

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Anteproyecto

Consultoría para la adopción del protocolo IPv6 en la red del Centro
Industrial de Mantenimiento Integral – SENA CIMI

Presentado ante el:
Comité de posgrado

Por:
Edgardo Javier Rúa Rangel

Maestría en Redes y Sistema de Comunicaciones
Universidad Santo Tomás
Bucaramanga, mayo de 2019

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
<u>Edgardo Javier Rúa Rangel</u> AUTOR <i>Estudiante de Maestría</i>	<u>Tito Raúl Vargas Hernández</u> <u>Diana Teresa Parra Sánchez</u> Directores <i>Director del Trabajo de grado</i>	Comité de posgrado

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Tabla de contenido

1	Título	7
2	Antecedentes y Estado del Arte	8
2.1	Presentación Regional SENA	8
2.1.1	Antecedentes de IPv6	9
2.1.2	Estado del Arte	11
3	Definición del Problema	13
3.1	Planteamiento del Problema.....	13
3.3	Sistematización del Problema	14
4	Justificación	16
5	Objetivos.....	18
5.1	Objetivos generales	18
5.2	Objetivos específicos	18
6	Marco referencial	19
6.1	Marco conceptual	19
6.1.1	Modelos de referencia.....	19
6.1.2	Modelo TCP/IP	21
6.1.3	Comparación modelo OSI con TCP/IP	21
6.1.4	Protocolo IPv4	22
6.1.5	Protocolo IPv6	24
6.1.6	Direccionamiento IPv4 e IPv6	26
6.1.7	Mecanismos de Transición	31
6.2	Estrategias y políticas del SENA.....	32
6.3	Gobierno en línea (GEL)	34
6.4	Marco legal	34
7	Diseño metodológico	37
7.1	Línea de investigación.....	37
7.2	Tipo de investigación	37
7.3	Estructura metodológica.....	38
7.3.1	Fases para poder desarrollar la coexistencia entre IPv4 e IPv6	38
7.4	Fuentes de información (primarias y secundarias)	41
7.5	Técnicas y herramientas de recolección de información	42

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

7.6	Técnicas para la evaluación de resultados	42
7.7	Metodología de recolección datos y evaluación de resultados	42
8	Esquema temático del informe final	44
9	Recursos disponibles	45
10	Presupuesto	46
11	Cronograma	47
12	Referencias	49

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Tabla de ilustraciones

<i>Ilustración 1 Distribucion de IPv6 por país (Fuente: http://portalipv6.lacnic.net/reporte-de-terminacion-de-direcciones-ipv4/)</i>	13
<i>Ilustración 2 Modelo OSI (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	20
<i>Ilustración 3 Modelo TCP/IP (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	21
<i>Ilustración 4 Comparación Modelo OSI y Modelo TCP/IP (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	22
<i>Ilustración 5 Encabezado de paquetes IPv4 (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	23
<i>Ilustración 6 Espacio de direcciones (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	25
<i>Ilustración 7 Encabezado de paquetes IPv6 (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	26
<i>Ilustración 8 Dirección de Red IPv4 (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	27
<i>Ilustración 9 Dirección de Red IPv4 notación Binario (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	27
<i>Ilustración 10 Dirección de Host (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	28
<i>Ilustración 11 Dirección de Broadcast (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	29
<i>Ilustración 12 Formato preferido una IPv6. (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	30
<i>Ilustración 13 Ejemplo de formato preferido IPv6. (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	30
<i>Ilustración 14 Uso de compresión de una IPv6. (Fuente: CISCO CCNA R&S)</i>	31
<i>Ilustración 15 Dual Stack. (Fuente: http://portalipv6.lacnic.net/estadisticas-ipv6/)</i>	31
<i>Ilustración 16 Tunneling. (Fuente: http://portalipv6.lacnic.net/estadisticas-ipv6/)</i>	32
<i>Ilustración 17 Traducción. (Fuente: http://portalipv6.lacnic.net/estadisticas-ipv6/)</i>	32
<i>Ilustración 18 Estructura orgánica del SENA (Fuente: http://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/estructura-organizacional.aspx)</i>	33
<i>Ilustración 19 Proceso Cuantitativo. (Fuente: Metodología de la investigación)</i>	38
<i>Ilustración 20 Fuentes de información para recolección de datos. (Fuente: Metodología de la investigación)</i>	41

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Listado de Tablas

<i>Tabla 1 Plataformas tecnológicas del SENA.</i>	33
<i>Tabla 2 Fase I planeación de implementación IPv6.</i>	38
<i>Tabla 3 Fase II implementación de IPv6.</i>	39
<i>Tabla 4 Fase III Implementación de IPv6.</i>	41
<i>Tabla 5 Metodología de recolección datos y evaluación de resultados.</i>	42
<i>Tabla 6 Dispositivos disponibles en el Stack del SENA-CIMI.</i>	45
<i>Tabla 7 Presupuesto del proyecto.</i>	46
<i>Tabla 8 Diagrama de GANT de planeación del proyecto.</i>	47

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

1 Título

Consultoría para la adopción del protocolo IPv6 en la red del Centro Industrial de Mantenimiento Integral – SENA CIMI.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

2 Antecedentes y Estado del Arte

2.1 Lineamientos para el fortalecimiento institucional en Tecnologías de la información y las comunicaciones

El SENA como entidad nacional lidera la gestión estratégica con tecnologías de la información y las comunicaciones mediante la definición, implementación, ejecución, seguimiento y divulgación de un Plan Estratégico de Tecnología y Sistemas de Información (PETI) que esté alineado a la estrategia y modelo integrado de gestión de la entidad y el cual, con un enfoque, habilite las capacidades y servicios de tecnología necesarios para impulsar las transformaciones en el desarrollo de su sector y la eficiencia y transparencia del Estado otro factor importante es liderar la definición, implementación y mantenimiento de la arquitectura empresarial de la entidad y/o sector en virtud de las definiciones y lineamientos establecidos en el marco de referencia de arquitectura empresarial para la gestión de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) del Estado, la estrategia GEL y según la visión estratégica, las necesidades de transformación y marco legal específicos de su entidad o sector[1].

Desarrollar los lineamientos en materia tecnológica, necesarios para definir políticas, estrategias y prácticas que habiliten la gestión de la entidad y/o sector en beneficio de la prestación efectiva de sus servicios y que a su vez faciliten la gobernabilidad y gestión de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC. Así mismo, velar por el cumplimiento y actualización de las políticas y estándares en esta materia[1].

2.2 Presentación Regional SENA

Santander es uno de los treinta y dos departamentos de la República de Colombia, está ubicado al nororiente del país, dentro de la región andina, cuenta con una población de 2.080.938 habitantes, según la página Datos Abiertos Gobierno Digital Colombia de 2017 y es el sexto departamento por tamaño de población. Recibió su nombre en honor al prócer de la independencia de la Nueva Granada, general Francisco de Paula Santander [2].

El 11 de marzo de 1958, se crea el SENA Regional Santander, con sede principal en la Calle 16 N° 27-37 barrio San Alonso de Bucaramanga. Actualmente cuenta con ocho centros de formación ubicados en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta en el área metropolitana, así como los centros de provincia en Málaga, Vélez, San Gil y Barrancabermeja, que le han permitido a la entidad formar a más personas en el desarrollo de competencias para atender, coordinar e implementar acciones propias de las necesidades de éstas regiones [3].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Los centros de formación que están adscritos al SENA Regional Santander son:

- Centro de Servicios Empresariales y Turísticos, Bucaramanga (CSET).
- Centro Industrial de Mantenimiento Integral, Girón (CIMI).
- Centro de Atención al Sector Agropecuario, Piedecuesta (CASA).
- Centro Industrial del Diseño y la Manufactura, Floridablanca (CIDM).
- Centro Industrial y del Desarrollo Tecnológico, Barrancabermeja (CIDT).
- Centro Agroturístico, San Gil (CA).
- Centro Agroempresarial y Turístico de Los Andes, Málaga (CATA).
- Centro de Gestión Agroempresarial del Oriente, Vélez (CGAO).

Los centros de esta Regional ofrecen formación en áreas de hidrocarburos, mantenimiento industrial, energías limpias y renovables, tecnologías de la información y la comunicación, seguridad y salud en el trabajo, alimentos, empresas agropecuarias, mantenimiento automotriz, producción de calzado, marroquinería, confección, construcción, joyería, administración empresarial, gestión documental, hotelería y turismo, agroindustria y producción agrícola pecuaria y gestión de mercados, entre otros, que le aportan a todos los sectores de la economía nacional, el sector primario y extractivo, el de industria y comercio y servicios, que incentivan la productividad del Departamento, generando una mayor dinámica con la creación de empresas y generación de empleos [3].

2.2.1 Antecedentes de IPv6

Desde la creación del Protocolo de Internet versión 4 (IPv4) en la década de los 60 con el proyecto ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*, por sus siglas en inglés), como medio de comunicación entre las diferentes instituciones académicas y estatales estadounidense en el año 1969, se adopta la primera fase del protocolo TCP/IP como protocolo estándar de Networking. Otro hecho fundamental que marco la historia, la evolución de las Telecomunicaciones, y el mundo es la creación del correo electrónico o *e-mail* en el año 1972 por programador informático estadounidense Ray Tomlinson para ARPANET. En el año 1980 se usa por primera vez IPv4 para una prueba de red pública y en el año 1981 se implementa de forma masiva. Entre los años 1989 y 1990 se crea *World Wide Web* (WWW) [4]. Todos estos hechos mencionados marcaron el inicio de una nueva era de cómo el mundo empezó a evolucionar en su forma de comunicarse.

Debido al interés público masivo por la Internet que comenzó a mediados de la década de los 90 y observando el crecimiento exponencial de usuarios en Internet y los avances acelerados en las tecnologías de información, el IETF (*Internet Engineering Task Force*) empezó a trabajar en 1990 en una nueva versión del IP, la cual sería denominada *IP Next Generation*.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Esta nueva versión nunca tendría problemas de escasez de direcciones, resolvería varios otros problemas y además sería más flexible y eficiente [4].

Los requerimientos mínimos que debía cumplir el próximo protocolo eran:

- Permitir millones de accesos a Internet.
- Simplificación de la cabecera, para permitir el procesamiento más rápido de los paquetes.
- Proporcionar mayor seguridad en los datos que el IPv4.
- Ayudar al *multicast*, en la cual se pueda especificar alcances.
- Posibilitar que una estación sea móvil sin necesidad de cambiar su dirección.

Permitir que el IPv4 pueda coexistir con el nuevo protocolo. La IETF hizo una convocatoria solicitando propuestas y estudios. Se recibieron 21 respuestas, dentro de las cuales, no fueron todas completas. En 1992, una propuesta denominada TUBA fue implementar mecanismos para emplear TCP y UDP sobre direcciones más grandes, eliminando con ello las direcciones IPv4 de 32 bits [5].

Estas direcciones más grandes eran gracias a ISO CLNP (*Connection-Less Network Protocol*), el cual, con sus 160 bits habría proporcionado suficiente espacio de direcciones para siempre.

