



DISEÑO DE UN PLAN DE MIGRACIÓN EN LA RED DE LA UNIVERSIDAD DEL  
SINÚ SECCIONAL CARTAGENA PARA SOPORTAR PLENAMENTE IPV6

Presentado por:

OSMEL DAVID BERDUGO SUÁREZ  
DAVID NIVEN VILLARREAL BERDUGO

UNIVERSIDAD DEL SINÚ ELÍAS BECHARÁ ZAINÚM SECCIONAL CARTAGENA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Octubre 2018



DISEÑO DE UN PLAN DE MIGRACIÓN EN LA RED DE LA UNIVERSIDAD DEL  
SINÚ SECCIONAL CARTAGENA PARA SOPORTAR PLENAMENTE IPV6

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de  
INGENIERO DE SISTEMAS

Asesor disciplinar

WILSON MOSCOTE CASSERES

Asesor metodológico

EUGENIA ARRIETA RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DEL SINÚ ELÍAS BECHARÁ ZAINÚM SECCIONAL CARTAGENA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CARTAGENA-COLOMBIA

Octubre 2018



**Acta de Calificación y aprobación**

**Notas de aceptación**

---

---

---

---

**Director de escuela**

---

**Director de investigaciones**

---

**Firma de jurado**

---

**Firma de jurado**

**Cartagena de indias, 2018**

**EL DIRECTOR DE INVESTIGACIONES DE LA UNIVERSIDAD DEL SINÚ “ELIAS  
BECHARA ZAINÚM” SECCIONAL CARTAGENA**

HACE CONSTAR QUE:

En Cartagena, a los 6 días del mes de Noviembre del 2018, en la Oficina de la Dirección de Investigaciones de la Universidad, se aprobó por el jurado y se realizó la sustentación del Trabajo de Grado titulado **“Diseño De Un Plan De Migración En La Red De La Universidad Del Sinú Seccional Cartagena Para Soportar Plenamente IPv6”** que se desarrolló bajo la dirección de los Ingenieros EUGENIA ARRIETA RODRÍGUEZ y WILSON MOSCOTE CASSERES presentado por los egresados OSMEL DAVID BERDUGO SUAREZ, DAVID NIVEN VILLARREAL BERDUGO.

Los jurados designados fueron los ingenieros RAFAEL MONTERROZA BARRIOS y GERMAN HERRERA VIDAL.

Teniendo en cuenta la aprobación emitida, se encuentra que los estudiantes han cumplido con los requisitos de presentación y sustentación del trabajo de investigación, exigidos por el programa de INGENIERÍA DE SISTEMAS, Resolución 0178 de 15 de marzo de 2010.

Se expide esta constancia a los 14 días del mes de Noviembre del 2018.

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES  
Universidad del Sinú

COORDINADOR DE INVESTIGACIONES  
Escuela de Ingeniería de Sistemas

Cartagena de Indias, 14 de noviembre de 2018

Director

**MARÍA CLAUDIA BONFANTE RODRÍGUEZ**

Directora de la Escuela de Ingeniería de Sistemas

Universidad del Sinú

Cordial saludo.

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado **Diseño De Un Plan De Migración En La Red De La Universidad Del Sinú Seccional Cartagena Para Soportar Plenamente IPv6**, elaborada por los estudiantes OSMEL DAVID BERDUGO SUAREZ con número de cédula de ciudadanía 1.052.731.022 y DAVID NIVEN VILLARREAL BERDUGO con número de cédula de ciudadanía 1.052.737.335, presentado como requisito para optar al título de Ingeniería de Sistemas.

Cordialmente,

---

**EUGENIA LUZ ARRIETA RODRÍGUEZ**

Coordinadora de investigación de ingeniería de sistemas.

## DEDICATORIAS

Dios, perfecto y misericordioso gracias por este logro alcanzado.

A nuestras madres y nuestros padres, autores de este triunfo, por nunca abandonarnos y ayudarnos a alcanzar esta meta. Este triunfo es de ustedes.

Hermanos, somos el triunfo de nuestros padres y este es un escalón, pero vamos por más.

Agradezco a cada persona que me encontré en este proceso, porque de cada uno aprendí algo.

Gracias.

## AGRADECIMIENTOS

Muy agradecidos con nuestros tutores Eugenia Arrieta Rodríguez, Wilson Moscote Casseres, quienes nos extendieron su mano para brindarnos apoyo y quienes forjaron nuestro camino con mucha sabiduría y dándonos fortaleza cuando sentíamos que todo estaba perdido, gracias a ustedes hemos logrado esta meta muy importante en la vida de cada uno de nosotros y de nuestras familias, sus consejos nos convirtieron en mejores personas, en todos unos profesionales y al igual que ustedes aplicaremos en nuestras vidas esa enseñanza que nos quedó.

Muchas gracias por todo y que Dios derrame muchas bendiciones sobre ustedes y sus familias.



## TABLA DE CONTENIDO

Pág.

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>1 DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	18
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.1.1 Descripción del problema .....	18
1.1.2 Formulación del problema .....	19
1.1.3 Justificación .....	20
1.2 OBJETIVOS .....	22
1.2.1 Objetivo General .....	22
1.2.2 Objetivos Específicos .....	22
1.3 ESTADO DEL ARTE .....	23
1.4 MARCOS DE REFERENCIA .....	26
1.4.1 Marco teórico .....	26
1.4.2 Marco conceptual .....	34
1.4.3 Marco legal .....	37
1.5 Metodología .....	38
1.5.1 Línea de investigación .....	38
1.5.2 Tipo de investigación .....	38
1.5.3 Definición de la metodología .....	39
<b>2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN</b> .....	43
2.1 INVENTARIO DE ACTIVOS INFORMÁTICOS SEDE PLAZA COLÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL SINÚ – SECCIONAL CARTAGENA. ....	43
2.2 PLAN DE DIAGNOSTICO .....	56
2.3 PLAN DE TRABAJO .....	58
2.3.1 Definición de actividades y descripciones: .....	58
2.3.2 Estimación de costo .....	59
2.3.3 Capacitación al personal de la Universidad .....	59
2.3.4 Análisis del impacto de la migración en la red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza Colón. ....	60

2.3.5	Contacto con el proveedor IPS.....	61
2.3.6	Solicitar pool de direcciones a la empresa proveedora de ISP .....	61
2.3.7	Migración de los diferentes servicios .....	61
2.3.8	Seguridad en el protocolo IPV6.....	62
2.4	SIMULACIÓN .....	63
<b>3</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 - Equipos de Comunicación. Elaborada por el autor _____	46
Tabla 2 - Sugerencia de Switches. Elaborada por el Autor. _____	48
Tabla 3 - Equipos de Cómputo. Elaborada por el autor. _____	49
Tabla 4 - Distribución Equipos de Cómputo. Elaborada por el autor _____	50
Tabla 5 - Equipos de Impresión. Elaborada por el autor. _____	53
Tabla 6 - Sugerencia de Impresoras. Elaborada por el autor. _____	55

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Dirección IPv4, tomada de: [11].....	28
Ilustración 2 Tecnología de transición Túnel, tomada de: [13] .....	32
Ilustración 3 Tecnología de transición Traducción, tomada de: [14].....	32
Ilustración 4 Tecnología de transición Dual Stack, tomada de [16].....	33
Ilustración 5 Porcentaje de dispositivos con soporte IPv6. Elaborada por el autor. ....	47
Ilustración 6 Soporte IPv6 en equipos de cómputo. Elaborada por el autor.....	51
Ilustración 7 Soporte IPv6 Equipos de Impresión. Elaborada por el autor.....	54
Ilustración 8 Topología de la red de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, fuentes administrador de la red. ....	56
Ilustración 9 Topología lógica de la red de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, Fuente Administrador de la red.....	57
Ilustración 10 Topología de simulación usando Dual Stack, elaborado por el autor. ....	63
Ilustración 11 Teléfono celular recibiendo direccionamiento IPv4 e IPv6, elaborado por el autor. ....	64
Ilustración 12 Laptop recibiendo direccionamiento IPv4 e IPv6, elaborado por el autor. ....	65
Ilustración 13 Computadora de escritorio recibiendo direccionamiento IPv4 e IPv6, elaborado por el autor.....	65

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

**ANEXO 1. Carta de solicitud y verificación de inventarios de dispositivos activos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón. \_\_\_\_72**

**ANEXO 2. Carta de solicitud sobre información de la topología de la red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón. \_\_\_\_73**

## RESUMEN

El protocolo IPv6 ya es un estándar conocido a nivel mundial y ha sido implementado o desplegado de manera exitosa en muchos ambientes empresariales, nació al notar que las direcciones IPv4 a futuro no iban a ser las suficientes para satisfacer el crecimiento de internet y de la tecnología en general. Actualmente se presenta la problemática de que los protocolos de direccionamiento IP (IPv4 e IPv6) no conviven de manera nativa y simultánea en un mismo dispositivo activo, por tanto, se convierte en un problema para toda aquella entidad que necesite en cualquier momento en su proceso de crecimiento, migrar al nuevo protocolo IPv6. La transición suave a IPv6 no resulta fácil de realizar ni mucho menos se puede hacer de un día para otro, es por ello que la intención de este proyecto es diseñar un plan de transición del protocolo IPv4 a IPv6 en la red de datos de la sede plaza Colón de la Universidad del Sinú de tal manera que a un futuro no se vea implicada en un posible aislamiento de conexión por falta de direcciones IP.

Dentro de este plan de migración se abarcan las técnicas de migración, las cuales permitirán hacer dicho proceso de una forma que no se note el impacto de la transición hacia IPv6, la técnica que más se usa para hacer el proceso de migración es conocida como Dual Stack, esta hace parte de las técnicas mencionadas anteriormente y que serán explicadas más adelante, el objetivo de usar esta técnica es poder albergar los dos protocolos de direccionamiento dentro de un mismo equipo activo y que este pueda navegar y acceder a recursos de la red sin ningún problema de compatibilidad en las direcciones.

Se realizó dentro de todo el proyecto la simulación con la cual se busca demostrar el correcto funcionamiento de la técnica de Dual Stack, permitiendo así albergar los dos protocolos de direccionamiento IP (IPv4 e IPv6), y por medio de esto se comunicarán dispositivos de diferentes subredes con diferentes direcciones.

**Palabras claves:** IP, IPv4, IPv6, transición, migración, Dual Stack, enrutamiento, Backbone, túnel, DNS, direccionamiento, ISP.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años el protocolo de direccionamiento IPv4 ha sido una de las formas de identificar a los dispositivos en una red, el protocolo de direccionamiento IPv4 cuenta con 32 bits lo que quiere decir que se tiene un número aproximado de 4.300 millones de direcciones IPv4 únicas [1]. Es muy importante resaltar que mucho antes de que se estableciera IP como el protocolo usado para identificar a los dispositivos, se presentaron 3 versiones hasta llegar a obtener algo completamente confiable, en su cuarta versión fue liberada o implementada por completo de la mano con un protocolo llamado TCP, el cual se encarga de la comunicación de procesos dentro de una máquina para que se comunicaran con otros procesos dentro de la misma máquina o en otra máquina.

Si bien es cierto hace 30 años el número de direcciones con que se contaba en aquel entonces era muy grande con respecto a los dispositivos que existían en esa época, mientras en la actualidad se ha sentido la necesidad de buscar la manera de compensar o satisfacer el problema de agotamiento de direcciones IPv4 que ha sido muy importante en el crecimiento de la red alrededor del mundo, es decir que el auge de las tecnologías ha ido en incremento diariamente y ha ayudado a solucionar muchas necesidades de las personas y empresas, pero como ya se mencionó el límite de direcciones IPv4 está llegando a su tope máximo, algunos países del mundo han implementado de manera exitosa la migración de direccionamiento, brindando la posibilidad de seguir conectado a la red global, y dando la posibilidad de que se manejen los dos protocolos de direccionamiento IPv4 e IPv6.

Mediante el protocolo de direccionamiento IPv6 se cuenta con un número de direcciones de 340 [2] sextillones de direcciones aproximadamente permitiendo así que muchos más dispositivos se puedan conectar en un futuro a la red, cabe resaltar que una de las técnicas con que se usa para llevar a cabo la migración de direccionamiento es la Dual Stack, esta técnica permite albergar de manera efectiva los dos protocolos y sus correspondientes configuraciones, proporcionando la



conectividad de los dispositivos IPv4 e IPv6, pero claro está para poder hacer la implementación de este método de transición se debe hacer un estudio previo para tener un plano de donde comenzar y que se debe hacer.

Es importante llevar a cabo todo lo necesario para adoptar el protocolo de direccionamiento IPv6, el cual brindara una escalabilidad y como ya se ha mencionado seguirá el crecimiento de la red a nivel mundial.

# 1 DISEÑO METODOLÓGICO

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1.1 Descripción del problema

El protocolo IP (Protocolo de Internet) es un conjunto de normas que rigen el correcto funcionamiento de la comunicación de los paquetes que se transmiten a través de una red de datos. Fue desarrollado durante la década de 1970, el protocolo IP es el protocolo de red fundamental usada a través de Internet, las redes domésticas y las redes empresariales.

Una de las preguntas que se debe hacer es, ¿Qué pasará cuando se llegue al límite de las direcciones IPv4?, el impacto que causará tal situación será abismal y puede causar un caos y un problema a nivel mundial, puesto que los pozos de direccionamiento IPv4 por así decirlo se están acabando o en el peor de los casos ya están completamente secos, dejando así a miles de personas, empresas y organizaciones fuera de la red. Es por esto que han sido muy importante los planes migratorios alrededor de todo el mundo para poder contrarrestar la escasez de direcciones IPv4 que se está presentando actualmente.

