

MARCO DE REFERENCIA PARA PROYECTOS DE MIGRACIÓN DE IPV4 A
IPV6

Maicol Yamit Aguilar García

Raul David Ramirez Rubio

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ

2021

MARCO DE REFERENCIA PARA PROYECTOS DE MIGRACIÓN DE IPV4 A
IPV6

Maicol Yamit Aguilar García

Raul David Ramirez Rubio

**SEMINARIO DE PROFUNDIZACIÓN COMO MODALIDAD DE GRADO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO.**

Tutor: Carlos Andres Ribon Rinaldi
Profesión: Ingeniero de Telecomunicaciones

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ
FEBRERO DE 2021



NOTA DE ACEPTACIÓN.

PRIMER JURADO

SEGUNDO JURADO

CONTENIDO

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
Capitulo I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1. Planteamiento general.....	12
2. Justificación.....	14
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo General.....	15
3.2 Objetivos Específicos.....	15
Capitulo II. MARCO TEÓRICO.....	16
Capitulo III. GUÍA DE TRANSICIÓN.....	22
Capitulo IV. TUNELIZACION.....	26
Capitulo V. DUAL STACK.....	29
Capítulo VI. NAT.....	32
Capitulo VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	35
CONCLUSIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tunneling	pág. 26
Figura 2. Método Dual stack o pila doble	pág. 29
Figura 3. Implementación Dual stack o pila doble	pág. 31
Figura 4. Network diagram NAT- PT	pág. 32
Figura 5. NAT-PT implementation (session initiated by an IPv6 host).....	Pág. 33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Estructura de Capas de IPv6.	Pág. 20
Tabla 2.1. Proceso de Implementación del protocolo de IPv6	pág. 21

1. RESUMEN

El presente documento por desarrollar constituye una guía de procedimiento para aquellas compañías de IT y las que subcontratan este servicio, las cuales se valen de la informática para el desarrollo de su labor. De acuerdo con la normativa del ministerio de TI y el desarrollo dinámico de los procesos informáticos, desde hace un tiempo se viene trabajando en la actualización de versión del protocolo Ethernet, conocido como IP, dado los inconvenientes presentados con la versión IPV4, se optó desde hace unos años por actualizar a IPV6 de forma paulatina, ya que este último resuelve diversos problemas, por mencionar uno de ellos; el número de IP's disponibles el cual ya está agotado, con la nueva versión se pasa de tener un disponible de 32 Bits a 128 Bits, además de resolver algunos problemas de diseño e implementación, factores que no fueron tenidos en cuenta en el momento de la implementación de la versión 4, Actualmente coexisten los dos protocolos, mediante técnicas que permiten el uso de las dos tecnologías, el objeto de este proyecto es orientar y dar a conocer, como un primer paso los factores a tener en cuenta para migrar total o parcialmente la infraestructura de cualquier empresa, fundamentadas en tres técnicas de transición, las cuales se contextualizaran, tanto en la parte de diseño, como en la de implementación, esto de acuerdo con las necesidades, para finalmente dejar a las empresas a concepto propio la elección, de acuerdo con lo documentado en este proyecto, y así determinar qué proceso le favorece de acuerdo con el modelo de negocio de cada una.

Palabras Clave.

- **Protocolo:** son los estándares que determinan la forma y parámetros, los cuales permiten la comunicación entre redes, en otras palabras, el idioma de comunicación, si dos sistemas no tienen la misma base, la comunicación no sería posible, a menos que se apliquen sistemas de traducción.

- **Infraestructura:** son los componentes que integran un sistema, en el caso particular la red, “equipos”; los cuales son el medio que permite la comunicación, estos se integran en la capa física.
- **Transición:** proceso de cambio o evolución de un sistema, desarrollado bajo una guía de procedimiento, la cual garantiza la correcta ejecución de la actividad.
- **Paquete IP:** Es la unidad de comunicación, descrita en este protocolo como datagramas, son los mensajes enviados a la red, se componen de un encabezado el cual contiene la identificación del paquete, así como su destino; y finalmente el mensaje.
- **MTU:** Es la unidad máxima de transferencia, hace referencia al máximo de bits que pueden enviarse en un datagrama, por norma general en los equipos se configura 1500 y para redes 10 G; 9000.

ABSTRACT

This document to be developed is a procedural guide for those IT companies and those that outsource this service, which make use of information technology for the development of their work. In accordance with the regulations of the Ministry of IT and the dynamic development of IT processes, for some time we have been working on updating the version of the Ethernet protocol, known as IP, given the problems presented with the IPV4 version, it was decided a few years ago to update to IPV6 gradually, since the latter solves several problems, to mention one of them; The number of available IP's, which is already exhausted, with the new version the number of available IP's goes from 32 Bits to 128 Bits, in addition to solving some design and implementation problems, factors that were not taken into account at the time of the implementation of version 4, Currently the two protocols coexist, through techniques that allow the use of the two technologies, the purpose of this project is to guide and make known, as a first step, the factors to take into account to totally or partially migrate the infrastructure of any company, based on three transition techniques, which will be contextualized, both in the design part, as in the implementation, this according to the needs, to finally leave the choice to the companies to their own concept, according to what is documented in this project, and thus determine which process favors them according to the business model of each one.

Keywords:

- **Protocol:** are the standards that determine the form and parameters, which allow communication between networks, in other words, the language of communication, if two systems do not have the same basis, communication would not be possible, unless translation systems are applied.

- **Infrastructure:** are the components that integrate a system, in the case of the network, "equipment"; which are the means that allow communication, these are integrated in the physical layer.
- **Transition:** process of change or evolution of a system, developed under a procedural guide, which guarantees the correct execution of the activity
- **IP packet:** It is the unit of communication, called in this protocol as datagrams, they are the messages sent to the network, they are composed of a header which contains the identification of the packet, as well as its destination; and finally the message.
- **MTU:** It is the maximum transfer unit, it refers to the maximum number of bits that can be sent in a datagram, generally 1500 is configured in the equipment and for 10 G networks; 9000.