En 1993, surge un nuevo proyecto denominado SIPP (*Simple Internet Protocol Plus*), el cual es una mezcla de dos tentativas anteriores, las cuales fueron creadas en ese mismo año, por sustituir IPv4. Dichos proyectos eran SIP y PIP [5]. Una característica de este nuevo proyecto es que en él se utilizarían direcciones de 64 bits. Finalmente, en julio de 1994, tras muchos análisis, revisiones, el IPng Área elige el proyecto SIPP como una implementación adecuada para el nuevo protocolo IP, variando el tamaño de las direcciones de SIPP de 64 a 128 bits. Este nuevo protocolo cambia su nombre como originalmente había sido establecido *de IP Next Generation* (IPng) a IPv6 para no causar confusión con IPng Área [5].

El protocolo IPv6; es un protocolo que permitirá el crecimiento de Internet y su acceso a millones de usuarios y las nuevas tecnologías como son el Internet de las cosas (*Internet of Things – IoT*), masificando nuevas plataformas tecnológicas; cambiando paradigmas como son la manera de pensar, la manera de comunicarnos.

IPv6 también tiene la ventaja de la configuración de dispositivos de la red como son los Routers, Switches, etc. Se deben hacer cambios que deben ejecutar los nuevos protocolos de enrutamiento dinámico como son: RIPng (*Routing Information Protocol next generation*), OSPFv3 (*Open Shortest Path First versión 3*) y EIGRP (*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*).

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

2.2.2 Estado del Arte

El evidente agotamiento de las direcciones IPv4 ha impactado la región de Latinoamérica según cifras de LACNIC (Registro Regional de Internet para América Latina y el Caribe). En marzo de 2015, según esta entidad la región se encontraba en la fase 2 del agotamiento de las direcciones IPv4, quedando alrededor de 3'147.776 IPv4 disponibles, esta cifra es desalentadora pues según la información de LACNIC el crecimiento de los usuarios de internet para la región en el 2018, está estimada en 100 millones de usuarios nuevos, totalizando 355 millones de usuarios en la región [6].

Dada esta situación, que se repite en el resto del mundo, se hace inevitable el proceso de cambio tecnológico de IPv4 a IPv6, lo que ha impulsado diferentes estudios de la aplicación de IPv6. Sin embargo, aunque se ha venido hablando del inminente cambio desde hace algunos años, si se revisan las estadísticas de 2014 la gran mayoría del tráfico que se mueve por internet sigue siendo IPv4, por lo que los entes estatales han concluido que cambiar de IPv4 a IPv6 no será un tema de migración, sino una convivencia y posterior transición entre IPv4 e IPv6, pues un ISP (Proveedor de Servicios de Internet) no podría eliminar el direccionamiento IPv4 y reemplazarlo de inmediato por direccionamiento IPv6 [6].

Otra problemática en la transición entre IPv4 a IPv6 es la compatibilidad de servicios nativos IPv4 sobre redes nuevas IPv6 o servicios nuevos en IPv6 sobre redes IPv4, pues no son totalmente compatibles. Se pretende transmitir IPv6 sobre redes IPv4 usando como método de coexistencia el túnel IPv6-to-IPv4, definido en el **RFC 2893** [7].

Esto permitiría que los nodos extremos IPv6 se comuniquen siempre en IPv6, aunque haya nodos intermedios IPv4. Se considera un túnel a todos los nodos IPv4 entre dos nodos IPv6. Utilizando esta técnica, el nodo IPv6 que hace frontera con el túnel, toma el paquete IPv6, y lo pone en el campo de datos de un paquete IPv4 [8].

Este paquete IPv4 tiene como dirección de destino el nodo IPv6 en la parte final del túnel y es enviado al primer nodo IPv4 que conforma el túnel. Los nodos IPv4 del túnel encaminan el paquete, sin tener constancia de que el paquete IPv4 que están manejando contiene un paquete IPv6. Cuando este paquete llega al extremo receptor IPv6 del túnel, que es precisamente el destino del paquete, éste determina que el paquete IPv4 contiene un paquete IPv6, extrae el paquete IPv6 y lo encamina exactamente del mismo modo que si hubiera recibido el paquete IPv6 de un nodo IPv4 vecino [7] [8].

Instituciones públicas y privadas están trabajando mancomunadamente con el fin de impulsar la expansión de IPv6. A nivel de los países de habla Hispana, fue México el precursor en la

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

investigación y experimentación con el protocolo IPv6, seguido de países como España, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, entre otros [9].

Colombia lentamente está comenzando a surgir en la temática de IPv6, con las siguientes entidades: la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), el Servicio Geológico Colombiano, el Instituto Nacional Penitenciario (INPEC), Ministerio de Minas y Energías, y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). La labor de acompañamiento contempla las siguientes actividades [9]:

- Marco de Referencia sobre la importancia de adoptar IPv6.
- Divulgación de los últimos anuncios de LACNIC en materia de agotamiento de direcciones IPv4 en países de Latinoamérica y del Caribe.
- Explicación del marco legal de soporte sobre IPv6.
- Exposición sobre lineamientos para la transición de IPv4 a IPv6.
- Explicación del impacto de implementar o no el nuevo protocolo en las entidades.

IPv6 es la actualización del Protocolo de Internet, el cual es fundamental para el funcionamiento de las Redes. Desde que se inició el diseño de IPv6 se previó que tendría que coexistir con IPv4 durante un largo período de tiempo por su lenta implementación. En la actualidad existen millones de dispositivos, aplicaciones y servicios, que requieren de una IP pública [9].

Entre los inconvenientes que se presenta al momento de realizar la transición de IPv4 a IPv6 es la incompatibilidad entre los protocolos, por este motivo, IPv6 ha sido diseñado junto a un conjunto de mecanismos de transición, entre ellas se encuentra la doble pila de protocolos o *Dual Stack*, los cuales permiten la coexistencia de ambos protocolos, IPv4 e IPv6. El tiempo requerido para llevar a cabo el proceso de transición, dependerá de aspectos relacionados con las necesidades propias de las organizaciones y países. Dichos mecanismos de transición contribuyen a la integración de IPv6 en la red Internet que actualmente trabaja con IPv4. IPv6 ha madurado tanto que hoy es posible hacer con esta tecnología de red todo lo que se puede hacer con IPv4 y aún mucho más, mejorando la calidad y la seguridad de la red [9].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

3 Definición del Problema

Para abordar el problema es necesario analizarlo desde tres aspectos diferentes como son el planteamiento del problema el cual explica el problema desde su causa y efecto, la formulación del problema que sintetiza el problema y la sistematización del problema mediante cuestionamientos que conduce a la solución de este mismo.

3.1 Planteamiento del Problema

El crecimiento exponencial de las redes e Internet, y un país que está en proceso de desarrollo debe tener como premisa modernizar sus entidades gubernamentales para estar a la vanguardia de los nuevos desarrollos tecnológicos de la información, para así poder cumplir los requerimientos que exige el ciudadano como es un acceso ágil, seguro y confiable a la información.

La implementación del protocolo IPV6 en Colombia no ha tenido un avance significativo, ya que según estadísticas suministradas por LANIC (*The Latin American and Caribbean Internet Address Registry*), solo se ha asignado un bloque de direcciones IPV6 que abarca el 2,4% ubicado en un tercer lugar. Luego de esto se ubica Argentina en segundo lugar con 9,7% y, en un primer lugar está Brasil que tiene una utilización de este protocolo en un 72% [10]. Esta estadística refleja que Brasil lidera el proceso de adopción de IPV6 y tiene una gran ventaja respecto a los demás países de Latinoamérica. También se evidencia que a nivel Colombia se encuentra en el promedio de implementación respecto a los demás países [11].

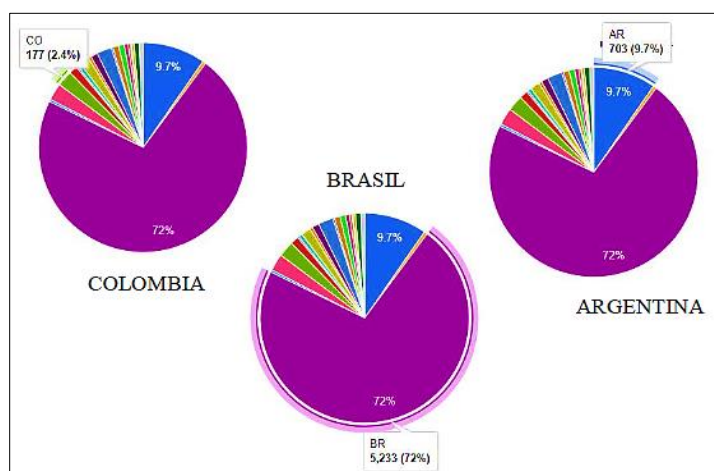


Ilustración 1. Distribución de IPv6 por país (Fuente: <http://portalipv6.lacnic.net/reporte-de-terminacion-de-direcciones-ipv4/>)

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

El Servicio Nacional de Aprendizaje- (SENA) siguiendo la directriz del Ministerio de las Tecnologías de la Información – MINTIC a través de la Resolución 0002710 estipula que *“todas las entidades del estado entre sus planes de compras de equipos TIC (hardware y software), aplicaciones plataformas TIC y servicios se exija que estén implementados sobre el protocolo IPv6 con compatibilidad y soporte total IPv4 demostrable mediante los RFCs (Request For Comments) concretos del IEFT y demás normas que determinan esta comparabilidad”* [12].

Tenido en cuenta lo anterior la entidad requiere de un estudio del estado actual en toda su plataforma tecnológica y diseñar los mecanismos necesarios para ejecutar una coexistencia y posterior transición a IPv6 con las mejores prácticas a nivel de seguridad y poder cumplir con la normatividad impartida. Este proyecto se enfoca en realizar una consultoría para que la entidad SENA CIMI realice la adopción del protocolo en concordancia con las buenas prácticas de dicha coexistencia de protocolos, debido a la carencia de este en el SENA-CIMI.

3.2 Formulación del Problema

Dado el crecimiento exponencial de la población educativa y las limitaciones de las direcciones IPv4. ¿Como adoptar a través de una consultoría el protocolo IPv6 utilizando los lineamientos y fases de adopción enmarcados por el MinTic a través de su plan de transición en el Centro Industrial de Mantenimiento Integral (SENA CIMI), sin incidir en el rendimiento de la Red

3.3 Sistematización del Problema

Para la sistematización del problema se tienen en cuenta varios aspectos que involucra el proyecto. Como el proyecto es una implementación de un nuevo protocolo, tiene análisis de requisitos, y un diseño de cómo se introduce la coexistencia y transición de IPv6.

- ¿Cómo implementar el protocolo IPV6 en el Centro Industrial de Mantenimiento integral – SENA CIMI?
- ¿Cómo mitigar el impacto tecnológico y administrativo de ejecutar la implementación de IPv6, la gestión de seguridad y verificación de desempeño en el Centro Industrial de Mantenimiento integral – SENA CIMI?

La UIT, mediante la resolución 64 de 2012 de la asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones, reconoció que las direcciones IP son recursos fundamentales que resultan imprescindibles para el futuro desarrollo de las Telecomunicaciones y de la

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

economía mundial y recomendó a los estados miembros del sector fomentar la adopción del protocolo IPv6 por su transcendental importancia, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha establecido que la falta de adopción del protocolo IPv6, impactara el desarrollo de la economía sobre internet en términos de reducción de innovación y de desarrollo de nuevos servicios.

El desarrollo del plan de acción para la adopción del protocolo IPv6, el Min Tic, a través de la Dirección de estándares de arquitectura TI, publicó en septiembre de 2015 la versión de los documentos de referencia denominados “Guía de transición de IPv4 a IPv6” .

