

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE QUITO – CAMPUS SUR

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA

MENCION TELECOMUNICACIONES

Implementación de un Plan Piloto para la interconexión de IPv6 sobre IPv4, utilizando el Protocolo Dual Stack en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur dentro de la subred CIMA (Centro de Investigación en Modelación Ambiental) con la frontera del proveedor Telconet.

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
ELECTRONICO**

**ALEX ALFONSO MORENO CONSTANTE
CRISTIAN ALEJANDRO VALENCIA FALCÓN**

DIRECTOR ING. JOSE LUIS AGUAYO

QUITO, MARZO 2012

DECLARACION

Nosotros, Alex Alfonso Moreno Constante y Cristian Alejandro Valencia Falcón, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Quito D.M, Marzo 22 2012

Alex Alfonso Moreno Constante

Cristian Alejandro Valencia Falcón

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alex Alfonso Moreno Constante Cristian Alejandro Valencia Falcón, bajo mi dirección.

Ing. José Luis Aguayo
DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar por guiar mis pasos ayudándome a superar los obstáculos que se presentaron a lo largo del camino.

A mis queridos padres que desde muy pequeño siempre me inculcaron ha ser responsable, a luchar para alcanzar mi metas, mi triunfo es de ustedes, espero seguir dándoles muchos logros y éxitos.

A mi querido Sebas, mi hermano que a mas de ser un amigo incondicional, siempre esta hay acolitándome en mis rabietas, este logra te lo dedico, Espero en pocos años ya verte como profesional y emprender todos los proyectos planeados.

Y sin duda a ti, mi amiga, mi compañera quien me brindo mucho tiempo que le pertenecía siempre con motivaciones y sueños, quien conto los años para llegar a este triunfo, te lo dedico.

Alex Alfonso Moreno Constante

AGRADECIMIENTOS

Cuando se termina un proceso siempre se recuerda y se agradece a las personas que nos ayudaron en este camino, en primer lugar a Dios, quien siempre me ha guiado en este camino con sus bendiciones y sabiduría.

A mis padres, con sus consejos y su apoyo incondicional, quienes siempre estuvieron en las malas y en las buenas.

A mis Amigos, gracias por su apoyo moral, sin duda, a mi compañero de tesis con sus motivaciones y su amistad.

Alex Alfonso Moreno Constante

DEDICATORIA

Como no dedicar éste triunfo a Dios, ya que Él ha sido mi sostén diario, mi pronto auxilio, mi fuente inagotable, juntos hemos luchado y hemos superado obstáculos, gracias por permitirme sentirte en cada momento difícil de mi vida.

A mi madre querida, al fin lo logramos, gracias por su apoyo, usted es la mejor madre del mundo, mi compañera, mi amiga, lo más importante que tengo en la vida, éste título es para usted y espero poderle brindar muchísimos más logros y éxitos, ya que todo lo que llegue a ser en mi vida será por usted, nunca me olvidaré que desde pequeño usted estuvo a mi lado acompañándome desde la tarea más sencilla hasta la más compleja, gracias por sus valores impartidos y por todo el ejemplo, la verdad me faltaría hojas para expresar todo mi agradecimiento madre hermosa, y siempre me esforzaré por darle lo mejor y todo lo que usted se merece.

A mis abuelitos por su inmenso apoyo, gracias viejitos bellos, los amo muchísimo, ustedes son muy importantes en mi vida, gracias por estar conmigo, espero que Dios les de muchos años más de vida, para poder compartir juntos, reírnos, pasear y escuchar esos sabios consejos de mi abuelito que ha sido como un Padre para mí. Gracias Dios por la vida que les has dado para que puedan compartir éste triunfo conmigo.

A mi pequeño Carlitos, mi hermano que tanto quiero, éste triunfo es dedicado para ti mi hijo porque quiero darte lo mejor ya que te lo mereces y éste es el inicio. Espero que después de unos años me des el regalo de verte profesional, te quiero mucho siempre serás mi inspiración y mi motivación para salir adelante.

A mi hermano David, gracias por tu apoyo y tu buen corazón, te dedico éste triunfo a ti también hermano tu sabes lo mucho que te quiero.

A mi padre, éste triunfo también quiero compartirlo contigo y quisiera que te sientas orgulloso de mi siempre.

Cristian Alejandro Valencia Falcón

AGRADECIMIENTOS

Tengo tantas personas a quienes agradecer y con las cuales compartir éste triunfo, pero en primer lugar quiero agradecer a mi Dios, quien me ha sostenido, me ha brindado de su favor y su gracia, me ha dado sabiduría y nunca me ha dejado solo.

A mi familia, gracias por su apoyo, sus consejos y por estar conmigo en los momentos más difíciles de manera incondicional.

A mi compañero de Tesis, gracias por su apoyo y principalmente por su amistad incondicional para conmigo.

A la Universidad Politécnica Salesiana, quisiera agradecerle por todo el apoyo brindado, por no hacer distinción de personas, por la excelente calidad humana. Un agradecimiento especial a la Lic. Irene Lema.

Un especial agradecimiento a todas las personas que me apoyaron, gracias por todo y que Dios les recompense y bendiga grandemente.

Cristian Alejandro Valencia Falcón

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	1
1.1 HIPÓTESIS.....	1
1.2 TESIS	1
1.3 OBJETIVOS.....	1
1.3.1 Objetivo General.....	1
1.3.2 Objetivos Específicos	1
CAPÍTULO 2	3
2.1 PROBLEMAS EXISTENTES EN IPV4.....	3
2.2 AGOTAMIENTO DE DIRECCIONES IP	4
2.3 MOTIVOS DE CAMBIO A IPV6	6
2.4 PROTOCOLO IPV6	6
2.4.1 Características de IPV6	7
2.4.2 Estructura de un paquete IPv6.....	7
2.4.2.1 Encabezado del paquete IPv6.....	8
2.4.3 Formato de una dirección IPv6.....	10
2.4.4 Direccionamiento IPv6.....	11
2.4.4.1 Unicast.....	11
2.4.4.2 Multicast	12
2.4.4.3 Anycast.....	13
2.4.5 Algoritmos de Enrutamiento	13
2.5 TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6.....	14
2.5.1 Dual stack.....	15
2.5.2 Túneles	16
2.5.3 Traducción de protocolos.....	17
2.6 PLAN DE DIRECCIONAMIENTO IPV6.....	17
2.6.1 Gestión de direcciones.....	18
2.6.1.1 Método Flexible.....	18
2.6.1.2 Distancia Potencia de dos.....	19
CAPÍTULO 3	21
3.1 RED ACTUAL DE LA UPS CAMPUS SUR.....	21

3.2 PLANIFICACIÓN DEL DIRECCIONAMIENTO IPV6 EN LA UPS CAMPUS SUR SEGÚN CEDIA.....	23
3.2.1 Análisis de la técnica Dual Stack en la frontera de la Universidad y la frontera del proveedor	25
3.2.2 Soporte IPv6 en la Universidad	26
3.3 DISEÑO DEL CAMPUS SUR SEGÚN CEDIA	27
3.4 TRANSICIÓN DE IPV6.....	28
3.4.1 Direccionamiento IPv6 en la Universidad Politécnica Salesiana.....	28
3.4.2 Direccionamiento IPv6 en la Universidad Politécnica Salesiana para la subred CIMA	34
3.5 CONFIGURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DUAL STACK ENTRE IPV6 E IPV4 PARA LA SUBRED CIMA.....	35
3.5.1 Configuración entre TELCONET y UPS-SUR.....	35
3.5.2 Ping IPv6 Nativo, Ping desde Router de frontera a Router del Proveedor.	37
3.5.3 Configuración e implementación del router de frontera con Switch Catalyst 3750	38
3.5.3.1 Configuración del Router Cisco 2801.	39
3.5.3.2 Configuración del Switch Core Catalyst 3750	41
3.5.4 Protocolo de Enrutamiento.	44
3.6 SOPORTE IPV6 EN SISTEMAS OPERATIVOS Y APLICACIONES.....	45
3.6.1 Soporte IPv6 en sistemas operativos Windows XP.....	45
3.6.2 Soporte IPv6 en sistemas operativos Windows Vista y Windows 7	47
3.6.3 Soporte IPv6 en sistemas operativos Linux- Centos	47
3.7 SOPORTE IPV6 APLICACIONES	48
3.8 CONEXIÓN A INTERNET MEDIANTE IPV6.....	50
3.8.1 Prueba de conectividad IPv6	50
CAPÍTULO 4.....	52
4.1 FUNCIONALIDAD CON LAS DIRECCIONES IPV6.....	52
4.1.1 Resultado de conectividad utilizando Test-ipv6.com.....	52
4.1.2 Resultado de conectividad utilizando la aplicación Firefox Mozilla	54
4.1.3 Resultado de conectividad utilizando Wireshark	56
4.2 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CONFIGURACIÓN DE DUAL STACK. ..	61
4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	62

4.3.1	Técnicos.....	62
4.3.2	Económicos	63
CAPÍTULO 5.....		65
5.1	CONCLUSIONES	65
5.2	RECOMENDACIONES.....	66
5.3	GLOSARIO.....	68
5.4	BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXO A.....		72
CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS.....		72
A.1	ROUTER CISCO 2801	72
A.2	CARACTERÍSTICAS DEL SWITCH CATALYST 3750.....	73
A.3	PASOS PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL IOS 3750 EN SWITCHES EN STACK.....	74
A.4	CARACTERÍSTICAS DEL SWITCH CATALYST 3750 ACTUALIZADO	77
ANEXO B.....		79
CARACTERÍSTICAS DE LAS RFC.....		79
B.1	RFC 3177.....	79
B.2	RFC 3531.....	80
B.2.1	Esquema	81
B.2.2	Descripción del Algoritmo	82
ANEXO C.....		84
PLAN DE DISTRIBUCIÓN IPV6 EN LA UPS CAMPUS SUR		84
C.1	DISTRIBUCIÓN DE REDES Y SUBREDES EN IPV6.....	85
C.1.1	Direccionamiento de las interfaces.....	85
C.1.2	Direccionamiento VLAN1 Virtual LAN DEFAULT.....	86
C.1.3	Direccionamiento VLAN2 Virtual LAN DMZ.....	87
C.1.4	Direccionamiento VLAN3 Virtual LAN ADMINISTRATIVA.....	89
C.1.5	Direccionamiento Vlan4 (Virtual LAN ESTUDIANTES).....	90
C.1.6	Direccionamiento VLAN5 CISCO.....	91
C.1.7	Direccionamiento VLAN6 SUN	92
C.1.8	Direccionamiento VLAN7 SALAPROF	93

C.1.9	Direccionamiento VLAN8 SALA-INTERNET	94
C.1.10	Direccionamiento VLAN9 MICROSOFT.....	95
C.1.11	Direccionamiento VLAN10 WIRELESS	96
C.1.12	Direccionamiento VLAN11 IPT	97
C.1.13	Direccionamiento VLAN12 SALA-CECASI	98
C.1.14	Direccionamiento VLAN13 VLAN VIDEO.....	99
C.1.15	Direccionamiento VLAN14 VLAN HP	100
C.1.16	Direccionamiento VLAN15 ELECTRONICA.....	101
C.1.17	Direccionamiento VLAN16 VLAN TELCONET.....	102
C.1.18	Direccionamiento VLAN17 WLAN-IPCAM-CECASIS.....	103
C.1.19	Direccionamiento VLAN18 WLAN-IPCAM-ELECTRONICA	104
C.1.20	Direccionamiento VLAN19 INVESTIGACION	105
C.1.21	Direccionamiento VLAN20 INTERNET-LOCAL	106
C.1.22	Direccionamiento VLAN21 CIMA-SRV	107
C.1.23	Direccionamiento VLAN22 RUI.....	108
ANEXO D.....		110
RESUMEN DE PASOS PARA LA TRANSICIÓN IPV4 A IPV6 EN CUALQUIER VLAN DE LA UPS CAMPUS SUR.....		110
D.1	CONFIGURACIÓN DE CUALQUIER VLAN	110
D.2	CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS INTERMEDIOS Y FINALES	110

Índice de Figuras

Figura 2. 1 Asignación de direcciones a los RIRs (Registro Nacional).	5
Figura 2. 3 Paquete IP. Cabecera IPv6.	8
Figura 2. 4 Formato del encabezado IPv6.	8
Figura 2. 5 Contextos de direcciones unicast.	12
Figura 2. 6 Estructura direcciones multicast.	12
Figura 2. 7 Clasificación y evolución de los protocolos de enrutamiento.....	14
Figura 2. 8 Dual Stack.	15
Figura 2. 9 Túnel IPv6 sobre IPv4.....	16
Figura 2. 10 Método flexible.	19
Figura 2. 11 Método distancia Potencia de dos.	20
Figura 3. 1 Topología de la red actual UPS-UIO Campus SUR	21
Figura 3. 2 Distribución de Vlans de la UPS Campus Sur.	22
Figura 3. 3 Plan IPv4 UPS Campus Sur	23
Figura 3. 4 Arquitectura del plan piloto para la transición IPv4 a IPv6 en la Sub Red CIMA.....	27
Figura 3. 5 Distribución de una dirección IPv6.....	29
Figura 3. 6 Diseño de la red IPv6 UPS Campus Sur.	34
Figura 3. 7 Configuraciones de Telconet	36
Figura 3. 8 Configuración del Router de frontera	36
Figura 3. 9 Ping Red Avanzada en Ecuador.....	37
Figura 3. 10 Ping Red Avanzada en Europa.....	37
Figura 3. 11 Ping Internet Comercial.	38
Figura 3. 12 Estructura del Plan Piloto.....	39
Figura 3. 13 Configuración de F0/0 del router de frontera.....	40
Figura 3. 14 Configuración del router de frontera.....	41
Figura 3. 15 Activación de IPv6 en el switch Core.	42
Figura 3. 16 Comandos IPv6 disponibles en el switch Core.	42
Figura 3. 17 Configuración de ACL en IPv6.	43
Figura 3. 18 Configuración de la VLAN CIMA-SRV	43
Figura 3. 19 Enrutamiento estático entre Vlans	44
Figura 3. 20 Configuración IPv6 en Windows XP	46

Figura 3. 21 Configuración IPv6 en Windows XP	46
Figura 3. 22 Interfaz grafica para IPv6.....	47
Figura 3. 23 Configuración IPv6 en Linux.....	48
Figura 3. 24 Pagina en IPv6 www.v6.facebook.com	49
Figura 3. 25 Buscador google http://ipv6.google.com/	49
Figura 3. 26 Conectividad de Dual Stack	51
Figura 3. 27 Detalles de la Red IPv4 e IPv6.....	51
Figura 4. 1 Conectividad IPv6.....	53
Figura 4. 2 Prueba DNS.....	53
Figura 4. 3 Información Técnica de la conectividad	54
Figura 4. 4 Paginas en IPv6.....	55
Figura 4. 5 Paginas con Dual Stack.....	56
Figura 4. 6 Proceso de captura de paquetes.....	57
Figura 4. 7 Captura de paquetes IPv6 e IPv4	58
Figura 4. 8 Características del paquete IPv6	59
Figura 4. 9 Características de la Trama	59
Figura 4. 10 Dirección origen/ destino del paquete.....	60
Figura 4. 11 Puertos Origen /destino del paquete.....	60
Figura 4. 12 Datos del paquete IPv6	61
Figura 4. 13 Resultados de la configuración Dual Stack.....	62
Figura A. 1 Características del router 2801	72
Figura A. 2 Características del Switch Catalys 3750	74
Figura A. 3 Switch en Stack	75
Figura A. 4 Características del IOS actualizado en el Switch Catalys 3750.....	77
Figura A. 5 Características IPv6 en el Switch Catalys 3750.....	78
Figura B. 1 Esquema de direccionamiento	81
Figura D. 1 Configuración en el switch core.....	111