2. INTRODUCCIÓN

A continuación, se relaciona una guía de toma de contacto para la migración de IPv4 a IPv6, tomando conceptos básicos, los cuales permiten entender su funcionamiento y estructura, así como la inclusión de la descripción de tres técnicas de transición las cuales nos permite realizar la migración o traducción de IPv4 a IPv6, haciendo énfasis en sus ventajas, desventajas, dispositivos de aplicación y demás. El informe propone ser una base sólida, con fundamentos y tecnicismos que lleven al lector a un escenario más cercano, el cual ayude a comprender y de cierta manera relacionarse con las diferentes técnicas de migración, así como los costos de implementación que conlleva y que beneficios trae la aplicabilidad dentro de cada red en la que se requiera.

Debe desarrollarse una guía de planeación previa al inicio, la cual tiene como objeto documentar el proceso y establecer el estado actual y los parámetros de configuración con los que opera la plataforma en general, en base a ello modelar la factibilidad del proceso, riesgos asociados, limitaciones, tiempos, personal necesario, entre otros. Los documentos que se construyen son de vital importancia ya que relatan la forma en que debe aplicarse y/o ejecutarse el proyecto.

El cambio de protocolo es inevitable, por ello, se plantea una invitación a las organizaciones a someterse a este proceso, si bien en su momento se desarrollaron técnicas en IPV4 para evitar el agotamiento de direcciones, estas acciones no son suficientes dado el crecimiento y aumento de la tecnología, con el surgimiento de nuevas necesidades, las cuales son cubiertas por nuevos dispositivos, estos necesariamente deben disponer de una conexión a internet, en ese punto se superaron las direcciones disponibles en la versión 4.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. Planteamiento general

1.1. Antecedentes

Actualmente en muchas organizaciones y/o compañías presentan el inconveniente de agotamiento de direcciones Ipv4, estén o no involucradas en procesos de TI, esto define a las organizaciones o entidades las cuales subcontratan servicios de IT, estos procesos son responsabilidad de un agente externo, pero de cierta forma actividades como la propuesta en este documento impactan a la organización. La indisponibilidad de direcciones se debe al aumento de conexiones a internet, las cuales en la actualidad hemos percibido en crecimiento; celulares, computadoras, impresoras y múltiples dispositivos los cuales requieren para su funcionamiento una conexión a internet, además de interactuar con otros dispositivos de diferentes centrales o dependencias, cabe resaltar que dentro de dichos inconvenientes se suma otro de vital importancia como lo es; el de la seguridad informática, entre otros.

1.2. Descripción Y Formulación Del Problema

Diversas organizaciones están obligadas a actualizar sus procesos y tecnologías para cumplir con las normativas de seguridad informática y certificación de procesos, auditorías gestionadas y ejecutadas por parte de los entes de control, los cuales regulan a las empresas y por lo tanto sus procedimientos, para el proceso puntual en el que se desarrollara este proyecto, muchas organizaciones tienen pendiente el aplicar la transición, dada la necesidad de actualizar en la medida de lo posible, por eso este documento busca orientar acerca del mismo, existen empresas de TI que brindan este servicio en forma de “servicios profesionales”, en el cual ofrecen apoyo conceptual y también en la parte de diseño e implementación de acuerdo con las necesidades y el objeto con el cual se les contrate, pero esto bajo un coste,

el cual corresponde con el tamaño y tiempo que tome el proceso, muchas empresas de TI pequeñas están obligadas a realizar este proceso con sus propios ingenieros o encargados del área de IT, los cuales en ocasiones carecen del conocimiento necesario, por tanto este guía busca orientar y ser un apoyo en el desarrollo del proceso, en este punto, este trabajo toma relevancia ya que orienta con documentación y análisis de los procesos para un primer paso.

2. Justificación

La dinámica y evolución de las tecnologías así como sus técnicas cambian con el paso del tiempo, el objetivo principal de toda mejora o cambio es el de ampliar el alcance y/o facilitar la gestión de un proceso, cada vez que se adopta una tecnología en una organización esta tiene ciertas características , una de ellas la versión, la cual se describe con una serie de cualidades propias de la tecnología aplicada, por normativa general las entidades buscan estar en las versiones más recientes de cada tecnología, teniendo en cuenta compatibilidad y funcionabilidad, este proceso se vuelve cíclico, cada vez que se actualiza una tecnología al poco tiempo evoluciona, esta cambia obedeciendo las tendencias y nuevas implementaciones, las cuales son desarrolladas en base, a las nuevas necesidades, además de la aplicación de mejoras a procesos existentes.

Para el desarrollo puntual de este trabajo, la importancia radica en la necesidad de aplicar IPV6, basados en las falencias de su antecesor, originadas en la arquitectura de diseño e implementación, las cuales se dieron en su momento, para el desarrollo de la versión 6 se basó en la experiencia y se resuelve el principal problema que esta presenta, el cual está determinado por el factor de escalabilidad, factor de gran relevancia para los procesos asociados a las telecomunicaciones.

El documento por desarrollar comprende una guía para entes que deseen o estén obligados a aplicar este cambio, más allá de ampliar la frontera de conocimiento respecto al tema, lo que se busca es brindar un consolidado de información que sirva de guía para dar inicio al desarrollo de un proyecto de actualización, en sus primeras fases como lo es la planeación.