Una de las estrategias que se está llevando a cabo es la migración de direcciones al protocolo IPv6, el cual permite un gran número de direcciones disponibles para la conectividad de dispositivos, este protocolo de direccionamiento (IPv6) ya ha sido implementada en muchos países del mundo de manera satisfactoria y como ya se mencionó ampliando el número de direcciones disponibles para todos ya que como se sabe el protocolo IPv4 no tiene direcciones ya disponibles. Es importante aclarar que la migración de direcciones IPv4 a IPv6 no será de un día para otro, ya que se debe tener en cuenta muchos factores en la parte de la planeación de la migración, se debe utilizar una tecnología la cual permite tener configurado los dos protocolos de direccionamiento (IPv4 e IPv6) en un mismo dispositivo, esta técnica se conoce como Dual Stack, haciendo primero un levantamiento de la red de datos del lugar

donde se pretende hacer la implementación de la migración de direccionamiento y hacer un inventario de la activos o dispositivos que se encuentran conectados a la red de datos, de esta manera se obtendrán conocimiento de cuales dispositivos se deben cambiar para poder hacer la migración apropiadamente.

### **1.1.2 Formulación del problema**

¿Qué consecuencias traería el no migrar al protocolo de direccionamiento IPv6 en la red de datos de Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón?

### **1.1.3 Justificación**

En la Universidad del Sinú seccional Cartagena ha venido trabajando con el tipo de direccionamiento IPv4, sin tener en cuenta el riesgo que esto puede presentar si se llegara a agotar completamente las direcciones IPv4, es por eso que a futuro se debe tener en cuenta la posibilidad de una plan de migración al direccionamiento IPv6 el cual permite ampliar la conectividad y el crecimiento de la institución más adelante, es por eso, que el ministerio de las TIC ha hecho público una guía en la cual se encuentran unos lineamientos a tener en cuenta para el momento en el cual la empresa decida comenzar el proceso de migración de dirección IPv4 a IPv6, ayudando a las personas encargadas de la migración a tener un mejor manejo del tiempo y de la información recolectada.

Desde que se implementó el protocolo de direccionamiento IPv4 ha sido de gran importancia para mantener conectado los dispositivos y la comunicación entre sí, pero no es un secreto que las direcciones IPv4 con que se contaba hace algunos años se han ido agotando a tal punto que está en fase crítica actualmente, este problema puede llevar a que muchos dispositivos queden por fuera de las comunicaciones si se agota completamente las direcciones IPv4.

A raíz de este problema se comenzó a buscar soluciones óptimas que permitieran el crecimiento de la red, brindando mayor número de direcciones para tal fin, de esta manera llegó el protocolo IPv6 que ha sido implementada para brindar solución al problema de agotamiento de direcciones IP que se estaba presentando alrededor del mundo, desde entonces se ha comenzado a implementar planes de migración en las empresas y hogares, para comenzar a utilizar el protocolo de direccionamiento IPv6.

Como ya se ha mencionado anteriormente se está viviendo un agotamiento de direcciones IPv4, lo cual se traduce a que muchos dispositivos dejarán de conectarse porque las direcciones escasean esto sería el principal problema que se presenta, de igual manera puede pasar en la Universidad del Sinú seccional

Cartagena sede plaza colón, y es por eso que se pretende hacer un plan de migración de direccionamiento IPv4 a IPv6 preservando así la escalabilidad de la red de datos de la Universidad a futuro, que es uno de los factores importante a tener en cuenta.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Construir un plan de migración al protocolo IPv6 para la Universidad del Sinú - Seccional Cartagena sede Plaza Colón, usando la técnica Dual Stack para la comunicación de los dispositivos.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento de información de la Red de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena, Sede Plaza Colón.
- Diagnosticar el estado actual de la Red de Datos en la Universidad del Sinú sede Plaza Colón mediante la revisión directa del levantamiento actual de la Red de Datos, para identificar los activos compatibles con el protocolo IPv6.
- Elaborar plan migratorio para la Universidad del Sinú seccional Cartagena, sede plaza Colón, teniendo en cuenta los datos recaudados en el levantamiento de la Red de Datos y analizados en el diagnóstico de la misma.
- Validar el plan migratorio a IPv6 mediante un prototipo o una simulación, con la intención de demostrar del correcto funcionamiento del plan.

### 1.3 ESTADO DEL ARTE

Desde que comenzó el agotamiento de direcciones IPv4 alrededor del mundo se trató de dar una solución a este problema, y es entonces cuando se desarrolló el protocolo de direccionamiento IPv6, el cual pretende dar una solución al problema de agotamiento de direcciones, pero para llevar a cabo la implementación de este protocolo es de gran importancia tener un plan de migración el cual se debe llevar paso a paso para poder tener un resultado satisfactorio en donde se presentada hacer la migración, es por eso que se han elaborado muchos proyectos el cual tiene como fin hacer un plan que permita a las entidades llevar a cabo el objetivo de la migración de direccionamiento.

Puede mencionarse el proyecto titulado “Diseño de la transición de protocolo IPv4 hacia IPv6 en la agencia colombiana para la reintegración ARC (Agencia Colombiana para la reintegración) con base en consideración de seguridad en implementación de IPv6” [3]. Diego Ferney Ramírez pulido, Jaime Guzmán Pantoja, Jesús Alirio Beltrán Díaz. En el cual se propone la transición a IPv6 en la ARC teniendo como base los lineamientos dado por el ministerio de las Tics en la circular 002 del 6 de Julio de 2011 y en la guía de “Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia”, en el documento dado por el ministerio se da un paso a paso, que permite tener un plan bien dotado para poder hacer la migración de direccionamientos.

Durante el proceso que se debe llevar a cabo se hizo un inventario tanto de software como de hardware en la institución o empresa y se sugiere seguir la metodología de Diagnostico COBIT, las etapas que se van a llevar a cabo en el plan de migración están dados por cuatro fases, las cuales son: recolección de información, análisis de la misma para establecer prioridades, adopción de requerimientos en cuanto a indicadores de gestión, actualizaciones, capacitación y sensibilización a funcionarios, por ultimo una etapa de auditoria para revisar la efectividad del proceso de transición.

De esta manera se debe hacer una transición parcial, es decir que el protocolo de direccionamiento IPv4 e IPv6 trabajen mutuamente sin afectar la red de datos de la institución ARC [3].

Otro trabajo importante que cabe mencionar es la “Guía de transición de IPv4 a IPv6 en Colombia” [27]. El ministerio de las TIC (Tecnología de la información y la comunicación) es la que se encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de la tecnología de la información y comunicación, según lo estipulado por la circular 002 del 6 de julio del 2011, en la cual se busca promover la adopción del protocolo de direccionamiento IPv6 en toda Colombia, brindando un mejor servicio en las empresas y hogares.

En el documento entregado por el MINTIC se dan los lineamientos que se deben tener en cuenta para hacer una correcta transición de direccionamiento IPv4 a IPv6, el cual servirá como base para las instituciones o empresas que quieran llevar a cabo la migración, mostrando los beneficios que trae la migración de direccionamiento IPv4 a IPv6, el plan de migración el cual el ministerio propone por medio de unas fases en las cuales vienen estipuladas como recomendación una serie de actividades que le permitirán a las personas encargadas de hacer la migración poder hacerlo de una forma ordenada y por así decirlo de forma estandarizada[8] .

El proyecto con nombre “Propuesta de un plan de implementación para la migración a IPv6 en la red de la Universidad Politécnica Salesiana Sede-Cuenca” desarrollado por Dennys Xavier Landy Rivera en el año 2013, tuvo como principal objetivo el estudio necesario para la migración a IPv6 de una de las tres sedes de la Universidad Politécnica Salesiana; Dicho análisis dio lugar a el conocimiento de la compatibilidad con IPv6 de toda la infraestructura de la red de datos de la sede Cuenca. En el proceso de desarrollo de la tesis llevaron a cabo actividades de investigación como el análisis de la situación del cableado estructurado que comunica a toda la sede, la búsqueda de los diferentes mecanismos de transición a IPv6 para la escogencia del mejor a implementar, crearon el análisis de las ventajas y desventajas de la migración de la Sede Educativa, realizaron una



simulación de toda la red analizada con la aplicación de Cisco Packet Tracer y al final les arrojo el diseño de la transición al nuevo protocolo de direccionamiento IPv6 en forma de un plan de trabajo o de implementación a seguir, de tal forma que las personas encargadas de administrar la red pueda tener una base concreta para llevar a cabo el desarrollo de esa tecnología [20].

## **1.4 MARCOS DE REFERENCIA**

### **1.4.1 Marco teórico**

Es necesario ubicarse en el contexto que rodea las redes de telecomunicaciones en la actualidad, para así entender y comprender a fondo la problemática que ha nacido a raíz de la limitación del protocolo IPv4, dada ésta por la demanda inmensa que se ha venido presentando en las últimas décadas de dispositivos tecnológicos, las proyecciones indican que se acabarán las direcciones IPv4 de los cinco RIR ( Registros Regionales de Internet) entre 2015 y 2020 [9], lo que genera como alternativa de solución la migración a IPv6 en un futuro no muy lejano. Lo importante para llegar a este objetivo migratorio, es conocer los entes principales que se sitúan en esta problemática, es decir, los factores que juegan un papel fundamental en el caso de los protocolos de direcciones IP y por supuesto lo que sería una de las técnicas usadas y que es tendencia para la transición suave del protocolo dominante en la actualidad a IPv6 que es el protocolo prometedor del futuro.

#### **IPv4**

Representa la versión 4 del protocolo del internet (IP), esta es la primera versión IP que se empleó en las redes de datos de manera extensa. Una dirección de IPv4 está compuesta por 32 bits que a su vez se dividen en cuatro octetos de 8 bits que se expresan en formato decimal separados por puntos, pero que en realidad representan números en binarios desde 00000000 a 11111111 que es el lenguaje con el cual se comunican las maquinas [9].

Para lo que respecta a IPv4, existen clasificaciones en las direcciones IP que entrega, con lo cual llega al objetivo de lograr saber mediante las características del cliente si solo necesita acceder a la navegación en internet o si es para interconectar dispositivos entre sí en una misma red. Para cada una de estas características mencionadas existen un tipo de direcciones IP.

## **Tipos de direcciones IPv4.**

**Direcciones IP(s) públicas:** Estas constituyen la mayoría de direcciones de internet que son diseñadas y usadas para ingresar a esta a través de un dispositivo de manera pública, es decir, como las que comúnmente se usan de manera diaria cuando se navega por la web. Estas direcciones son visibles entre dispositivos conectados a internet, diferencia de las IP privadas. En otras palabras, son el tipo de direcciones usadas para viajar a través del internet [10].

### **Rangos de IP(s) publicas:**

- **Clase A:** 1.0.0.0 – 126.255.255.255
- **Clase B:** 128.0.0.0 –191.255.255.255
- **Clase C:** 192.0.0.0 – 223.255.255.255

**Direcciones IP(s) privadas:** Estas constituyen las direcciones llamadas de igual también como direcciones reservadas utilizadas para interconectar dispositivos dentro de una misma LAN, comúnmente son conectados más que todo ordenadores a través de este tipo de direcciones IP. Son visibles únicamente por otros dispositivos de su propia red o de otras redes privadas interconectadas por routers. Este tipo de direcciones son usadas en Universidades, compañías en todos sus tamaños [6].

### **Rangos de IP(s) privadas:**

- **Clase A:** 10.0.0.0 – 10.255.255.255 (8 bits de red, 24 bits de host)
- **Clase B:** 172.16.0.0 – 172.31.255.255 (12 bits de red, 20 bits de host)
- **Clase C:** 192.168.0.0 – 192.168.255.255 (16 bits de red, 16 bits de host)

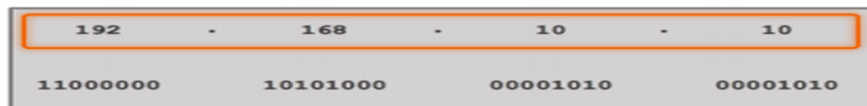
**Direcciones IP estáticas:** Estas son direcciones que se colocan de manera manual a un dispositivo, es decir, este terminal tecnológico siempre tendrá conexión mediante la misma dirección IP. Las direcciones IP públicas estáticas son las que utilizan los servidores de Internet con el objetivo de que estos estén siempre localizables por los usuarios de Internet.

**Direcciones IP dinámicas:** Estas son direcciones que obtienen los dispositivos de maneras automática, por medio de routers, módems etc., es decir, cada dispositivo que obtenga conexión a través de direcciones dinámicas siempre lo hará con una IP diferente. Los proveedores del servicio de Internet utilizan direcciones IP dinámicas debido a muchos factores, pero uno en especial es que tienen más clientes que direcciones IP.

Para comprender el origen de una IP se debe entender que estas vienen dadas por una notación binaria, cuya notación binaria es el lenguaje por el cual se entienden las maquinas. Pero para una mejor utilización estas direcciones en binario se convierten a números decimales separadas por puntos, es lo que se llama representación de las direcciones IPv4.

### Representación de las direcciones IPv4.

Un ejemplo de este tipo de direcciones sería 192.168.10.10 donde cada número antes y después de un punto representa valores en binario como se explica en la fig1.



192.168.10.10 es una dirección IP asignada a una PC.