Índice de Tablas

Tabla 3. 1 Rango de direcciones que CEDIA asigno a las instituciones.....	25
Tabla 3. 2 Características de Equipos del Plan Piloto.	26
Tabla 3. 3 Asignación de direcciones de Facultades o dependencias.	31
Tabla 3. 4 Asignación de direcciones de Facultades o dependencias.	31
Tabla 3. 5 Tabla de direccionamiento IPv6 para cada dependencia.....	33
Tabla 3. 6 Comandos para diagnosticar en router de frontera.....	45
Tabla 3. 7 Aplicaciones de uso común.....	48
Tabla 4. 1 Presupuesto de la implementación.	63
Tabla B. 1 Asignación de bits de izquierda.....	82
Tabla B. 2 Asignación de bits derecha.	83
Tabla B. 3 Asignación de bits centro.....	83
Tabla C. 1 Planificación IPv6.....	85
Tabla C. 2 Direccionamiento de las Interfaces en binario.....	86
Tabla C. 3 Direccionamiento de las interfaces en binario.....	86
Tabla C. 4 Direccionamiento Vlan1 Virtual LAN DEFAULT en binario.	87
Tabla C. 5 Direccionamiento Vlan1 Virtual LAN DEFAULT.	87
Tabla C. 6 Direccionamiento Vlan2 Virtual LAN DMZ en binario.	88
Tabla C. 7 Direccionamiento Vlan2 Virtual LAN DMZ.....	88
Tabla C. 8 Direccionamiento Vlan3 Virtual LAN ADMINISTRATIVA en binario.....	89
Tabla C. 9 Direccionamiento Vlan3 Virtual LAN ADMINISTRATIVA.....	89
Tabla C. 10 Direccionamiento Vlan4 Virtual LAN ESTUDIANTES en binario	90
Tabla C. 11 Direccionamiento Vlan4 Virtual LAN ESTUDIANTES	90
Tabla C. 12 Direccionamiento Vlan5 CISCO en binario	91
Tabla C. 13 Direccionamiento Vlan5 CISCO.	91
Tabla C. 14 Direccionamiento Vlan6 SUN en binario.....	92
Tabla C. 15 Direccionamiento Vlan6 SUN.....	92
Tabla C. 16 Direccionamiento Vlan7 SALAPROF en binario	93
Tabla C. 17 Direccionamiento Vlan7 SALAPROF.	93
Tabla C. 18 Direccionamiento Vlan8 SALA-INTERNET en binario.	94
Tabla C. 19 Direccionamiento Vlan8 SALA-INTERNET.....	94
Tabla C. 20 Direccionamiento Vlan9 MICROSOFT en binario.....	95

Tabla C. 21 Direccionamiento Vlan9 MICROSOFT.	95
Tabla C. 22 Direccionamiento Vlan10 WIRELESS en binario	96
Tabla C. 23 Direccionamiento Vlan10 WIRELESS.	96
Tabla C. 24 Direccionamiento Vlan11 IPT en binario.....	97
Tabla C. 25 Direccionamiento Vlan11 IPT.	97
Tabla C. 26 Direccionamiento Vlan12 SALA-CECASI en binario.....	98
Tabla C. 27 Direccionamiento Vlan12 SALA-CECASI.	98
Tabla C. 28 Direccionamiento Vlan13 VLAN VIDEO en binario	99
Tabla C. 29 Direccionamiento Vlan13 VLAN VIDEO.	99
Tabla C. 30 Direccionamiento Vlan14 VLAN HP en binario.....	100
Tabla C. 31 Direccionamiento Vlan14 VLAN HP.....	100
Tabla C. 32 Direccionamiento Vlan15 ELECTRONICA en binario	101
Tabla C. 33 Direccionamiento Vlan15 ELECTRONICA.	101
Tabla C. 34 Direccionamiento Vlan16 VLAN TELCONET en binario	102
Tabla C. 35 Direccionamiento Vlan16 VLAN TELCONET.	102
Tabla C. 36 Direccionamiento Vlan17 WLAN-IPCAM-CECASIS en binario	103
Tabla C. 37 Direccionamiento Vlan17 WLAN-IPCAM-CECASIS.	103
Tabla C. 38 Direccionamiento Vlan18 WLAN –IPCAM-ELECTRONICA en binario	104
Tabla C. 39 Direccionamiento Vlan18 WLAN–IPCAM-ELECTRONICA.	104
Tabla C. 40 Direccionamiento Vlan19 INVESTIGACION en binario.....	105
Tabla C. 41 Direccionamiento Vlan19 INVESTIGACION.....	105
Tabla C. 42 Direccionamiento Vlan20 INTERNET-LOCAL en binario.....	106
Tabla C. 43 Direccionamiento Vlan20 INTERNET-LOCAL.....	106
Tabla C. 44 Direccionamiento Vlan21 CIMA-SRV en binario	107
Tabla C. 45 Direccionamiento Vlan21 CIMA-SRV.	107
Tabla C. 46 Direccionamiento Vlan22 RUI en binario	108
Tabla C. 47 Direccionamiento Vlan22 RUI.	108

RESUMEN

El protocolo de Internet versión 4 (IPv4) en las últimas décadas ha sufrido un gran crecimiento, la incorporación de nuevos usuarios, dispositivos, servicios, aplicaciones y en general la innovación en Internet ha producido escases de direcciones IPv4.

Debido a este motivo se ha desarrollado el protocolo de Internet versión 6 (IPv6), el cual soluciona este problema y permite el desarrollo de aplicaciones para las próximas décadas. En la actualidad, el soporte IPv6 que ofrecen los fabricantes de equipos y programas computacionales ha alcanzado un desarrollo que permite la transición a redes IPv6.

Este trabajo presenta el desarrollo e implementación de un plan piloto para la Transición de la actual red basada en el protocolo IPv4 a una red IPv6 en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur dentro de la Subred CIMA conectada directamente a Internet. Los criterios utilizados para el plan de integración de IPv6 se realizarán de acuerdo al Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado CEDIA.

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, se han desarrollado innumerables tecnologías y varios servicios que han modificado la forma de comunicación entre las personas a lo largo del mundo, sin duda las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) se han convertido en una forma de vida diaria. Se puede observar como los medios tradicionales de comunicación, telefonía, mensajería y televisión, entre otros, convergen en una única red de comunicación. El internet ha tenido una creciente demanda que ha dejado en descubierto las limitaciones del protocolo IPv4 que fue desarrollado en la década de los 70 como una forma de interconectar un número de redes, jamás se pensó que llegaría a ser una base de una red de millones de usuarios. Su principal limitación, el bajo número de direcciones disponibles, ha restringido el desarrollo de nuevas aplicaciones y tecnologías en internet.

El protocolo IPv6 fue desarrollado durante la década de los 90 con el fin de sustituir a IPv4 como protocolo dominante en Internet. IPv6 soluciona los problemas fundamentales de IPv4 y entrega una base para futuros desarrollos y avances en Internet.

La transición a IPv6 ha sido un proceso lento, a pesar que se pronostica que en pocos años se producirá el agotamiento total de las direcciones IPv4.

El principal objetivo de éste trabajo es la Implementación de un plan piloto para la transición a la red IPv6 al interior de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur dentro de la subred CIMA con salida directa hacia Internet.

En éste trabajo se cubren diversos aspectos, entre ellos el desarrollo de un plan de direccionamiento IPv6. El trabajo y los resultados aquí expuestos constituyen el primer paso para una futura migración a IPv6 de todos los servicios ofrecidos por la red institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.

En el capítulo 1 de este trabajo se plantea la hipótesis y objetivos que se desarrollarán al realizar dicho proyecto.

En el capítulo 2 se analizará los problemas actuales que presenta el protocolo IPv4, y como éstos justifican la necesidad de adoptar IPv6, además se describirá brevemente el protocolo IPv6, con el fin de establecer el marco teórico necesario para permitir al lector

comprender los pasos realizados en la implementación de la red IPv6 en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

En el capítulo 3 se realizará un análisis de la red institucional de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur, se establecerá una planificación de direccionamiento Ipv6 mediante CEDIA, se presentará el diseño de la red IPv6, describiendo los protocolos de enrutamiento utilizados, el plan de direccionamiento creado y la configuración utilizada en los equipos, así como un breve acercamiento al soporte IPv6 existente en sistemas operativos y aplicaciones.

En el capítulo 4 se presentará las pruebas de desempeño de IPv6 de acuerdo a la planificación de direcciones, se analizará los aspectos del protocolo IPv6 en el desempeño del método de transición Dual Stack.

Finalmente, en el capítulo 5 se entregarán las conclusiones finales y recomendaciones para un futuro plan de transición o migración total a IPv6.

CAPÍTULO 1

1.1 Hipótesis

Es posible la implementación de un Plan Piloto para la transición de IPv4 a IPv6, dentro de la Subred CIMA (Centro de Investigación Ambiental) con la frontera del proveedor Telconet, IPv4 presenta como limitación principal el bajo número de direcciones disponibles, lo cual ha restringido el desarrollo de nuevas aplicaciones y tecnologías en Internet, la Universidad Politécnica Salesiana se ve en la necesidad de realizar pruebas dentro de una subred, para aplicarlas en un futuro plan de transición total de IPv6.

1.2 Tesis

La implementación de un Plan piloto para la transición de IPv4 a IPv6, mediante la arquitectura completa de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur; dicha transición se realizará a través del protocolo Dual Stack, el cual permite la utilización de nodos IPv6/IPv4; éstos tienen la habilidad de enviar y recibir paquetes IPv6 e IPv4.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementar un Plan Piloto para la transición de IPv4 a IPv6 utilizando el Protocolo Dual Stack en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur dentro de la subred CIMA, con la frontera de la Universidad y la frontera del Proveedor Telconet.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar el direccionamiento de la plataforma IPv4 en dispositivos intermedios y dispositivos finales, en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

- Establecer diferencias, ventajas y desventajas entre las dos plataformas IPv4 e IPv6.
- Realizar el desarrollo y planificación del direccionamiento para la red IPv6 en los dispositivos intermedios, finales, para la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.
- Desarrollar el piloto en la subred CIMA la cual se interconectará con la frontera del proveedor y la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.
- Analizar la técnica Dual Stack la cual ejecuta los protocolos IPv4 e IPv6 de manera simultánea en los nodos de una red.

CAPÍTULO 2

El crecimiento explosivo en el uso de Internet ha llevado a las personas a aprender nuevas tecnologías, y familiarizarse con palabras como: IP, que es el protocolo encargado de transportar paquetes de información de una máquina a otra sobre la capa de Red, su versión actual es la cuatro (IPv4).

Debido al crecimiento exponencial de las direcciones IPv4 surgen algunas interrogantes de cómo solucionar los problemas que trae consigo un protocolo mal diseñado como es el caso de IPv4 y cómo hacerlo sin tener que cambiar toda la infraestructura actual.

Una posible solución es el Protocolo de Internet versión 6 (IPv6), que además de solucionar el problema del agotamiento de direcciones IPv4, también cuenta con nuevas características como es la seguridad incorporada por medio de dos nuevos campos en el encabezado del paquete IP, reducción de las tablas de enrutamiento, calidad de servicio entre otros.

En éste capítulo se hablará en primer lugar de la necesidad de IPv6, después se describirá cada una de las características, direccionamiento y mecanismos de configuración de IPv6.

2.1 Problemas existentes en IPV4

El protocolo de Internet (IP) se ubica en la capa 3 del modelo OSI y su función es entregar paquetes desde un nodo de origen a uno de destino, basado en la dirección escrita en cada paquete. El protocolo de Internet versión 4 (IPv4) es la cuarta iteración del protocolo IP y la primera versión en ser utilizada en ambientes de producción. Es el protocolo dominante en Internet, utilizado para conectar redes de forma interna y hacia el exterior. Dentro de sus principales características se encuentran:

- **Enrutamiento y direccionamiento:** Provee una dirección única a cada dispositivo de una red de paquetes. IPv4 fue especialmente diseñado para facilitar el enrutamiento de información (paquetes) a través de redes de diversa complejidad.

- **Mejor esfuerzo:** El protocolo IP provee un servicio de transmisión de paquetes no fiable (o de mejor esfuerzo). No se asegura que los paquetes enviados lleguen correctamente al destino. ¹

Quizás el principal problema de IPV4 es, que fue diseñado inicialmente para interconectar unos pocos computadores en redes muy simples, éste problema ha causado que en el último tiempo, se noten diversos problemas existentes en IPv4, asociados al crecimiento de Internet y a la aparición de nuevas tecnologías y servicios que requieren conectividad IP.

2.2 Agotamiento de direcciones IP

Una dirección IPv4 tiene un tamaño de 32 bits, los que permiten tener alrededor de 4.294.967.296 (2^{32}) direcciones a asignar. En sus inicios ésta cifra parecía ser interminable, por lo cual, se utilizaron métodos de distribución poco eficientes, uno de los más conocidos, la asignación por clases, el cual asignó bloques de direcciones grandes a organizaciones que solo requerían unas pocas, lo que ha generado que actualmente muchas organizaciones posean un gran número de direcciones que no se encuentran utilizadas.

Los primeros reportes de alerta sobre el inminente agotamiento de direcciones IP se dieron a conocer alrededor de 1990².

A partir de ese momento se emplearon diversas soluciones y protocolos que han permitido extender la vida útil de IPv4, entre ellos se tiene:

- Traducción de direcciones de red (NAT)
- El enrutamiento sin clases entre dominios (CIDR)
- Asignaciones temporales de direcciones (DHCP).

Antiguamente, el IANA (“Internet Assigned Numbers Authority”) tenía a su cargo el manejo de los bloques de direcciones IPv4 que se encuentran libres, el 3 de febrero de

¹ INFORMATION Sciences Institute, University of Southern California. RFC 791 Internet Protocol Darpa Internet Program Protocol Specification. Septiembre 1981.

² SOLENSKY, Frank. Continued Internet Growth. Proceedings of the 18th Internet Engineering Task Force. IEEE, 1990, pp 59-61.

2011, el IANA asignó los últimos bloques libres a los RIRs, efectivamente agotando el *pool* de direcciones IPv4 disponibles.

Junto a ésta Organización, se encuentran los registros regionales de Internet (AFRINIC, APNIC, ARIN, LACNIC y RIPENCC), correspondientes a África, Asia, América anglosajona, América Latina, Europa, respectivamente.

“El IANA asigna bloques de prefijo /8, a los registros regionales. El espacio real de direcciones disponibles para ser asignadas es de 223 bloques /8, los cuales representan 16.777.214 direcciones cada uno”³.

En la Figura 2.1 se observa la utilización de los bloques /8.”

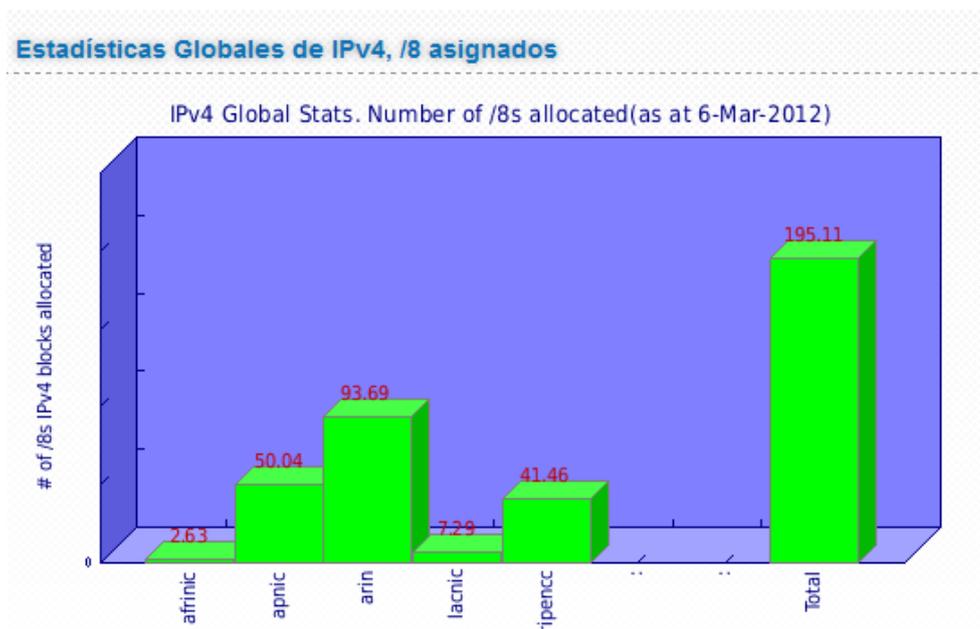


Figura 2. 1 Asignación de direcciones a los RIRs (Registro Nacional).

Fuente: <http://portalipv6.lacnic.net/es/ipv6/estad-sticas/ipv4>

En la figura 2.1 se puede observar que la Región con más asignaciones corresponde al ARIN, que es el Registro Regional de Internet para América Anglosajona destacando en ésta organización EEUU y Canadá, los países con más asignaciones de direcciones.

Con el agotamiento de las direcciones libres manejadas por la IANA, los Organismos Regionales no podrán solicitar direcciones adicionales, es ahí cuando se necesitaría usar las direcciones de reserva, lo que produciría un agotamiento de las mismas, sin tener

³ IPv4 Address Report.

<http://www.potaroo.net/tools/ipv4/> [consulta: 20 Julio 2011]

opción a solicitar un bloque adicional al IANA, se estima que éste evento suceda a finales del 2012.

Cabe recalcar que todo lo mencionado anteriormente son predicciones basadas en las demandas anuales en promedio, no son datos exactos.