La importancia para el desarrollo del presente documento se basa en la necesidad de seguir el curso de la evolución de la tecnología, ya que siempre está orientado a aplicar mejoras.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar una guía práctica para organizaciones, empresas y/o entidades que requieran generar dentro de su red el cambio o actualización de IPv4 a IPv6, recalando la importancia de una buena documentación previa al proceso, la cual debe ser consultada y estudiada por los involucrados en el proceso, este documento no solo busca ser una guía de implementación, sino que además, busca poner en contexto al lector de las grandes ventajas que trae consigo la actualización de su red, en cuanto a seguridad, escalabilidad y administración.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los aspectos más relevantes para la migración de IPv4 a IPv6, sus características principales, ventajas en cuanto seguridad y escalabilidad, relacionando los conceptos que establecen un punto de partida para dicha migración.
- Elaborar una guía donde se logre establecer una estrategia concreta, con lineamientos y recomendaciones para su correcta implementación, además de ser útil para cualquier administrador de red que la requiera.
- Evaluar la guía con respecto a funcionabilidad, escalabilidad y buenas prácticas para la implementación de dicho proceso dentro de cualquier red, ya sea grande, mediana o pequeña.

Capítulo I. MARCO TEÓRICO.

Redes de Telecomunicaciones

Las redes y las telecomunicaciones han significado una evolución importante el cual nos ha permitido desarrollar otras tantas, en un principio se buscó como un medio de transmitir mensajes a grandes distancias en poco tiempo, hoy en día sigue siendo así, lo que ha cambiado es el mensaje o contenido de la comunicación, para estos tiempos la cantidad y tipo de información ha crecido exponencialmente.

El protocolo IP se describe como un método de comunicación de datos digitales, el cual asocia su funcionamiento a la capa de red, permitiendo transmitir datos también llamados datagramas a través de distintas redes, lo que permite la comunicación entre un punto y otro, el cual puede estar en una red local o internet.

El enrutamiento es la técnica que hace posible la interconexión de dos redes aisladas, lo que permite la entrega correcta de la información, es decir que esta llegue íntegra y al destino que tiene correspondiente, el paquete de origen contiene en su encabezado la dirección de destino; si esta dirección se encuentra registrada en los equipos, a estos, les es más fácil alcanzar su meta, en caso contrario, empieza una búsqueda por todos los puertos hasta encontrar una red que permita la coincidencia, a lo cual continúa su camino, este proceso no es ilimitado, un paquete no sale indefinidamente a la red tiene un contador denominado TTL, el cual descuenta al pasar por los equipos y también por tiempo transcurrido, cuando el contador llega a cero, el datagrama o paquete es descartado.

El direccionamiento IP es la identificación de cada uno de los componentes que integran una red, esta identificación permite la entrega de información al equipo o sistema correcto, actualmente se tienen dos tipos de direccionamiento uno de 32 bits y otro de 128 bits, este documento centra sus esfuerzos en dicha transición.

Lineamientos Técnicos en la Implementación de IPV6

Utilizar la metodología de transición de IPv4 a IPv6 en Doble Pila (Dual Stack), consistente en permitir la coexistencia de los dos protocolos simultáneamente, con el fin de continuar con los servicios y aplicaciones tanto en el ambiente de IPv4 como en el entorno de IPv6.

- Elaborar el nuevo plan de direccionamiento en IPv6 totalmente segmentado bajo los tipos de direccionamiento en Anycast, Multicast y Unicast.
- El esquema de enrutamiento debe contener la definición del propio bloque o segmento de direcciones IPv6 asignado para la Entidad, en este sentido se recomienda que cada Entidad solicite previamente su propio bloque o segmento ante LACNIC5, para mayor detalle de este procedimiento favor consultar el siguiente enlace: <http://www.lacnic.net/web/lacnic/IPv6-end-user>.
- Revisar el pool de direccionamiento IPv4 de cada Entidad y hacer la equivalencia técnica de direccionamiento, servicios y aplicaciones para IPv6.
- El nuevo bloque de direccionamiento IPv6, de preferencia debe solicitarse ante LACNIC, esta entidad es la encargada de asignar dicho direccionamiento, al aplicar el cambio en el sistema, los servicios deben seguir funcionando normalmente, lo que permite que el proceso sea transparente para los usuarios finales e independientemente del proveedor del servicio de internet – ISP que se tenga en la Entidad. En caso de que la organización llegue a la fase de implementación de IPv6 sin todavía haber solicitado el bloque de IPv6 ante LACNIC, este deberá solicitarse de manera temporal a su actual proveedor del servicio, advirtiéndole que este bloque seguirá perteneciendo siempre al proveedor del servicio y no a la entidad.
- La segmentación del bloque de direcciones IPv6 debe establecerse por zonas lógicas de seguridad acorde a las necesidades de la red de la organización, contemplando zona de comunicaciones, zona de administración de servidores,

zona de aplicaciones, zona de bases de datos, zona de ambiente de pruebas, zona de respaldos y monitoreo, zona WiFi y zona de publicaciones Web.

- Por cada zona lógica debe configurarse el firewall, el cual debe contener las políticas de seguridad de acuerdo con la gestión y uso de los servicios prestados en las Entidades.

Requerimientos Para El Proceso De Ipv6

Las siguientes son los requerimientos a tener en cuenta en el proceso de transición de IPv4 a IPv6:

- Cumplir con el plan de implementación del protocolo IPv6 en la infraestructura tecnológica de cada Entidad.
- Asegurar que el servicio suministrado sea de la más alta calidad, sin afectar las operaciones normales de cada Entidad.
- Garantizar el buen funcionamiento y operatividad de los servicios y aplicaciones que se soportarán sobre el nuevo protocolo IPv6.
- Realizar el seguimiento de cada una de las fases del proceso de transición de IPv4 a IPv6, teniendo en cuenta que cada entidad es responsable del desempeño y la funcionalidad de los servicios de red, de los equipos intervenidos, del uso de herramientas de administración y monitoreo necesarias para el afinamiento del nuevo protocolo en las infraestructuras de TI de cada una de las Entidades.
- Disponer del recurso humano idóneo necesario para el desarrollo de cada una de las fases del proyecto de transición a IPv6 en coordinación con las Áreas de TI de cada Entidad.