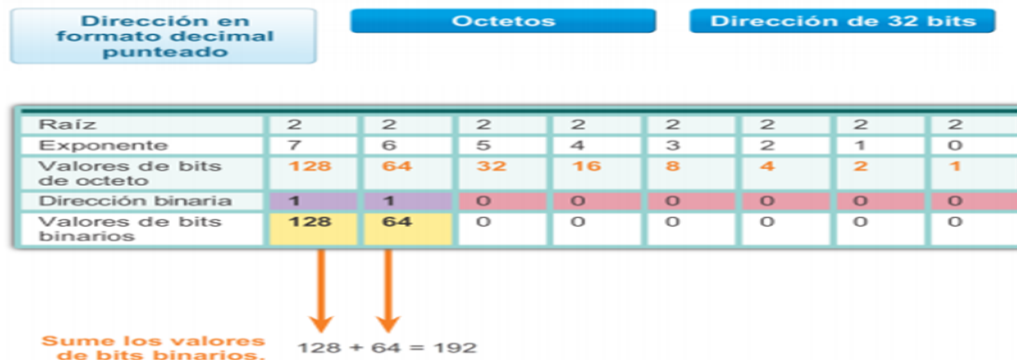


Ilustración 1 Dirección IPv4, tomada de: [11]

Para la actualidad, la mayoría de los dispositivos conectados a Internet usan direcciones IPv4, más sin embargo la cantidad de dispositivos a conectar está limitada por la cantidad de direcciones IPv4 existentes, que se están agotando rápidamente en todo el mundo. IPv6 es el protocolo que permite hoy y que hará posible en el futuro que todos los dispositivos, fijos o móviles, puedan conectarse a Internet. Este nuevo protocolo permitirá a Internet seguir creciendo, recibir y enviar información a millones de dispositivos de todo tipo [12].

Pero ¿qué es eso de IPv6?

### **IPv6:**

IPv6 es la abreviatura de “Versión 6 del protocolo de internet”. Es el protocolo de Internet de última generación, diseñado para reemplazar al protocolo de Internet actual, IPv4.

IPv6 es un estándar desarrollado por el grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF), una organización que desarrolla tecnología de internet. Anticipándose a la necesidad de un mayor número de direcciones IP, el IETF creó IPv6 para satisfacer la demanda del creciente número de usuarios y de dispositivos que acceden a Internet, siendo este último la razón por la cual nace IPv6; ya que IPv4 que es el protocolo que reina en la actualidad, se ha quedado corto al pasar el tiempo para la cantidad abismal de dispositivos que han ido y que continúa ingresando al mundo y que requieren de conexiones a la internet.

IPv6 permite que un mayor número de usuarios y de dispositivos se comuniquen a través de Internet por medio del uso de números más grandes para la creación de direcciones IP. En IPv4, cada dirección IP se compone de 32 bits, lo que da lugar a 4300 millones de direcciones únicas, por su parte, las direcciones IPv6 se componen de 128 bits, lo que da lugar aproximadamente a 340 sextillones de direcciones IP únicas [19].

Por lo anterior dicho, habrían  $2^{128}$  direcciones IPv6 diferentes, significa que si la población mundial fuera de 10 billones habría  $3.4 * 10^{27}$  direcciones por persona

o visto de otra perspectiva habría un promedio de  $2.2 \cdot 10^{20}$  direcciones por centímetro cuadrado. Siendo así muy pequeña la posibilidad de que se agoten las nuevas direcciones [21].

**Ejemplo de IPv6:** 2001:DB8:CAFE:0001::1

### **Tipo de direccionamiento ipv6**

Las direcciones que generan este nuevo protocolo IPv6 son identificadores al igual que IPv4, pero con la diferencia de que tienen una longitud de 128 bits, ella se usa para distinguir de manera única interfaces de red ya sea de manera individual o en conjunto.

Existen 3 tipos de direcciones IPv6 las cuales se clasifican de la siguiente manera

- **Unicast:** La característica principal de este tipo de direccionamiento es que identifican a una sola interfaz. Un paquete enviado a una dirección unicast es entregado sólo a la interfaz identificada o configurada con dicha dirección [22] [23].
  - **Tipos de Unicast:**
    - Direcciones Unicast IPv6 Globales: Son las equivalentes a direcciones IP públicas de IPv4, estas pueden ser encaminadas a lo que se conoce como internet.
    - Direcciones Unicast Locales: Existen definidas dos tipos de direcciones unicast de usos locales, está la link-local que están diseñadas para direccionar un solo enlace con el objetivo de hacer configuración de dirección automática, descubrimiento de vecinos o cuando no hay routers presentes etc., y están las site-local que están desarrolladas para ser utilizadas en la configuración de direccionamiento sin la necesidad de un prefijo global [24].

- **Anycast:** Cuando una dirección unicast (explicada previamente) es asignada a más de una interface de red, esta se convierte en una dirección anycast y los nodos donde esta dirección sea asignada debe configurarse de una forma explícita para que sepan que es una dirección anycast [25].
- **Multicast:** Este tipo de direccionamiento se usan para identificar un grupo de interfaces de red que normalmente se encuentran en diferentes nodos, es decir, cuando un paquete es enviado a una dirección multicast es entregado a todos las interfaces del grupo identificadas con esa dirección. Con esta forma de direccionamiento se eliminan las llamadas broadcast de IPv4, con esta implementación mejoraría [26].

Por lo dicho anteriormente se diseñaron unos mecanismos que sirvieran para el objetivo de lograr la convivencia de ambos protocolos. Se hablará un poco acerca de los tres mecanismos más conocidos en la actualidad, como lo son: Túneles, Traducción y Dual Stack; siendo esta ultima la que se implementara de lleno en el producto que entregara este proyecto como lo es un diseño o plan de migración a IPv6.

Existe un mecanismo llamado “**Túneles**”, el cual implementa el sistema más antiguo para atravesar redes que no tienen soporte nativo del protocolo de comunicación que se esté utilizando. Su funcionamiento consiste en enviar paquetes IPv6 encapsulados dentro de IPv4, es decir, las tramas originales son llevadas hasta un punto de la ruta destino por medio del protocolo original utilizado en la red en cuestión, luego encapsulados para poder lograr atravesar la porción de red que no lo soporta (por ser de un protocolo distinto al usado) y luego desencapsulados en el otro extremo para ser enviados al destino final en forma nativa. De tal forma que se permita atravesar redes que no manejen el protocolo de comunicación IPv6, hay que tener claro que se pueden encontrar casos totalmente inversos al ya mencionado y estarán sujetas a las mismas condiciones [13].

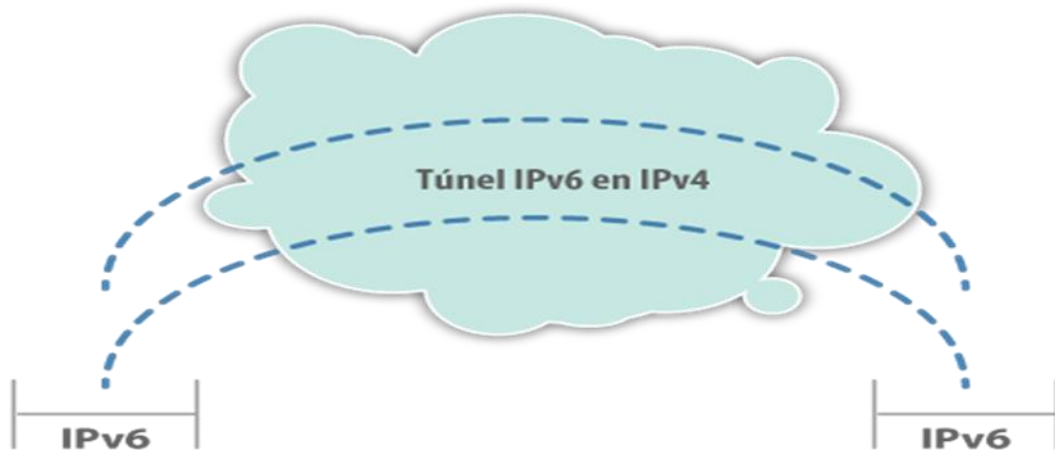


Ilustración 2 Tecnología de transición Túnel, tomada de: [13]

Una tecnología implementada en la actualidad para lograr la convivencia de los protocolos IPv6 e Ipv4 es el llamado “**Traducción**”, que consiste sencillamente en anexas a la red de comunicación un dispositivo que convierta las tramas recibidas de IPv4 a IPv6 y viceversa, de tal forma que logre hacer la traducción de un protocolo a otro y se pueda dar la comunicación.

Dentro de la línea de traducción de protocolos se pueden encontrar una técnica llamada como NAT64/DNS64, la cual consiste que para que una red IPv6 nativa pueda llegar a sitios que son sólo IPv4 en el proceso de conexión se tiene que realizar una traducción al estilo NAT, mediante un mapeo entre los paquetes IPv6 e IPv4. Existe la necesidad de utilizar una modificación al DNS, llamada DNS64, que permite generar un registro BBBB aun cuando el destino no tenga dirección IPv6, es decir, el DNS responda sólo con registros de tipo B [14].

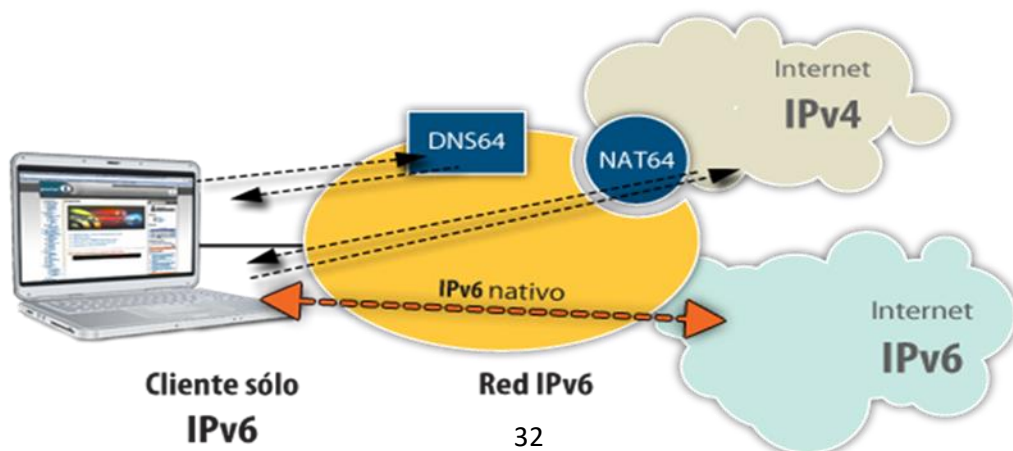
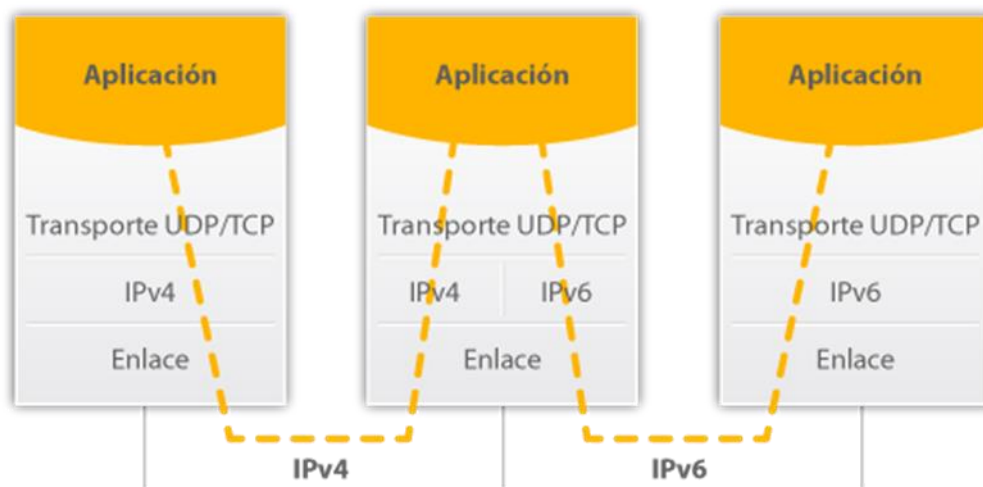


Ilustración 3 Tecnología de transición Traducción, tomada de: [14]



Uno de los mecanismos de transición bastante influyente en este campo de la migración suave a IPv6, es la técnica denominada “Dual Stack” o “Doble Pila” que se tiene hoy día como una combinación de IPv4 nativo e IPv6, la cual es la estrategia de coexistencia recomendada para redes empresariales [15] y que en efecto al diseño del plan de migración de este proyecto proporcionara lo necesario para lograr el objetivo.

**Dual Stack:** Al lograr la implementación de la técnica de transición “Doble Pila” significa que los dispositivos de comunicación activos en una entidad pueden ejecutar IPv4 e IPv6 en paralelo, lo que permitiría a los dispositivos alcanzar simultáneamente IPv4 y contenido de IPv6, por lo que esto ofrece una estrategia de coexistencia muy flexible.



*Ilustración 4 Tecnología de transición Dual Stack, tomada de [16]*

De esta manera, cuando exista una conexión de tipo IPv4 al enviar un paquete se utilizará la conectividad IPv4 y si es hacia un destino IPv6 se utilizará la red funcional IPv6. En el caso que el destino maneje en su red de comunicación ambos protocolos, la técnica Dual Stack le dará prioridad a la conexión por IPv6 y en segunda instancia intentará conectar por IPv4. [17]

- Conceptos de implementación: Esta técnica de migración a IPv6 tiene sus ventajas y desventajas, se dice que tanto en nodos como enrutadores se

tendrá mediante esta técnica, la capacidad de dar soporte a ambos protocolos IP; lo que traduce a que tendrá la habilidad de enviar y recibir simultáneamente paquete de IPv4 e IPv6.

Una red de comunicación trabajando con este tipo de mecanismo puede operar de la siguiente forma:

- Habilitar la pila IPv4 y deshabilitar la pila IPv6.
- Habilitar la pila IPv6 y deshabilitar la pila IPv4.
- Ambas pilas habilitadas paralelamente.

Lo anteriormente demuestra las ventajas de la transición suave de “Dual Stack”, claramente se observa que brinda flexibilidad a la hora de intentar lograr el objetivo de la coexistencia de ambos protocolos en los mismos dispositivos.

Una de las desventajas radical de la implementación de este mecanismo de migración a IPv6 es que demanda mucho dinero a la hora de llevar a cabo su funcionamiento, ya que necesita que los dispositivos de capa tres activos soporten plenamente los dos protocolos de direccionamiento IP, lo que conllevan a reemplazar los existentes dentro del ambiente de trabajo. Otra desventaja significativa es la limitación de fabricantes desarrolladores de dispositivos de este carácter, por lo que se carece de alta disponibilidad de equipos soportadores de ambos protocolos IP en la actualidad.