La entidad debe planificar, implementar y controlar los procesos necesarios para cumplir con los requisitos de seguridad y privacidad de la información que permitan implementar las acciones determinadas en el plan de tratamiento de riesgos.

La entidad debe tener información documentada en la medida necesaria para tener la confianza en que los procesos se han llevado a cabo según lo planificado, adicionalmente, deberá llevarse un control de cambios que le permitan tomar acciones para mitigar efectos adversos cuando sea necesario.

Los proveedores de servicio tendrán que hacer transición de sus soluciones al nuevo protocolo IPv6 y pensar en innovar a fin de ofrecer nuevos servicios a sus clientes, lo cual será ventaja.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

4 Justificación

Según el Artículo 2.2.9.1.1.2 del Decreto 1078 de 2015 – Decreto único Reglamentario del Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en todas sus infraestructuras de TIC con soporte IPv6, entendidas dichas infraestructuras como las redes telecomunicaciones, programas y/o aplicaciones, sitios Web, sistemas de almacenamiento, seguridad, sistemas de computo y en general toda tecnología que utilice el protocolo de internet IP que soporte IPv6[12]. Basados en el artículo anterior el Centro Industrial de Mantenimiento Integral de Girón fue creado en el año de 1968, por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, como un medio de formación para el desarrollo económico y social de los sectores industriales localizados en el Área Metropolitana adscrita al Ministerio del Trabajo. Ubicado en una zona de gran actividad industrial, su influencia abarca polos de desarrollo regional como el Área Metropolitana de Bucaramanga y desarrolla acciones de Formación Profesional en los campos tecnológicos de la soldadura de metales; el mantenimiento eléctrico, electrónico, mecánico, de redes y parque automotor, Telecomunicaciones e Informática [13].

Para cumplir dichas expectativas se requiere la adopción del protocolo IPv6 para ampliar el acceso de miles de usuarios, a sus plataformas interactivas tecnológicas de formación, administrativas y de gestión, dando una mayor confiabilidad y seguridad de la información que se requiere en el desarrollo de la sociedad.

El protocolo IPV6, el cual tiene como objeto subsanar las falencias observadas en el protocolo IPv4, como lo son: el agotamiento de direcciones IP y la seguridad de la información a través del envío cifrado y autenticado de paquetes, lo que permite mantener una transmisión más confiable y segura de la información. También, posee un sencillo mecanismo de autoconfiguración y velocidad en la transmisión; además entre sus características más importantes se resaltan la cantidad ilimitada de espacio de direcciones IP y la calidad del servicio. Ahora bien, teniendo en cuenta las bondades de este nuevo protocolo el Ministerio de las TIC emitió la circular 002/2011 [14], mediante la cual busca que todas las entidades que hagan parte del programa de Gobierno en Línea empiecen a llevar a cabo los estudios para la migración al protocolo IPV6. Por tanto, el Centro de Industrial de Mantenimiento Integral (SENA -CIMI), entidad que pertenece a este programa, se evidencia la necesidad de diseñar una estructura que permita la coexistencia y posterior transición de su infraestructura de servicios informáticos hacia IPV6 con el fin de ser partícipes de la nueva generación de tecnologías.

Es así como surge la pregunta ¿Cómo se debe llevar a cabo la coexistencia entre IPv4 e IPv6 en el SENA-CIMI con base en consideraciones de seguridad en implementación de IPv6?, la

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

cual orienta el presente proyecto; pues la respuesta a este interrogante permitirá que el SENA-CIMI se afiance como un referente de calidad frente a otras organizaciones Colombianas, estando a la vanguardia de las nuevas tecnologías que contribuyen a un mejor desempeño en el manejo de la información y en la implementación de procesos de seguridad más efectivos. De igual manera, esto redundará en la mejora de los servicios que presta, beneficiando a sus usuarios y brindando más cobertura y calidad. Por último, se resalta que el camino hacia IPV6 es un paso de evolución e integración necesaria, en particular para el SENA-CIMI [14], por lo cual se debe asegurar el futuro frente al inevitable auge tecnológico que aumenta cada día y por una red global más efectiva, que fortalezca y apoye la creciente movilidad de usuarios de Internet, redes domésticas y la aparición de nuevas aplicaciones que requieren mejores tiempos de respuesta, disponibilidad de ancho de banda y sobre todo seguridad [15].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

5 Objetivos

5.1 Objetivos generales

Realizar una consultoría al SENA para la adopción del protocolo IPv6 en la red del centro Industrial de Mantenimiento Integral (CIMI), mediante una propuesta basada en la normativa vigente, estándares y buenas prácticas.

5.2 Objetivos específicos

1. Analizar el estado de la red del CIMI y su infraestructura y configuración actual utilizando el manual de las buenas prácticas del Min TIC.
2. Diseñar las políticas de la adopción del protocolo IPv6 y seguridad en la infraestructura lógica de la red basándose en las recomendaciones del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) y según el estado actual de la red IP del CIMI.
3. Proyectar el Plan de apropiación para la adopción del protocolo IPv6 en la red CIMI en un periodo de un año a través de estrategias que se basen en lineamientos del decreto 1078 de 2015.
4. Socializar el análisis inicial de la red, el diseño de las políticas de adopción del protocolo IPv6 y el Plan de apropiación propuesto al personal directivo y técnico del SENA CIMI.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

6 Marco referencial

6.1 Marco conceptual

El Marco conceptual comprende las estrategias y políticas de calidad del SENA, las políticas de gobierno, las mejores prácticas y la metodología de implementación de IPv6 que se le aplica a este proyecto, para fundamentar la solución con el cumplimiento de la normatividad vigente.

Dentro de los aspectos teóricos que delimitan el proyecto de investigación e implementación se pueden citar dos elementos conceptuales que se encuentran fuertemente relacionados, estos son: TCP/IP, IPv4 e IPv6. Estos términos como se ha planteado ampliamente a lo largo de este documento conforman los fundamentos teóricos de la investigación, en la que se pretende realizar el análisis del protocolo IPv4 junto con su sucesor el protocolo IPv6. Se identificaron las fuentes primarias y los avances más significativos y actuales en las principales áreas del conocimiento requerido para el desarrollo del análisis e implementación.

6.1.1 Modelos de referencia

Inicialmente el modelo OSI (*Open System Interconnection*) fue diseñado por la ISO (*International Organization for Standardization*), para proporcionar un marco de referencia sobre el cual pudieran interactuar una serie de protocolos en un sistema abierto. El objetivo era crear un grupo de protocolos que pudieran convivir en redes globales, que estuvieran estandarizadas y no se dependiera de un sistema exclusivo [16].

Se pueden enumerar varios beneficios por el uso de un modelo por capas como son:

- Fomenta la libre competencia ya que los fabricantes de los distintos equipos de redes de telecomunicaciones pueden trabajar en equipo [17].
- Proporciona un lenguaje común para las funciones y capacidades de las redes [17].
- Fomenta el diseño y la creación e investigación de nuevos protocolos ya que los protocolos que operan en una capa específica tienen información definida según la cual actúan, y una interfaz definida para las capas superiores e inferiores [17].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Se pueden definir dos tipos de modelos de protocolos los cuales son:

- **Modelo de protocolo:** este modelo coincide con precisión con la estructura de una suite de protocolos determinada. El conjunto jerárquico de protocolos relacionados en una suite representa típicamente toda la funcionalidad requerida para interconectar la red humana con la red de datos. El modelo TCP/IP es un modelo de protocolo, porque describe las funciones que tienen lugar en cada capa de protocolos dentro de una suite TCP/IP [18].
- **Modelo de referencia:** este modelo es coherente con todos los tipos de servicios y protocolos de red al describir qué es lo que se debe hacer en una capa determinada, pero sin ser rígidos en la forma en que se debe implementar. Un modelo de referencia no está pensado para ser una especificación de implementación si no para lograr un mejor entendimiento de las funciones y proceso de las comunicaciones, aquí en este tipo de modelo cabe perfectamente OSI.

Este modelo basado en capas el cual proporciona una interacción que realiza sinergia entre sus capas directamente por encima y por debajo proporcionando servicios y funciones que trabaja específicamente cada capa. En la siguiente ilustración se muestra el modelo OSI con sus respectivas capas [17].



Ilustración 2. Modelo OSI (Fuente: CISCO CCNA R&S)

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

6.1.2 Modelo TCP/IP

Es un modelo que se creó a principio de la década de los setenta es un modelo de estándar abierto. Como se muestra en la ilustración se define con cuatro capas o categorías de funciones que deben ocurrir para que la comunicación se lleve de manera correcta. Este modelo está enmarcado como modelo de protocolo mencionado anteriormente [19].

El primer objetivo de diseño de TCP/IP fue construir una interconexión de redes que proporcionen servicios de comunicación universal. Cada red física tiene su propia interfaz de comunicación dependiente de la tecnología en forma de interfaz de programación que proporciona funciones de comunicación básica (primitivas). Los servicios de comunicación se proporcionan mediante software que se ejecuta entre la red física y las aplicaciones de usuario y que proporcionan una interfaz para estas aplicaciones, independiente de la red física subyacente. La arquitectura de las redes físicas es transparente al usuario [20].

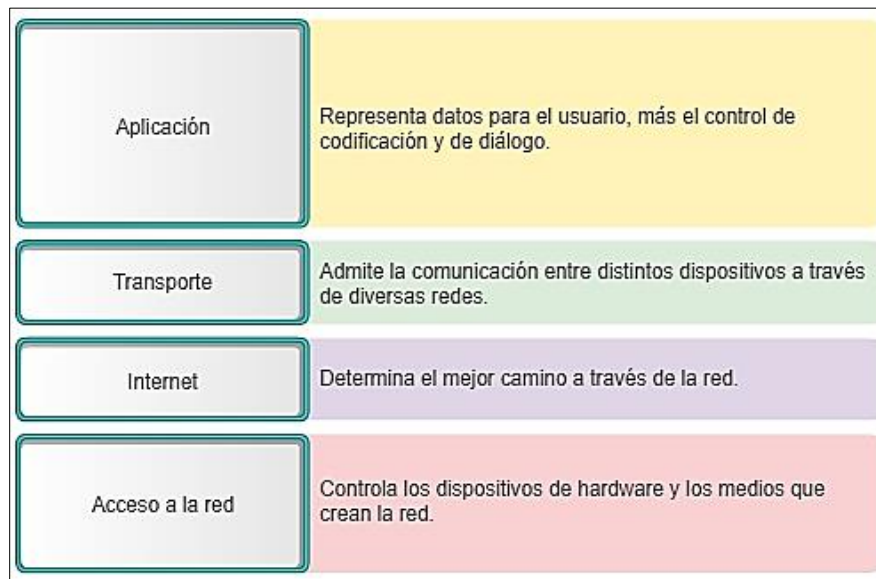


Ilustración 3. Modelo TCP/IP (Fuente: CISCO CCNA R&S)

6.1.3 Comparación modelo OSI con TCP/IP

En la capa de acceso a la red, la suite de protocolos TCP/IP no especifica qué protocolos se deben utilizar cuando se transmite por un medio físico, sino que solo describe la transferencia

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

desde la capa de Internet hacia los protocolos de red física. Las capas 1 y 2 de OSI tratan los procedimientos necesarios para acceder a los medios y las maneras físicas de enviar datos a través de una red [16]. Las capas 3 y 4 tienen una igualdad con respecto al modelo OSI. La capa 3 de OSI, capa de Red tiene como función enrutar paquetes asignándoles una dirección IP. Es una capa que se cataloga como de mínimo esfuerzo, no proporciona acuse de recibo ni corrección de errores [16].