Beneficios De La Transición

Los siguientes puntos son los beneficios que representa un proceso de transición de IPv4 a IPv6 que son importantes tener presente al momento de adoptar el nuevo protocolo con éxito, ellos son:

- La posibilidad de tener un mayor número de equipos conectados a la red de las entidades al ser implementada esta solución.
- Proceso técnicamente transparente para los usuarios de la red de comunicaciones y sus distintos servicios dentro de las organizaciones.
- La posibilidad de incrementar la movilidad de los usuarios al tener un número mayor de direcciones IP para la conectividad.
- Mejora de la seguridad a nivel de direccionamiento IP de la red en virtud de la arquitectura del nuevo protocolo y sus servicios.
- Reducción de los costos al implementar la solución de IPv6, a largo plazo, puede darse situaciones en las que mantener la tecnología de la versión 4, traerá mayores costes a nivel operativo y problemas, por la pérdida de soporte de dicha versión, por parte de las empresas de tecnología, tanto desarrolladoras de software, como de hardware.
- Se facilitará la aparición de nuevas aplicaciones y servicios sobre una gran variedad de plataformas.
- Gran número de direcciones IP para conexiones a Internet con el mundo exterior, facilitando el crecimiento de nuevas tecnologías como el internet de las cosas, las ciudades inteligentes, redes de sensores, entre otras.
- Los Proveedores de Servicio de Internet, tendrán que preparar el proceso de transición de IPv6, mediante la creación de un Backbone nativo de IPv6 que apoye a los clientes en el enrutamiento de las nuevas direcciones IPv6 a fin de

garantizar la publicación de servicios y aplicaciones que se consideren pertinentes hacia internet para todas las entidades del Gobierno.

- Para el ciudadano en general, la implementación de IPv6 será un proceso gradual cuya responsabilidad no será propia del gobierno, esta será responsabilidad del proveedor del servicio de internet y no deberá generar costos directos.

De acuerdo a la guía de transición realizada por el MINTIC y de la cual se desprende gran información en el presente marco teórico, se recomienda tener en cuenta dentro del desarrollo de cada una de las fases del proceso de transición de IPv4 a IPv6 la siguiente estructura:

ESTRUCTURA DE CAPAS DE IPV6		
Capas	Componentes	Actividad en IPv6
USUARIO	Equipos de escritorio, portátiles, tabletas, dispositivos móviles, video cámaras, impresoras.	Activación del nuevo protocolo IPv6
SERVICIOS APLICACIONES	Y Aplicativos, Web, Correo, DHCP, DNS, Proxys, Directorio Activo,	Verificación compatibilidad, configuración de servicios y Aplicativos.
HARDWARE	Servidores, sistemas operativos, Sistemas de almacenamiento.	Verificación, configuración y activación de IPv6.
COMUNICACIONES SEGURIDAD	Y Switches, Firewall, equipos de filtrado, módems, enrutadores, Control de acceso a la red, equipos de cifrado, servidores AAA, controladoras Inalámbricas	Configuración del bloque de direccionamiento de IPv6, Habilitación IPV6 en Doble Pila.

Tabla No.1 Estructura de Capas de IPv6. Tomado de:
https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-150529_G20_Transicion_IPv4_IPv6.pdf

FASES DEL PROYECTO DE IPV6

El proyecto de transición a IPv6 debe ser orientado por fases y por cada una de estas fases, indicar cuales productos deben ser entregados y en qué lapso de tiempo (puede variar de acuerdo a las infraestructuras y necesidades de cada Entidad), según un cuadro como el siguiente:

<i>Producto</i>	<i>Fase</i>	<i>Productos a entregar</i>	<i>Tiempo Entrega</i>
Proceso de Implementación del protocolo de IPv6	Diagnóstico Situación Actual	Plan de trabajo para la adopción de IPv6 Plan de diagnóstico (Inventario de TI, informe de infraestructura de comunicaciones, recomendaciones de adquisición elementos Hardware/Software, plan de direccionamiento IP, plan de excepciones, informe de preparación – <i>Readiness</i> . Documento implementación de seguridad de IPv6 en congruencia con la política de seguridad de las Entidades. Plan de capacitación en IPv6.	
	Desarrollo del Plan de Implementación	Informe plan detallado implementación de IPv6. Documento configuraciones del nuevo protocolo sobre las plataformas de hardware, software y servicios intervenidos durante esta fase. Informe de resultados de las pruebas realizadas a nivel de comunicaciones, de aplicaciones y sistemas de almacenamiento.	
	Pruebas de Funcionalidad de IPv6	Documento con cambios detallados de las configuraciones realizadas, según análisis de funcionalidad de la fase II. Acta de cumplimiento a satisfacción de funcionamiento de los servicios y aplicaciones intervenidos durante la fase II. Documento de inventario final de la infraestructura de TI sobre el nuevo protocolo IPv6.	

Tabla No.2 Proceso de Implementación del protocolo de IPv6. Tomado de:
https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-150529_G20_Transicion_IPv4_IPv6.pdf

Capítulo II. GUÍA DE TRANSICIÓN

A continuación, se describen las diferentes fases que deben tenerse en cuenta en el Desarrollo del proceso de migración, independiente del método que se use, el Proyecto debe cumplir con una serie de requisitos previos a la implementación, y otros en el desarrollo del proceso.

Esta guía está desarrollada en base a los lineamientos que proporciona la cartilla guía de transición de IPV4 a IPV6, desarrollada por el ministerio de las TIC.

Fase I: Planeación.