#### **1.4.2 Marco conceptual**

**Red de Datos:** Es usado este término para definir tanto la transmisión como el intercambio de la información digital. Una red de comunicaciones en general es un conjunto de nodos geográficamente dispersos conectados mediante enlaces de comunicación, dichos nodos es lo que conforma un subsistema de red que efectúa tareas de procesamiento, enrutamiento, multiplexamiento, conmutación y transmisión tanto a nivel local como a nivel de red. De acuerdo al alcance de transmisión de los datos, puede ser red de área local o LAN, red de área metropolitana o MAN, red de área

extensa o WAN, entre otras. Por otra parte, algunas clases de redes de datos de acuerdo con su topología o diseño, pueden ser la red en anillo, árbol, estrella, malla y bus.

**Vlan:** Hace referencia a un grupo selecto de interfaces finales en una red por medio de los switches y están configuradas por funcionamiento, equipo de proyecto o aplicación, independientemente de las ubicaciones físicas de los usuarios. Las VLAN tienen los mismos atributos que las LAN físicas en una red, pero puede agrupar las estaciones finales incluso si no están físicamente ubicadas en el mismo segmento de LAN, es por eso que las VLAN son llamadas como LAN virtual. Cualquier puerto puede pertenecer a una VLAN, y los paquetes de unidifusión, difusión y multidifusión se reenvían e inundan solo a las estaciones finales en esa VLAN.

**Enrutamiento:** Hace referencia al proceso en el que los dispositivos llamados enrutadores aprenden sobre redes remotas, encuentran todas las rutas posibles para llegar a ellas y luego escogen las mejores rutas para intercambiar datos entre las mismas. En otras palabras, los enrutadores deciden después de examinar la dirección IP de destino dónde enviar los paquetes, para que eventualmente lleguen a su red de destino, o simplemente descartan los paquetes si es que, por algún motivo, fallan todos los intentos de enrutarlos.

**Protocolo de Internet (IP):** Fue desarrollado en el año 1981 y hace parte de la capa de red la cual es la tercera capa del modelo OSI, para utilizarse en los sistemas interconectados de redes de comunicación. Su función consiste en permitir el desarrollo y el transporte de paquetes de datos, aunque sin garantizar su entrega.

**Direccionamiento IP:** Entiéndase este concepto como un identificador único para un dispositivo, es como relacionarlo en el País de Colombia con la C.C de un ciudadano. Esta IP está compuesta por 32 o 128 bits binarios los cuales se convierten en números decimales o hexadecimales dependiendo de su versión, es por tal razón que las IP se definen o se expresan en formato decimal o hexadecimal

separados por puntos o dos puntos, pero en realidad cada expresión separada por esos signos de puntuación que por ejemplo en el caso de IPv4 que va de 0 a 255 en las direcciones IP representa un valor binario de 00000000 a 11111111 [18].

**DHCP:** Que en español significa Protocolo de configuración de dispositivos dinámicos, es un protocolo que permite que un equipo conectado a una red pueda obtener su direccionamiento de forma dinámica, es decir, sin intervención particular, solo tiene que especificarle al equipo, mediante DHCP que encuentre una dirección de manera independiente.

### **1.4.3 Marco legal**

#### **Circular 000002 del 6 de julio del 2011**

Mediante la circular 000002 del 6 de Julio del 2011 expedida por el del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones con el asunto “Promoción de la Adopción de IPv6 en Colombia” en donde uno de sus propósitos es garantizar que la tecnología proyectada (IPv6) sea la adecuada dentro de las estrategias de masificación del gobierno en línea y los planes de conectividad nacional “Vive Digital Colombia”. Igualmente se promueve recomendar a la industria colombiana y al sector TIC para que utilice, comercialice o realice fabricación de sistemas, aplicaciones, software, hardware, equipos activos o de red, equipos terminales de usuario y, en general, todo tipo de tecnologías soportadas bajo IP sean fabricados sobre IPV6.

#### **Ley 603 de 2000**

Esta ley se refiere a la protección de los derechos de autor en Colombia. Recuerde: el software es un activo, además está protegido por el Derecho de Autor y la Ley 603 de 2000 obliga a las empresas a declarar si los problemas de software son o no legales.

#### **Ley 1273 del 5 de enero de 2009**

Por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado “de la protección de la información y de los datos”- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones.

#### **Ley 1341 del 30 de julio de 2009**

Por la cual se definen los principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC, se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones.

## **1.5 Metodología**

### **1.5.1 Línea de investigación**

La Universidad del Sinú seccional Cartagena, cuenta con varios grupos de investigación los cuales por medios de proyectos ayudan a los estudiantes a complementar los conocimientos que se han ido adquiriendo en el transcurso de los semestres, gracias a esto también ayudan a la Universidad con investigaciones las cuales son de gran interés para el coordinador o coordinadores de investigaciones. Las líneas de investigación son delimitadas por las temáticas de investigación dadas por la Universidad del Sinú seccional Cartagena, y por ende el proyecto que se realice debe satisfacer las exigencias de tales líneas que delimitan de él.

Para el caso de la migración de direccionamiento IPv4 a IPv6, se tomó la línea de investigación de redes, la cual brinda por medio de este proyecto nuevos conocimientos a el grupo de investigación de DEARTICA, este proyecto hará un análisis de los equipos activos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, de la infraestructura de la red, y por medio de esto se harán una serie de recomendaciones basándose en la información que brindo el ministerio de las TIC para hacer la migración correctamente sin afectar la funcionalidad de la red, el propósito de la migración al protocolo de direccionamiento IPv6 es permitir el crecimiento de la red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, dando así una visión así el futuro mucho más amplia.

### **1.5.2 Tipo de investigación**

La investigación a utilizar es de tipo proyectiva, ya que se hará un plan de migración de direccionamiento a IPv6 en la Universidad del Sinú seccional Cartagena, dando a conocer las ventajas y desventajas que tiene el proceso de migración de direccionamiento IPv6, de igual manera es descriptiva ya que se deben caracterizar los dispositivos que se encuentran en la Universidad del Sinú seccional Cartagena

sede Plaza Colón, o en el respectivo inventario que las personas de soporten tengan y hacer la validación de este para distinguir cuales de los dispositivos que en la institución se encuentren soporten o no IPv6, de esta manera se comenzara a hacer el plan para la migración de direccionamiento.

### **1.5.3 Definición de la metodología**

Después de un análisis previamente hecho entre varias metodologías de trabajo existentes ya propuestas en cantidades de ambientes tecnológicos con procesos productivos en crecimiento, cuyas metodologías estudiadas tiene como un único fin organizar y determinar detalladamente los procesos secuenciales que se llevaran a cabo para obtener un fin común y benéfico para una entidad; se escogió trabajar con el ciclo continuo de Deming que es también conocido como ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) o en español PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), este proceso traduce, que para obtener una expresión de mejoría temporal en un servicio o producto, lo primero que hay que hacer es planificar cómo conseguir esta mejoría, después se procede a realizar las acciones planificadas, en continuidad a lo anterior se comprueba o se controla lo que se ha hecho en su momento y finalmente se implementan los cambios pertinentes para no volver a incurrir en los mismos errores. Para este proyecto cada fase tendría los siguientes puntos:

#### **Planificación**

Dentro del proceso de planificación, se llevarán a cabo actividades que permitirán hacer un estudio detallado de la infraestructura de la red de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, permitiendo hacer una caracterización de los dispositivos que se encuentran dentro de las instalaciones de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, identificando si soportan o no el direccionamiento IPv6, de esta forma se podrá hacer una serie de recomendaciones a los encargados de la red de datos de la Universidad sobre qué deben hacer si alguno de los dispositivos encontrados no soporta plenamente el protocolo de direccionamiento IPv6.

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico planteado en el proyecto se debe llevar a cabo las siguientes actividades.

- La primera actividad que se debe realizar es un inventario de los dispositivos que se encuentran dentro de la sede plaza colón de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, dentro del cual se tendrá en cuenta dispositivos como: computadores, impresoras, teléfonos IP, router, AP (Puntos de accesos), switches , etc.
- Realizar el levantamiento de información de la Red de la Universidad del Sinú Seccional Cartagena, Sede Plaza Colón.
- Al finalizar con el análisis del inventario y el reconocimiento de los dispositivos que soporten y no soporten el protocolo IPv6, se debe hacer un cuadro en el cual se dividan dichos dispositivos y mostrar en una gráfica que porcentaje de dispositivos soportan IPv6 y cuál es el porcentaje de lo que no lo soporta, permitiendo hacer una serie de recomendaciones o sugerencias las cuales podrán tener en cuenta el personal de sistemas al momento de iniciar la transición de direccionamiento a IPv6, para que sea un completo éxito y no surjan problemas de compatibilidad el transcurso del proceso.

Una vez realizado el inventario y la respectiva validación de los dispositivos de la sede de plaza Colón de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, se debe hacer un diagnóstico al estado actual de la red de datos, el cual corresponde a un objetivo de este proyecto; en ella se identificará características puntuales como el principal proveedor de internet de la Universidad, la forma de interconexión de los dispositivos y saber que tecnologías de telecomunicación usan, de esta forma se podrá hacer con mayor precisión el plan de migración.

Diagnosticar el estado actual de la Red de Datos en la Universidad del Sinú sede Plaza Colón se determina mediante la revisión directa del levantamiento actual de



la Red de Datos, esto con el fin de identificar los activos de conmutación compatibles con el protocolo IPv6.

Las actividades que se deben llevar a cabo para cumplir con el objetivo del diagnóstico de la red son los siguientes:

- Identificar la topología actual de la red y su funcionamiento dentro de la Universidad del Sinú sede plaza Colón, y con base en esto proponer un nuevo diseño de red sobre IPv6.
- Análisis previo de la infraestructura de la red de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza Colón.
- Validar la infraestructura de la red, identificando las técnicas que utilizan para el manejo de paquetes seguros, el proveedor de ISP con el que la Universidad cuenta y de esta manera proponer el plan de migración al direccionamiento IPv6 sin afectar la funcionalidad de la red de datos.

Una vez realizado el cumplimiento de las actividades mencionadas anteriormente, se puede acceder a la realización del plan de migración teniendo en cuenta como ya se ha mencionado, los lineamientos propuestos por el ministerio de las TIC; en los cual se menciona las principales características que se deben tener en cuenta para hacer una correcta migración del direccionamiento IPv4 a IPv6 en las diferentes instituciones del país.

### **Hacer**

Una vez hecho el inventario y su correcta validación, analizada la red de datos de la sede educativa con todos sus componentes y dispositivos, se debe comenzar a trabajar en el plan de migración teniendo en cuenta las normativas proporcionadas por el ministerio de las TIC, en este el plan de trabajo se darán sugerencias a tener en cuenta a la hora de iniciar la migración de la red, esto para el caso de que alguno de los dispositivos que se encuentren en las instalaciones de la entidad educadora no sean compatibles con el protocolo IPv6, se deberá de esta manera revisar el

documento donde se plasma las sugerencias y hacer lo correspondiente, esto para que no se vea afectado la funcionalidad de la red de datos de la Universidad.

Elaborar plan migratorio para la Universidad del Sinú seccional, sede plaza Colón, teniendo en cuenta los datos recaudados en el levantamiento de la Red de Datos y analizados en el diagnóstico de la misma.

- Diseñar el plan de diagnóstico del inventario.
- Realizar y actualizar el inventario de activos de la Universidad del Sinú sede Plaza Colón.
- Validación del estado actual del hardware, software y los servicios.
- Generar el plan de migración a IPv6.

### **Verificar**

Una vez cumplidos todos los objetivos y las actividades propuestas, se debe hacer una simulación del funcionamiento de una red de datos utilizando la configuración de la técnica Dual Stack, la cual permite configurar el protocolo de direccionamiento IPv4 e IPv6 simultáneamente en un mismo dispositivo solo si este es compatible o cuenta con los recursos necesarios para soportar plenamente el nuevo protocolo de direccionamiento, de esta forma se estaría cumpliendo con el último objetivo plasmado como validación del plan migratorio a IPv6 mediante un prototipo o una simulación, con la intención de demostrar del correcto funcionamiento del plan.

### **Actuar**

Entregar el plan de migración de direccionamiento IPv4 a IPv6 de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza Colón, además de esto hacer la respectiva demostración o simulación del funcionamiento de la técnica de Dual Stack.

## **2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN**

### **2.1 INVENTARIO DE ACTIVOS INFORMÁTICOS SEDE PLAZA COLÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL SINÚ – SECCIONAL CARTAGENA.**

El proceso de solicitud y verificación (Anexo 1) de la información necesaria en el inventario de Hardware y software que se realizó en cada una de las dependencias de la sede plaza Colón de la Universidad del Sinú; de manera consecutiva se organiza la investigación de los dispositivos en tablas y con ellas van sugerencias que son de vital importancia para la migración a IPv6, éstas fueron diseñadas de tal forma que logren ajustarse a lo necesario para conocer de lleno el dispositivo en cuestión.

Se establece la información concerniente a equipos de cómputo, equipos de comunicación y equipos de impresión, pues se logra ver la importancia del correcto funcionamiento de dichos equipos en la red de datos de la institución universitaria, esto con base en el uso cotidiano de éstos en las actividades que se realizan.

#### **Equipos de comunicación**

En la búsqueda de organización de la información que concierne a los equipos de conmutación de la sede plaza Colón de la Universidad del Sinú – Seccional Cartagena tales como AP, Switches, Routers etc., se implementó una tabla consolidada con la información necesaria de los dispositivos encontrados.