2.3 Motivos de cambio a IPV6

Algunos de los principales motivos de cambio de IPV6 son:

- Tamaño de dirección de 128 bits de IPv6 vs. 32 bits de IPv4, esto permite soportar más niveles de direccionamiento jerárquico.
- La simplificación del formato del encabezado, con esto se ganó la reducción de las tablas de enrutamiento y se mejoró el rendimiento de los routers, ya que al ocupar menos tiempo analizando los campos de los encabezados, se mantienen bajos los costos del ancho de banda a pesar de que se cuadruplicaron las direcciones.
- Debido a dos encabezados opcionales se puede tener autenticación, privacidad, integridad de datos y confidencialidad.

2.4 Protocolo IPV6

Durante la primera década de operación de la Internet basada en TCP/IP, a fines de los 80s, se hizo aparente que se necesitaba desarrollar métodos para conservar el espacio de direcciones. A principios de los 90s, incluso después de la introducción del rediseño de redes sin clase, se hizo claro que no sería suficiente para prevenir el agotamiento de las direcciones IPv4.

En muchos aspectos, IPv6 es una extensión conservadora de IPv4. La mayoría de los protocolos de transporte y aplicación necesitan pocos o ningún cambio para operar sobre IPv6. IPv6 especifica un nuevo formato de paquete, diseñado para minimizar el procesamiento del encabezado de paquetes.⁴

⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/IPv6> [consulta: 20 Julio 2011]

2.4.1 Características de IPV6

Entre las principales características de IPv6 se encuentran:

- **Mayor espacio de direccionamiento**

Las direcciones pasan de los 32 a 128 bits, o sea de 2^{32} direcciones (4.294.967.296) a 2^{128} direcciones (3.402823669 e38, o sea sobre 1.000 sextillones).

Esto hace que:

- Desaparezcan los problemas de direccionamiento del IPv4 actual.
- No sean necesarias técnicas como el NAT, para proporcionar conectividad a todos los ordenadores/dispositivos de la red.

Por tanto, todos los dispositivos actuales o futuros (ordenadores, IPADs, teléfonos GPRS o UMTS, neveras, lavadoras, etc.) podrán tener conectividad mediante una dirección ipv6 única asignada a cada dispositivo.

- **Seguridad**

Uno de los grandes problemas de Internet es su falta de seguridad en su diseño base. Este es el motivo por el que IPv6 incluye IPsec, que permite autenticación y encriptación del propio protocolo base, de forma que todas las aplicaciones se pueden beneficiar de ello.

- **Movilidad**

Con la movilidad (o roaming) ocurre lo mismo que en los puntos anteriores, una de las características obligatorias de IPv6 es la posibilidad de conexión y desconexión del ordenador de redes IPv6 y, por tanto, el poder viajar con él sin necesitar otra aplicación.”⁵

2.4.2 Estructura de un paquete IPv6

Un paquete IPv6 tiene una cabecera de tamaño fijo e igual a 40 bytes, el doble de la cabecera IPv4.

⁵ <http://www.elmundo.es/imasd/ipv6/queesipv6.html>

El aumento se debe a que el tamaño de los campos “Dirección Origen” y “Dirección destino” aumentaron su tamaño de 32 a 128 bits cada uno, como se muestra en la Figura 2.3.



Figura 2. 2 Paquete IP. Cabecera IPv6.

Fuente: http://vqdsconfig.blogspot.com/2011/05/protocolos-con-capas_08.html

2.4.2.1 Encabezado del paquete IPv6

El encabezado de un paquete IPv6 consta de dos partes: Un encabezado IPv6 base y una extensión de encabezados opcionales, tal y como puede verse en la figura 2.4

Versión	Clase de Tráfico	Etiqueta de Flujo	
Longitud de Carga Útil (Longitud <i>Payload</i>)		Sig. Cabecera	Límite de Saltos
Dirección IP Fuente De 128 bits			
Dirección IP Destino De 128 bits			
Datos (<i>Payload</i>)			

Figura 2. 3 Formato del encabezado IPv6.

Fuente: Autores

Algunos de los cambios de la cabecera IPv6 respecto a la cabecera IPv4 son:

- Tamaño de cabecera de 40 bytes.
- Direcciones incrementadas de 32 a 128 bits.
- Los campos de fragmentación y opciones son retirados de la cabecera básica.
- Retirado el checksum de la cabecera.
- Nuevo campo de Etiqueta de Flujo
- Existencia de Siguiente Cabecera (cabecera de extensión)
- Posee un tiempo de vida -> Limite de saltos

La cabecera de IPv6 consta de los siguientes campos:

- Versión: Con 4 bits de longitud, este campo sirve para identificar la versión del protocolo IP, es decir IPv4 o IPv6.
- Clase: Con 8 bits de longitud, este campo está diseñado para que enrutadores de envío y nodos mediante el origen de paquetes, identifiquen y distingan entre diferentes clases o prioridades de paquetes IPv6.
- Etiquetado de Flujos: Con 20 bits de longitud, este campo puede ser utilizado por un huésped para solicitar un trato especial a ciertos paquetes, tales como aquellos que requieran una calidad de servicio no por defecto ó una calidad de servicio de tiempo- real.
- Longitud de Carga: Con 16 bits de longitud, este campo se encarga de medir la longitud de la carga del paquete, la cual consta de todo lo que sigue después del encabezado IPv6, incluyendo los encabezados opcionales y protocolos de nivel superior, tales como TCP, FTP, etc. Este campo es similar al llamado Longitud Total en IPv4, pero a diferencia de este, Longitud de carga solo mide los datos después del encabezado, mientras que Longitud Total mide los datos y el encabezado.
- Siguiente Encabezado (next header): Con 8 bits de longitud, sirve para identificar al encabezado que sigue inmediatamente después del encabezado IPv6. Un paquete IPv6 además puede incluir cero, uno o más encabezados opcionales, por lo que dependiendo del número de encabezados que se contengan será el número de siguientes encabezados.

- Límite de Saltos: Con 8 bits de longitud, éste campo es análogo al campo time to live (TTL) en IPv4..
- Dirección fuente: Con 128 bits de longitud, este campo contiene la dirección IPv6 del nodo que originó el paquete.
- Dirección destino: Con 128 bits de longitud, este campo contiene la dirección IPv6 del nodo que se espera sea el destino final del paquete. Las palabras “se espera” son utilizadas ya que la dirección destino puede no ser el último destino del paquete si está presente un encabezado de enrutamiento.

2.4.3 Formato de una dirección IPv6

Todas las direcciones IPv6 están formadas por 8 campos de 16 bits, cada uno de éstos separados por dos puntos “:”.

Cada campo está representado por 4 caracteres hexadecimales (0-f).

Ejm: 2800:16:64::1

En el ejemplo mencionado anteriormente se puede observar que no están escritos los 8 campos, ya que se puede simplificar la escritura y memorización de direcciones, para esto se pueden aplicar las siguientes reglas a las direcciones IPv6:

- a) No se hace distinción entre mayúsculas y minúsculas.
Ejm: BA7C, es equivalente a ba7c.
- b) Los ceros al inicio de un campo son opcionales.
Ejm: 00f1 es equivalente a f1.
- c) Una sucesión de campos con ceros puede ser reemplazados por “::”

Tomando en cuenta la siguiente dirección: 1000:0015:0022:0000:0000:0000:0001:0015
Al aplicar las reglas anteriormente mencionados, se podría simplificar la escritura y se tendría el siguiente resultado: 1000:15:22::1:15, lo que permite tener una simplificación de la memorización de direcciones.

2.4.4 Direccionamiento IPv6

En IPv6 se han definido 3 tipos de direcciones:

- Unicast: Identifican a un nodo único y particular.
 - Local Unicast (Ip privada)
 - Global Unicast (Ip publica)
- Multicast: Identifican a un grupo de nodos.
 - Multicast es reenviado a todos los nodos pertenecientes al grupo.
 - No existen direcciones broadcast, reemplazando su uso con direcciones multicast que identifican a determinados grupos de dispositivos en una red.
- Anycast: Identifica a un grupo de nodos.
 - Anycast es enviado al nodo más cercano al emisor.
 - Una dirección anycast puede identificar a múltiples interfaces.⁶

2.4.4.1 Unicast

Las direcciones unicast identifican una única interfaz o nodo conectado a una red. Uno de los nuevos aspectos introducidos en IPv6 es el uso de contextos en las direcciones unicast. Estos contextos definen el dominio de una red, ya sea lógico o físico, optimizando su desempeño. En IPv6, las direcciones unicast pueden pertenecer a uno de los siguientes contextos:

- Local al enlace (“link-local”): Identifica a todos los nodos dentro de un enlace (capa 2) se utilizan solamente para autoconfiguración.
- Local único (“unique-local3”): Identifica a todos los dispositivos dentro de una red interna o sitio, compuesta por varios enlaces o dominios capa 2.
- Global: Identifica a todos los dispositivos ubicables a través de Internet.

Estos contextos presentan una estructura jerárquica, tal como se observa en la Figura2.5 El contexto global es el más amplio, englobando al resto.

⁶ <http://cursos.cedia.org.ec/mod/resource/view.php?id=7>

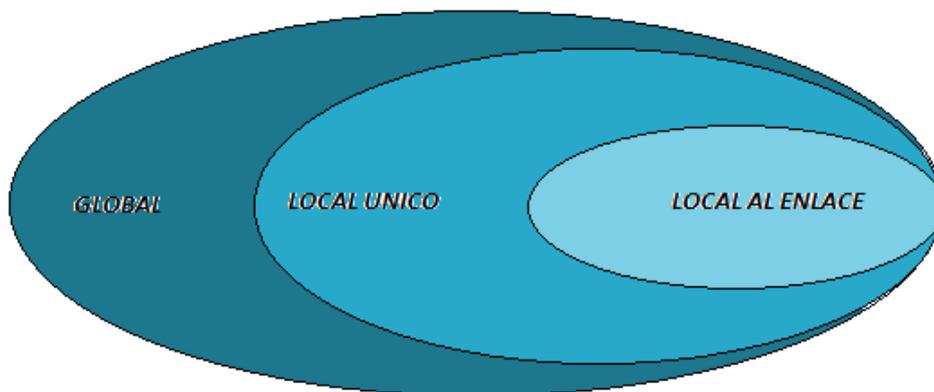


Figura 2. 4 Contextos de direcciones unicast.

Fuente: <http://apunts.virtualsociety.es>

A diferencia de IPv4, en IPv6 una interfaz puede poseer más de una dirección IP. Es así como por ejemplo un nodo puede poseer una dirección local al enlace para comunicarse con los dispositivos locales y una o más direcciones globales para comunicarse hacia Internet.

2.4.4.2 Multicast

Identificador para un conjunto de interfaces. En IPv6 el tráfico multicast opera de la misma forma que en IPv4. Dispositivos IPv6 ubicados en distintos lugares pueden recibir tráfico dirigido a una única dirección multicast.

Un paquete enviado a una dirección multicast es entregado a todas las interfaces identificadas por dicha dirección.

Las direcciones IPv6 “multicast” tienen la estructura presentada en la Figura 2.6

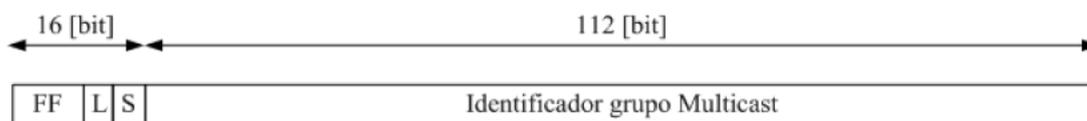


Figura 2. 5 Estructura direcciones multicast.

Fuente: www.es.tldp.org

El campo L indica el tiempo de vida de un grupo “multicast”, tomando el valor de 0 cuando es un grupo permanente y 1 cuando es un grupo multicast temporal. El campo S indica el contexto o alcance del grupo, en IPv6 elimina el uso de las direcciones “broadcast”, sustituyéndolas por direcciones “multicast”. Esto permite hacer una selección más precisa de los destinatarios de una solicitud, evitando sobrecarga de mensajes en redes de muchos nodos.⁷

2.4.4.3 Anycast

Dirección anycast es un identificador para un conjunto de interfaces (típicamente pertenecen a diferentes nodos). Es aquella que identifica a un grupo de interfaces. Los paquetes enviados a una dirección anycast son reenviados por la infraestructura de enrutamiento hacia la interfaz más cercana al origen del paquete.

Para configurar una dirección anycast, basta con configurar una misma dirección unicast en distintos dispositivos, junto con configurar en cada router una ruta directa hacia dicha dirección (/128). La idea es que cada router posea en su tabla de enrutamiento varias entradas hacia la misma dirección, con sus métricas asociadas. El uso de anycast permite entre otras cosas implementar balanceo de carga y tolerancia a fallas. Su uso se suele restringir al contexto de un sitio o red local. Las direcciones anycast, al igual que las multicast solo son válidas como direcciones de destino en los paquetes IPv6.

2.4.5 Algoritmos de Enrutamiento

IPv6 no implica que se necesiten cambios significativos o nuevos protocolos para su correcto funcionamiento.

Lo que se ha realizado para aprovechar las nuevas características de IPv6, es desarrollar nuevas versiones o complementos a los protocolos de enrutamiento más utilizados ya existentes. En la Figura 2.7 se presentan las nuevas versiones desarrolladas para IPv6.

⁷ <http://cursos.cedia.org.ec/mod/resource/view.php?id=7>

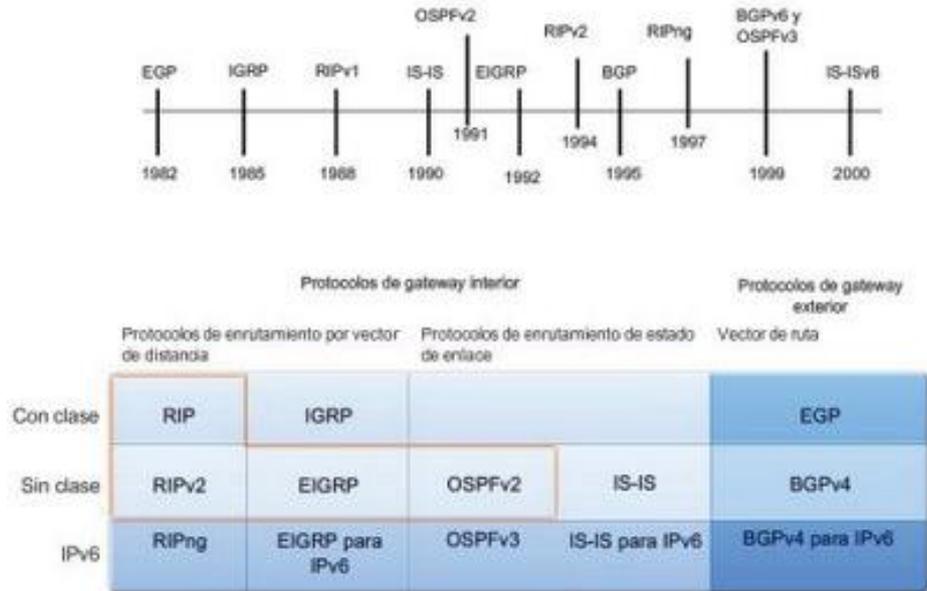


Figura 2. 6 Clasificación y evolución de los protocolos de enrutamiento.

Fuente: <http://networkeando.blogspot.com/2008/11/evolucin-de-los-protocolos-de.html>.

2.5 Transición de IPv4 a IPv6.

La conversión de redes IPv4 a IPv6 tardará un largo período de tiempo, por lo que en el diseño de IPv6 se han tomado en cuenta mecanismos que permitan la coexistencia y comunicación de ambos protocolos.

Estos mecanismos de transición se dividen en tres clases principales:

- **Dual stack:** para permitir la coexistencia de IPv4 e IPv6 en el mismo dispositivo y redes.
- **Túneles IPv6:** encapsulan paquetes IPv6 en paquetes IPv4.
- **Traductores IPv6 a IPv4:** permiten la comunicación entre dispositivos que son sólo IPv6 y aquellos que son sólo IPv4.

A continuación se detallará cada uno de éstos mecanismos.

2.5.1 Dual stack

Este mecanismo de transición permite a un enrutador, host o servidor utilizar un stack IPv4 y un stack IPv6 simultáneamente, lo que trae consigo dos grandes ventajas: por un lado un nodo con dual stack puede comunicarse con nodos que solo tienen un stack IPv4 de manera nativa y por el otro también puede comunicarse con nodos que solo tengan habilitado el stack IPv6 de manera nativa. Su principal desventaja es la necesidad de contar con una infraestructura de red que soporte el tráfico IPv6 de manera nativa.

