnicos	Evalúa la presencia de detalles técnicos y comprensibles en cada fase del plan de transición. Se verifica que los procedimientos y mecanismos técnicos estén descritos de manera clara y adecuada para el personal en el área de tecnologías de la información.					
Actualización y Relevancia	El plan asegura que las fases de la transición estén claramente definidas en el plan, proporcionando una guía actual y lógica para la implementación					
Recursos considerados	Este criterio evalúa, después de la revisión, si es necesario adquirir nuevos equipos y la compatibilidad con las herramientas de monitoreo y control.					
Facilidad de uso y disponibilidad	Este criterio garantiza que el plan sea flexible, compatible y proporcione un direccionamiento claro, que pueda ser implementado en diversas organizaciones ISP, independientemente de sus configuraciones específicas.					

Firma Experto

Anexo 4. Validación Especialista 1



MATRIZ DE VALIDACIÓN POR ESPECIALISTAS

PLAN DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 PARA EL ISP

GOMES COMUNICACIONES

Objetivo:

Evaluar de manera sistemática y exhaustiva la solidez, viabilidad y efectividad del plan de transición de IPv4 a IPv6 en una red de fibra óptica de GOMES Comunicaciones.

Especialista: Wilson Gómez Barrionuevo Fecha: 21 de junio de 2024

Escala de validación: 5 (Muy Satisfactorio) – 4 (Satisfactorio) – 3 (Neutro) – 2 (Poco satisfactorio) – 1 (Nada satisfactorio)

Criterio	Descripción	Validación				
		5 (100%)	4 (80%)	3 (60%)	2 (40%)	1 (20%)
Claridad y comprensión	El plan utiliza un lenguaje claro asegurando que la información sea útil para la audiencia involucrada en la transición de IPv4 a IPv6.	X				
Estructura y Organización	Este criterio busca asegurar que el plan este basado en información actualizada, estructurado de manera coherente y que la metodología propuesta sea relevante para la transición IPv4 a IPv6.	X				



Detalles Técnicos	Evalúa la presencia de detalles técnicos y comprensibles en cada fase del plan de transición. Se verifica que los procedimientos y mecanismos técnicos estén descritos de manera clara y adecuada para el personal en el área de tecnologías de la información.	X				
Actualización y Relevancia	El plan asegura que las fases de la transición estén claramente definidas en el plan, proporcionando una guía actual y lógica para la implementación	X				
Recursos considerados	Este criterio evalúa, después de la revisión, si es necesario adquirir nuevos equipos y la compatibilidad con las herramientas de monitoreo y control.	X				
Facilidad de uso y disponibilidad	Este criterio garantiza que el plan sea flexible, compatible y proporcione un direccionamiento claro, que pueda ser implementado en diversas organizaciones ISP, independientemente de sus configuraciones específicas.	X				



Firma Especialista

Anexo 5. Validación Especialista 2



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Seréis mis testigos

AMBATO

MATRIZ DE VALIDACIÓN POR ESPECIALISTAS
PLAN DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 PARA EL ISP
GOMES COMUNICACIONES

Objetivo:

Evaluar de manera sistemática y exhaustiva la solidez, viabilidad y efectividad del plan de transición de IPv4 a IPv6 en una red de fibra óptica de GOMES Comunicaciones.

Especialista: Jenny Portonuevo Fecha: 21/06/2024

Escala de validación: 5 (Muy Satisfactorio) – 4 (Satisfactorio) – 3 (Neutro) – 2 (Poco satisfactorio) – 1 (Nada satisfactorio)

Criterio	Descripción	Validación				
		5 (100%)	4 (80%)	3 (60%)	2 (40%)	1 (20%)
Claridad y comprensión	El plan utiliza un lenguaje claro asegurando que la información sea útil para la audiencia involucrada en la transición de IPv4 a IPv6.	X				
Estructura y Organización	Este criterio busca asegurar que el plan este basado en información actualizada, estructurado de manera coherente y que la metodología propuesta sea relevante para la transición IPv4 a IPv6.	X				