A continuación, se expresa lo que compete conocer con carácter obligatorio para precisar el soporte IPv6 de cada uno de los activos que a diario se usan en las instalaciones:

<b>Cantidad de equipos</b>	<b>Equipo</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Interfases Ethernet</b>	<b>Versión IP</b>	<b>Soporte IPv6</b>
1	Controladora	Cisco	2540	---	IPv4	Si
19	AP	Cisco	AIR-CAP 2702i-A-K9	----	IPv4	Si
1	Gateway	OPENVOX	GW1600-20G	----	IPv4	Si
1	Router	Juniper	SRX100		IPv4	Si
12	Router	Cisco	1941	----	IPv4	SI
1	Router	Cisco	1841	----	IPv4	Si
1	Router	Cisco	2900	-----	IPv4	Si
2	Router	Cisco	2901	-----	IPv4	Si
1	Switch	Trendnet	TE100-s16g	16	IPv4	No
1	Switch	TRENDNET	TEG-424WS	24	IPv4	Si
2	Switch	3COM	2226 SFP	24	IPv4	No
1	Switch	3COM	3CR17561-91	24	IPv4	Si
1	Switch	3COM	3C16471	24	IPv4	No

1	Switch	3COM	3C1647 1B	24	IPv4	No
1	Switch	3COM	4200	24	IPv4	No
2	Switch	Cisco	SG200- 26	24	IPv4	Si
1	Switch	Cisco	CATALY ST 3650 2X10G	24	IPv4	Si
6	Switch	Cisco	CATALY ST 2960-X SERIES	24	IPv4	Si
1	Switch	Cisco	SF300- 24	24	IPv4	Si
12	Switch	Cisco	Catalyst 2960 plus	24	IPv4	Si
3	Switch	Cisco	Catalyst 2960	24	IPv4	Si
2	Switch	HP	V1910- 48G	24	IPv4	Si
3	Switch	HP	V1910- 24G	24	IPv4	Si
2	Switch	HP	J9561A	24	IPv4	Si
1	Switch	NEXXT	ASBRM 244U	24	IPv4	No
3	Teléfono IP	ATCOM	AT620	---	IPV4	No
4	Teléfono IP	GRAND STREA M	GXP140 0	---	IPv4	Si
29	Teléfono IP	YEALIN K	SIP- T21P E2	-----	IPv4	Si

1	Teléfono IP	YEALINK	SIP-T20	-----	IPv4	Si
1	Teléfono IP	YEALINK	SIP-T20P	----	IPv4	Si
24	Teléfono IP	YEALINK	SIP-T21P	----	IPv4	Si

*Tabla 1 - Equipos de Comunicación. Elaborada por el autor*

La red de datos la sede Plaza Colón de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, cuenta con una cantidad temporal de 141 dispositivos de conmutación en total disponibilidad de uso y propios de la institución, en los que se encuentra una controladora la cual da la base para afirmar que los AP soportan IPv6, 19 Access Point, un Gateway, 17 Routers, 41 Switches y 62 Teléfono IP que usan diariamente para llevar a cabo sus actividades. Es de vital importancia aclarar que en las instalaciones de la Universidad se han venido dando modificaciones en infraestructura, cuyas nuevas construcciones van a ir obligando a que el número de activos de conmutación aumente.

### **Soporte del protocolo IPv6.**

En base al análisis realizado y la información recolectada de uno y cada uno de los dispositivos de conmutación presentados en la tabla de equipos de comunicación (N° 1) teniendo en cuenta su marca y su modelo se pudo verificar el soporte de IPv6 que presta cada uno de los activos tecnológicos. Al hacer el estudio de compatibilidad de los equipos de conmutación que hay en la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, arrojo un porcentaje de 4% del total de dispositivos que no soporta el protocolo de IPv6, en este porcentaje recaen los dispositivos Switches Trendnet de modelo TE100-s16g y los 3COM con los modelos 2226 SFP, 3C16471, 3C16471B y 4200.



*Ilustración 5 Porcentaje de dispositivos con soporte IPv6. Elaborada por el autor.*

### **Sugerencia para la migración a IPv6.**

Para efectos de migración a IPv6, La sede Plaza Colón de la Universidad del Sinú cuenta con una gran ventaja y es que actualmente trabaja bajo un gran porcentaje de dispositivos activos que son compatibles con el nuevo protocolo de direccionamiento IPv6 lo que representa una viabilidad muy accesible a la hora de llevar a cabo la transición. Se encontró que el router cisco 1841 soporta IPv6, pero, si al momento de la transición presenta problemas es recomendable actualizar la configuración del IOS.

Existe un porcentaje muy mínimo de switches que no soportan el nuevo protocolo de direccionamiento IP, por lo cual la sección de la red de datos que esté funcionando bajo esos dispositivos debe continuar de la forma en la que se encuentra y como sugerencia se daría que la iniciación de la migración se arranque con los activos que cuenten con el soporte de IPv6, de igual forma se indica que a medida que se va llevando a cabo la transición; se vayan añadiendo nuevos dispositivos que cuenten con los recursos necesarios de IPv6, esto con el objetivo de facilitar el proceso migratorio e ir reemplazando los que para esa tecnología ya sean obsoletos.

Sugerencias de switches se muestran a continuación:

<b>EQUIPO</b>	<b>REFERENCIA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Switch	TRENDNET TL2-G244 (Versión v2.0R)	Capa 2 administrable. 24 interfaces Gigabit. 4 ranuras SFP compartidas y un puerto de consola. Capacidad de conmutación de 48 Gbps.
Switch	HP 3810M 24G PoE+	Totalmente administrable. 24 interfaces. PoE+ IPv6 Routing 40 GbE 10 GbE Fiber

*Tabla 2 - Sugerencia de Switches. Elaborada por el Autor.*

### **Equipos de cómputo**

El inventario realizado de los equipos de cómputo en la sede Plaza Colón de la Universidad del Sinú se manifiesta de la siguiente manera:

Se desarrolló una plantilla en donde se adjunta la información necesaria para conocer el soporte de IPv6 de cada uno de los dispositivos, información que concierne a la marca, y el sistema operativo que posee determinado equipo.

<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Marca</b>	<b>Sistema Operativo</b>	<b>Versión IP</b>	<b>Soporte IPv6</b>
119	PC _ Escritorio Y Portátiles	Lenovo	W 8 y 8.1	IPv4	Si



64	PC_ Escritorio	Dell	W 10 y W 7	IPv4	Si
10	PC_ Escritorio y Portátil	HP	W 7 y W 8	IPv4	Si
8	PC_ Escritorio	Acer	W 7 y W 8.1	IPv4	Si
2	PC_ Escritorio	Argom	W8 y w8.1	IPv4	Si
12	PC_ Escritorio	Compaq	W7 y W 8	IPv4	Si
2	PC_ Escritorio	Emachines	W7	IPv4	Si
56	PC_ Escritorio	MAC	Mac OS	IPv4	Si

*Tabla 3 - Equipos de Cómputo. Elaborada por el autor.*

### **Distribución y cantidades de equipos.**

- La Universidad del Sinú cuenta con 303 equipos de cómputo entre los cuales 278 son computadores de escritorio y 25 son portátiles. Estos dispositivos tienen ubicaciones distintas, es decir, son distribuidos en dependencias como se muestra a continuación:

N°	Dependencia	Equipo Escritorio	Equipo o Portátil	N°	Dependencia	Equipo escritorio	Equipo Portátil

1	Servicios informáticos	1	0	13	Infraestructura	2	0
2	Proyección Social	6	0	14	Biblioteca	2	0
3	Admisiones Registro y control	3 7	0	15	Recepción	1	0
4	Comunicaciones Mercadeo Mercadeo y Comunicaciones	5 10 1	0 4 0	16	Psicología	8	0
5	Educación Continua	4	0	17	Humanidades	8	21
6	Consultorio jurídico Escuela de derecho	12 3	0 0	18	Almacén	1	0
7	Prótesis y Motores	1	0	19	Gestión Humana	5	0
8	Seguridad	1	0	20	Tesorería	1	0
9	Sala Diseño y Desarrollo Sala de desarrollo 2	40 19	0 0	21	Salud Ocupacional	1	0
10	Sala de redes y telemática	22	0	22	Sala de sistemas	55	0
11	Crédito Y Cartera	5	0	23	Proyección Social	6	0
12	Compras	3	0	24	Sala MAc	56	0

*Tabla 4 - Distribución Equipos de Cómputo. Elaborada por el autor*

La Universidad del Sinú desde el inicio del año 2018 ha estado realizando diagnósticos con respecto a los equipos antiguos con el objetivo de identificar, reportar y reemplazar dichos dispositivos. Este análisis y plan se originó debido al índice de obsolescencia tecnológica basado en las fechas de adquisición de los equipos, características técnicas, estado de ejecuciones y reporte de sucesos técnicos. Por consiguiente, la cantidad de equipos de cómputo activos en la entidad tiende a aumentar tanto en cantidad física como en características tecnológicas y de igual manera tenderá a variar la distribución entre departamento y salas de sistemas.

## Sistemas operativos

En base al análisis previamente hecho, se concluyó que el sistema operativo dominante en la sede de Plaza Colón de la Universidad del Sinú es Windows, donde cabe aclarar que las versiones encontradas de este S.O son WINDOWS 7, WINDOWS 8, WINDOWS 8.1 Y WINDOWS 10. Como también se encontró una cantidad considerable de equipos con sistema operativo MACos.

## SOPORTE IPv6



*Ilustración 6 Soporte IPv6 en equipos de cómputo. Elaborada por el autor.*

Para el año 2001 aproximadamente se iniciaba la incorporación de la activación por defecto del soporte IPv6 en los sistemas operativos [23], se dice que para entonces no se consideraba un soporte de carácter comercial sino de prueba en los equipos, pero existía. Microsoft incorporó este soporte plenamente y de forma obligatoria a partir de la versión Windows Vista, cuya versión lanzada por Microsoft fue para el año 2006 [24]; De ahí versiones posteriores cuentan con el soporte de este protocolo IP [25]. Por lo anterior mencionado, en teoría las versiones encontradas en la Universidad del Sinú sede Plaza Colón cuenta con el soporte IPv6 ya que la versión más antigua que se encontró fue Windows 7 el cual nace después del WINDOWS XP y WINDOWS VISTA.

### **Sugerencia para la migración a ipv6**

Está justificado de manera teórica que todos los equipos que manejan los sistemas operativos desde y después de Windows Vista (2006) traen por defecto el soporte de IPv6. Pero, si por alguna razón se da la llegada de equipos con sistemas Operativos Windows y con una versión más antigua a la ya mencionada Windows Vista a la Sede Plaza Colón de la Universidad el Sinú; se sugiere hacer la actualización a versiones como Windows 7 o posteriores a éste ya que podrían eventualmente presentar un gran inconveniente en el proceso de migración a IPv6.

### **Equipos de impresión**

Dado que las actividades que conciernen a la sede Plaza Colón de Universidad del Sinú seccional Cartagena requieren del buen funcionamiento de la Red de datos, es vital conocer el estado de las impresoras que se usan, su soporte de red y la compatibilidad de estas con el protocolo IPv6.

La Información recolectada de las impresoras se puede apreciar de la siguiente manera [27]:

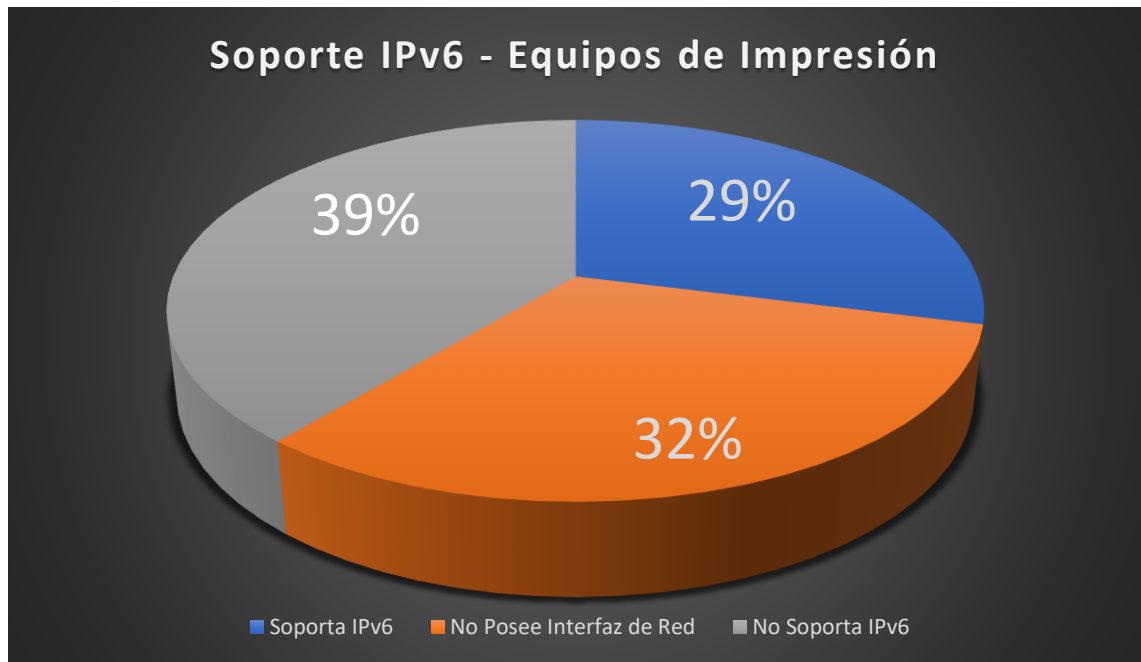
<b>Cantidad</b>	<b>Marca y Modelo</b>	<b>Versión IP Actual</b>	<b>Soporte IPv6</b>
6	Samsung ML-1660	IPv4	No posee interfaz de red.
1	Samsung ML-2240	IPv4	No posee interfaz de red.
2	Epson LX-350	IPv4	No
1	Ricoh SP310SF	IPv4	Si
2	Epson LX-300+II	IPv4	No

1	Epson L575	IPv4	No
1	Hp LASERJET PRO MFP M127	IPv4	Si
1	HP P3015	IPv4	Si
4	HP M1212	IPv4	No
1	HP M1132	IPv4	No posee interfaz de red.
1	HP P1006	IPv4	No posee interfaz de red.
2	HP P1102	IPv4	Si
1	HP M601	IPv4	Si
1	HP M605	IPv4	Si
2	HP 3515	IPv4	No
1	Xerox 3655i	IPv4	Si

*Tabla 5 - Equipos de Impresión. Elaborada por el autor.*

## Soporte IPv6

Se encontraron un total de 28 impresoras dentro de la sede Plaza Colón de la Universidad del Sinú. Dentro de esta cantidad se encontró un porcentaje de equipos de impresión que soportan y no soportan IPv6 y un porcentaje de estos equipos que no poseen una interfaz de red dentro de su sistema.