La capa 4 queda intacta en el modelo TCP/IP y es una capa que se encarga de proporcionar una entrega ordenada y confiable de la información entre origen y destino. En esta capa se puede obtener corrección de errores y acuse de recibo se encuentran protocolos importantes como el protocolo de datagramas del usuario (UDP) y TCP [16]. La capa de aplicación de TCP/IP resume las capas 5, 6 y 7 del modelo OSI convirtiéndose en una sola capa, es una capa para proveedores y desarrolladores de software y aplicaciones que funcionen en la internetwork.

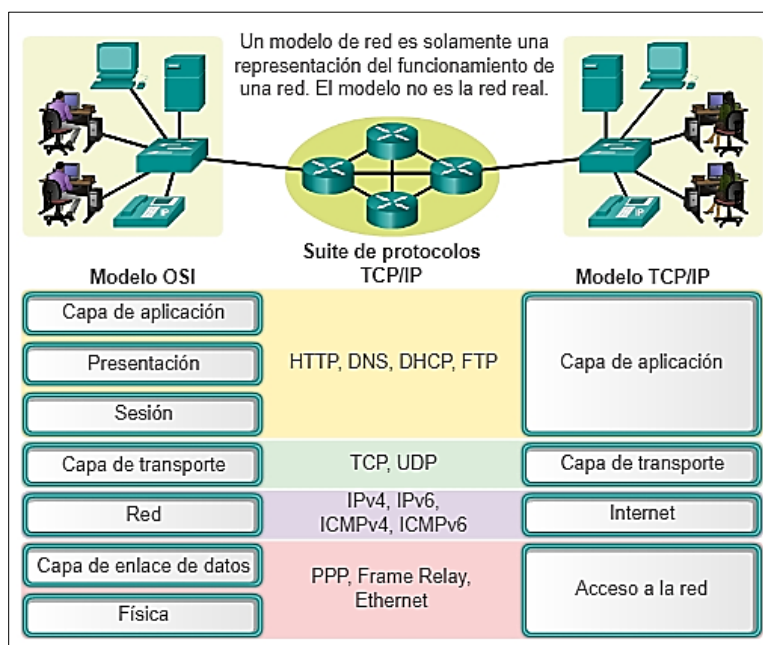


Ilustración 4. Comparación Modelo OSI y Modelo TCP/IP (Fuente: CISCO CCNA R&S)

6.1.4 Protocolo IPv4

El protocolo IP versión 4 (IPv4), es un protocolo de la capa de red, que según se describe es utilizado para la interconexión de redes heterogéneas mediante Routers, siendo además un protocolo no orientado a la conexión, y por lo tanto no garantiza la entrega segura y/o completa de los paquetes. IPv4 se utiliza desde 1983, cuando se implementó en la *Advanced*

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Research Projects Agency Network (ARPANET, Red de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada), que fue mencionado anteriormente. Los paquetes IPv4 tienen dos partes [21]:

- **Encabezado IP:** identifica las características del paquete.
- **Contenido:** contiene la información del segmento de capa 4 y los datos propiamente dichos.

Como se muestra en la ilustración, los encabezados de paquetes IPv4 constan de campos que contienen información importante sobre el paquete. Estos campos contienen números binarios que se examinan en el proceso de capa 3. Los valores binarios de cada campo identifican las distintas configuraciones del paquete IP [17].

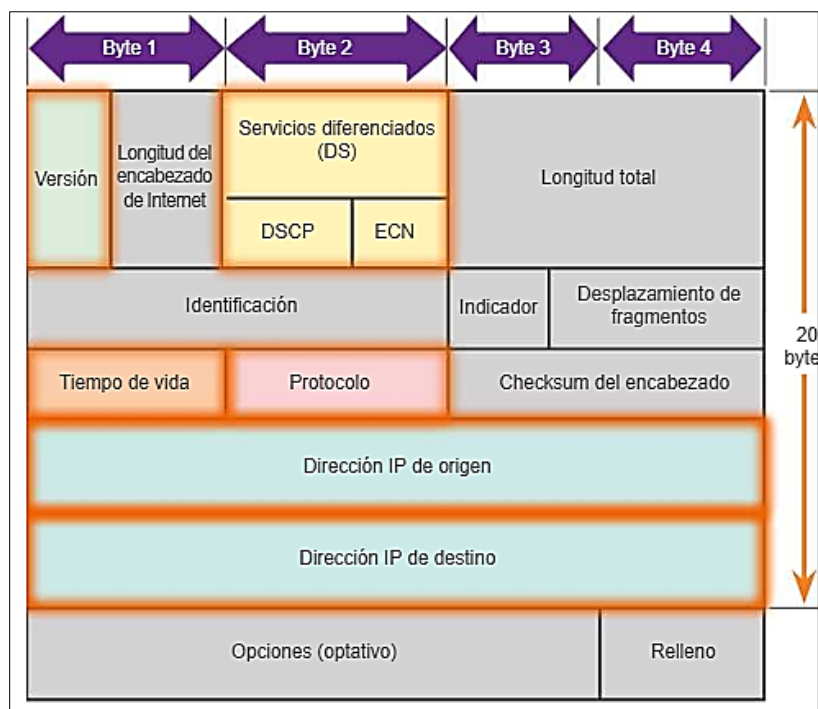


Ilustración 5. Encabezado de paquetes IPv4 (Fuente: CISCO CCNA R&S)

En el protocolo IPv4, existen tres tipos de direcciones: *unicast*, *multicast* y *broadcast*. En donde la dirección de *unicast*, hace referencia a un único dispositivo de la red, y por lo tanto los paquetes enviados a este tipo de direcciones tienen un único destinatario. Por el contrario, la dirección de *multicast*, es un tipo de dirección en el que se permite el envío de paquetes a un determinado conjunto de dispositivos de la red. Y de manera similar al anterior, la

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

dirección *broadcast* o de difusión, es aquel tipo de dirección que permite enviar paquetes a todos los dispositivos que conforman la red [17].

6.1.5 Protocolo IPv6

A principios de los años noventa, el *Internet Engineering Task Force* (IETF) comenzó a preocuparse por la limitación de IPv4. Esto condujo al desarrollo de IP versión 6 (IPv6). IPv6 supera las limitaciones de IPv4 y constituye una mejora eficiente con características que se adaptan mejor a las demandas actuales y previsibles de las redes de hoy en día.

Las mejoras que proporciona IPv6 incluyen lo siguiente:

- Mayor espacio de direcciones: las direcciones IPv6 se basan en un direccionamiento jerárquico de 128 bits, mientras que en IPv4 es de 32 bits. El número de direcciones IP disponibles aumenta drásticamente [6].
- Mejora del manejo de los paquetes: el encabezado de IPv6 se simplificó con menos campos. Esto mejora el manejo de paquetes por parte de los Routers intermediarios y también proporciona compatibilidad para extensiones y opciones para aumentar la escalabilidad y la duración [22].
- Eliminación de la necesidad de NAT: con tal cantidad de direcciones IPv6 públicas, no se necesita traducción de direcciones de red (NAT). Los sitios de los clientes ya sean las empresas más grandes o unidades domésticas, pueden obtener una dirección de red IPv6 pública. Esto evita algunos de los problemas de aplicaciones debidos a NAT que afectan a las aplicaciones que requieren conectividad de extremo a extremo.
- Seguridad integrada: IPv6 admite capacidades de autenticación y privacidad de forma nativa. Con IPv4, se debían implementar características adicionales para este fin.

El espacio de direcciones IPv4 de 32 bits proporciona aproximadamente 4.294.967.296 direcciones únicas. De estas, solo 3700 millones de direcciones se pueden asignar, porque el sistema de direccionamiento IPv4 separa las direcciones en clases y reserva direcciones para *multicast*, pruebas y otros usos específicos.

Como se muestra en la ilustración, el espacio de direcciones IP versión 6 proporciona 340 sextillones de direcciones [17].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Nombre del número	Notación científica	Cantidad de ceros
1 millar	10 ³	1,000
1 millón	10 ⁶	1,000,000
1000 millones	10 ⁹	1,000,000,000
1 billón	10 ¹²	1 000,000,000,000
1000 billones	10 ¹⁵	1,000,000,000,000,000
1 trillón	10 ¹⁸	1,000,000,000,000,000,000
1000 trillones	10 ²¹	1,000,000,000,000,000,000,000
1 cuatrillón	10 ²⁴	1,000,000,000,000,000,000,000,000
1000 cuatrillones	10 ²⁷	1,000,000,000 000,000,000,000,000,000
1 quintillón	10 ³⁰	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1000 quintillones	10 ³³	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000
1 sextillón	10 ³⁶	1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000

Legenda

Hay 4000 millones de direcciones IPv4.

Hay 340 sextillones de direcciones IPv6.

Ilustración 6. Espacio de direcciones (Fuente: CISCO CCNA R&S)

A su vez, en el protocolo IPv6 se presentan tres tipos de direcciones: *unicast*, *multicast* y *anycast*; en donde la dirección de *broadcast* es reemplazada por la dirección de *multicast* que brinda la misma funcionalidad. Así y de acuerdo con la dirección de *multicast*, en este protocolo, se utiliza para enviar un único paquete IPv6, a múltiples destinos en la red. Por el contrario, la dirección *unicast*, identifica de manera exclusiva a un dispositivo dada su interfaz, es decir es la dirección IPv6 correspondiente a la interfaz del dispositivo. Por último, las direcciones *anycast*, son direcciones de tipo *unicast* que son asignadas a varios dispositivos, con el fin de ser enrutados al dispositivo más cercano con la misma dirección [17]. El encabezado IPv6 produce mejoras y simplifica con respecto a IPv4, el encabezado de IPv6 consta de 40 octetos (en gran medida, debido a la longitud de las direcciones IPv6 de origen y de destino) y 8 campos de encabezado (3 campos de encabezado IPv4 básicos y 5 campos de encabezado adicionales) [23].

El encabezado de IPv6 simplificado ofrece varias ventajas respecto de IPv4:

- Mayor eficacia de enrutamiento para un buen rendimiento y una buena escalabilidad de velocidad de reenvío.
- Sin requisito de procesamiento de *checksums*.
- Mecanismos de encabezado de extensión simplificados y más eficaces (en comparación con el campo Opciones de IPv4) [23].
- Un campo Identificador de flujo para procesamiento por flujo, sin necesidad de abrir el paquete interno de transporte para identificar los distintos flujos de tráfico [17].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

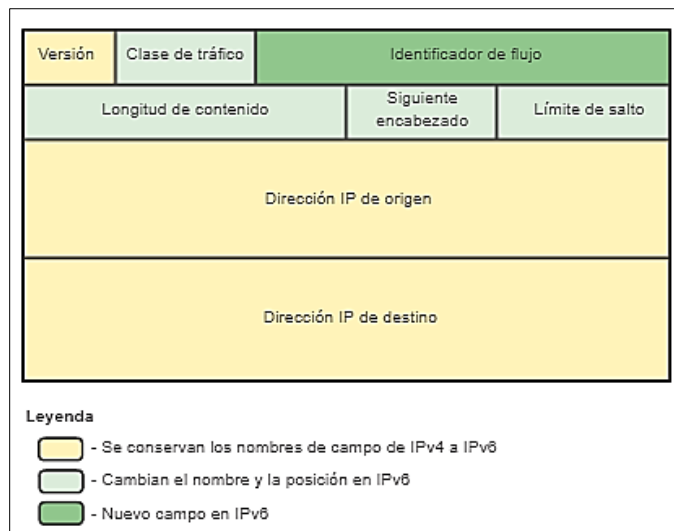


Ilustración 7. Encabezado de paquetes IPv6 (Fuente: CISCO CCNA R&S)

6.1.6 Direccionamiento IPv4 e IPv6

El protocolo IPv4 establece un conjunto de direcciones IP de longitud de 32 bits (4 bytes), en el que la dirección está estructurada como una parte de red y una parte de sistema principal, siendo dichas partes establecidas de acuerdo con la clasificación de la dirección, ya sea A, B, C, D o E, según el número de bits iniciales [17].