Detalles Técnicos	Evalúa la presencia de detalles técnicos y comprensibles en cada fase del plan de transición. Se verifica que los procedimientos y mecanismos técnicos estén descritos de manera clara y adecuada para el personal en el área de tecnologías de la información.	X				
Actualización y Relevancia	El plan asegura que las fases de la transición estén claramente definidas en el plan, proporcionando una guía actual y lógica para la implementación	X				
Recursos considerados	Este criterio evalúa, después de la revisión, si es necesario adquirir nuevos equipos y la compatibilidad con las herramientas de monitoreo y control.	X				
Facilidad de uso y disponibilidad	Este criterio garantiza que el plan sea flexible, compatible y proporcione un direccionamiento claro, que pueda ser implementado en diversas organizaciones ISP, independientemente de sus configuraciones específicas.	X				

Firma Especialista

Anexo 6. GLOSARIO

- **ISP** (Internet Service Provider): Proveedor de Servicios de Internet, empresa que ofrece servicios de acceso a Internet y otros relacionados.
- **IPv4** (Internet Protocol version 4): Protocolo de Internet versión 4, el estándar de direccionamiento IP utilizado predominantemente en la actualidad.
- **IPv6** (Internet Protocol version 6): Protocolo de Internet versión 6, diseñado como sucesor de IPv4 para abordar la creciente escasez de direcciones IP.
- **Router**: Dispositivo de red que dirige el tráfico entre redes o subredes, basándose en la dirección IP de destino.
- **Switch**: Dispositivo de red que conecta múltiples dispositivos en una red local (LAN) y transmite datos a través de paquetes a la dirección de destino correcta.
- **OLT** (Optical Line Terminal): Terminal de Línea Óptica, equipo en una red de fibra óptica que sirve como punto de origen para la fibra óptica hasta el usuario final.
- **ODF** (Optical Distribution Frame): Marco de Distribución Óptica, panel que facilita la interconexión y manejo de fibras ópticas en una red.
- **ONU** (Optical Network Unit): Unidad de Red Óptica, dispositivo que recibe y transmite señales ópticas en una red de fibra óptica hacia el usuario.
- **ONT** (Optical Network Terminal): Terminal de Red Óptica, equipo que convierte las señales ópticas en señales eléctricas para su uso por el usuario final.
- **NAP** (Network Access Point): Punto de Acceso a Red, instalación física que facilita la interconexión de múltiples redes en Internet.
- **Splitter**: Dispositivo pasivo que divide una señal óptica en múltiples señales, permitiendo la distribución de la señal en una red de fibra óptica.
- **Miniposte**: Estructura pequeña que sostiene componentes de redes de telecomunicaciones, como cables o equipos.
- **OSPF** (Open Shortest Path First): Protocolo de Estado de Enlace Abierto, protocolo de enrutamiento utilizado para calcular la ruta más corta en una red IP.

- **BGP** (Border Gateway Protocol): Protocolo de Puerta de Enlace Fronteriza, protocolo de enrutamiento utilizado para intercambiar información de enrutamiento entre diferentes sistemas autónomos en Internet.
- **DNS** (Domain Name System): Sistema de Nombres de Dominio, sistema que traduce nombres de dominio legibles por humanos en direcciones IP numéricas utilizadas por computadoras.
- **IPTV** (Internet Protocol Television): Televisión por Protocolo de Internet, servicio de televisión que se entrega a través de Internet utilizando protocolos IP.
- **CATV** (Community Antenna Television): Televisión por Cable Comunitaria, sistema de distribución de señales de televisión a través de cables en una comunidad.
- **LACNIC** (Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry): Registro de Direcciones de Internet para América Latina y el Caribe, organización que asigna y administra direcciones IP y recursos relacionados en la región.
- **Carrier**: Operador de Telecomunicaciones, empresa que proporciona servicios de transmisión de datos y voz a otras empresas de telecomunicaciones y usuarios finales.
- **Bequant**: Plataforma avanzada de gestión de tráfico de Internet que optimiza el rendimiento de las redes a través de técnicas de aceleración y priorización del tráfico, mejorando la calidad de la experiencia del usuario final.