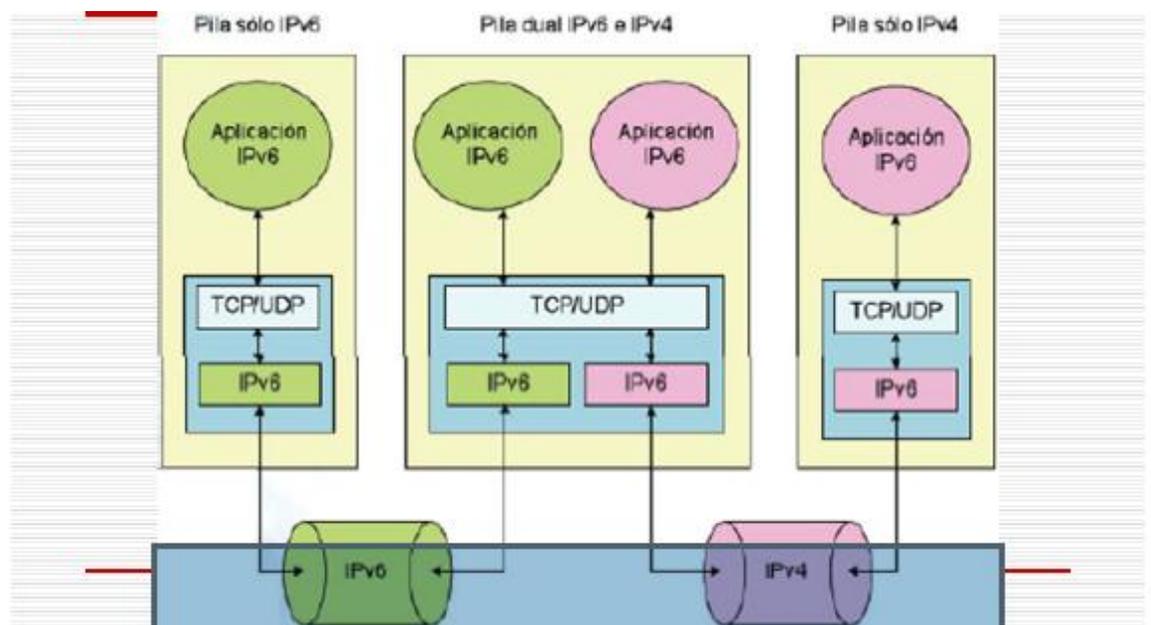


Figura 2. 7 Dual Stack.

<http://www.cedia.org.ec>

Ventajas:

- Pueden coexistir en una misma organización.
- Evita problemas con los mecanismos de traducción.

Desventajas:

- Es necesaria la gestión de dos redes paralelas.
- Incrementa la dificultad en el desarrollo de las aplicaciones.⁸

⁸ www.cedia.org.ec

2.5.2 Túneles

Éste mecanismo de transición permite a un enrutador IPv6, host IPv6 o servidor IPv6 comunicarse con otras redes IPv6 a través de la infraestructura IPv4 actual. Esta técnica consiste en encapsular los paquetes IPv6 dentro de paquetes IPv4 y entonces enviarlos sobre una red IPv4 a un nodo IPv4 destino el cual se encargará de extraer los paquetes IPv6 y entregarlos a su destino final. La principal ventaja de éste mecanismo de transición es que solo es necesario tener un Dual Stack en los nodos que servirán como extremos del túnel.

Ventajas:

- Es más sencilla la administración de las islas.
- Sistemas más baratos.
- Aplicaciones más sencillas.
- Existe una amplia experiencia.

Desventajas:

- Mayor complejidad en el enrutamiento.

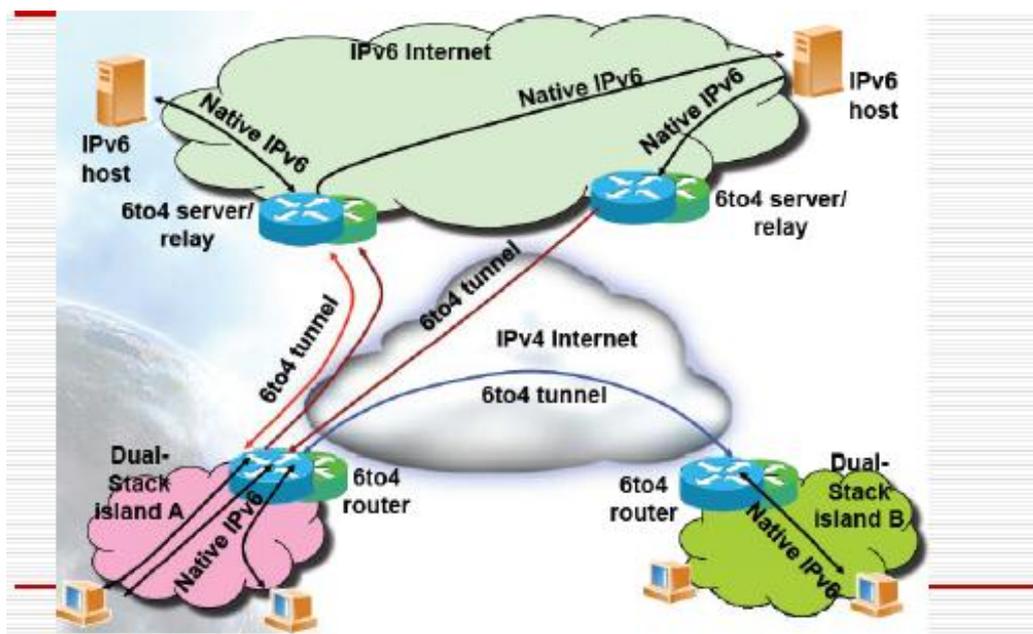


Figura 2. 8 Túnel IPv6 sobre IPv4.

Fuente: www.cedia.org.ec.

2.5.3 Traducción de protocolos.

Este mecanismo de transición permite a un nodo que solo cuenta con el stack IPv6 habilitado dentro de una red IPv6 comunicarse con otro nodo que solo tiene el stack IPv4 habilitado dentro de una red IPv4. Sin embargo, ésta técnica requiere tener habilitados mecanismos de traducción entre IPv4 e IPv6 en las orillas de ambas redes (enrutadores).

2.6 Plan de direccionamiento IPv6.

El plan de direccionamiento o numeración tiene como objetivo la asignación de direcciones del espacio de direccionamiento IPv6 asignado por un Regional Internet Registry (RIR). Dicha asignación es para las diferentes redes y subredes existentes en una red operativa así como las planeadas a futuro.

Para ello se puede considerar el criterio RFC3177 y tendencias reales.⁹

- Todas las redes internas que vayan a desplegar IPv6 tendrán un prefijo /64.
- Necesario para la construcción automática de direcciones IPv6 de tipo Unicast y/o Anycast.

Los clientes residenciales (acceso xDSL, FTTx, etc.), como corporativos (empresas, ISPs, Universidad, etc.) podrán recibir prefijos de longitud /48. Esto posibilita crear hasta 2^{16} subredes (65.536) IPv6 de prefijo /64

La asignación de 65.536 posibles subredes IPv6 de prefijo /64 puede parecer excesiva, sin embargo existen varias razones para ello.

- El despliegue futuro de redes NGN facilitará la implementación de servicios nuevos como VoIP, IPTV, entre otros, cuya distribución puede requerir el uso de redes /64 específicas para cada usuario final

⁹ DIA1-1-3.Consulintel_Curso-IPv6_WALC2011.pdf

- Es previsible la llegada en los próximos años de nuevas aplicaciones y/o servicios, aun inimaginables, basadas en domótica, inteligencia ambiental, etc. que requieran un espacio de direccionamiento propio y separado del resto de tráfico, en la red del usuario final. Por ejemplo, podría ser necesario tener redes IPv6 /64 exclusivas para conectar electrodomésticos de la cocina, otra red diferente para sensores de presencia ubicados en las habitaciones del usuario, otra red para dispositivos de seguridad como detectores de humo, gas, etc.

2.6.1 Gestión de direcciones.

Para la Gestión de direcciones se puede usar el método flexible de asignación de bits recomendada por la RFC 3531 y el método de distancia de potencia de dos, que se describirá a continuación.

2.6.1.1 Método Flexible

Se especifica en el RFC3531 una manera flexible de asignar los bits de un prefijo que permite posponer al máximo la decisión del número de bits a asignar, si se divide una dirección IPv6 en N partes (p_1, p_2, \dots, p_N), la asignación de direcciones de p_1 se hará usando los bits más a la izquierda, la de p_N usando los bits más a la derecha y para el resto (p_2, \dots, p_N) se fijará un límite arbitrario y se usarán los bits centrales de cada parte.¹⁰

¹⁰ DIA1-1-3.Consulintel_Curso-IPv6_WALC2011.pdf

Prefijo Inicial	Asignación (binario)	Asignación (hexadecimal)	Prefijo Asignar	Orden
2001:db8::/32	0000 0000 1000 0000	0080	2001:db8:0080::/48	1
	0000 0001 0000 0000	0100	2001:db8:0100::/48	2
	0000 0001 1000 0000	0180	2001:db8:0180::/48	3
	0000 0000 0100 0000	0040	2001:db8:0040::/48	4
	0000 0000 1100 0000	00C0	2001:db8:00C0::/48	5
	0000 0001 0100 0000	0140	2001:db8:0140::/48	6
	0000 0001 1100 0000	01C0	2001:db8:01C0::/48	7
	0000 0010 0000 0000	0200	2001:db8:0200::/48	8
	0000 0010 0100 0000	0240	2001:db8:0240::/48	9
	0000 0010 1000 0000	0280	2001:db8:0280::/48	10
	0000 0010 1100 0000	02C0	2001:db8:02C0::/48	11
	0000 0011 0000 0000	0300	2001:db8:0300::/48	12
	0000 0011 0100 0000	0340	2001:db8:0340::/48	13
	0000 0011 1000 0000	0380	2001:db8:0380::/48	14
	0000 0011 1100 0000	03C0	2001:db8:03C0::/48	15
	0000 0000 0010 0000	0020	2001:db8:0020::/48	16

Figura 2. 9 Método flexible.

Fuente: DIA1-1-3.Consulintel_Curso-IPv6_WALC2011.pdf

En la figura 2.10 se muestra la asignación binaria, utilizando el método flexible.

2.6.1.2 Distancia Potencia de dos.

En la práctica lo que se suele hacer es simplificar el método flexible haciendo asignaciones de prefijos con cierta “distancia”

- A mayor “distancia” mayor flexibilidad futura, pero también mayor “desperdicio” de direcciones (siempre se podrán asignar a otro usuario pero perdiendo flexibilidad).
- En el futuro se podrán asignar prefijos contiguos a los ya previamente asignados, éstos se agregarán para formar un prefijo mayor.

En la figura 2.11 muestra la asignación en binario con distancia potencia de dos.

Prefijo Inicial	Asignación (binario)	Asignación (hexadecimal)	Prefijo Asignar	Orden
2001:db8::/32	0000 0000 0000 0000	0000	2001:db8:0000::/48	1
	0000 0000 0000 0100	0004	2001:db8:0040::/48	2
	0000 0000 0000 1000	0008	2001:db8:0080::/48	3
	0000 0000 0000 1100	000C	2001:db8:000C::/48	4
	0000 0000 0001 0000	0010	2001:db8:0010::/48	5
	0000 0000 0001 0100	0014	2001:db8:0014::/48	6
	0000 0000 0001 1000	0018	2001:db8:0018::/48	7
	0000 0000 0001 1100	001C	2001:db8:001C::/48	8
	0000 0000 0010 0000	0020	2001:db8:0020::/48	9

Figura 2. 10 Método distancia Potencia de dos.

Fuente: DIA1-1-3.Consulintel_Curso-IPv6_WALC2011.pdf

En éste capítulo se ha podido establecer las principales características del protocolo ipv6 así como los tipos y métodos para la gestión de direccionamiento

CAPÍTULO 3

3.1 Red actual de la UPS Campus Sur

Actualmente, la topología de la red de la UPS campus sur, se encuentra configurada con Vlans como muestra en la Figura 3.1.

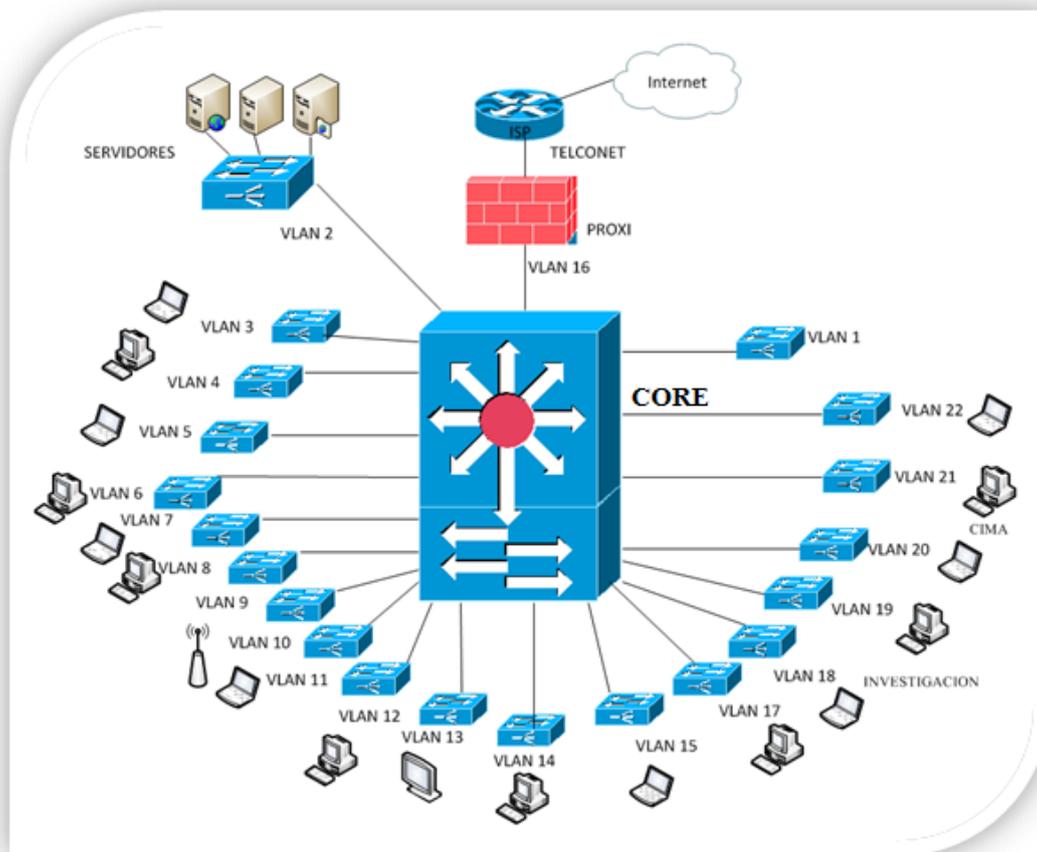


Figura 3.1 Topología de la red actual UPS-UIO Campus SUR

La figura 3.1 muestra que la topología empleada es tipo estrella, con 22 Vlans que se reparten a cada departamento de la UPS, además de esto la Universidad cuenta con servidores para servicio DNS y servicio de correo. Estos servidores se encuentran en la sede Girón.