Hay tres tipos de direcciones dentro del rango de direcciones de cada red IPv4:

- Dirección de red.
- Dirección de *host*.
- Dirección de *broadcast*.

Dirección de red

La dirección de red es una manera estándar de hacer referencia a una red. Al referirse a la dirección de red, también es posible utilizar la máscara de subred o la duración de prefijo. Por ejemplo, la red que se muestra en la ilustración podría indicarse como la red 10.1.1.0, la red 10.1.1.0 255.255.255.0 o la red 10.1.1.0/24. Todos los hosts en la red 10.1.1.0/24 tendrán los mismos bits de porción de red [17].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

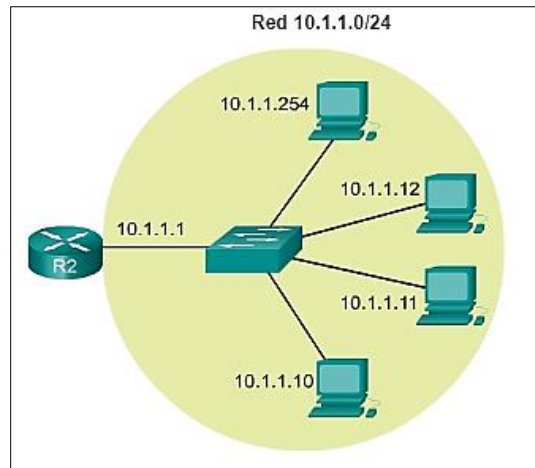


Ilustración 8. Dirección de Red IPv4 (Fuente: CISCO CCNA R&S)

Como se muestra en la siguiente ilustración, dentro del rango de direcciones IPv4 de una red, la primera dirección se reserva para la dirección de red. Esta dirección tiene un 0 para cada bit de host en la porción de host de la dirección. Todos los hosts dentro de la red comparten la misma dirección de red [17].

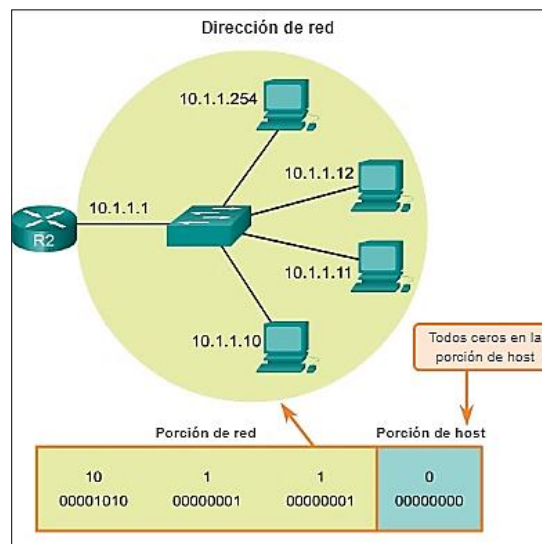


Ilustración 9. Dirección de Red IPv4 notación Binario (Fuente: CISCO CCNA R&S)

Dirección de host

Cada dispositivo final requiere una dirección única para comunicarse en la red. En direcciones IPv4, los valores entre la dirección de red y la dirección de broadcast se pueden asignar a los dispositivos finales en una red.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

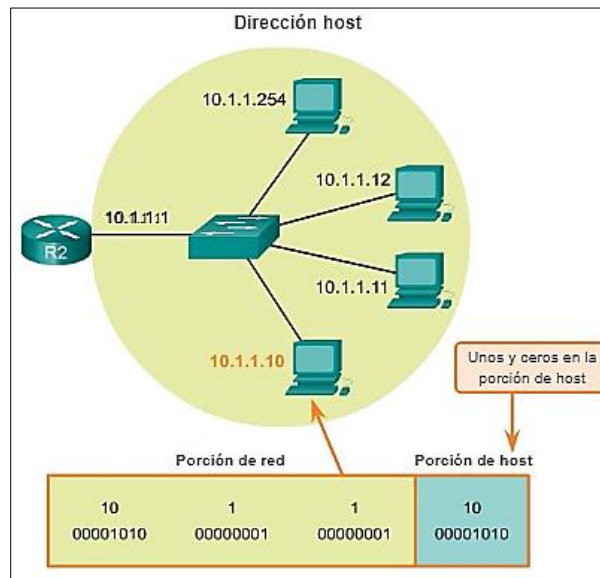


Ilustración 10. Dirección de Host (Fuente: CISCO CCNA R&S)

Dirección de broadcast

La dirección de broadcast IPv4 es una dirección especial para cada red que permite la comunicación a todos los hosts en esa red. Para enviar datos a todos los hosts en una red a la vez, un host puede enviar un único paquete dirigido a la dirección de broadcast de la red, y cada host en la red que recibe este paquete procesa su contenido.

La dirección de *broadcast* utiliza la dirección más alta en el rango de la red [17].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

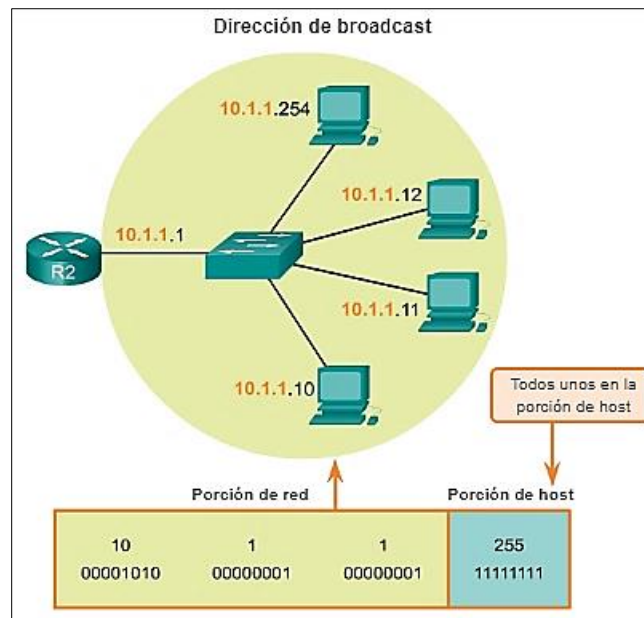


Ilustración 11. Dirección de Broadcast (Fuente: CISCO CCNA R&S)

El protocolo IPv6 Como se muestra en la ilustración siguiente, el formato preferido para escribir una dirección IPv6 es x:x:x:x:x:x:x, donde cada “x” consta de cuatro valores hexadecimales. Al hacer referencia a 8 bits de una dirección IPv4, utilizamos el término “octeto”. En IPv6, un “hexteto” es el término no oficial que se utiliza para referirse a un segmento de 16 bits o cuatro valores hexadecimales. Cada “x” es un único hexteto, 16 bits o cuatro dígitos hexadecimales.

“Formato preferido” significa que la dirección IPv6 se escribe utilizando 32 dígitos hexadecimales. No significa necesariamente que es el método ideal para representar la dirección IPv6. En las siguientes páginas, veremos dos reglas que permiten reducir el número de dígitos necesarios para representar una dirección IPv6 [24].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

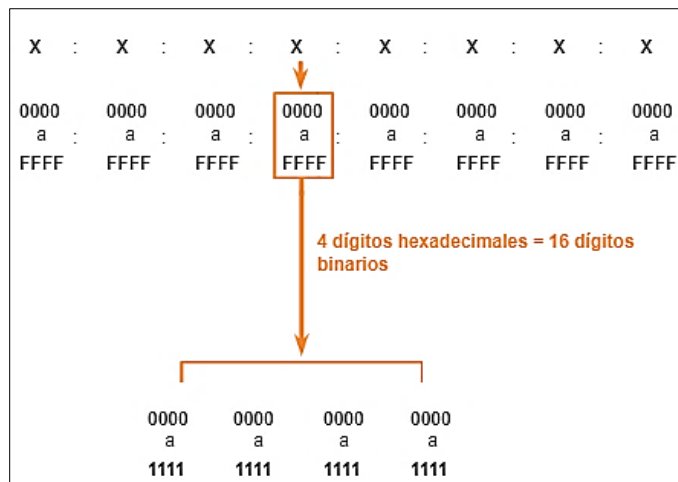


Ilustración 12. Formato preferido una IPv6. (Fuente: CISCO CCNA R&S)

2001	:	0DB8	:	0000	:	1111	:	0000	:	0000	:	0000	:	0200
2001	:	0DB8	:	0000	:	00A3	:	ABCD	:	0000	:	0000	:	1234
2001	:	0DB8	:	000A	:	0001	:	0000	:	0000	:	0000	:	0100
2001	:	0DB8	:	AAAA	:	0001	:	0000	:	0000	:	0000	:	0200
FE80	:	0000	:	0000	:	0000	:	0123	:	4567	:	89AB	:	CDEF
FE80	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
FF02	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
FF02	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001	:	FF00	:	0200
0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0001
0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000	:	0000

Ilustración 13. Ejemplo de formato preferido IPv6. (Fuente: CISCO CCNA R&S)

En IPv6 por ser tan extensa la dirección se implementó una regla que permite reducir la notación de direcciones IPv6 es que los dos puntos dobles (::) pueden reemplazar cualquier cadena única y contigua de uno o más segmentos de 16 bits (hextetos) compuestos solo por ceros [24].

Los dos puntos dobles (::) se pueden utilizar solamente una vez dentro de una dirección; de lo contrario, habría más de una dirección resultante posible. Cuando se utiliza junto con la técnica de omisión de ceros iniciales, la notación de direcciones IPv6 generalmente se puede reducir de manera considerable. Esto se suele conocer como “formato comprimido” [24].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Recomendado	2001:0DB8:0000:0000:ABCD:0000:0000:0100
Sin 0 inicial	2001: DB8: 0: 0:ABCD: 0: 0: 100
Comprimida	2001:DB8::ABCD:0:0:100
o	
Comprimida	2001:DB8:0:0:ABCD::100

Se puede utilizar solo un ...

Ilustración 14. Uso de compresión de una IPv6. (Fuente: CISCO CCNA R&S)

6.1.7 Mecanismos de Transición

Internet Engineering Task Force (IETF), creó diversos protocolos y herramientas para ayudar a migrar las redes a IPv6. Las técnicas de migración pueden dividirse en tres categorías:

- **Dual-Stack:** como se muestra en la ilustración, la técnica Dual-Stack permite que IPv4 e IPv6 coexistan en la misma red. Los dispositivos Dual-Stack ejecutan stacks de protocolos IPv4 e IPv6 de manera simultánea [17].