Esta etapa fundamenta la base del proceso, consiste en el levantamiento de información de la infraestructura que se prepara para migrar a IPV6

1. Elaborar el listado completo de servidores y equipos que están sujetos al proceso, principalmente se debe validar que cada sistema tenga la compatibilidad con IPV6 y aquellos que no son compatibles deben ser listados para valorar su renovación o el proceso que corresponda.
2. Desarrollar un documento el cual denominaremos “Plan de diagnóstico IPV6” este se construye con la información recolectada del ítem 1, el cual resume y emite un concepto del estado previo a la migración, con el cual evaluaremos la factibilidad del proyecto y los desafíos que debe enfrentarse una vez se inicie el proceso.
3. Elaboración y diseño para la topología de IPV6, de acuerdo con el diseño actual de IPV4, se debe establecer si el modelo aplicado corresponde con las necesidades actuales, o por el contrario se debe trabajar en un nuevo modelo el cual se implementará, en el desarrollo de la transición a IPV6.

4. Generación del Plan de transición, con base al Plan de diagnóstico.
5. Los servicios que se describen a continuación deben estar dentro de un plan de transición; DNS, DHCP, el servicio de Directorio Activo, Servicios web y demás aplicativos que componen la operatividad de las organizaciones.
6. Identificar los equipos de seguridad y las configuraciones aplicadas a nivel de red
7. Revisión de las políticas de enrutamiento y diseño de las nuevas políticas que deben aplicarse para el correcto funcionamiento del sistema IPV6, revisión de las políticas de firewall y actualización para tráfico IPV6.
8. Elaboración del sistema de pruebas el cual busca evaluar y validar que los sistemas y servicios sigan operando una vez se implemente el cambio al nuevo protocolo, estas pruebas pondrán en evidencia las falencias del plan de transición, con esta retroalimentación se generan los ajustes necesarios al plan de transición.
9. Para la fase de prueba, debe crearse una red alterna a la productiva la cual permita realizar las pruebas necesarias sin afectar los servicios productivos, esta red debe operar bajo el modelo de dualidad de protocolo llamado Doble pila o Dual Stack.
10. Para las personas encargadas del área de TI, es fundamental generar planes de capacitación y socialización, ya que son las personas que llevaran a cabo el proceso y brindaran soporte luego de la migración, el pleno conocimiento les permitirá mayor capacidad de maniobra ante los posibles eventos que surjan durante el proceso.
11. Se debe coordinar la actividad con el proveedor de servicio de internet (ISP), con el fin de establecer las nuevas reglas de seguridad y las estrategias de enrutamiento.
12. Solicitar mediante un plan de direccionamiento las direcciones que se requieren en la red de acuerdo con la función de cada dispositivo y las

necesidades de la entidad, teniendo en cuenta los enrutamientos y los prefijos que deben usarse, todo esto bajo el esquema de planeación.

13. Determinar y organizar un plan de contingencia o rollback, el cual permita deshacer las acciones adelantadas en caso de presentarse un evento, el cual impida la operación de los servicios en IPV6, toda actividad debe contar con este plan ya que garantiza un punto de retorno.

Fase II implementación

Para continuar a esta fase se hace indispensable dar cumplimiento a cada uno de los ítems de la planeación, ya que con ello garantizamos un éxito parcial y fundamental en el desarrollo de la actividad.

1. Habilitar el direccionamiento IPV6, en los dispositivos nombrados en la fase de planeación.
2. Dar proceso al plan de pruebas de coexistencia y operatividad, preferiblemente en la vlan de pruebas o red test.
3. Aplicar el modelo de transición de protocolo IP, validando servicios bajo la modalidad de Doble Pila, el principal objetivo es validar la coexistencia, como si se tratase del ambiente productivo.
4. Habilitar la seguridad perimetral para IPV6, en los equipos de firewall, AAA y demás equipos de borde, en esta fase corroboramos que se puedan aplicar las políticas permisivas y restrictivas a la red.
5. Solicitar al ISP el enrutamiento del prefijo IPV6 asignado a la entidad.

Fase III Pruebas de operatividad.

1. En esta fase se habilitará el tráfico hacia internet y viceversa con el fin de generar el ingreso y consumo de información de la entidad.
2. Probar servicios de la entidad, con el acompañamiento de cliente final.

3. Realizar el afinamiento de las configuraciones a nivel de software en los dispositivos, corregir los posibles errores que se presentan.
4. Evaluar el cumplimiento de las políticas restrictivas de la red.
5. Elaborar un nuevo inventario actualizado en donde se plasme la nueva arquitectura de red, las políticas de red, direccionamiento, etc.
6. Entregar la documentación con las pruebas de funcionalidad, establecidas en este apartado.

CAPITULO IV. TUNELIZACION.

TUNELIZACION

Los túneles IP son un mecanismo para hacer compatibles dos sistemas de naturaleza independiente, permiten el transporte de datos entre dominios distintos, para el caso de IP permite la comunicación más allá de los límites de compatibilidad, envolviendo los datos bajo protocolos de encapsulamiento, los cuales se transportan por medio del protocolo no compatible, permitiendo la comunicación de forma transparente para el usuario final.

Este mecanismo de transición habilita la coexistencia de los dos protocolos, lo que permite intercomunicar redes IPV4 aisladas, mediante el encapsulamiento dentro del protocolo IPV6 y viceversa, la condición fundamental es que el equipo enrutador inicial y final deben contar con pila doble. En el nodo origen se encapsula el paquete ipv4 dentro de ipv6 y el nodo destino realiza la operación contraria.