Los dispositivos finales se encuentran conectados directamente con un switch, IPv6 es un protocolo que trabaja en capa 3 por lo tanto es transparente para todos los dispositivos capa 2.

```

MDF-SUR#show vlan
-----
VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                active    Gi1/0/5, Gi1/0/12, Gi2/0/20
                Gi2/0/24, Gi2/0/37, Gi2/0/38
                Gi2/0/49, Gi2/0/50, Gi2/0/51
                Gi2/0/52
2    DMZ                    active    Gi2/0/8, Gi2/0/22, Gi2/0/33
                Gi2/0/34, Gi2/0/35, Gi2/0/36
                Gi2/0/48
3    ADMINISTRATIVA        active    Gi2/0/1, Gi2/0/2, Gi2/0/5
                Gi2/0/6, Gi2/0/9, Gi2/0/10
                Gi2/0/11, Gi2/0/12, Gi2/0/13
                Gi2/0/16, Gi2/0/18, Gi2/0/25
                Gi2/0/26, Gi2/0/28, Gi2/0/42
                Gi2/0/43, Gi2/0/44
4    ESTUDIANTES           active    Gi2/0/17, Gi2/0/19
5    CISCO                  active
6    SUN                    active
7    SALAPROF              active    Gi2/0/23
8    SALA-INTERNET         active    Gi2/0/7
9    MICROSOFT             active
10   WIRELESS              active
11   IPT                    active    Gi2/0/9, Gi2/0/10, Gi2/0/11
                Gi2/0/12, Gi2/0/16, Gi2/0/19
                Gi2/0/21, Gi2/0/23, Gi2/0/24
                Gi2/0/25, Gi2/0/26
12   SALA-CECASHIS         active
13   ULAN-VIDEO            active
14   ULAN-HP               active    Gi2/0/14, Gi2/0/15
15   ELECTRONICA           active
16   ULAN-TELCONET         active    Gi2/0/29, Gi2/0/30, Gi2/0/31
                Gi2/0/32, Gi2/0/40, Gi2/0/41
                Gi2/0/45, Gi2/0/47
17   WLAN-IPCAM-CECASHIS  active
18   WLAN-IPCAM-ELECTRONICA active
19   INVESTIGACION         active
20   INTERNET-LOCAL       active    Gi2/0/21, Gi2/0/46
21   CIMA-SRU              active
22   RUI                   active    Gi2/0/3, Gi2/0/4
1002 fddi-default          act/unsup
1003 token-ring-default   act/unsup
1004 fddinet-default      act/unsup
1005 trnet-default       act/unsup
-----
VLAN Type  SAID          MTU   Parent RingNo BridgeNo Stp  BrdgMode Trans1 Trans2
--More--

```

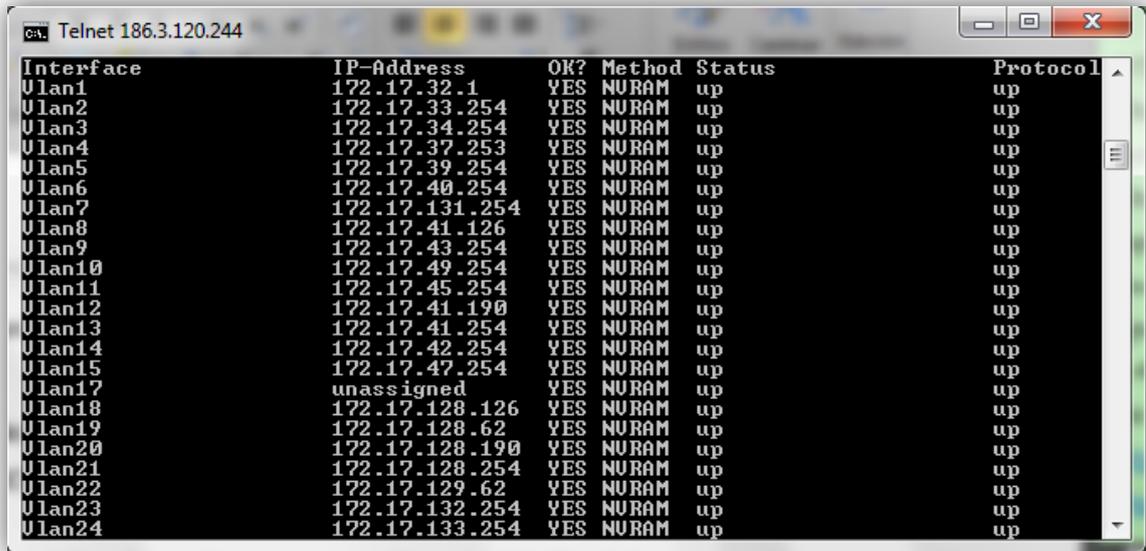
Figura 3. 2 Distribución de Vlans de la UPS Campus Sur.

Actualmente la UPS Campus sur, cuenta con varias dependencias divididas en Vlans, los equipos se encuentran conectados al núcleo, estas realizan el enrutamiento entre ellas y hacia fuera de la red, su principal Proveedor de conexión a Internet IPv4 es Telconet, el cual se conecta directamente al núcleo de la Red mediante la Vlan 16, con un Proxy intermedio.

El Plan piloto se desarrolla en la subred CIMA la cual utiliza dos Vlans, la figura 3.2 se observa la Vlan 19 Investigación y Vlan 21 CIMA.

El direccionamiento IPv4 configurado en la UPS Campus Sur utiliza una dirección privada 172.17.0.0 el diseño del mismo se lo realiza mediante subneeting

La figura 3.3 muestra la distribución.



```
Telnet 186.3.120.244
Interface      IP-Address      OK? Method Status Protocol
Ulan1         172.17.32.1     YES NURAM up      up
Ulan2         172.17.33.254  YES NURAM up      up
Ulan3         172.17.34.254  YES NURAM up      up
Ulan4         172.17.37.253  YES NURAM up      up
Ulan5         172.17.39.254  YES NURAM up      up
Ulan6         172.17.40.254  YES NURAM up      up
Ulan7         172.17.131.254 YES NURAM up      up
Ulan8         172.17.41.126  YES NURAM up      up
Ulan9         172.17.43.254  YES NURAM up      up
Ulan10        172.17.49.254  YES NURAM up      up
Ulan11        172.17.45.254  YES NURAM up      up
Ulan12        172.17.41.190  YES NURAM up      up
Ulan13        172.17.41.254  YES NURAM up      up
Ulan14        172.17.42.254  YES NURAM up      up
Ulan15        172.17.47.254  YES NURAM up      up
Ulan17        unassigned     YES NURAM up      up
Ulan18        172.17.128.126 YES NURAM up      up
Ulan19        172.17.128.62  YES NURAM up      up
Ulan20        172.17.128.190 YES NURAM up      up
Ulan21        172.17.128.254 YES NURAM up      up
Ulan22        172.17.129.62  YES NURAM up      up
Ulan23        172.17.132.254 YES NURAM up      up
Ulan24        172.17.133.254 YES NURAM up      up
```

Figura 3. 3 Plan IPv4 UPS Campus Sur

La plataforma IPv4 funciona en su perfección, no se verá afectada al momento de la transición, esto es gracias al protocolo Dual Stack en el Switch Core.

3.2 Planificación del direccionamiento IPv6 en la UPS Campus Sur según CEDIA.

“La red CEDIA está formada completamente en un anillo nacional de fibra óptica, que une a todas sus instituciones a 1Gbps. Esta red tiene tecnología MPLS, la que permite tener una calidad en la transmisión de datos, así como el uso de varios protocolos como son IPv4 e IPv6 hacia todos los puntos existentes, CEDIA divide dos tipos de información, aquella que va hacia Internet Comercial, y lo referente a red Avanzada, esta última teniendo una velocidad de 1Gbps dentro de Ecuador, lo que hace que CEDIA este entre los países de Latino América con mayor velocidad disponible dentro del país.

La conexión a ésta velocidad es automática para cada una de las Instituciones que forman parte del consorcio

La red 2800:68:: /32

- IPv6 actualmente tiene un 13% de su total de direcciones reservado para Internet, este 13% es asignado para Unicast Global, la dirección es 2000::/3
- Cada RIR (Regional Internet Registrier) poseen una /12, en el caso de Latinoamérica y el Caribe, la dirección asignada para LACNIC es 2800::/12
- LACNIC entre algunas de sus políticas tiene:
 - Los LIR (local internet registry) pueden obtener inicialmente un /32 de LACNIC.
 - Para usuarios finales (organizaciones) se asigna una /48 del rango 2800:0000::/24.”¹¹

En éste caso se tiene el rango 2800:68::/32 que es de propiedad de CEDIA, es decir igual que un LIR (local internet registry), este rango se ha subdividido en bloques más pequeños para las instituciones miembro estos bloques son /48.

Dirección de Red	Institución
2800:68:0001::/48	Reservado para CEDIA
2800:68:0002::/48	INOCAR
2800:68:0003::/48	*Universidad Estatal de Milagro
2800:68:0004::/48	*Indoamérica
2800:68:0005::/48	Escuela Superior Politécnica del Litoral
2800:68:0006::/48	Universidad Católica de Guayaquil
2800:68:0007::/48	*Universidad Nacional de Loja
2800:68:0008::/48	*Universidad Técnica Particular de Loja
2800:68:0009::/48	*UTA
2800:68:000A::/48	Escuela Politécnica del Chimborazo
2800:68:000B::/48	*Universidad Nacional del Chimborazo
2800:68:000C::/48	*Universidad de Cuenca
2800:68:000D::/48	*PUCE Ibarra
2800:68:000E::/48	*PUCE Santo Domingo

¹¹ http://www.cedia.org.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=15 [Consultado 15 Agosto 2011]

2800:68:000F::/48	FUNDACYT
2800:68:0010::/48	Universidad Internacional del Ecuador
2800:68:0011::/48	Escuela Politécnica Nacional
2800:68:0012::/48	*Escuela Superior Politécnica del Ejercito
2800:68:0013::/48	*Universidad Central del Ecuador
2800:68:0014::/48	Universidad San Francisco de Quito
2800:68:0015::/48	*Universidad Tecnológica Equinoccial
2800:68:0016::/48	*Universidad Politécnica Salesiana
2800:68:0017::/48	*UNITA
2800:68:0018::/48	*Universidad Estatal de Bolívar
2800:68:0019::/48	*Universidad Técnica del Norte
2800:68:0020::/48	UNIANDES

Tabla 3. 1 Rango de direcciones que CEDIA asigno a las instituciones.

Fuente: <http://ipv6.cedia.org.ec/index.php/asignaciones>

Como se observa en la tabla 3.1 las asignaciones se han realizado tomando en cuenta el RFC3177. Cada una de las instituciones que forman parte de CEDIA tienen un bloque /48 que da la posibilidad de que cada institución tenga 65536 subredes internas /64, con 18446744073709551616 hosts cada una, CEDIA puede tener hasta 65536 instituciones.

3.2.1 Análisis de la técnica Dual Stack en la frontera de la Universidad y la frontera del proveedor

En el capítulo anterior se detalló los tres métodos de implementación de IPv6 existentes. El mecanismo a emplearse en éste proyecto es Dual Stack por las siguientes razones:

- Dual stack no es un mecanismo de cambio brusco de Ipv4 a IPv6, más bien, es un método de coexistencia, es decir, un método de transición, lo que permitirá el uso de IPv6 en una red, sin afectar o cambiar ninguna de las configuraciones IPv4 realizadas en la misma
- Dual Stack no necesita el empleo de nuevos equipos en la red, funciona correctamente con los equipos usados en la infraestructura IPv4, que soportan los dos protocolos a la vez, como es el caso de la UPS.

- Éste mecanismo tiene la habilidad de enviar paquetes IPv6 e IPv4, de ésta manera se puede interoperar directamente con nodos IPv4, y también operar con nodos IPv6 usando paquetes IPv6.

3.2.2 Soporte IPv6 en la Universidad

Para este plan piloto se utilizarán los siguientes equipos:

- Router Cisco 2801,
- Switch Catalyst WS-C3750G-12S
- Switch Catalyst WS-C3750G-48

Los datos técnicos de los equipos se detallan a continuación:

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
Router Cisco 2801	<ul style="list-style-type: none"> • 236544K/25600K bytes de memoria. • 2 Interfaces Fast Ethernet. • 2 Módulos VPN. • 1 DSP, 8 recursos de voz. • NVRAM de 191K bytes. • Memoria ATA de 62720K bytes. Lectura/Escritura. • Soporta todos los protocolos de enrutamiento.
Catalyst 3750	<ul style="list-style-type: none"> • 118784K/12280K bytes of memory. • 21 Virtual Ethernet interfaces. • 64 Gigabit Ethernet interfaces. • 512K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.

Tabla 3. 2 Características de Equipos del Plan Piloto.

En el anexo A se encuentran detalladas todas las características de los equipos empleados, en el caso del Switch Catalyst 3750 se requiere realizar la instalación del IOS que soporte IPv6 para realizar la transición de IPv6 a IPv4.

El Router del proveedor se encuentra directamente conectado al switch Core mediante la Vlan 20 ésta será utilizada como puerta de salida hacia el internet en IPv6, por otra parte el Centro de Investigación en Modelamiento Ambiental (CIMA) se encuentra en la Vlan 21 y Vlan 19.

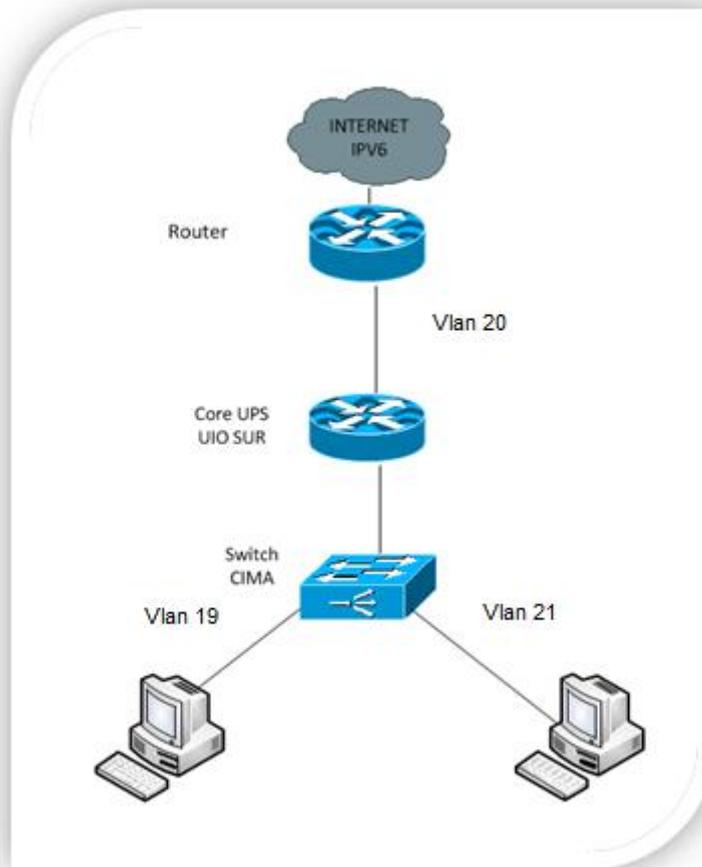


Figura 3. 4 Arquitectura del plan piloto para la transición IPv4 a IPv6 en la Sub Red CIMA

La figura 3.4 es un esquema resumido de la subred CIMA en donde se realizará el diseño del plan piloto.

3.3 Diseño del Campus Sur Según CEDIA

En la tabla 3.1 se puede observar que la dirección IPv6 asignada a la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur es: **2800:68:16::/48**.

A partir de esto se deben realizar los siguientes pasos:

1. Enviar un correo al responsable de CEDIA (Claudio Chacón), para la asignación de la dirección antes mencionada.
2. Solicitar a Telconet realizar la configuración del Router de frontera, a través del Administrador de la Red del Campus Sur. Telconet deberá colocar una dirección IPv6 en su interface interna, y colocar una ruta estática apuntando hacia adentro a la red 2800:68:16:: con una IP de Gateway.
3. Realizar el ping nativo hacia la red avanzada de Ecuador, Europa y el Internet Comercial.

3.4 Transición de IPv6

Como se citó en el capítulo 2, la planificación de direccionamiento IPv6 se puede realizar mediante varios criterios, en el de la UPS Quito Campus Sur se realizará mediante la RFC3177, esta es la más utilizada en empresas, ISPs, Universidades y lo recomienda CEDIA.

Esto posibilita crear hasta 2^{16} subredes (65.536) IPv6 de prefijo /64

En el Anexo B se especificará las principales características de la RFC 3177 y las RFC 3531 recomendadas por CEDIA para una mejor planificación de direccionamiento IPv6.

3.4.1 Direccionamiento IPv6 en la Universidad Politécnica Salesiana.

Antiguamente en IPv4 se realizaba el direccionamiento de la siguiente manera:

Existía la parte de la red, y la parte del host, la máscara era la que definía que parte es cual, además existía la técnica de subneeting para poder unir varias redes en un solo prefijo.

Actualmente en IPv6 se tiene: parte de red y parte de interface.

Cada una de las universidades tienen una red /48, es decir tiene 64bits -48bits = 16 bits disponibles para las subredes, para poder realizar éste proceso se debe considerar éstas dos reglas:

1. Las subredes más pequeñas serán /64 y serán para departamentos, donde se asume que internamente no se realizará otra subred dentro de ella.
2. Se deberá sumarizar redes en lo posible.

Tomando en cuenta que la subred más pequeña será /64, eso quiere decir que en esta subred puede existir 2^{64} hosts (18446744073709551616 direcciones).

Al parecer esta cifra podría indicar que hay un desperdicio muy grande de direcciones, tal vez por las técnicas usadas en IPv4, pero se debe considerar que las direcciones disponibles en IPv6 son demasiadas y que la cifra mencionada anteriormente es insignificante comparado con ello.

Por lo mencionado anteriormente todas las interfaces serán /64, es decir de los 128 bits totales de cada dirección, los primeros 64 representarán la red, y los siguientes 64 representarán la interface, conocido en IPv4 como la porción de host. Para sumarizar, se tiene del bit 48 al 63, es decir con estos bits se puede tener 2^{16} (65536) subredes, lo cual es más que suficiente para una Universidad.

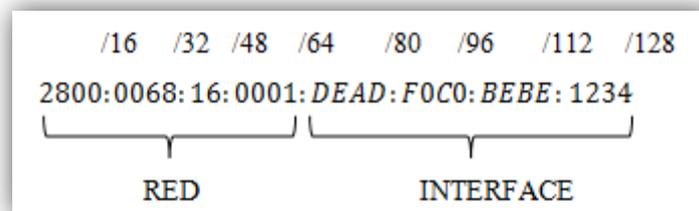


Figura 3. 5 Distribución de una dirección IPv6

Los primeros 32 bits definen la red de CEDIA -> 2800:68

Los siguientes 16 bits definen la red de la UPS ->:16:

Los siguientes 16 bits definen a cada una de las redes de la UPS :1:

Los últimos 64 bits son los que definen a un host específico:

- DEAD: F0C0: BEBE: 1234.