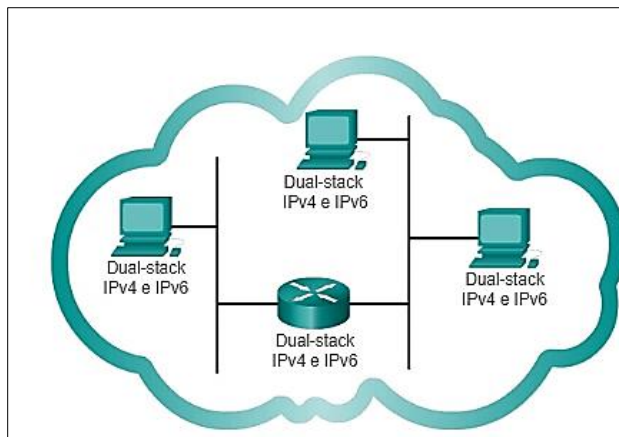


Ilustración 15. Dual Stack. (Fuente: <http://portalipv6.lacnic.net/estadisticas-ipv6/>)

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

- **Tunneling:** como se muestra en la ilustración siguiente, *Tunneling* es un método para transportar paquetes IPv6 a través de redes IPv4. El paquete IPv6 se encapsula dentro de un paquete IPV4, de manera similar a lo que sucede con otros tipos de datos [17].

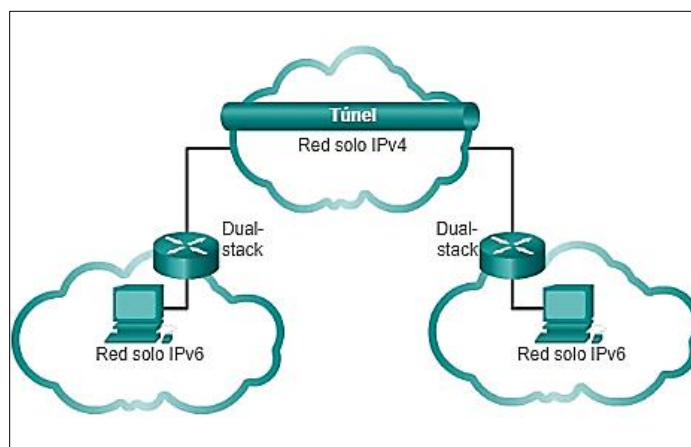


Ilustración 16. Tunneling. (Fuente: <http://portalipv6.lacnic.net/estadisticas-ipv6/>)

- **Traducción:** como se muestra en la ilustración siguiente, la traducción de direcciones de red 64 (NAT64) permite que los dispositivos con IPv6 habilitado se comuniquen con dispositivos con IPv4 habilitado mediante una técnica de traducción similar a la NAT para IPv4. Un paquete IPv6 se traduce en un paquete IPV4, y viceversa [17].

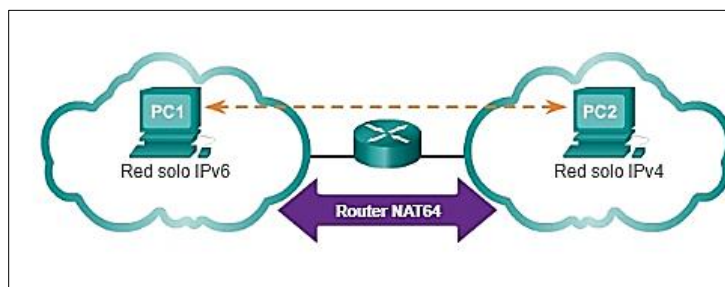


Ilustración 17. Traducción. (Fuente: <http://portalipv6.lacnic.net/estadisticas-ipv6/>)

6.2 Estrategias y políticas del SENA

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, cuenta con una gran infraestructura Física y tecnológica a nivel nacional, la dirección general dirige la entidad desde el punto de vista

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

estratégico y determina las políticas nacionales hacia el interior de la organización. A continuación, se muestra el organigrama de cómo está constituido el SENA a nivel nacional [25].

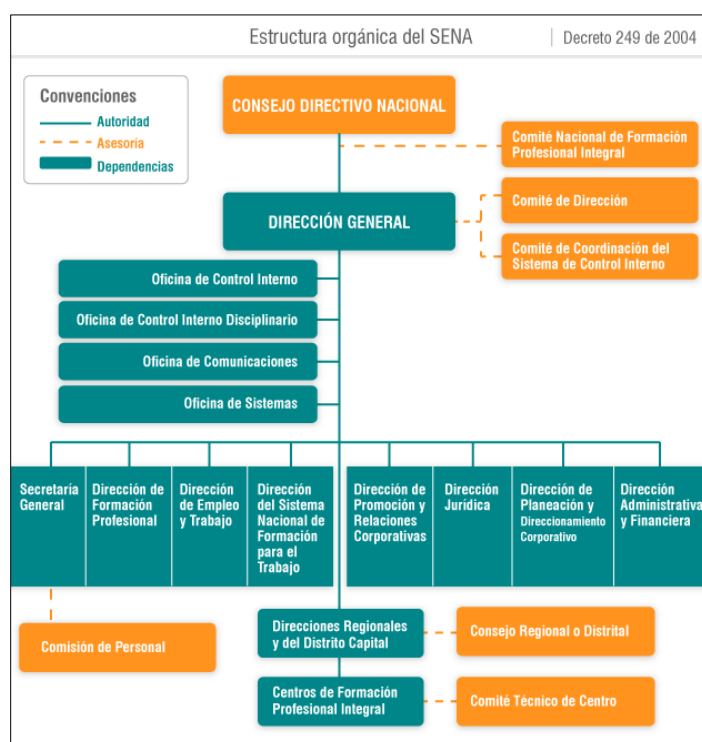


Ilustración 18. Estructura orgánica del SENA (Fuente: <http://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/estructura-organizacional.aspx>)

El SENA como entidad nacional adscrita al Ministerio de Trabajo cuenta con grandes plataformas tecnológicas para los diferentes requerimientos y necesidades que solicitan los aprendices, trabajadores y personas en busca de un empleo con calidad. Parte de la Infraestructura tecnológica que soporta los servicios del SENA hacia sus clientes internos y externos son:

Tabla 1

Plataformas tecnológicas del SENA.

Requerimiento que soporta.	Plataformas Tecnológicas de ayuda y requerimientos
Agencia Pública de empleo, para realizar búsqueda y convocatorias de empleos a nivel nacional	https://agenciapublicadeempleo.sena.edu.co/Paginas/inicio.aspx
Web empresarial del SENA	http://www.sena.edu.co
Sistema Integrado de Gestión Administrativa	http://compromiso.sena.edu.co

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Gestión de Inventarios	miinventario.sena.edu.co
Plataforma de cursos, especializaciones virtuales y apoyo de cursos presenciales.	https://senaintro.blackboard.com
Gestión académica de los instructores.	www.senasofiaplus.edu.co

Nota. Algunas de las plataformas más utilizadas por los usuarios que requieren información de los servicios que ofrece el SENA a nivel nacional.

Este proyecto está enfocado en ejecutar soporte, a las múltiples plataformas implementando el protocolo IPv6 para seguir creciendo y soportar miles de usuarios internos y externos de la red aplicándole una seguridad más robusta que es inherente de este protocolo.

6.3 Gobierno en línea (GEL)

Como proyecto enmarcado en Gobierno en Línea del MINTIC, como lineamiento promueve todas aquellas acciones que favorecen el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC. Dentro de los objetivos y funciones principales que realiza se pueden mencionar éstas tres[15]:

“Diseñar, formular, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en correspondencia con la Constitución Política y la ley, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y político de la Nación y elevar el bienestar de los colombianos.

Promover el uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones entre los ciudadanos, las empresas, el Gobierno y demás instancias nacionales como soporte del desarrollo social, económico y político de la Nación.

Impulsar el desarrollo y fortalecimiento del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, promover la investigación e innovación, buscando su competitividad y avance tecnológico conforme al entorno nacional e internacional.”

6.4 Marco legal

DECRETO 415 DEL 07 DE MARZO DE 2016

Artículo 2.2.35.1. Objeto. El presente Título tiene por objeto señalar los lineamientos para el fortalecimiento institucional y ejecución de los planes, programas y proyectos de tecnologías y sistemas de información en la respectiva entidad [1].

Artículo 2.2.35.2. Ámbito de aplicación. Las disposiciones del presente Título aplican a las entidades del Estado del orden nacional y territorial, los organismos autónomos y de control [1].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Artículo 2.2.35.3. Objetivos del fortalecimiento institucional. Para el fortalecimiento institucional en materia de tecnologías de la información y las comunicaciones las entidades y organismos a que se refiere el presente decreto deberán [1]:

- I. Liderar la gestión estratégica con tecnologías de la información y las comunicaciones mediante la definición, implementación, ejecución, seguimiento y divulgación de un Plan Estratégico de Tecnología y Sistemas de Información (PETI) que esté alineado a la estrategia y modelo integrado de gestión de la entidad y el cual, con un enfoque de generación de valor público, habilite las capacidades y servicios de tecnología necesarios para impulsar las transformaciones en el desarrollo de su sector y la eficiencia y transparencia del Estado [1].
- II. Liderar la definición, implementación y mantenimiento de la arquitectura empresarial de la entidad y/o sector en virtud de las definiciones y lineamientos establecidos en el marco de referencia de arquitectura empresarial para la gestión de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) del Estado, la estrategia GEL y según la visión estratégica, las necesidades de transformación y marco legal específicos de su entidad o sector.
- III. Desarrollar los lineamientos en materia tecnológica, necesarios para definir políticas, estrategias y prácticas que habiliten la gestión de la entidad y/o sector en beneficio de la prestación efectiva de sus servicios y que a su vez faciliten la gobernabilidad y gestión de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC. Así mismo, velar por el cumplimiento y actualización de las políticas y estándares en esta materia.
- IV. Liderar la gestión, seguimiento y control de la ejecución de recursos financieros asociados al portafolio de proyectos y servicios definidos en el plan estratégico de Tecnologías y Sistemas de información.
- V. Identificar oportunidades para adoptar nuevas tendencias tecnológicas que generen impacto en el desarrollo del sector y del País.
- VI. Identificar oportunidades para adoptar nuevas tendencias tecnológicas que generen impacto en el desarrollo del sector y del País [1].

Artículo 2.2.35.4. Nivel Organizacional. Cuando la entidad cuente en su estructura con una dependencia encargada del accionar estratégico de las Tecnologías y Sistemas de la Información y las Comunicaciones, hará parte del comité directivo y dependerán del nominador o representante legal de la misma [1].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Según el **Decreto 1078 de 2015** resuelve en el Artículo 1 formular medidas para la adopción del protocolo IPv6 en Colombia y así mismo establecer medidas para los proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones para que cursen tráfico y ofrezcan conectividad y servicios en IPv6 a las entidades objeto de esta resolución[12].

Según trata el **Artículo 2.2.9.1.1.2** de dicho decreto mencionado anteriormente hace referencia a la normatividad de que los Proveedores de Servicios de Internet o ISP de sus siglas en ingles que deberán tener preparada para su conexión troncal de acceso a internet, de tal forma que permita enrutar los prefijos IPv6 nativos de las entidades obligadas y que el servicio sea plenamente ofrecido[12].

Artículo 3. Plazo de adopción. Las entidades Estatales de carácter nacional deberán finalizar el proceso de adopción del protocolo IPv6 en un plazo estimado a el 31 de diciembre de 2019. Por otro lado, las entidades públicas territoriales deberán realizar la adopción en un plazo máximo de 31 de diciembre de 2020, acorde al plan de diagnóstico formulado para cada entidad[12].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

7 Diseño metodológico

Se trabajará el método cuantitativo que se representa con una serie de procesos que se enmarca en un conjunto secuencial y probatorio. Cada etapa procede y depende de la anterior, esto implica que no se pueden omitir pasos.