*Ilustración 7 Soporte IPv6 Equipos de Impresión. Elaborada por el autor.*

## Sugerencia para la migración a IPv6

En base a la información de los equipos de impresión presentada previamente, es de vital importancia tener a la mano referencias de impresoras que puedan ser tenidas en cuenta a la hora de iniciar la transición suave a IPv6, con el objetivo de reemplazar el porcentaje (39%) de equipos que no cuentan con el soporte de IPv6.

A continuación, se presentan algunas referencias:

<b>Equipo</b>	<b>Referencia</b>	<b>Características Técnicas</b>	<b>Precio</b>
Impresora Multifuncional	HP Laserjet Pro M426FDW	Impresión láser. Conexión Ethernet LAN 10/100/1000 con IPv4 e IPv6. <a href="http://www.incheca.com/pdf/manual_usuario/hp_m426_m427.pdf">http://www.incheca.com/pdf/manual_usuario/hp_m426_m427.pdf</a>	\$1,149,900
Impresora Multifuncional	HP Laserjet Enterprise M527DN	Impresión Láser. Conexión Ethernet LAN 10/100/1000 con IPv4 e IPv6. <a href="http://h10032.www1.hp.com/ctg/Manual/c04648059">http://h10032.www1.hp.com/ctg/Manual/c04648059</a>	\$1'629.000
Impresora	LEXMARK CS720DE	Impresión Láser. Puertos: USB 2.0 de alta velocidad (Tipo B). Gigabit Ethernet (10/100/1000). MarkNet interno N8360 802.11b/g/n inalámbrico, NFC. Protocolo de soporte de red: TCP/IP IPv4, AppleTalk™, TCP/IP IPv6, TCP, UDP. <a href="http://www.lexmark.com/es_CO/products/laser-color/40C9100.shtml">http://www.lexmark.com/es_CO/products/laser-color/40C9100.shtml</a>	\$7'419.800

*Tabla 6 - Sugerencia de Impresoras. Elaborada por el autor.*

Una vez hecho el inventario con el cual se identifica los dispositivos que están instalados en la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, se puede categorizar cuales soportan y cuales no soportan el protocolo de direccionamiento IPv6, del cual se puede decir que la gran mayoría de dispositivos si lo soportan dando camino a utilizar una de las técnicas de migración con base en la información suministrada por el inventario de activos, la técnica más opcional a utilizar es la técnica de Dual Stack, la cual como ya se ha dicho permite la configuración de ambos protocolos de direccionamiento dentro de un mismo dispositivo.

## 2.2 PLAN DE DIAGNOSTICO

En el proceso del plan migración de la red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, el estudio de la topología de la red de datos que es el principal objetivo del diagnóstico de la sede Plaza Colón, se accedió a realizar el respectivo análisis para identificar cuáles son las características que tiene la red de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, por el cual se solicitó información al administrador de la red de datos (Anexo 2), y se pudo identificar los siguientes aspectos a tener en cuenta, el proveedor de IPS de la Universidad es la empresa Columbus Networks, el cual tiene alojado sus servicios en la sede de Santillana de la Universidad del Sinú, y de ahí se distribuye a las demás sedes por medio de radiofrecuencia por antenas MIKROTIK, las cuales bajan hasta los router JUNIPER, estos se conectan hasta un Switch catalyst 3560 que funciona como Switch de distribución como se muestra en la ilustración 8.

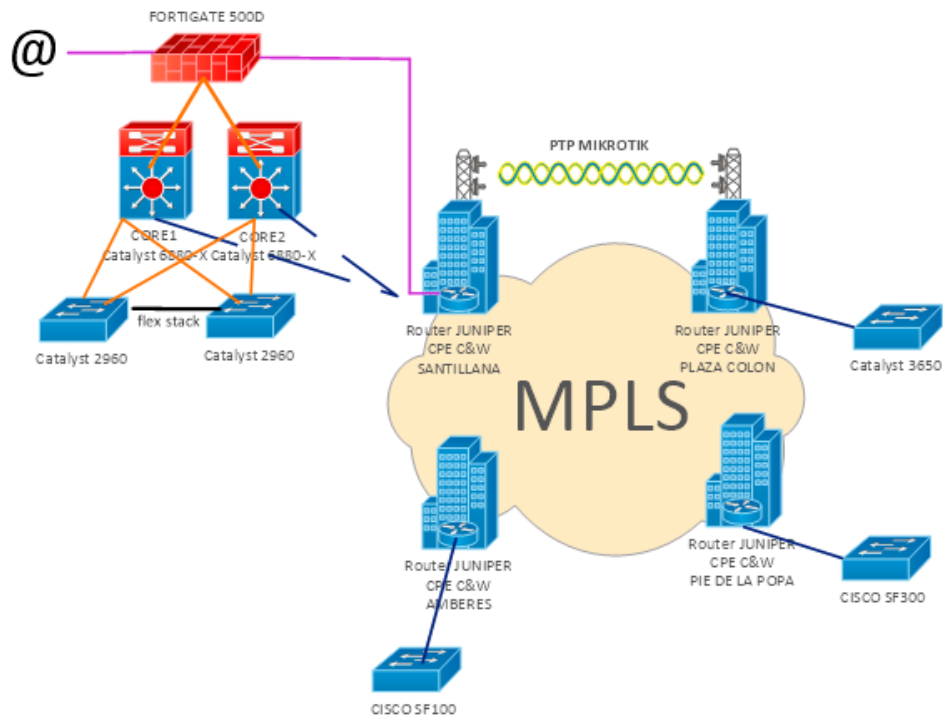
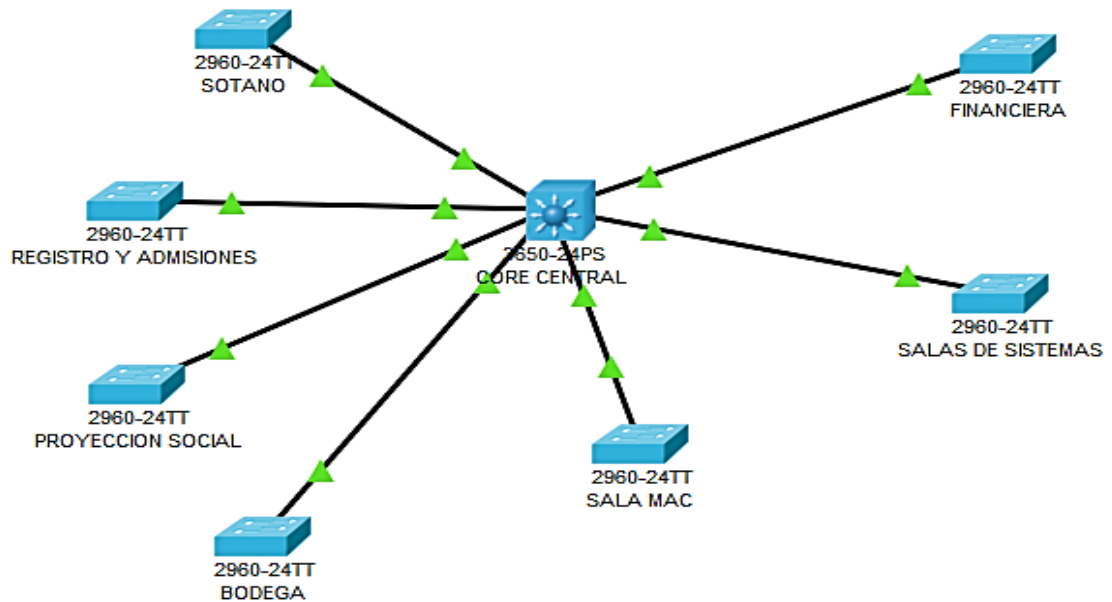


Ilustración 8 Topología de la red de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, fuentes administrador de la red.



La red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza Colón actualmente funciona bajo la topología estrella. En la ilustración número 8, se puede apreciar que hay un Core central (Switch 3650) del cual se ramifican las conexiones LAN de los diferentes gabinetes que se encuentran en la Universidad del Sinú sede plaza Colón.



*Ilustración 9 Topología lógica de la red de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, Fuente Administrador de la red.*

La Universidad del Sinú seccional Cartagena, cuenta con un canal dedicado de 200 megas suministrados por Columbus Networks, distribuido a las diferentes subredes que se encuentran en la sede de plaza Colón.

## **2.3 PLAN DE TRABAJO**

La migración de protocolo de direccionamiento IP puede ser un proceso que se tome alguno tiempo para ser completado, ya que con ellos se busca la comunicación de servicios desde redes con direccionamiento IPv4, IPv6 o ambos protocolos de direccionamiento, buscando así que el impacto al momento de hacer la transición dentro de la red interna de la Universidad sea afectado lo menos posible y permitiendo la disponibilidad de todos sus servicios.

El proceso transición de direccionamiento IP, no se debe tomar a la ligera y es por eso que se debe tener un plan de trabajo el cual permitirá ir paso a paso para que de esta manera el cambio de direccionamiento sea haga lo mejor posible y con un orden a seguir, es por eso que se recomienda lo siguiente: Definición de actividades y descripciones; Estimación de costo; Capacitación al personal de la Universidad; Análisis del impacto de la migración en la red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza Colón; Contacto con el proveedor IPS; Solicitar pool de direcciones a la empresa proveedora de ISP; Migración de los diferentes servicios; Seguridad en el protocolo IPv6.

### **2.3.1 Definición de actividades y descripciones:**

Dentro del proceso de la migración de protocolo de una red de datos dentro de una institución o entidad, se deben tener en cuenta una serie de actividades a seguir las cuales garantizaran un correcto análisis de la red y sus dispositivos para preparar el camino hacia la migración de protocolo de direccionamiento IPv6, dentro de esas actividades están las siguientes: Hacer el respectivo inventario de la entidad o empresa en la cual se pretende hacer el proceso para la migración del protocolo de direccionamiento, esto permitirá hacer una caracterización de los diferentes dispositivos activos que se encuentran conectados a la red de datos de la entidad o empresa, esta caracterización conlleva a revisar las características técnicas de cada uno de los dispositivos y hacer las recomendaciones correspondiente para que el proceso de haga de manera correcta, luego de hacer el respectivo inventario se

busca por medio del análisis previo de la red, gracias a esta actividad se identificara como se encuentra conectada toda la red de datos dentro de la entidad o empresa en la cual se busca hacer el plan de migración para el protocolo de IPv6, identificando cual es el proveedor de internet o si tiene varios proveedores de internet en caso de que falle uno de ellos tener el otro disponibles, a esto se le llama redundancia, también, se identifica la topología, si la empresa o entidad cuenta con un canal dedicado de internet y cuál es la velocidad del servicio de ISP.

Una vez hecho estas actividades, se comienza a trabajar con el plan para la migración hacia el protocolo de direccionamiento IPv6, haciendo las recomendaciones necesarias si en alguno de los casos uno de los dispositivos o servicios con los que cuenta la entidad o empresa no soporta IPv6, es entonces donde se comienza a identificar un nuevo dispositivo que, si soporte el protocolo de IPv6, y así garantizar que el protocolo IPv6 sea completamente implementado.

Dentro de todo lo antes dicho cabe resaltar que se trabajará con la técnica de Dual Stack, el cual permite la comunicación del protocolo de direccionamiento IPv4 con el protocolo de direccionamiento IPv6, pero que en casos como los servidores de DNS, los cuales trabajan con unos registros se debe tener muy en cuentas las recomendaciones dadas por el plan para hacer una migración exitosa.

### **2.3.2 Estimación de costo**

En el proceso de migración se debe hacer una inversión, no solo en dispositivos que se deben cambiar por incompatibilidad con el protocolo de direccionamiento IPv6, sino que también se debe invertir en personal capacitado el cual oriente a las personas de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza Colón en el proceso de migración, esto con el objetivo de que la migración se haga correctamente.

### **2.3.3 Capacitación al personal de la Universidad**

Dado que el proceso de migración de direccionamiento IPv6 debe ser cuidadoso al momento de implementarlo, las entidades que desean hacer la implementación de

IPv6 utilizando la técnica de Dual Stack debe capacitar a su personal de sistemas el cual se encargara de apoyar en este proceso, dando así las garantías a la entidad de que la implementación de IPv6 será correcta, los temas que se deben tener en cuenta a la hora de impartir los conocimientos dentro del personal de sistemas que apoyará el proceso deben ser los siguientes:

- Introducción y aspectos básicos de IPv6
- Host y enrutamientos para IPv6
- Aplicaciones y servicios sobre el protocolo de direccionamiento IPv6
- Seguridad en IPv6

Estos conceptos deben ser tocados cuidadosamente, ya que de ellos depende el buen funcionamiento a la hora de hacer la transición al direccionamiento IPv6, como se ha mencionado anteriormente esta capacitación debe ser para el personal de sistemas el cual se encargará de hacer todo el proceso de migración, pero se debe hacer otro plan de capacitación para las personas que no están vinculadas al área de sistemas de la entidad, con esto se busca ilustrar a las personas de la importancia que tiene el protocolo de direccionamiento IPv6 en el crecimiento de la entidad para un futuro, brindado la conectividad y el funcionamiento apropiado.