Dado que la arquitectura es en forma de estrella, el direccionamiento IPv6 se lo realizará, aplicando lo siguiente:

- cada dependencia recibe una /56
- cada subred dentro de cada facultad recibe una /64
- las interfaces reciben una /64

Aplicando las recomendaciones de las RFC 3177 y RFC 3531 se procede a la distribución de la planificación de direcciones IPv6

Hasta el momento se tiene:

- 2800:68: RED CEDIA
- 2800:68:16 RED UPS Campus Sur

Ahora quedan disponibles para interfaces, de los bits 64 al 128, es decir para subredes finales, entonces solo se tiene 16 bits para la creación de las mismas, por asuntos didácticos tomaremos el ejemplo :MONO: , que se lo definirá de la siguiente manera:

- MO para dependencias, es decir se tiene del 00 hasta el FF, es decir, 256 facultades o dependencias.

Como se muestra en la tabla 3.3 se puede ver como se usan los primeros 8 bits, la distribución del direccionamiento se encuentra en binario.

UPS Campus Sur /48	Dependencias /56	Subred dentro /64	64 bits restantes
2800:68:16:	MO	NO	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0001	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0010	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0011	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0100	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0101	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0110	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0111	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 1000	0000 0000	2^{64}

2800:68:16:	0000 1001	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	.....	.....	2^{64}
2800:68:16:	11111111	0000 0000	2^{64}

Tabla 3. 3 Asignación de direcciones de Facultades o dependencias.

- NO para una subred dentro de una facultad o dependencia, se tiene desde el 00 al FF, es decir, 256 subredes

Como se muestra en la tabla 3.4 se puede ver como se juega con los 8 bits restantes, la distribución del direccionamiento se encuentra en binario.

UPS Campus Sur /48	Dependencias /56	Subred dentro /64	64 bits restantes
2800:68:16:	MO	NO	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0001	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0010	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0011	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0100	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0101	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0110	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 0111	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 1000	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	0000 1001	2^{64}
2800:68:16:	.....	.....	2^{64}
2800:68:16:	0000 0000	11111111	2^{64}

Tabla 3. 4 Asignación de direcciones de Facultades o dependencias.

A continuación se detalla un ejemplo para mostrar de mejor manera lo descrito anteriormente:

Se tiene la red 2800:68:16:1500::/64, de ésta dirección se puede sacar las siguientes conclusiones:

- Se toma la red CEDIA (2800:0068::/32 los primeros 32 bits).
- Se refiere a la UPS (2800:0068:0016::/48, los primeros 48 bits).
- La dependencia número 15 (2800:0068:0016:1500::/56 los primeros 56 bits), se llena con dos ceros al final 1500,
- Ésta sería la primera subred dentro de la dependencia mencionada anteriormente, la número 00 (2800:0068:0016:1500::/64 , toma los primeros 64 bits para definirlo), y se deja los últimos 64 bits para cada host.

Tomando en cuenta éstos parámetros se procede al plan de direccionamiento IPv6 en la UPS Campus Sur, la distribución IPv4 se encuentra en Vlans, las cuales se asignarán como dependencias en IPv6, por lo tanto se puede llegar a tener hasta 255 dependencias /56, con 255 subredes /64 dentro de cada dependencia en caso de crecimiento, obteniendo así 65536 subredes, cada subred puede tener hasta $2^{64} = 18446744073709551616$ direcciones para hosts.

Nombre Subred	Descripción	Dirección Red	Prefijo
	INTERFACES	2800:68:16::	56
VLAN 1	Virtual LAN DEFAULT	2800:68:16:100::	56
VLAN 2	Virtual LAN DMZ	2800:68:16:200::	56
VLAN 3	Virtual LAN ADMINISTRATIVA	2800:68:16:300::	56
VLAN 4	Virtual LAN ESTUDIANTES	2800:68:16:400::	56
VLAN5	CISCO	2800:68:16:500::	56
VLAN6	SUN	2800:68:16:600::	56
VLAN7	SALAPROF	2800:68:16:700::	56
VLAN8	SALA-INTERNET	2800:68:16:800::	56
VLAN9	MICROSOFT	2800:68:16:900::	56
VLAN10	WIRELESS	2800:68:16:A00::	56
VLAN11	IPT	2800:68:16:B00::	56
VLAN12	SALA-CECASIS	2800:68:16:C00::	56
VLAN 13	VLAN VIDEO	2800:68:16:D00::	56

VLAN 14	VLAN HP	2800:68:16:E00::	56
VLAN 15	ELECTRONICA	2800:68:16:F00::	56
VLAN 16	VLAN TELCONET	2800:68:16:1000::	56
VLAN 17	WLAN-IPCAM- CECASIS	2800:68:16:1100::	56
VLAN 18	WLAN-IPCAM- ELECTRONICA	2800:68:16:1200::	56
VLAN 19	INVESTIGACION	2800:68:16:1300::	56
VLAN 20	INTERNET-LOCAL	2800:68:16:1400::	56
VLAN 21	CIMA-SRV	2800:68:16:1500::	56
VLAN 22	RUI	2800:68:16:1600::	56

Tabla 3. 5 Tabla de direccionamiento IPv6 para cada dependencia.

Como se observa en la tabla 3.5 la UPS Campus Sur tiene 22 Vlans distribuidas como dependencias, de 255 dependencias útiles, reservando así 233 futuras dependencias /56 para un posible crecimiento.

En el Anexo C se encuentra detallado el plan de direccionamiento para cada dependencia.

La figura 3.6 muestra la tabla de direccionamiento IPv6, Gateway para cada Vlan, así como las direcciones útiles para cada subred.

Campus Sur		Red IPv6 : 2800:68:16::/48					
Nombre Subred	Descripción	Dirección Subred	Prefijo	Gateway	Subredes	Rango IPv6	Núm. Hosts
VLAN 1	Virtual LAN DEFAULT	2800:68:16:100::	64	2800:68:16:100:1	255 / 64	2800:68:16:100::2 2800:68:16:100:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 2	Virtual LAN DMZ	2800:68:16:200::	64	2800:68:16:200:1		2800:68:16:200::2 2800:68:16:200:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 3	Virtual LAN ADMINISTRATIVA	2800:68:16:300::	64	2800:68:16:300:1		2800:68:16:300::2 2800:68:16:300:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 4	Virtual LAN ESTUDIANTES	2800:68:16:400::	64	2800:68:16:400:1		2800:68:16:400::2 2800:68:16:400:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN5	CISCO	2800:68:16:500::	64	2800:68:16:500:1		2800:68:16:500::2 2800:68:16:500:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN6	SUN	2800:68:16:600::	64	2800:68:16:600:1		2800:68:16:600::2 2800:68:16:600:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN7	SALAPROF	2800:68:16:700::	64	2800:68:16:700:1		2800:68:16:700::2 2800:68:16:700:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN8	SALA-INTERNET	2800:68:16:800::	64	2800:68:16:800:1		2800:68:16:800::2 2800:68:16:800:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN9	MICROSOFT	2800:68:16:900::	64	2800:68:16:900:1		2800:68:16:900::2 2800:68:16:900:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN10	WIRELESS	2800:68:16:A00::	64	2800:68:16:A00:1		2800:68:16:A00::2 2800:68:16:A00:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN11	IPT	2800:68:16:B00::	64	2800:68:16:B00:1		2800:68:16:B00::2 2800:68:16:B00:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN12	SALA-CECASIS	2800:68:16:C00::	64	2800:68:16:C00:1		2800:68:16:C00::2 2800:68:16:C00:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 13	VLAN VIDEO	2800:68:16:D00::	64	2800:68:16:D00:1		2800:68:16:D00::2 2800:68:16:D00:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 14	VLAN HP	2800:68:16:E00::	64	2800:68:16:E00:1		2800:68:16:E00::2 2800:68:16:E00:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 15	ELECTRONICA	2800:68:16:F00::	64	2800:68:16:F00:1		2800:68:16:F00::2 2800:68:16:F00:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 16	VLAN TELCONET	2800:68:16:1000::	64	2800:68:16:1000:1		2800:68:16:1000::2 2800:68:16:1000:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 17	WLAN-IPCAM-CECASIS	2800:68:16:1100::	64	2800:68:16:1100:1		2800:68:16:1100::2 2800:68:16:1100:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 18	WLAN-IPCAM-ELECTRONICA	2800:68:16:1200::	64	2800:68:16:1200:1		2800:68:16:1200::2 2800:68:16:1200:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 19	INVESTIGACION	2800:68:16:1300::	64	2800:68:16:1300:1		2800:68:16:1300::2 2800:68:16:1300:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 20	INTERNET-LOCAL	2800:68:16:1400::	64	2800:68:16:1400:1		2800:68:16:1400::2 2800:68:16:1400:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 21	CIMA-SRV	2800:68:16:1500::	64	2800:68:16:1500:1		2800:68:16:1500::2 2800:68:16:1500:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴
VLAN 22	RUI	2800:68:16:1600::	64	2800:68:16:1600:1		2800:68:16:1600::2 2800:68:16:1600:fff:fff:fff:fff	2 ⁶⁴

Figura 3. 6 Diseño de la red IPv6 UPS Campus Sur.

3.4.2 Direccionamiento IPv6 en la Universidad Politécnica Salesiana para la subred CIMA

El departamento CIMA de la UPS Campus Sur se conecta directamente al switch Core mediante las siguientes Vlan:

- VLAN 19 Investigación
- VLAN 21 CIMA-SRV

Este departamento consta de los siguientes proyectos como se detalla a continuación:

Geoportales

- Proyecto IDEREDCEDIA
- Proyecto LATIN IDE

Telemedicina

- Proyecto "Sistema de Entrenamiento Virtual Para Telemedicina"
- Proyecto " Telenfermería: Aplicaciones en Enseñanza y Consulta"

Clima

- Proyecto: Gridificación y Automatización de WRF

Otras líneas

- Sismos, ecología e hidrología no tienen aplicaciones por la red avanzada.

3.5 Configuración e Implementación de la Técnica Dual Stack entre IPv6 e IPv4 para la subred CIMA

Una vez realizada la planificación y direccionamiento IPv6 para la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur, se procede a la implementación de la técnica Dual Stack entre el router de proveedor y el router de frontera.

3.5.1 Configuración entre TELCONET y UPS-SUR

El primer paso para la transición de IPv4 a IPv6 es solicitar a Telconet la configuración de su interfaz interna y colocar una ruta estática apuntando hacia adentro de la red, con una IPv6 de Gateway.

En la figura 3.7 se muestra la configuración solicitada a Telconet.

```
#interface de Telconet
#description Conexion_to_UNIVERSIDAD_X
#ipv6 address 2800:68:16::1/64
#ipv6 enable
#ipv6 route 2800:68:16::/48 2800:68:16::2
```

Figura 3. 7 Configuraciones de Telconet

Se solicita a Telconet que se realice el Peering con el router de Telconet, Peering ayuda a publicar la red 2800:68:16::/48 de la Universidad hacia Internet Comercial con los proveedores Internacionales.

Una vez realizado este procedimiento se procede con la configuración del router de frontera de la UPS-Campus Sur.

```
!
ipv6 unicast-routing
!
interface FastEthernet0/1
description ###TO INTERNET###
ipv6 address 2800:68:16::2/64
ipv6 enable
ipv6 traffic-filter test in
ipv6 traffic-filter test out
ipv6 nd suppress-ra
!
ipv6 route ::/0 2800:68:16::1
!
```

Figura 3. 8 Configuración del Router de frontera

La Figura 3.8 muestra la configuración del router de frontera, se realiza una ruta estática por defecto la cual indica por que interfaz van a salir los paquetes IPv6.

IPv6 traffic-filter: habilita el proceso para enviar o recibir paquetes en las interfaces.

IPv6 nd suppress-ra: suprimir las transmisiones de anuncio de enrutador IPv6 en una interfaz ya que estos mensajes están predeterminados y se envían automáticamente en respuesta a mensajes de solicitud de router.

3.5.2 Ping IPv6 Nativo, Ping desde Router de frontera a Router del Proveedor.

Una vez realizada la configuración, tanto del router de frontera como el de Telconet y publicada la dirección IPv6 por los proveedores internacionales, se realizan las primeras pruebas de configuración a las siguientes redes avanzadas.

- Red avanzada Ecuador : soloipv6.cedia.org.ec
- Red Avanzada Europa: www.terena.net
- Internet Comercial: www.lacnic.net

Las pruebas exitosas son:

- Prueba hacia la red avanzada en Ecuador:
soloipv6.cedia.org.ec 2800:68:c:8001:0:c:ed1a:40

```
UPS_NET#ping 2800:68:c:8001:0:c:ed1a:40
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2800:68:C:8001:0:C:ED1A:40, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 12/12/16 ms
```

Figura 3. 9 Ping Red Avanzada en Ecuador

La figura 3.9 muestra la prueba exitosa realizada desde el router de frontera hacia la red avanzada en Ecuador.

- Prueba hacia la red avanzada en Europa:
www.terena.net 2001:610:148:dead::6

```
UPS_NET#ping 2001:610:148:dead::6
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:610:148:DEAD::6, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 184/184/188 ms
```

Figura 3. 10 Ping Red Avanzada en Europa

La figura 3.10 muestra la prueba exitosa realizada desde el router de frontera hacia la red avanzada en Europa.

- Prueba hacia Internet Comercial:
www.lacnic.net 2001:13c7:7002:4000::10

```
UPS_NET#ping 2001:13c7:7002:4000::10
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:13C7:7002:4000::10, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 268/271/272 ms
```

Figura 3. 11 Ping Internet Comercial.

La figura 3.11 muestra la prueba exitosa, realizada desde el router de frontera hacia el Internet Comercial.

3.5.3 Configuración e implementación del router de frontera con Switch Catalyst 3750

Una vez realizado el ping nativo, se procede a configurar el otro extremo de la interfaz del router de frontera, la figura 3.12 muestra el esquema del plan piloto que debe ser implementado en la plataforma.

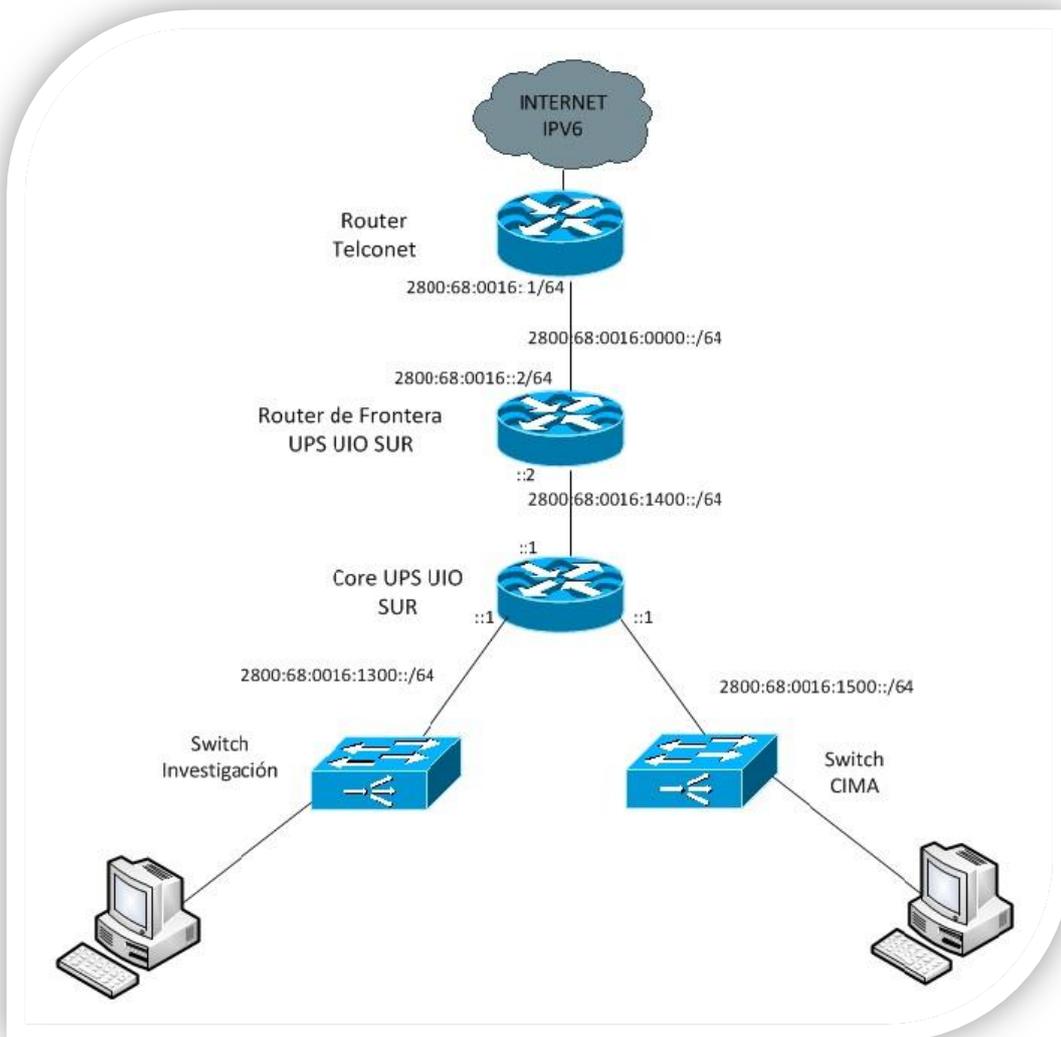


Figura 3. 12 Estructura del Plan Piloto

Fuente: Autores

A continuación se detallará la configuración de los dispositivos intermedios tales como router de frontera, switch Core y los dispositivos finales en la estructura del Plan piloto ha implementar.