El orden debe ser riguroso, aunque se pueden rediseñar las fases. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas; se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones, y se extrae una serie de conclusiones.

7.1 Línea de investigación

En el sector de la investigación, este proyecto pretende implementar aplicaciones telemáticas avanzadas que permitan facilitar el acceso a los usuarios, fomentar que empresas estatales y privadas en redes nacionales o especializadas, participen y logren alcanzar posiciones avanzadas en redes de alto rendimiento y enlaces de alta capacidad.

Las Tecnologías de Información son un elemento indispensable para la consecución de los objetivos comunitarios. La interdisciplinariedad de esta materia permite su integración en la metodología científica. La revolución digital puede conducir a una economía basada en los conocimientos. Las tecnologías de la información y la comunicación tienen el potencial necesario para fomentar el crecimiento, aumentar la competitividad con nuevos tipos de empleo y mejorar la calidad de vida.

7.2 Tipo de investigación

La investigación en la que se centra el proyecto es la Investigación aplicada en un enfoque cuantitativo [26].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

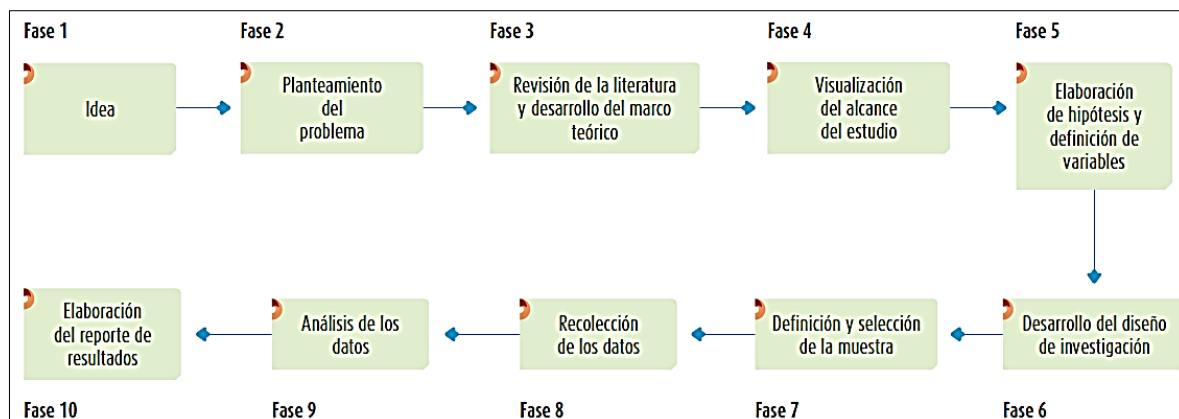


Ilustración 19. Proceso Cuantitativo. (Fuente: Metodología de la investigación)

7.3 Estructura metodológica

7.3.1 Fases para poder desarrollar la coexistencia entre IPv4 e IPv6

Fase 1. Realizar un diagnostico de la actualidad de la red y su infraestructura.

Se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos iniciales en la red del CIMI antes de efectuar la adopción.

Tabla 2

Fase I Análisis de la Adopción del Protocolo IPv6 en el CIMI.

Fase I	Actividades Generales
Análisis y Diagnóstico de la Situación Actual de la red CIMI.	Análisis de la topología de la infraestructura actual y su funcionamiento y construir un plan diagnóstico.
	Inventario de TI (Hardware, software)
	Validación de estado actual de los sistemas de información y comunicaciones y la interfaz entre ellos y revisión de los RFC correspondientes.
	Identificación de esquemas de seguridad de la información y seguridad de los sistemas de comunicaciones
	Planeación de la adopción de los servicios tecnológicos de la Entidad

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Fase II. Diseñar las políticas de la adopción del protocolo IPv6 en la red CIMI siguiendo las recomendaciones de MINTIC.

1. Diseñar el direccionamiento IPv6 para cada uno de los componentes de hardware y software de acuerdo con el plan de diagnóstico de la primera Fase del proceso de adopción IPv6 y teniendo en cuenta el inventario de los activos de información del CIMI.
2. Realizar el diseño de la nueva topología de la red con base en los lineamientos del nuevo protocolo IPv6 en modalidad de doble pila; esta técnica permite que tanto los servicios de IPv4 como los servicios de IPv6 deben estar funcionando de manera independiente pero coexistente dentro de la Entidad.
3. Realizar el montaje, ejecución y corrección de configuraciones del piloto de pruebas de IPv6, simulando el comportamiento de la red de comunicaciones, agregando carga, servicios y usuarios finales tanto internos como externos, pruebas realizadas sobre el procedimiento de IPv6 usando la metodología en Doble Pila; así mismo revisar dicho comportamiento de la red IPv6 para usuarios finales tanto internos como externos.

Entregables de esta Fase

- Presentación del Informe del plan detallado de implementación del nuevo protocolo.
- Documento con todas las configuraciones del nuevo protocolo realizadas en las plataformas de hardware, software y servicios que se han intervenido durante esta fase.

Tabla de actividades de la Fase II – Diseño de políticas de adopción de IPv6

La entidad deberá tener en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 3

Fase II implementación de IPv6.

Fase II	Actividades Generales
Diseño del Plan de implementación	Diseño de direccionamiento IPv6 para cada uno de los componentes de hardware y software de acuerdo con el plan de diagnóstico de la Primera Fase.
	Definir configuración de servicios de DNS, DHCP, Seguridad, VPN, servicios WEB, Aplicativos, Sistemas de Comunicaciones, Sistemas de Almacenamiento.
	Coordinación con el (los) proveedor (es) de servicios de Internet para lograr la conectividad integral en IPv6 hacia el exterior.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

FASE III. Proyectar plan de apropiación de Funcionalidad de IPv6

Las pruebas de funcionalidad de esta fase deben cubrir las siguientes actividades:

1. Realizar las pruebas y monitoreo de la funcionalidad de IPv6 en los sistemas de información, sistemas de almacenamiento, sistemas de comunicaciones y servicios de la Entidad en un ambiente que permita empezar a generar tráfico de IPv6 de la entidad hacia Internet y viceversa, utilizando las buenas practicas basadas en el decreto 1078 de 2015.
2. Al momento de las pruebas de funcionalidad se debe realizar el afinamiento de las configuraciones de hardware, software y servicios de las Entidades, con base en la información resultante de la fase II.
3. Elaborar un inventario final de servicios, aplicaciones y sistemas de comunicaciones bajo el nuevo esquema de funcionamiento de IPv6.

Entregables de esta Fase

- Documento con los cambios detallados de las configuraciones realizadas, previo al análisis de funcionalidad realizado en la Fase II de Implementación.
- Documento de inventario final de la infraestructura de TI sobre el nuevo protocolo IPv6.
- Se deberá cumplir el plazo de Diciembre de 2019 para la adopción según la resolución 0002710 del 3 de octubre de 2017.

FASE IV. Pruebas de Funcionalidad de IPv6 y socialización de las políticas de adopción.

Entregables de esta Fase

- Validar la funcionalidad de los servicios que operen en la red del CIMI.
- Activar las políticas de seguridad de IPv6 en los equipos de seguridad y comunicaciones que posea la entidad.
- Trabajar en coordinación con el (los) proveedor (es) de servicios de Internet para establecer la conectividad integral en IPv6 desde el interior de las redes LAN, hacia el exterior de las redes WAN a fin de garantizar que las entidades puedan generar tráfico de IPv6 normalmente.
- Acta de socialización del análisis inicial de la red, el diseño de las políticas de adopción del protocolo IPv6 y el Plan de apropiación propuesto al personal directivo y técnico del SENA CIMI.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

Las entidad deberá tener en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 4

Fase IV Implementación de IPv6.

Fase III	Actividades Generales
Pruebas de funcionalidad de IPv6	Pruebas de funcionalidad y monitoreo de IPv6 en los servicios de la Entidad
	Análisis de información y pruebas de funcionalidad frente a las políticas de seguridad perimetral de la infraestructura de TI
	Afinamiento de las configuraciones de hardware, software y servicios de la Entidad.

7.4 Fuentes de información (primarias y secundarias)

Los documentos consultados fueron obtenidos en bases de datos académicas y en páginas de organismos de estandarización de telecomunicaciones y entes gubernamentales de Colombia [26].

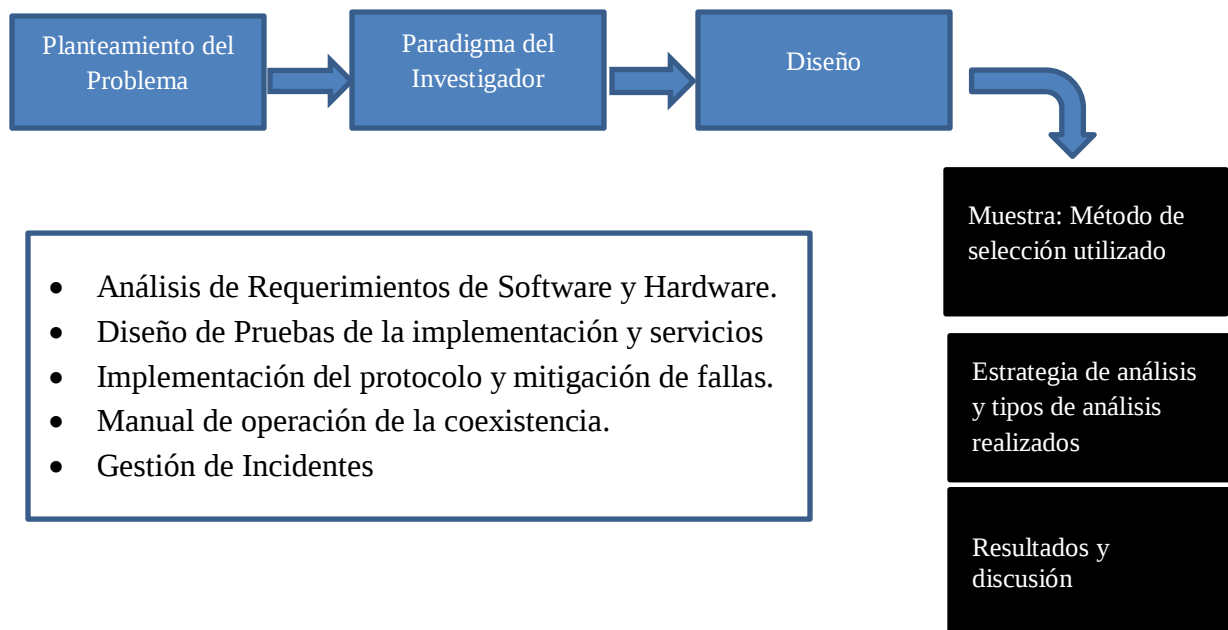


Ilustración 20. Fuentes de información para recolección de datos. (Fuente: Metodología de la investigación)

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

También se obtiene referencias como es la revisión de literatura existente basada en proyectos IPv6, y es apoyada en búsquedas de:

- Índices
- Revistas de resúmenes.
- Artículos
- Libros.
- Bibliografías.

Se apoya en la búsqueda por internet y su finalidad es obtener referencias o fuentes secundarias como se mencionan anteriormente.