Los el horario de capacitaciones debe ser asignado de acuerdo al tiempo en el que los trabajadores puedan estar disponibles, de la misma forma se debe respetar el horario laboral, esto garantizando de que los trabajadores del área de sistemas y de los que no lo son cumplan con sus obligaciones diarias.

#### **2.3.4 Análisis del impacto de la migración en la red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza Colón.**

Como ya se ha mencionado anteriormente el proceso de migración no es algo que se hace de la noche a la mañana, y mucho menos que no implique ningún riesgo a la entidad que pretende hacer la migración.

Es por eso que se debe tener en cuenta algunos factores que pueden presentarse al momento de hacer la migración, tales como dispositivos incompatibles con el

protocolo de direccionamiento, servicios que son nativos con un tipo de direccionamiento específico, fallas en la conexión de la red. Es importante antes de comenzar la migración de direccionamiento evaluar todos los escenarios posibles donde una de esas fallas se presente y mediante el plan que se presenta como guía buscar una solución, este tipo de prueba se puede hacer con simuladores de red, donde se puede evaluar primeramente el funcionamiento de los métodos de migración y luego con la seguridad y la práctica hecha, se puede hacer el proceso en los dispositivos reales, esto con el fin de garantizar la integridad de la red y evitar lo más posible problemas al momento de hacer el proceso de migración dentro de la red física de la entidad.

### **2.3.5 Contacto con el proveedor IPS**

Dado que en algunas empresas hay dispositivos propios de la entidad que suministra el servicio de ISP, se debe tener en cuenta que a la hora de hacer el proceso de migración se debe comunicar con el proveedor de ISP, esto con el objetivo de trabajar en conjunto.

### **2.3.6 Solicitar pool de direcciones a la empresa proveedora de ISP**

Para las direcciones IPv6, es recomendable utilizar bloques propios dentro de la Universidad del Sinú sede Plaza Colón, solicitarlos directamente al proveedor de ISP o recibirlos directamente de la entidad regional que se encarga de brindar el servicio de direccionamiento IP (Registro Regional de Internet) RIR.

### **2.3.7 Migración de los diferentes servicios**

Dentro del proceso de migración se debe tener en cuenta también los diferentes servicios (DNS, correo electrónico, página web, Directorio Activo, etc.) con los que cuenta la entidad, en este caso la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza Colón, por medio del cual se determinara si son o no compatibles con el protocolo de direccionamiento IPv6, en el caso del servicio de DNS, en los cuales se maneja un registro A, este tipo de registros son los que se usan para identificar direcciones IPv4 asignadas a nombres, mientras que en IPv6 se manejan los tipos

de registros AAAA, estos registros se usan para identificar direcciones IPv6 asociados a nombre, de esta forma ambos registros se deben configurar para el inversos en las zonas correspondientes.

Mientras que, en el servicio de correo electrónico es necesario conocer si el servidor donde este alojado cuenta con el soporte para el protocolo IPv6, ya que software para este servicio está completamente prepara para soportar el protocolo de direccionamiento IPv6.

Uno de los servicios de gran importancia dentro de las empresas es el servidor web, pero gracias a que el servidor más utilizado y que es de código abierto es Apache, el cual está preparado para soportar plenamente IPv6 sin ningún tipo de problema.

Uno de los factores a tener en cuenta, es que el servidor debe estar configurado para responder sin ningún problema los requerimientos de IPv4 como de IPv6, algunas veces esto lo hacen simplemente utilizando un único socket IPv6 y también usando direcciones IPv4 mapeadas, este servicio va muy de la mano con el servicio de DNS, ya que los servicios web instalados deben definir sus registros con el servicio de DNS, esto por medio de los registros ya mencionados anteriormente A y AAAA, y también es importante los reversos.

### **2.3.8 Seguridad en el protocolo IPV6**

Al hacer la implementación de direccionamiento IPv6, se debe hacer un análisis de los protocolos de seguridad que se implementan, ya que por lo general se configuran para IPv4 y estas configuraciones no son validad en IPv6, esta configuración no es solo del cortafuego, sino en la seguridad en general de la red que viene implementada como ya se dijo en IPv4, es por eso sé que se debe tener en cuenta a la hora de hacer la migración de direccionamiento a IPv6 los aspectos de seguridad dentro de la red, ya que el protocolo IPv6 es nuevo no se conoce muy a fondo las vulnerabilidades que este trae.

## 2.4 SIMULACIÓN

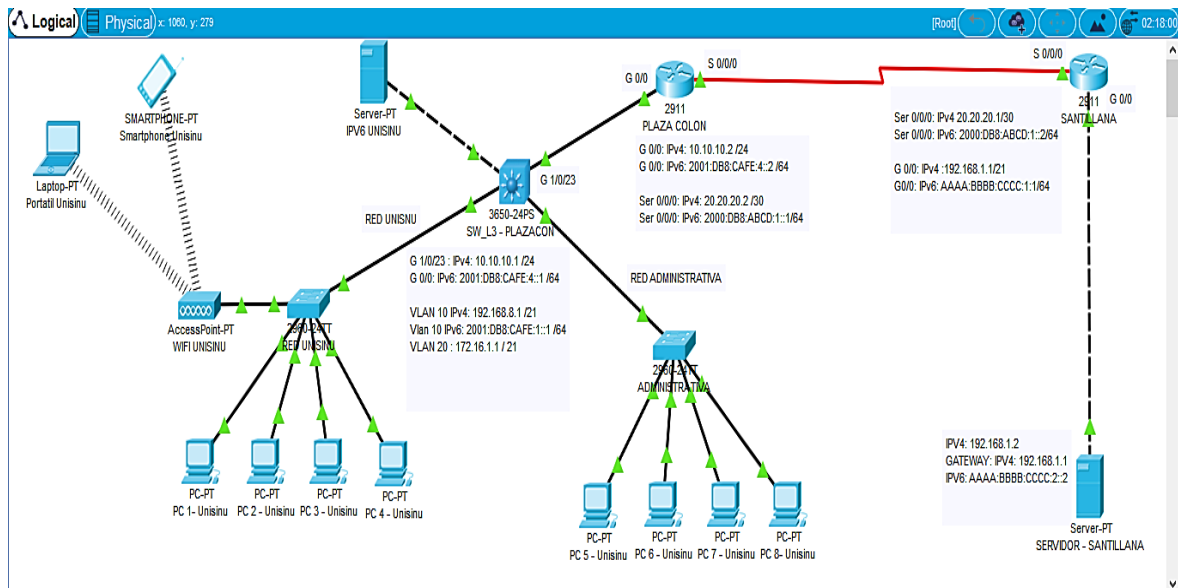


Ilustración 10 Topología de simulación usando Dual Stack, elaborado por el autor.

Dentro del proceso de diseño del plan la migración de la red de comunicación de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, se hizo una simulación de la funcionalidad de la red de datos implementando la técnica de Dual Stack escogida a lo largo del proyecto, esta simulación se hizo utilizando el software de simulación Cisco Packet Tracer, tal cual como se muestra en la ilustración 10, en la cual se aprecia la topología que simula la red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón.

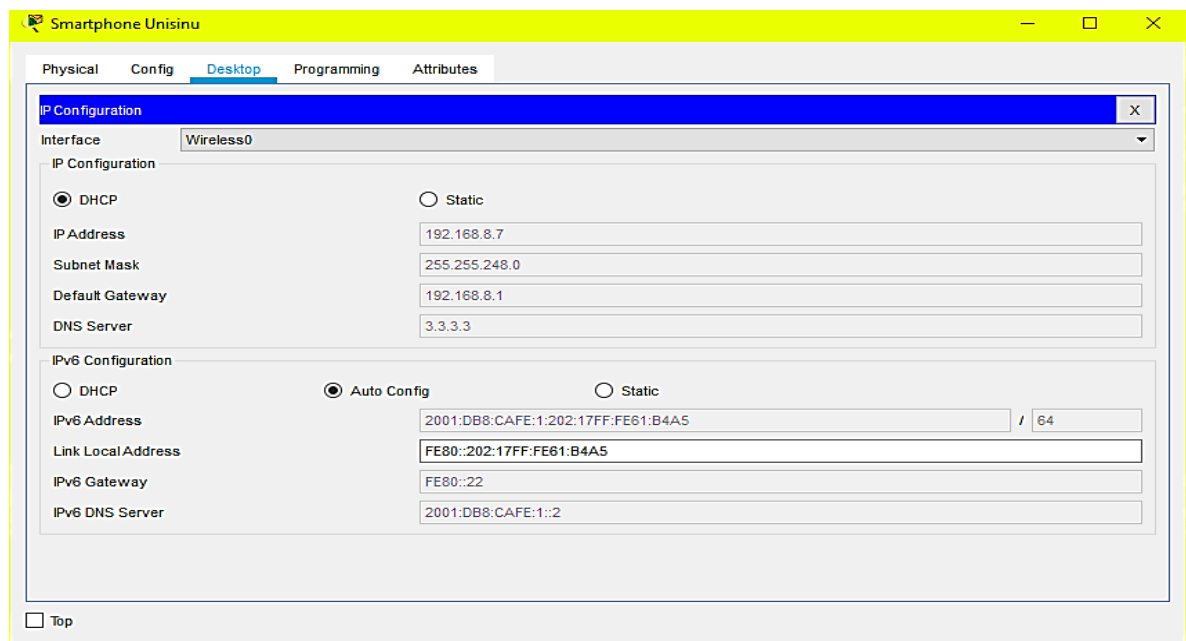
Para efectos de simulación se configuraron dos subredes, una subred administrativa a la que solo tendrían acceso oficinas específicas del rol, cuyas dependencias tendrían ubicados en su interior equipos de cómputos u otros para uso de actividades cotidianas de la empresa, los cuales necesariamente deberán conectarse de forma cableada.

La segunda subred empleada en la ilustración es la que simularía la VLAN a la normalmente se conectan todas las personas que ingresan a las instalaciones de la Universidad, a esta subred acceden todos aquellos equipos que requieren de una

dirección IP (portátiles, teléfonos, tabletas etc.) tanto de forma cableada dentro de las salas de sistemas como de forma inalámbrica.

Se configuró el servicio DHCP para que los dispositivos tomaran dinámicamente las direcciones IP brindada por ambos protocolos de direccionamiento, es decir, los dispositivos como por ejemplo teléfonos, portátiles, tabletas etc., al activar su red WIFI tomarán instantáneamente una dirección tanto IPv6 como IPv4, para el caso de los equipos de escritorio que accederán de forma cableada deberán activar la opción de IPv6 para que de esta forma puedan portar ambos tipos de direccionamiento, ya que por defecto ellos solo traen activados la opción para recibir solo IPv4.

En las ilustraciones 11, 12 y 13, se muestra la interfaz gráfica de algunos dispositivos de usuarios finales, en el cual se puede apreciar que tiene configurados los dos protocolos de direccionamiento IP (IPv4 e IPv6):



*Ilustración 11 Teléfono celular recibiendo direccionamiento IPv4 e IPv6, elaborado por el autor.*



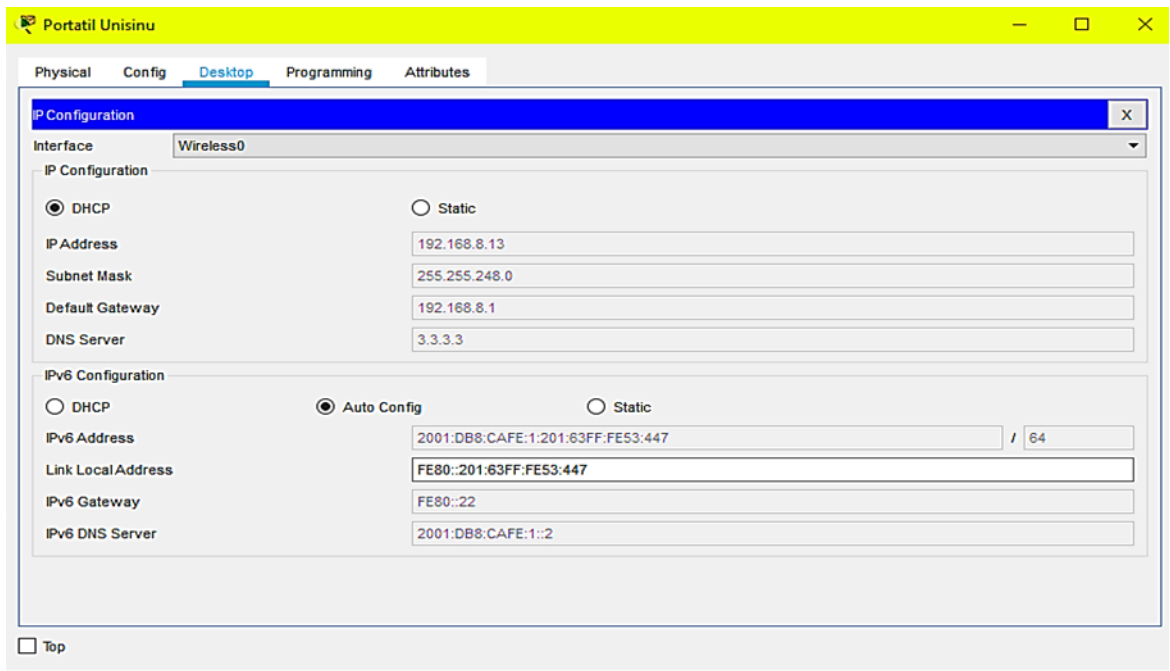


Ilustración 12 Laptop recibiendo direccionamiento IPv4 e IPv6, elaborado por el autor.