3.5.3.1 Configuración del Router Cisco 2801.

Una vez configurado la interfaz del lado de Telconet, se procede a configurar el extremo del router de frontera con el switch core 3750. Para poder empezar éste proceso en IPv6 es necesario realizar los siguientes pasos:

Paso 1. Para poder iniciar la configuración de IPv6 se requiere ingresar al modo global del Router

Paso 2. Una vez estructurado el esquema de direccionamiento, se procede a la configuración de las interfaces del router.

Paso 3. Asignar las siguientes direcciones para las interfaces del router:

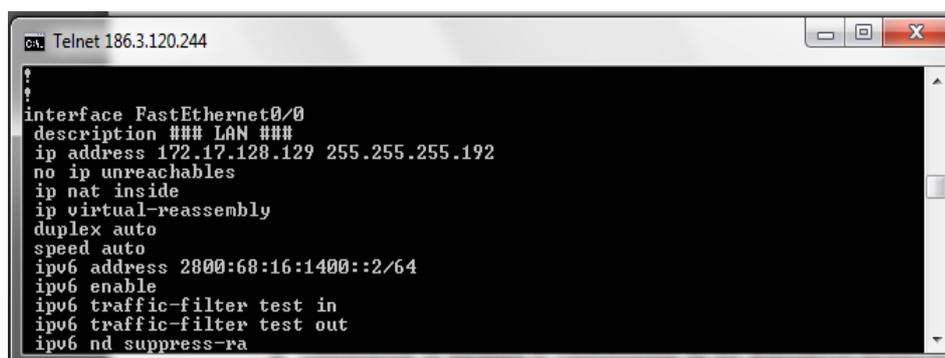
- 2800:68:16:1400::2/64 para la interfaz 0/0.
- 2800:68:16::2 /64 para la interfaz 0/1.

Paso 4. Los comandos para la configuración de las interfaces son:

- ipv6 address 2800:68:16:1400::2/64
- ipv6 enable
- ipv6 traffic-filter test in
- ipv6 traffic-filter test out

El comando IPv6 enable, se usa para que se levante la interfaz en IPv6, los comandos ipv6 traffic-filter test in y ipv6 traffic-filter test out, se usan para habilitar la entrada y salida de tráfico en la interfaz.

La figura 3.13 muestra los comandos que se deben configurar en la interfaz F0/0.



```
Ca: Telnet 186.3.120.244
?
?
?
interface FastEthernet0/0
description ### LAN ###
ip address 172.17.128.129 255.255.255.192
no ip unreachable
ip nat inside
ip virtual-reassembly
duplex auto
speed auto
ipv6 address 2800:68:16:1400::2/64
ipv6 enable
ipv6 traffic-filter test in
ipv6 traffic-filter test out
ipv6 nd suppress-ra
```

Figura 3. 13 Configuración de F0/0 del router de frontera

Fuente: Autores

Paso 5. Es muy importante usar el comando `ipv6 unicast-routing`, el mismo que ayuda para el enrutamiento de los paquetes.



```
ca> Telnet 186.3.120.244
ip cef
ip domain name ups.edu.ec
ipv6 unicast-routing
voice-card 0
```

Figura 3. 14 Configuración del router de frontera

3.5.3.2 Configuración del Switch Core Catalyst 3750

Antes de iniciar con una configuración, como prerequisite se debe tener un IOS que soporte todos los comandos de IPv6, en este caso se procede a la actualización del IOS para poder continuar con la implementación del Plan Piloto, como se detalla en los Anexos A2 y A3, posteriormente se debe realizar los siguientes pasos:

Paso 1. Para iniciar la configuración IPv6 se ingresa al modo global del switch, se debe aplicar el comando **`sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 routing`** este comando activa las opciones de soporte IPv6. Como muestra la figura 3.15

	Command	Purpose
Step 1	configure terminal	Enter global configuration mode.
Step 2	sdm prefer dual-ipv4-and-ipv6 {default| routing | vlan} [desktop]	Select an SDM template that supports IPv4 and IPv6. <ul style="list-style-type: none"> • default—Set the switch to the default template to balance system resources. • routing—Set the switch to the routing template to support IPv4 and IPv6 routing, including IPv4 policy-based routing. • vlan—Maximize VLAN configuration on the switch with no routing supported in hardware. desktop —Supported only on Catalyst 3750-12S aggregator switches to set the switch to one of the desktop templates. If not selected on an aggregator switch, an aggregator template is automatically selected.
Step 3	end	Return to privileged EXEC mode.
Step 4	reload	Reload the operating system.

Figura 3. 15 Activación de IPv6 en el switch Core.

Fuente: www.cisco.com

Paso 2. Luego de haber reiniciado exitosamente el switch aparecerán nuevos comandos disponibles en el modo enable como se puede ver en la figura 3.16

```

Telnet 186.3.120.244
MDF-SUR(config)#ipv6 ?
access-list      Configure access lists
cef              Cisco Express Forwarding for IPv6
hop-limit       Configure hop count limit
host            Configure static hostnames
icmp            Configure ICMP parameters
neighbor        Neighbor
ospf            OSPF
prefix-list     Build a prefix list
route           Configure static routes
router          Enable an IPV6 routing process
unicast-routing Enable unicast routing
  
```

Figura 3. 16 Comandos IPv6 disponibles en el switch Core.

Ahora es necesario activar el ruteo Unicast en IPv6, ejecutando el comando.

- MDF-SUR (config)# ipv6 unicast-routing

Este comando permite que el router pueda recibir paquetes por una interfaz y reenviarlo por otra interfaz.

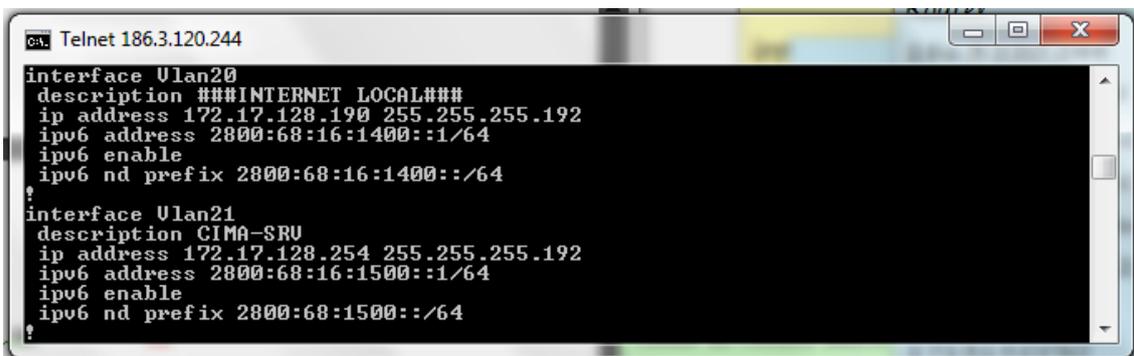
Paso 3. Configuración de Access Lists IPv6, al igual que se usa en IPv4, se configura ACLs en IPv6, en este caso se permite que pase todo tipo de tráfico por el switch capa 3, para ello se crear una ACL llamada "test. Como se muestra en la figura 3.17



```
CA: Telnet 186.3.120.244
?
!
ipv6 access-list test
 permit ipv6 any any
 permit tcp any any
 permit udp any any
 permit icmp any any
?
control-plane
?
```

Figura 3. 17 Configuración de ACL en IPv6.

Paso 4. Configuración de las interfaces, en este caso el switch Core se maneja con Vlans, la Figura 3.5 muestra todas las direcciones IPv6 a configurarse en el Core, ahora se activa Dual Stack aumentando IPv6 enable, los comandos se muestra en la Figura 3.18



```
CA: Telnet 186.3.120.244
interface Ulan20
 description ###INTERNET LOCAL###
 ip address 172.17.128.190 255.255.255.192
 ipv6 address 2800:68:16:1400::1/64
 ipv6 enable
 ipv6 nd prefix 2800:68:16:1400::/64
?
interface Ulan21
 description CIMA-SRV
 ip address 172.17.128.254 255.255.255.192
 ipv6 address 2800:68:16:1500::1/64
 ipv6 enable
 ipv6 nd prefix 2800:68:16:1500::/64
?
```

Figura 3. 18 Configuración de la VLAN CIMA-SRV

Con los comandos anteriores se coloca como gateway a la dirección 2800:68:16:1500::1 de la VLAN 21 CIMA-SRV, se activa IPv6 en la interfaz, y la ACL test se ejecuta tanto para entrada como para salida de paquetes en el switch.

El comando **IPv6 nd prefix 2800:68:16:1500::/64** activa el protocolo Network Discovery, es decir responde a peticiones de equipos dentro de la VLAN21 asignando el prefijo y el Gateway IPv6, en este caso entrega los 64 bits de prefijo.

3.5.4 Protocolo de Enrutamiento.

Es necesario configurar una ruta estática por defecto que permita anunciar la red IPv6 hacia Internet.

La topología de la red UPS-Campus Sur es tipo estrella con un switch Catalyst 3750 como núcleo, por lo que no es necesario contar con un protocolo de enrutamiento interno en especial.

Para la comunicación entre las distintas VLANs, en este caso se utilizará el enrutamiento IPV6 entre VLANs, disponible en los equipos Catalyst 3750, junto a rutas estáticas, este enrutamiento es configurado en el router de frontera como indica la topología de la figura 3.12

```
!  
!  
ipv6 route 2800:68:16:300::/64 2800:68:16:1400::1  
ipv6 route 2800:68:16:A00::/64 2800:68:16:1400::1  
ipv6 route 2800:68:16:1300::/64 2800:68:16:1400::1  
ipv6 route 2800:68:16:1500::/64 2800:68:16:1400::1  
ipv6 route ::/0 2800:68:16::1  
!  
!
```

Figura 3. 19 Enrutamiento estático entre Vlans

La figura 3.19 muestra el enrutamiento realizado en el router de frontera, al igual que en IPv4 se realiza rutas estáticas en IPv6 es el mismo procedimiento pero con la variación de la primera palabra de IP a IPv6 en la configuración.

Este intercambia información sobre redes y rutas IPv4/IPv6. Respecto a su configuración, es necesario destacar que:

- Es necesario activar la función de enrutamiento IPv6 mediante el comando:
ipv6 unicast-routing

Algunos comandos presentados en la Tabla 3.6 son útiles al momento de diagnosticar problemas de configuración en este dispositivo.

Comandos	Característica
ping ipv6 (dirección IPV6)	Realiza un ping ipv6
show interfaces accounting	Muestra el tráfico IPv4/IPv6 por cada interfaz
show ipv6 interface	Muestra la configuración IPv6 de las interfaces.
show ipv6 neighbors	Muestra información respecto a los vecinos que anuncian redes IPv6.

Tabla 3. 6 Comandos para diagnosticar en router de frontera

Una vez activado Dual-Stack en el switch Core en las diferentes interfaces virtuales se configura una ruta estática por defecto:

- **IPv6 route ::/0 2800:68:16:1400::2**

Estas VLAN'S 20 y 21 trabajan como puerta de enlace para los equipos funcionando sobre IPv4 e IPv6. Para estos últimos cumple además la función de enviar los mensajes de anuncio necesarios para el proceso de autoconfiguración de direcciones.

3.6 Soporte IPv6 en sistemas operativos y aplicaciones.

Debido al creciente agotamiento de direcciones y considerando la ineludible transición a IPv6, muchos de los sistemas operativos actuales tienen instalado o en el peor de los casos preinstalado soporte para IPv6, a continuación se detalla los sistemas operativos más usados y los pasos a seguir en cada uno de los mismos.

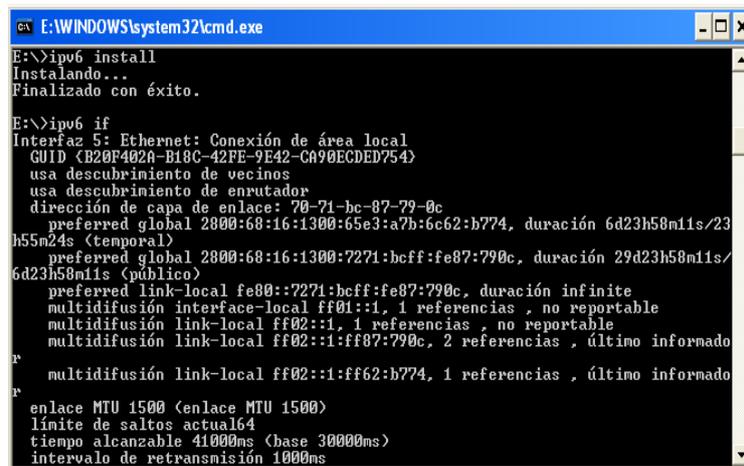
3.6.1 Soporte IPv6 en sistemas operativos Windows XP

Todas las versiones de XP, incluyen IPv6 preinstalado, pero es preciso habilitarlo, para ello se debe seguir los siguientes pasos:

Paso 1. Ingresar al modo consola mediante el comando cmd.

Paso 2. Una vez con privilegio de administrador, se ejecuta el comando ipv6 install. Aparecerá un mensaje indicando que se ha configurado exitosamente.

Para comprobar que la instalación se ha culminado con éxito se usa `ipv6 if` y se despliega el siguiente resultado:



```
E:\WINDOWS\system32\cmd.exe
E:\>ipv6 install
Instalando...
Finalizado con éxito.

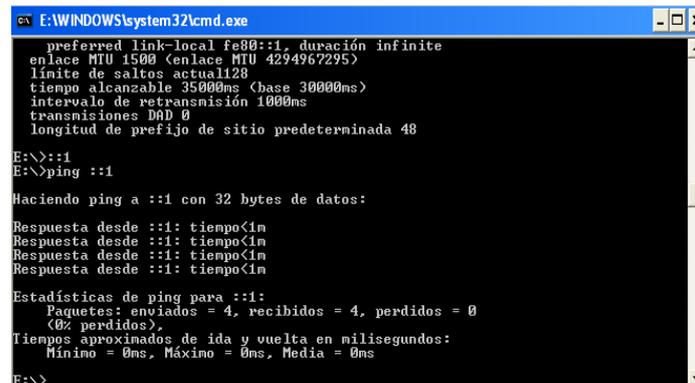
E:\>ipv6 if
Interfaz 5: Ethernet: Conexión de área local
GUID {B20F402A-B18C-42FE-9E42-CA90ECCED754}
usa descubrimiento de vecinos
usa descubrimiento de enrutador
dirección de capa de enlace: 70-71-bc-87-79-0c
preferred global 2800:68:16:1300:65e3:a7b:6c62:b774, duración 6d23h58m11s/23h55m24s (temporal)
preferred global 2800:68:16:1300:7271:bcff:fe87:790c, duración 29d23h58m11s/6d23h58m11s (público)
preferred link-local fe80::7271:bcff:fe87:790c, duración infinite
multidifusión interface-local ff01::1, 1 referencias , no reportable
multidifusión link-local ff02::1, 1 referencias , no reportable
multidifusión link-local ff02::1:ff87:790c, 2 referencias , último informado
multidifusión link-local ff02::1:ff62:b774, 1 referencias , último informado

enlace MTU 1500 (enlace MTU 1500)
límite de saltos actual164
tiempo alcanzable 41000ms (base 30000ms)
intervalo de retransmisión 1000ms
```

Figura 3. 20 Configuración IPv6 en Windows XP

La figura 3.20 muestra la configuración y las direcciones IPv6 adquiridas, para cada interfaz.