7.5 Técnicas y herramientas de recolección de información

- Observación directa de la necesidad de la coexistencia e implementación entre IPv4 e IPv6 [26].
- Análisis de la documentación existente en el SENA, MINTIC y otras entidades estatales e Internet.
- Análisis de Requisitos y de los riesgos para la implementación.

7.6 Técnicas para la evaluación de resultados

Este proyecto se plantea como técnicas de evaluación de resultados una metodología de seguimiento para los proyectos de investigación y productivos, utilizando herramientas de los esquemas planteados en el Plan de Desarrollo Nacional para proyectos, donde se determina el impacto social dentro del marco del desarrollo alternativo en Colombia. En la metodología planteada se logró abarcar toda la cadena de valor de los proyectos y sus fases (Iniciación, Planeación, Ejecución, Seguimiento y Control, Cierre)[27].

7.7 Metodología de recolección datos y evaluación de resultados

Tabla 5

Metodología de recolección datos y evaluación de resultados.

TIPO DE ACCION GUBERNAMENTAL	QUE SE EVALUA	METODOLOGIA
Estrategias Nacionales	Como está actualmente la implementación de la Coexistencia entre IPv4 e IPv6 en entidades públicas.	Estudios basados en documentaciones y mejores prácticas realizados por el



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
B U C A R A M A N G A

ANTEPROYECTO

MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE
COMUNICACIONES

ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS
FECHA: SEPTIEMBRE 2015
ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

		MINTIC y entidades no gubernamentales.
Políticas	Metas a corto y mediano plazo en la implementación de la coexistencia en la entidad educativa SENA.	Comités Científicos de Evaluación, Paneles de Expertos.
Operatividad.	Cumplimiento de metas de gestión y resultados finales Indicadores de Eficiencia, Eficacia, Calidad, Economía.	Sistema de Indicadores de Desempeño.
Programas	Resultados, gestión, impacto.	Evaluación de Programas, comprensivas e Impacto.
Inversiones	Rentabilidad Social Costo-Beneficio.	Evaluación costo beneficio.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

8 Esquema temático del informe final

Recopilación y análisis de la información bibliográfica.

- Conceptualización en leyes y políticas que apliquen a las entidades públicas.

Análisis de antecedentes del Centro industrial de Mantenimiento Integral y estado actual de la aplicación de políticas y estrategias, para la gestión de la coexistencia en la Infraestructura de red:

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

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

9 Recursos disponibles

Se dispone del apoyo de los directivos del Centro Industrial de Mantenimiento Integral (SENA-CIMI). El material y documentación necesaria para el desarrollo de este proyecto va a ser proporcionado por la entidad. También se cuenta con el acceso a algunos equipos de la red para verificaciones y cuando se requiera acceso a equipos específicos se puede realizar solicitud al coordinador del área de soporte y sistemas. Se cuenta con el total apoyo y disposición del personal de soporte.

Dispositivos disponibles de comunicaciones para activación de IPv6

Tabla 6

Dispositivos disponibles en el Stack del SENA-CIMI.

CANTIDAD	MODELO	TIPO	FIRMWARE
1	Cisco WS-C2960S-48FPD-L	Switch	C2960S Software (C2960S-UNIVERSALK9-M), Versión 12.2(55) SE3, RELEASE SOFTWARE (fc1)
1	AIR-LAP1262N-A-K9	Access Point	7.4.140.0
1	cisco WS-C6509-E (R7000)	Switch	s72033_rp Software (s72033_rpADVIPSERVICESK9_WAN-M), Versión 12.2(33) SXJ4, RELEASE SOFTWARE (fc2)
1	AIR-CT5508-K9	Controlador Wireless	7.4.140.0
1	Cisco ASA5520	Firewall	Software Versión 8.2(5) Device Manager Versión 6.4(5)
1	N5K-C5548UP	Switch Datacenter	Cisco NX-OS Software Release 6.0(2)
1	Cisco S370 Web Security Appliance	Ironport	8.0.7-142
2	Router Cisco 2900 IFX internet	Router	
3	Switch Cisco 3750 IFX	Switch	

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

10 Presupuesto

Tabla 7

Presupuesto del proyecto.

HERRAMIENTAS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	FUENTE RECURSO
Software Gns3	Unidad	1	\$ -	\$ -	Software Libre
Software Packet Tracer	Unidad	1	\$ -	\$ -	Software Libre
Software VirtualBox	Unidad	1	\$ -	\$ -	Software Libre
Sistema Operativo Ubuntu 16.04	Unidad	1	\$ -	\$ -	Software Libre
Sistema Operativo Debian.	Unidad	1	\$ -	\$ -	Software Libre
TOTAL				\$ -	
EQUIPOS (Materiales devolutivos)	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	FUENTE RECURSO
Desktop	Unidad	2	\$ 2.000.000	\$ 4.000.000	inventario CIMI
Laptop	Unidad	1	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	Propio
Router Cisco 2900 series	Unidad	3	\$ 5.000.000	\$ 15.000.000	inventario CIMI
Switch Catalyst 2960 series	Unidad	2	\$ 3.500.000	\$ 7.000.000	inventario CIMI
Switch Catalyst 3650 24 PoE+ 4X1G	Unidad	1	\$ 7.000.000	\$ 7.000.000	inventario CIMI
TOTAL			\$ -	\$ 35.400.000	
TALENTO HUMANO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	FUENTE RECURSO
INGENIERO	HORAS	800	\$ 25.000	\$ 20.000.000	Contrato
Aprendiz practicante	HORAS	320	\$ 10.000	\$ 3.200.000	Contrato
TOTAL				\$ 23.200.000	
MATERIALES (consumibles)	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	FUENTE RECURSO
Papelería	KIT	1	\$ 30.000	\$ 30.000	Propio
Conexión Internet	Hora	2000	\$ 1.000	\$ 2.000.000	CIMI
TOTAL			\$ -	\$ 2.030.000	
RUBROS PRESUPUESTALES					
CONCEPTO	VALOR	RUBRO PRESUPUESTAL POR EL QUE SE			
Equipos	\$ 35.400.000	Inventario CIMI			
Herramientas	\$ -	Software Libre			
Talento Humano	\$ 23.200.000	Contrato			
Materiales consumibles	\$ 2.030.000	Materiales			
TOTAL	\$ 60.630.000				

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

11 Cronograma

Tabla 8

Diagrama de GANT de planeación del proyecto.



ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS
FECHA: SEPTIEMBRE 2015
ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

[illegible]

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

12 Referencias

- [1] “DECRETO 415 DEL 07 DE MARZO DE 2016,” Bogota, 2016.
- [2] “Estimación Población por Departamento 2017 | Datos Abiertos Colombia.” [Online]. Available: <https://www.datos.gov.co/Estadisticas-Nacionales/Estimacion-Poblacion-por-Departamento-2017/cg4z-y53z/data>. [Accessed: 29-Jun-2018].
- [3] “SENA.” [Online]. Available: <http://www.sena.edu.co/es-co/regionales/zonaAndina/Paginas/santander.aspx>. [Accessed: 29-Jun-2018].
- [4] M. En and R. D. E. Comunicaciones, “ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MIGRACIÓN A IPV6 Y LA COEXISTENCIA CON IPV4 EN LA VILLEGAS CHILQUINGA WILLIAM EDUARDO Trabajo previo a la obtención del título de : MAGISTER EN REDES DE COMUNICACIONES,” 2014.
- [5] “EVOLUCIÓN DE REDES FIJAS DEL PROTOCOLO IPV4 A IPV6,” 2015.
- [6] J. Suarez, M. Salcedo, C. Carmona, J. Ramirez, and G. Serna, “Effects of IPv6-IPv4 tunnel in Jitter of Voice over IPv6, measured in laboratory and over the National Research and Education Network of Colombia ‘rENATA,’” *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 14, no. 3, pp. 1380–1386, 2016.
- [7] “Weblet Importer.” [Online]. Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2893.txt>. [Accessed: 29-Jun-2018].
- [8] G. Eduardo, M. Ramírez, and I. Electrónica, “IPV6: ESTUDIO SOBRE LAS BARRERAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN,” p. 60, 2014.
- [9] D. Ferney, R. Pulido, J. G. Pantoja, J. Alirio, and B. Diaz, “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,” p. 99, 2015.
- [10] Lacnic, “Portal IPv6 - LACNIC.” [Online]. Available: <http://portalipv6.lacnic.net/reporte-de-terminacion-de-direcciones-ipv4/>. [Accessed: 22-Apr-2018].
- [11] LACNIC, “Medidas paliativas ante el agotamiento de IPv4 en LACNIC | LACNIC Labs.” [Online]. Available: <http://w4.labs.lacnic.net/site/agotamiento-ipv4>. [Accessed: 30-Apr-2018].
- [12] MINTIC, “Resolución 0002710 - Lineamientos para la adopción del protocolo IPv6.” p. 4, 2017.
- [13] “Centro Industrial de Mantenimiento Integral - SENA Regional Santander.” [Online]. Available: <http://centroindustrialmantenimientointegral.blogspot.com/>. [Accessed: 29-Jun-2018].

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA B U C A R A M A N G A	ANTEPROYECTO
MAESTRÍA EN REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES	ELABORADO POR: COMITÉ DE POSGRADOS FECHA: SEPTIEMBRE 2015 ACTUALIZADO: SEPTIEMBRE 2015

- [14] MINTIC, “Circular 000002: Promoción de la adopción de IPv6 en Colombia.” pp. 1–4, 2011.
- [15] a través de la estrategia de G. en L. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, “Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información,” BOGOTÁ, COLOMBIA, 2016.
- [16] D. Benchimol, *Redes Cisco*. MADRID: 2014, 2014.
- [17] CISCO NETCAD, “Introducción a Las,” pp. 1–12, 2016.
- [18] C. N. 463598 (CISCO). Santos, Omar, *CCNA Cyber Ops*. .
- [19] M. Arunwan, T. Laong, and K. Atthayuwat, “Defensive performance comparison of firewall systems,” *2016 Manag. Innov. Technol. Int. Conf.*, p. MIT-221-MIT-224, 2016.
- [20] M. Dunmore, “6NET: An IPv6 Deployment Guide,” vol. 129, p. 2865, 2005.
- [21] M. Blanchet, “Migrating to IPv6,” *Networks*, pp. 1–20, 2006.
- [22] S. Lee, M. S. Kim, and Y. Park, “ICT Co-evolution and Korean ICT strategy-An analysis based on patent data,” *Telecomm. Policy*, vol. 33, no. 5–6, pp. 253–271, 2009.
- [23] A. S. Approach, *IPv6 Fundamentals*. Indianapolis: Cisco Press 800 East 96th Street Indianapolis, IN 46240 USA, 2013.
- [24] C. Mercedes and C. Triana, “ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL E IMPACTO DE LA ADOPCIÓN DE IPv6 EN EL DISTRITO CAPITAL,” BOGOTÁ, COLOMBIA, 2016.
- [25] “SENA.” [Online]. Available: <http://www.sena.edu.co/es-co/regionales/Paginas/default.aspx>. [Accessed: 29-Jun-2018].
- [26] P. B. Carlos Fernando Collado, *Metodología de la investigación*, 6th ed. Mexico, 2014.
- [27] “PND (Plan Nacional de Desarrollo), Metodología para la formulación de proyectos,” [Online]. Available: <https://www.dnp.gov.co/programas/inversiones-y-finanzas-publicas/Paginas/Metodologias.aspx>. [Accessed: 01-Jul-2018].