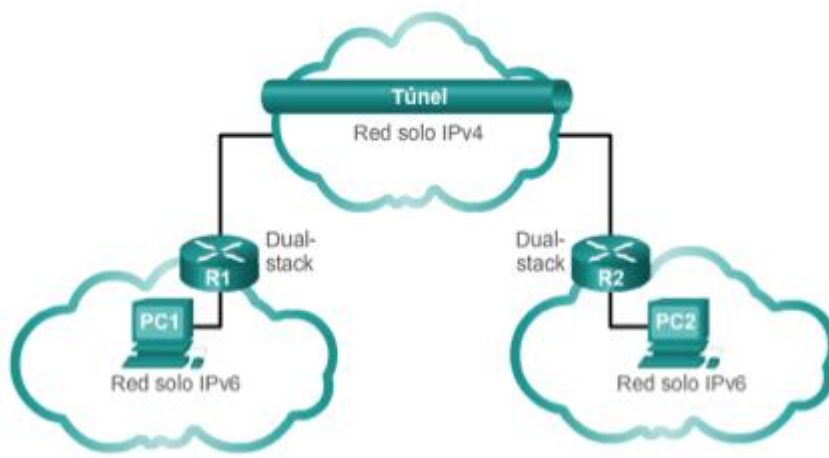


Figura No. 1. Tunneling. Tomado de:
<https://sites.google.com/site/123wikiipv6/home/tecnica-de-migracion>.

La totalidad de componentes de infraestructura que componen una red, no dependen en su mayoría de las organizaciones una gran parte del servicio de comunicación esta dado por los enrutadores los cuales son de propiedad y administración de entidades externas especializadas en el área, por ejemplo si se ejecuta la transición a IPV6 dentro de los componentes de infraestructura de la entidad, pero los enrutadores del SP no son compatibles con dicha versión, a lo cual se interrumpe el proceso de transición, los mecanismos de tunelización solventan esta falencia, permitiendo la operación y coexistencia de dos elementos de por si incompatibles, mientras se despliega la infraestructura que soportara el tráfico IPV6.

La tunelización se aplica sobre un sector específico, en donde se tenga la necesidad, de acuerdo con las condiciones de los equipos de infraestructura, el uso de la tunelización puede ser usado de diversas formas, a continuación, se mencionan algunas.

- a. Router to Router: enrutadores IPv4 e IPv6 enlazados por IPV4, esta configuración permite la canalización paquetes de versión 6 entre ellos.
- b. Host a – enrutador: canalización de paquetes IPV6 desde un host con pila dual, el enlace es permitido bajo el protocolo IPV4
- c. Host – host: este modo configura un túnel de extremo a extremo, en donde se encapsulan los paquetes IPV6 dentro del protocolo versión 4.
- d. Router -host: El Router con pila dual canaliza los paquetes IPV6 hacia un host IPV4/IPV6 en el último tramo.

El caso de mayor uso es el mencionado en el ítem A, dada la necesidad de configurar de forma explícita los puntos finales del túnel.

A continuación, se describen los procesos subyacentes al proceso de tunelización.

1. Encapsulamiento: el Router (Nodo de entrada) crea un encabezado IPV4 el cual contiene la trama IPV6 y transmite dicho paquete.
2. Desencapsulamiento: Router 2 (Nodo de Salida), recibe el paquete del nodo origen encapsulado, ensambla el paquete en caso de presentarse una fragmentación, elimina el encapsulamiento IPV4 y procesa el paquete IPV6 recibido.
3. Cada vez que se renvían paquetes IPV6 al túnel, se hace necesario el mantener información necesaria, como el MTU para hacer posible el procesamiento del paquete.

Para determinar que paquetes deben ser tunelizados, por norma general se utiliza la información de enrutamiento presente en el dispositivo encapsulador, las tablas de enrutamiento dirigen los paquetes en función de su destino, por medio del prefijo que se use; y la técnica de coincidencia, para asegurar el buen funcionamiento del túnel se hace necesario revisar las configuraciones que se apliquen, en los dos nodos del túnel.

CAPITULO V. DUAL STACK.

Es un mecanismo de transición entre IPv4 e IPv6 el cual como su nombre lo indica, se implementa una doble pila de comunicación, esto es posible entre todos los nodos de la red, sin necesidad de encapsulación o traducción, lo anterior con el fin de que ambos protocolos puedan ser “compatibles” entre sí; para dar solución a la comunicación hacia internet de las múltiples redes que aún conservan la implementación de IPv4 sobre sus diferentes redes.

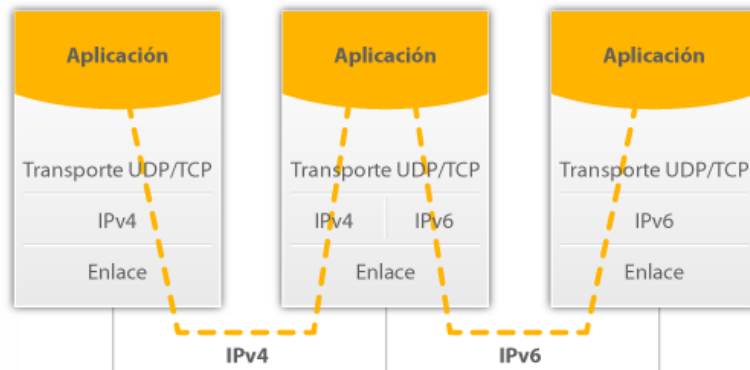


Figura No. 2. Método Dual stack o pila doble Tomado de: <https://www.lacnic.net/3091/1/lacnic/dual-stack-o-pila-doble>.

Existen diferentes mecanismos que cumplen con una función similar a la de dual Stack, comunicar o hacer compatible IPv4 e IPv6; Dentro de ellas, existe la opción de realizar un túnel, lo que prácticamente se basa en encapsular los diferentes paquetes de IPv6 dentro de paquetes IPv4 para lograr su comunicación, por otro lado, se encuentra el método Network Address Translación (NAT), este mecanismo básicamente traduce ya sea de IPv4 a IPv6 o viceversa, teniendo al igual que los demás métodos de comunicación, ventajas y desventajas dentro de su aplicación e implementación, lo cual implica hacer un previo análisis antes de su aplicación, en cuanto a implementación se refiere, ya que de acuerdo a las necesidades de las

diferentes redes donde se requiera, se puede implementar el que mejor convenga y optimice la comunicación.