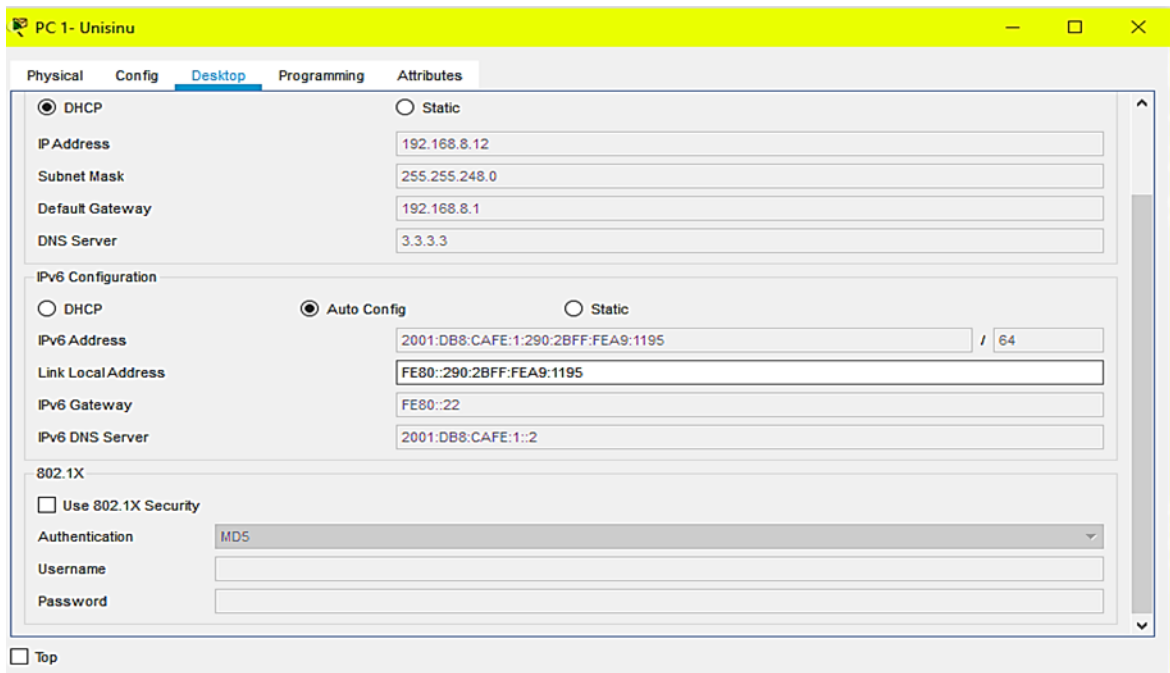


Ilustración 13 Computadora de escritorio recibiendo direccionamiento IPv4 e IPv6, elaborado por el autor.

Como ya se ha mencionado anteriormente esta configuración en la cual los dos protocolos de direccionamiento IP (IPv4 e IPv6) se encuentran configurada dentro den un mismo dispositivo, es por medio de la técnica Dual Stack.

### **3 CONCLUSIONES**

Cumpliendo con el objetivo general planteado en este proyecto, se da lugar al diseño del plan de migración a IPv6 desarrollado con base a la investigación realizada a la infraestructura de red de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, brindó la información no solo para generar el conocimiento de todos aquellos detalles justos a conocer del funcionamiento actual de la red de datos de la entidad educativa, sino que también se logró a través del paso detectar debilidades a nivel de red que pueden llegar a retrasar el debido proceso transitorio al nuevo protocolo de direccionamiento, y en base a estas redactar sugerencias estratégicas para superar dichas falencias. Por tanto, se pudo obtener un enfoque de la red de comunicación de la institución, visión que en efecto permitió adquirir un diagnóstico suficiente para poder indicar que tan preparada se encuentra la sede educativa para iniciar una etapa migratoria al protocolo IPv6.

Un objetivo específico propuesto fue el levantamiento de información, el cual generó el inventario de activos tecnológicos de la entidad educativa, este resultó ser una acción valiosa en la determinación del gran porcentaje de compatibilidad de los tipos equipos que constituyen el funcionamiento de la red de datos, por lo que en base a él se pudo establecer el grado de avance de la red frente a la implementación del protocolo IPv6. Por lo anterior se concluye que, para un plan de migración a una nueva formalidad de direcciones, resulta ser una actividad primordial y de suma importancia el inventario de activos, ya que sin éste es imposible conocer el estado de los equipos con respecto a un nuevo sistema, es decir, a partir de las características encontradas en los equipos se comprueba investigando en su receptivo DATASHEET los recursos que estos tienen y si son suficientes para el despliegue de IPv6.

Luego de haber cumplido con el inventario de activos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón, se realizó estudio de la topología de red de datos de dicha Universidad, el cual arroja el diagnóstico con él se tuvo bases para

la elaboración del plan de trabajo en pro del cumplimiento como objetivo específico, dejó como resultado el diseño del camino a recorrer para lograr una buena secuencia de actividades las cuales conllevarán al proceso de implementación del nuevo sistema de direccionamiento en la sede de la Universidad del Sinú, estas actividades fueron sugeridas bajo las necesidades de la entidad ya que las tareas que residen en cada etapa plasmada en el plan de trabajo son encaminadas precisamente a superar falencias halladas y encontrar la forma de mitigar problemas futuros con respecto a ellas.

Dando cumplimiento a los objetivos que fueron planteados en todo el proyecto, se hizo una simulación con el cual se buscó demostrar el funcionamiento de la técnica de Dual Stack, con la cual se trabaja con los dos protocolos de direccionamiento IP (IPv4 e IPv6) simultáneamente.

Es importante reconocer que la transición al nuevo direccionamiento IPv6 es un proceso que se despliega de una forma relativamente ligera ya que este reside directamente en la capa de red de los equipos de conmutación, y también existe la ventaja que en la actualidad ya se encuentra soporte y activación del nuevo protocolo en la mayoría de los dispositivos que constituyen una red de comunicación. Pero, se debe tener muy en cuenta que la migración completa de la red de comunicación es un proceso gradual que tarda el tiempo que tenga que tardar para su objetivo, proceso que para la sede en cuestión de la Universidad del Sinú es benéfico ya que puede garantizar la conectividad con las redes de datos de empresas externas que trabajen bajo las dos versión protocolarias IP, es decir, tanto con IPv4 como IPv6 o ambas simultáneamente; lo que permite dar y recibir de una forma adecuada los servicios que se tengan en la entidad educativa.

Para finalizar, es importante decir que para futuros proyectos de investigación este proyecto queda con muchas puestas abiertas para apoyar a quien deseen seguir, ya que como se menciona en dicho documento solo se hizo el plan de migración en la sede Plaza Colón de la Universidad del Sinú seccional Cartagena, y dicha

universidad cuenta con tres sedes más en Cartagena, brindado como ya se dijo la posibilidad de seguir el proceso para migración completa en la Universidad del Sinú seccional Cartagena, y brindar apoyo a la Universidad en otras ciudades, también queda la posibilidad de estudiar la seguridad en el protocolo de direccionamiento IPv6, esto por ser un protocolo nuevo y desconocido para muchos sin saber como implementarlo del todo bien y brindado seguridad a los dispositivos activos de una entidad o institución y a sus respectivas aplicaciones.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Yarisol Castillo, "Agotamiento de IPv4 en la región latinoamericana," Revista Académica UTP.
- [2] R. G. Guillermo Cicilio, C. O. M. Cristian O'Flaherty, M. R. Jordi Palet Martínez, and Alvaro Vives Martínez, "IPv6 para todos: Guía de uso y aplicación para diversos entornos."
- [3] J. A. B. D. Diego Ferney Ramírez Puloido and Jaime Guzmán Pantoja, "Diseño de la transición de protocolo IPv4 hacia IPv6 en la agencia colombiana para la reintegración ARC con base en consideración de seguridad en implementación de IPv6."
- [4] Gilberto González Rodríguez, Routers y Switches Cisco: Configuración y Administración.
- [5] CISCO, "Direcciones de red IPv4." [Online]. Available: <http://www.itesa.edu.mx/netacad/introduccion/course/module8/8.1.4.1/8.1.4.1.html>.
- [6] Interpolados, "DIRECCIONES IPV4 PÚBLICAS Y PRIVADAS." [Online]. Available: <https://interpolados.wordpress.com/2017/03/26/direcciones-ipv4-publicas-y-privadas/>.
- [7] apple, "¿Qué es IPv6?" [Online]. Available: <https://support.apple.com/es-co/HT202236>.
- [8] MinTic, "Guía de Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia."
- [9] "Fundamento de IPv4." [Online]. Available: <http://www.ipv6.mx/index.php/informacion/fundamentos/ipv4>.
- [10] "Direccionamiento de red IPv4: Tipos de direcciones IPv4." [Online]. Available: <http://www.itesa.edu.mx/netacad/introduccion/course/module8/8.1.4.1/8.1.4.1.html>.

- [11] CISCO, "Direccionamiento IP." [Online]. Available: [http://www.ie.tec.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S\\_CCNA1\\_ITN\\_Chapter8\\_Direccionamiento%20IP.pdf](http://www.ie.tec.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S_CCNA1_ITN_Chapter8_Direccionamiento%20IP.pdf).
- [12] S. A. Alejandro Acosta, T. L. Guillermo Cicileo, M. R. Antonio M. Moreiras, and S. S. B. Arturo Servin, "IPv6 para operadores de red."
- [13] IPv6Portal, "Túneles/Encapsulamiento." [Online]. Available: <http://portalipv6.lacnic.net/tunelesencapsulamiento/>.
- [14] IPv6Portal, "Traducción." [Online]. Available: <http://portalipv6.lacnic.net/traduccion/>.
- [15] CISCO, "Dual Stack Network."
- [16] IPv6Portal, "Dual stack o pila doble". [Online]. Available: <http://portalipv6.lacnic.net/dual-stack-o-pila-doble/>
- [17] IPv6Portal, "Mecanismos de transición". [Online]. Available: <http://portalipv6.lacnic.net/mecanismos-de-transicion/>
- [18] CISCO, "Direccionamiento de IP y conexión en subredes para los usuarios nuevos". [Online]. Available: [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/ip/routing-information-protocol-rip/13788-3.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/ip/routing-information-protocol-rip/13788-3.html)
- [19] Apple, "¿Qué es IPv6?". [Online]. Available: <https://support.apple.com/es-co/HT202236>
- [20] Dennys Xavier Landy Rivera, "Propuesta de un plan de implementación para la migración a IPv6 en la red de la Universidad Politécnica Salesiana sede-Cuenca," Politécnica Salesiana, 2013.
- [21] M. C. Sergio Ramírez, "Introducción al IPv6," Universidad De La República Uruguay. [Online]. Available: <https://www.rau.edu.uy/ipv6/queesipv6.htm>.
- [22] IETF, "IP Version 6 Addressing Architecture." [Online]. Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2373.txt>.
- [23] IETF, "An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format." [Online]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc2374>.

- [24] IPV4TO6, "Tipos de direcciones IPv6: Unicast, Anycast, Multicast."  
[Online]. Available: <http://ipv4to6.blogspot.com/p/tipos-de-direcciones-ipv6-unicast.html>.
- [25] IETF, "Reserved IPv6 Subnet Anycast Addresses." [Online].  
Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc2526>.
- [26] IETF, "IPv6 Multicast Address Assignments." [Online].  
Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2375.txt>.
- [27] MINTIC, "Guía de Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia."  
[Online]. Available: [https://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-5482\\_G20\\_Transicion\\_IPv4\\_IPv6.pdf](https://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-5482_G20_Transicion_IPv4_IPv6.pdf).

## ANEXOS

### **ANEXO 1. Carta de solicitud y verificación de inventarios de dispositivos activos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón.**

Cartagena Bolívar, 17 de Agosto de 2018

SEÑOR.

**ALBERTO JIMENEZ**

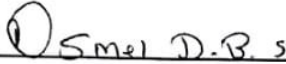
**Ingeniero de Sistemas Unisinu**

Asunto: Solicitud de información para proyecto de grado migración a IPV6.

Cordial saludo, la presente es para solicitarle su colaboración en brindarnos el inventario de los dispositivos activos (computadores, router, switch, ap, etc.) que a la fecha se encuentra en las instalaciones de la universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza colon y permitirnos la corroboración de este en las diferentes dependencias de la institución, esta información y proceso es de suma importancia para cumplir con una de las etapas de nuestro proyecto de grado "DISEÑO DE UN PLAN DE MIGRACIÓN EN LA RED DE LA UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA PARA SOPORTAR PLENAMENTE IPV6". La cual también beneficiara a la instalación en futura instancia, cuando se dé el paso al cambio de direccionamiento IP.


Agradeciendo su atención y gestión a la presente y a la espera de su respuesta.

Atentamente,

  
OSMEL DAVID BERDUGO SUAREZ

  
DAVID NIVEN VILLAREAL BERDUGO

Alumnos de Ing. de Sistemas.

  
ING. WILSON MOSCOTE  
ASESOR DISCIPLINAR



**ANEXO 2. Carta de solicitud sobre información de la topología de la red de datos de la Universidad del Sinú seccional Cartagena sede Plaza Colón.**

Cartagena Bolívar, 15 de agosto de 2018

Señor:

**ALBERTO JIMENEZ**

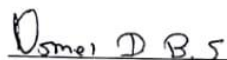
Asunto: Solicitud de información para proyecto de grado migración a IPv6.

Cordial saludo, la presente es para solicitar de manera respetuosa y amable la siguiente información:

- Topología de red física y lógica completa de la universidad del Sinú seccional Cartagena sede plaza colon.
- Forma de interconexión física y lógica con otras Sucursales.
- Información de ISP que realiza conexión o nos brinda el servicio de conexión a internet y la forma física como nos brinda la conexión.

Agradeciendo de antemano su colaboración y gestión a la presente, que de seguro nos traerá beneficios mutuos.

Atentamente,

  
Osmel David Berdugo Suarez

  
David Niven Villareal Berdugo

Alumnos de Ing. de Sistemas.

  
ING. WILSON MÓSCOTE  
Asesor disciplinar