Ventajas y Desventajas de la implementación de Dual Stack

El Dual Stack es una opción bastante viable ya que es sencilla de implementar y a su vez reduce los costos de infraestructura, por otro lado, al no tener que estar traduciendo constantemente los paquetes entre IPv4 e IPv6, logra proporcionar una optimización en el proceso de comunicación entre ambas y reduce la pérdida de información; Entre otras de sus ventajas se encuentra que al migrar una red completamente a IPv6, el proceso se vuelve algo más sencillo.

Está claro que este proceso no soluciona la escasez de direcciones en IPv4, lo que a largo plazo se vuelve un problema debido a que si aumentan las conexiones IPv6 de igual manera deberían aumentar las de IPv4 para la correcta implementación del dual Stack y este último se encuentra limitado en ese aspecto

Implementación Dual Stack.

Consiste básicamente en habilitar IPv6 e IPv4 en un mismo Router o canal, de esta manera habrá que habilitarlos y configurarlos respectivamente como dos pilas de protocolos diferentes las cuales trabajaran en paralelo para la comunicación efectiva de ambos protocolos sin ningún inconveniente, el sistema generalmente trabaja por defecto sobre IPv6, pero en el caso de requerir comunicar IPv4 retrocede y realiza la comunicación sin ningún problema, ambos protocolos siempre deben estar activos, garantizando el procesamiento de información en el cual se requiera.

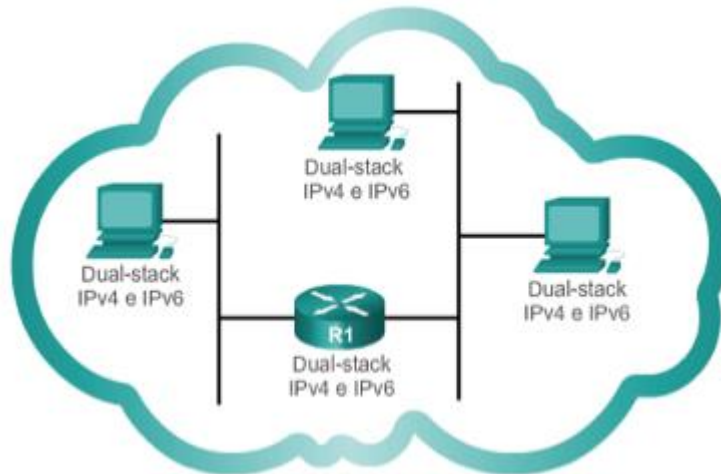


Figura No. 3. *Implementación Dual stack o pila doble* Tomado de: <https://sites.google.com/site/123wikiipv6/home/tecnica-de-migracion>

Sin duda alguna, la implementación dual Stack es una de las estrategias preferidas de transición o compatibilidad de dichos protocolos para su comunicación, ya que pueden operar simultáneamente y se hace fácil su administración, cabe resaltar que es una solución efectiva para redes que se deben adaptar a otras no tan actualizadas y aun así, operar sin ningún tipo de problema.

CAPITULO VI. NAT TRANSLATION.

(Network address translation-protocols translation) Es uno de los procesos que permite la comunicación entre nodos ipv6 a ipv4, haciendo uso de una única dirección ipv4. La comunicación se debe realizar por medio de un Router que este adaptado y soporte la configuración NAT-PT a realizar, cuando la configuración NAT-PT identifica el comienzo de alguna sesión en proceso asigna una dirección ipv4 junto con un puerto.

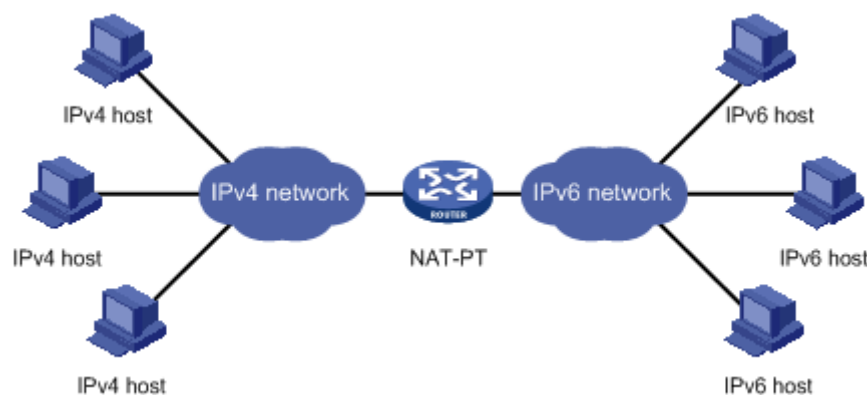


Figura No. 4. Network diagram NAT- PT. Tomado de:
http://www.h3c.com/en/Support/Resource_Center/HK/Routers/H3C_SR8800/SR8800/Technical_Documents/Configure/Configuration_Guides/H3C_SR8800_CG-Release3347-6W103/05/201211/761875_294551_0.htm

Por medio de las políticas de configuración se puede determinar el tipo de sesiones permitidas y las direcciones correspondientes a las cuales se puede establecer “inbound” permitiendo desde a fuera hacia adentro y “outbound” desde adentro hacia afuera, es importante recordar que están netamente restringidas a un servidor por servicio.

Básicamente el NAT-PT permite para que las operaciones estáticas, dinámicas, y de la dirección de puerto de la traducción faciliten la comunicación directa entre las redes IPv6 y las redes IPv4, haciéndose un método atractivo y sencillo para la comunicación entre ipv6 a ipv4.

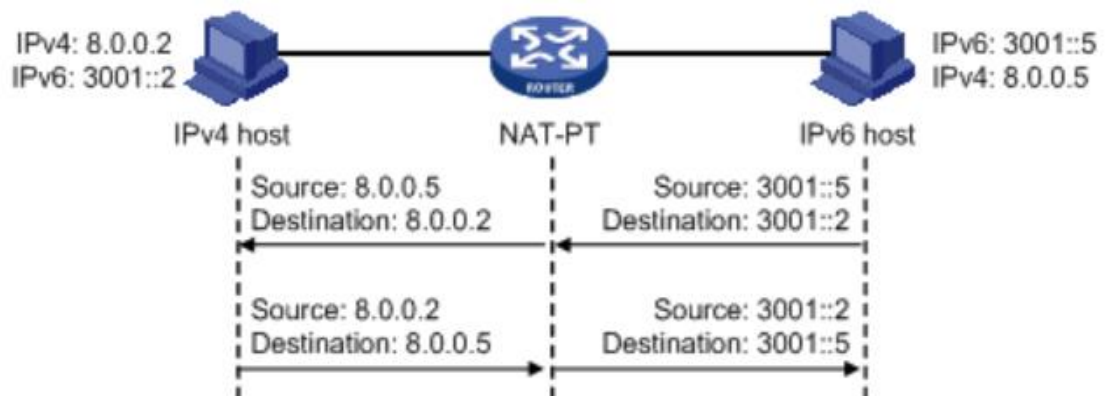


Figura No. 5. NAT-PT implementation (session initiated by an IPv6 host). Tomado de: http://www.h3c.com/en/Support/Resource_SR880/761875_294551_0.htm

Ventajas de su aplicación

Muchas de las redes corporativas manejan este tipo de configuraciones, por lo tanto, no solo es una ventaja la experiencia que consigo lleva, sino también la escalabilidad que esto ofrece, ya que al tener la configuración NAT-PT implementada sobre su red, fácilmente se puede adaptar a distintas redes, sub redes y dispositivos que aun trabajen sobre ambos protocolos y con los cuales queramos hacer interacciones o traducción de datos entre las mismas.

Es implementado habitualmente sobre equipos (Cisco, telebit, Linux, entre otros), de ahí que, su optimización va respaldada por equipos y herramientas tecnológicas de gran calidad y caracterizadas por su robustez en el mercado de las redes y la tecnología, adicional también es aplicado en algunas plataformas de Windows reconocidas.

Principales inconvenientes

De la misma forma en que la configuración NAT-PT suele generarnos beneficios en cuanto a la comunicación y/o traducción, también implica altos costos de acuerdo con la robustez de los equipos en los que habitualmente se configura y se administra. Inclusive suele ser más costoso que el método de tunelización.

Si en algunos de los protocolos para lo cual sea implementada requiere un intercambio constante de direcciones IP, DNS FTP, entre otros, es necesario generar una extensión o modulo adicional en la red para el tratamiento de estos, lo que implica más costos y por ende una ampliación de la red, ya que dentro del mismo modulo debe existir un algoritmo específico para esa función.

CAPITULO VII. ANALISIS Y DISCUSION.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la guía desarrollada anteriormente, se logra observar que existen diferentes métodos de configuración para la implementación de un sistema que logre traducir la información o en principio, generar una comunicación entre IPv4 e IPv6 sin inconveniente alguno, es importante resaltar que no todos los métodos aplican en cualquier escenario de configuración de red, para cada necesidad es válido analizar cada uno de los componentes de la red y determinar cuál técnica se debe utilizar, siempre teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que esto asume sobre la red, y de ahí, reducir costos de implementación sin sacrificar rendimiento.

El idear y plantear un plan de trabajo, permite organizar y dar gestión al proceso, el no contar con este tipo de planes, incrementa los riesgos y es más probable un escenario en el cual la transición falle, toda organización estipula que por cada proceso que se adelante dentro de la organización debe contar con un responsable y desarrollarse dentro de un plan de procedimiento debidamente estructurado.

La fase de pruebas es fundamental en el proceso, ya que ofrece un porcentaje muy alto de garantía en el éxito de la transición, esto sin afectar el ambiente productivo, los inconvenientes que se presenten serán documentados y se buscare la solución hasta contar con un plan de pruebas, el cual cumpla los requisitos, como si estuviese en el entorno de producción.

Las múltiples ventajas que ofrece el protocolo versión 6, respecto al 4, permitiendo el acceso y creación de nuevas aplicaciones y la inclusión de nuevos sistemas interconectados, los cuales permiten y hacen posible el internet de las cosas.

Se presentó el proceso de transición en el documento, de una forma que permita una fácil comprensión y a su vez contenga los lineamientos técnicos y recomendaciones que deben tenerse en cuenta, tanto para la parte técnica de las organizaciones y la administrativa, que de cierta forma permita sustentar y presentar los planes, para ser aprobados, el tener el conocimiento permite tomar mejores decisiones y entender el proceso al cual se van a someter y las posibles falencias que se pueden dar, de acuerdo con la naturaleza de este proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- David Romero Trejo, Seguridad de la Información | Redes 13 March 2017: <http://www.davidromerotrejo.com/2017/03/ipv4-to-ipv6-without-going-through-ipv5.html>
- ResearchGate GmbH. Dual-stack Application (2018): https://www.researchgate.net/figure/Dual-stack-Application-Level-Gateway-Avantages-Permettre-a-des-noeuds-IPv4-IPv6_fig17_319943807
- Guía de Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia, Guía No. 20. https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-150529_G20_Transicion_IPv4_IPv6.pdf.
- MANUAL PARA EL PLAN DE TRANSICIÓN DEL16-MG-02 https://www.supertransporte.gov.co/documentos/Cadena_de_Valor/files/EAID_D281CD71_862E_48af_B811_0C337D690BF0/16-MG-02%20Manual%20Plan%20de%20Transici%C3%B3n%20IPv4%20a%20IPv6%20ST.pdf
- Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT), February 2000, Campio Communications. - <https://tools.ietf.org/html/rfc2766>
- Cartilla Guía de Transición de IPv4 a IPv6, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Dirección de Gobierno Digital, Version:1.0.2 del 30 de mayo de 2019. https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-5903_recurso_2.pdf