Se puede comprobar el correcto funcionamiento de `ipv6` con el comando `ping ::1`, como muestra la figura 3.21



```
E:\WINDOWS\system32\cmd.exe
preferred link-local fe80::1, duración infinite
enlace MTU 1500 (enlace MTU 4294967295)
límite de saltos actual128
tiempo alcanzable 35000ms (base 30000ms)
intervalo de retransmisión 1000ms
transmisiones DAD 0
longitud de prefijo de sitio predeterminada 48

E:\>:1
E:\>ping ::1

Haciendo ping a ::1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde ::1: tiempo<ln
Respuesta desde ::1: tiempo<ln
Respuesta desde ::1: tiempo<ln
Respuesta desde ::1: tiempo<ln

Estadísticas de ping para ::1:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

E:\>
```

Figura 3. 21 Configuración IPv6 en Windows XP

Como muestra la figura 3.21 el ping es exitoso, cabe recalcar que la `::1` es la dirección de loopback en IPv6, al igual que `127.0.0.1` en IPv4.

3.6.2 Soporte IPv6 en sistemas operativos Windows Vista y Windows 7

Estos sistemas operativos cuentan con la última implementación IPv6 desarrollada por Microsoft, la cual incorpora todas las características definidas del protocolo.

Como muestra la figura 3.22 este incorpora una interfaz gráfica para la configuración del protocolo.

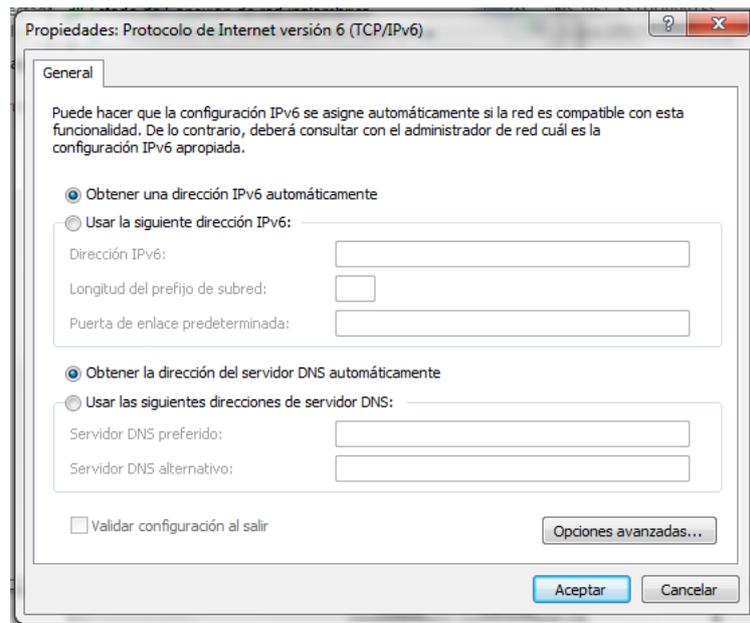


Figura 3. 22 Interfaz grafica para IPv6

3.6.3 Soporte IPv6 en sistemas operativos Linux- Centos

Centos cuenta con soporte IPv6 oficialmente instalado desde la versión 2.2, sin embargo no se recomienda su uso para IPv6, ya que todos los avances y mejoras respecto al protocolo se están realizando en las versiones 2.4.x y 2.6.x.

Sin embargo es necesario hacer un ping para comprobar el correcto funcionamiento de IPv6, para ello se usa el comando: **ping6 -c5 ::1**, como muestra la figura 3.23

```

root@ide:~# ping6 -c5 ::1
PING ::1(::1) 56 data bytes
64 bytes from ::1: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.024 ms
64 bytes from ::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.031 ms
64 bytes from ::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.030 ms
64 bytes from ::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.031 ms
64 bytes from ::1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.031 ms

--- ::1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 3999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.024/0.029/0.031/0.005 ms, pipe 2
root@ide ~]#

```

Figura 3. 23 Configuración IPv6 en Linux.

Como muestra la figura 3.23 el ping fue exitoso, lo que significa que el sistema Linux se encuentra listo para soportar IPv6.

3.7 Soporte IPv6 aplicaciones

En la actualidad no se está migrando a IPv6, su termino correcto es Transición es así que se desarrollan diferentes aplicaciones duales tanto IPv6 e IPV4, este sin numero de aplicaciones tienen algún tipo de soporte para IPv6, en la tabla 3.7 se muestra varias aplicaciones utilizadas en medios de empresas y hogares.

Aplicaciones	Paginas Web	IPv6	Notas
Explorer		X	Versiones superiores a la 7.0
Firefox		X	Versiones superiores a la 6.0
Safari		X	
Thunderbird		X	
	Facebook	X	IPv6
	Google	X	IPv6
	Yahoo	X	IPv6

Tabla 3. 7 Aplicaciones de uso común

Como muestra la figura 3.24 una de las principales redes sociales posee una plataforma en IPv6, como lo es Facebook



Figura 3. 24 Pagina en IPv6 www.v6.facebook.com

Al igual uno de los buscadores mas utilizados posee una plataforma IPv6, como lo es Google. Como muestra la Figura 3.25.

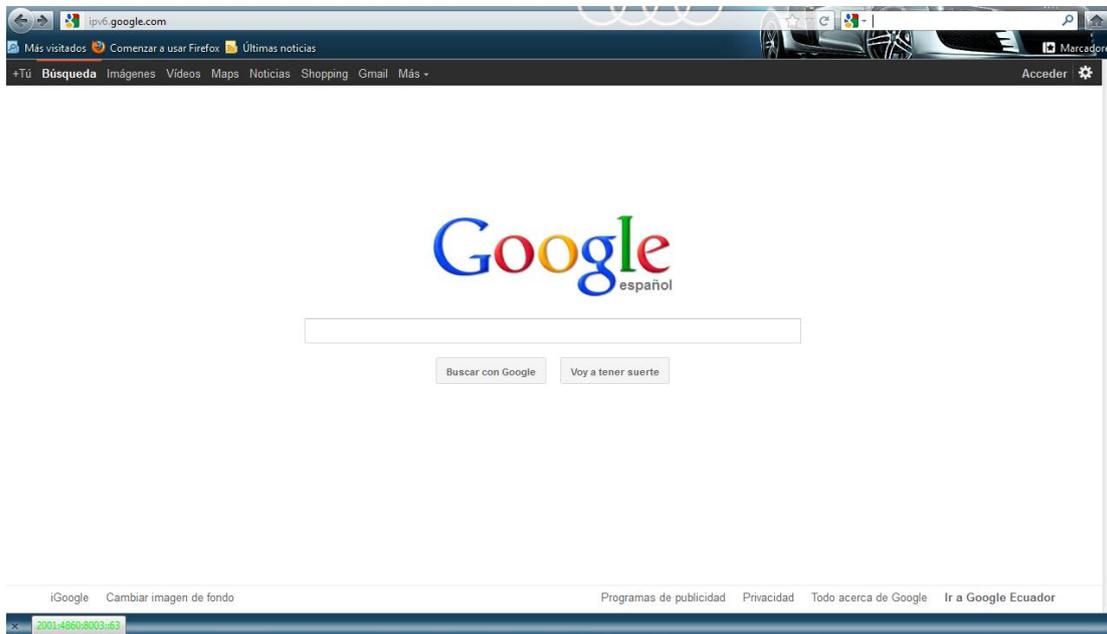


Figura 3. 25 Buscador google http://ipv6.google.com/

3.8 Conexión a internet mediante IPv6

La Universidad Politécnica Salesiana posee un enlace a Internet IPv4, otorgado por el ISP Telconet, el cual es uno de los Proveedores privados de Telecomunicaciones más grande del Ecuador en convenio con NTT COMMUNICATIONS, Proveedor IP Global TierOne. Se convirtió en el primer proveedor en América Latina en comprar accesos IPv6, TELCONET garantizará a sus clientes en Ecuador el tener acceso a este Proveedor Global con los mejores tiempos de respuesta a contenidos en USA, Asia y Europa.

La empresa ofrece servicios de banda ancha y de transmisión de datos, y actualmente tiene aproximadamente 15.000 conexiones de banda ancha y datos.

Telconet tiene una red de fibra óptica de 8.000km que une más de 110 ciudades y localidades.¹²

Telconet es el proveedor de la Universidad Politécnica Salesiana con un enlace dedicado brindado un servicio de internet comercial con un ancho de banda de 22 MHz.

3.8.1 Prueba de conectividad IPv6

Una vez realizada la configuración en los dispositivos intermedios y finales, se realiza las primeras pruebas de conectividad, esto se hace mediante el estado de conexión de red que cada dispositivo final posee, indicando así las plataformas activas.

En la figura 3.26 se observa el funcionamiento de Dual stack.

¹² <http://www.telconet.net/?lang=es§ion=telconet&content=news/read/2944>

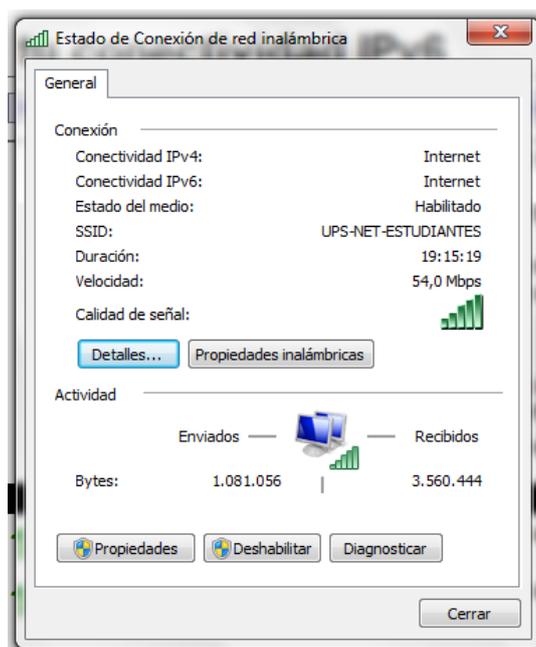


Figura 3. 26 Conectividad de Dual Stack

La figura 3.27 muestra los detalles de la conexión de las plataformas IPv4 e IPv6.

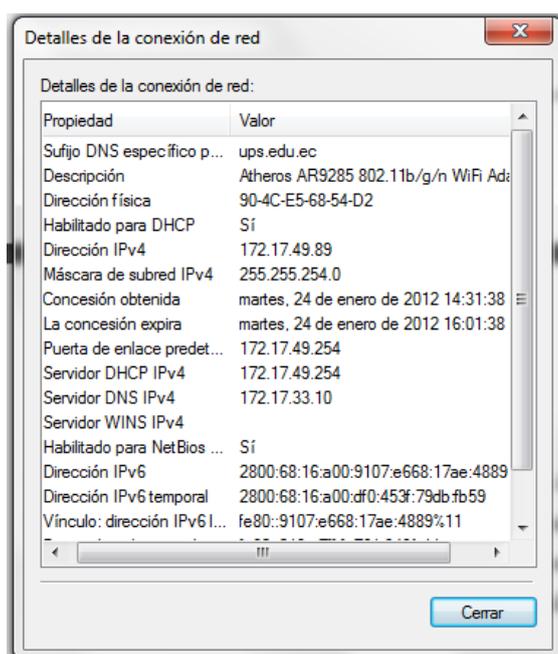


Figura 3. 27 Detalles de la Red IPv4 e IPv6

En el anexo D se detallará los pasos a seguir para una futura transición de toda la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.

CAPÍTULO 4

En este capítulo se analizará y comprobará la implementación de la transición desde la plataforma IPv4 a IPv6, en el Plan piloto que se ha desarrollado en la subred CIMA.

4.1 Funcionalidad con las direcciones IPv6.

Una vez realizada la configuración de los dispositivos tanto intermedios como finales, se realiza las primeras pruebas de navegación desde un dispositivo final, este puede ser fijo o portable. Además del Plan Piloto se configuraron varias VLAN'S para realizar pruebas de conectividad, entre ellas se encuentra activa la VLAN10 WIRELESS, esta Vlan provee el servicio de internet IPv6 a la Red UPS-NET-ESTUDIANTES.

Algunos de los softwares o páginas web que se utilizan para las pruebas de funcionalidad son:

- Test-ipv6.com
- Aplicación Firefox Mozilla
- Wireshark

4.1.1 Resultado de conectividad utilizando Test-ipv6.com

La manera más sencilla de saber que los dispositivos finales se encuentran navegando en la plataforma IPv6 sin ningún problema, es a través de la página Web Test-ipv6.com, esta página brinda servicios de conectividad, pruebas e Información Técnica.

La Figura 4.1 muestra que la conexión a Internet funciona bien tanto con IPv4 como con IPv6, por lo tanto las dos pilas se encuentran activas

Al realizar un requerimiento en contenidos IPv6, este navegador se conectará utilizando IPv6, si el contenido se encuentra en IPv4, el navegador se conectará utilizando IPv4.

Otra característica es la dirección Pública IPv4 y la dirección IPv6 configurada en el dispositivo final.

Prueba de IPv6 | [FAQ](#) | [Día Mundial de IPv6](#) | [Local Times](#) | [Otros sitios de prueba](#) | [Estadísticas](#)

Prueba tu conectividad IPv6

[Sumario](#) | [Pruebas Realizadas](#) | [Información Técnica](#) | [Compartir Resultados / Contacto](#)

- Tu dirección IPv4 en la Internet pública parece ser 186.3.120.242
- Tu dirección IPv6 en la Internet pública parece ser 2800:68:16:a00:29f9:74a2:b653:7be1
- Hemos detectado que estas usando un proxy. Ello implica que estamos probando tu servidor proxy en lugar de tu ordenador. Detalles del proxy (tal como son informados por la cabecera 'Via' de tu proxy).
Via: 1.1 UIOUES (squid)
- ¡Felicitades! Parece que tu conexión a Internet funciona bien tanto con IPv4 como con IPv6. Si un proveedor de contenidos utiliza IPv6, tu navegador se conectará utilizando IPv6. Nota: Tu navegador parece que prefiere IPv4 antes que IPv6 si ambas opciones están disponibles. Esto podría afectarte en el futuro en lo relativo a la precisión de páginas que utilicen tu localización.
- Tu servidor DNS (posiblemente el de tu ISP - proveedor de conexión a Internet) parece que tiene conectividad IPv6.

Puntuación de preparación

10/10 para tu estabilidad y preparación con IPv4, cuando los proveedores de contenidos ofrezcan tanto IPv4 como IPv6

10/10 para tu estabilidad y preparación con IPv6, cuando los proveedores de contenidos sólo ofrezcan IPv6

Click para ver [los datos de la prueba](#)

(Estadísticas de preparación de IPv6 actualizadas en el servidor)

This site is maintained by [Consulintel](#), by means of the [6DEPLOY](#) project.

[Privacy Policy](#)

Need something simpler? <http://omajpv6day.com> Spread the word!

Figura 4. 1 Conectividad IPv6

La figura 4.2 muestra pruebas realizadas con los registros DNS, en la plataforma IPv6 no se encuentra configurado DNS ya que en la UPS-Campus Sur no se encuentra un servidor DNS, por lo tanto la configuración de este no se la puede realizar, pero sin duda no es necesario configurarlo, ya que, simplemente traduce el nombre en la plataforma IPv4 para navegar así en IPv6.

Prueba de IPv6 | [FAQ](#) | [Día Mundial de IPv6](#) | [Local Times](#) | [Otros sitios de prueba](#) | [Estadísticas](#)

Prueba tu conectividad IPv6

[Sumario](#) | [Pruebas Realizadas](#) | [Información Técnica](#) | [Compartir Resultados / Contacto](#)

Prueba con registro DNS IPv4	ok (0.764s) usando ipv4
Prueba con registro DNS IPv6	ok (0.667s) usando ipv6
Prueba con registro DNS doble-pila (IPv4+IPv6)	ok (0.563s) usando ipv6
Prueba para DNS con doble-pila y paquetes grandes	ok (1.036s) usando ipv6
Prueba IPv4 sin DNS	ok (0.737s) usando ipv4
Prueba IPv6 sin DNS	ok (0.605s) usando ipv6
Prueba paquetes IPv6 grandes	ok (1.315s) usando ipv6
Prueba si el servidor DNS de tu ISP (proveedor de conexión a Internet) utiliza IPv6	ok (3.680s) usando ipv6

Click para ver [Información Técnica](#)

[Tweet](#)

This site is maintained by [Consulintel](#), by means of the [6DEPLOY](#) project.

Figura 4. 2 Prueba DNS

La figura 4.3 muestra Información técnica de las pruebas realizadas en las plataformas IPv4 e IPv6, en la UPS-Campus Sur.

Este servicio online realiza pruebas con una serie de URL'S. La combinación de las que fallen y las que funcionen, indica al navegador cuando los proveedores ofrezcan contenidos en sus páginas web en IPv6.

Prueba de IPv6 | FAQ | Día Mundial de IPv6 | Local Times | Otros sitios de prueba | Estadísticas

Prueba tu conectividad IPv6

Sumario | Pruebas Realizadas | Información Técnica | Compartir Resultados / Contacto

Cómo funciona esta prueba: Tu navegador será instruido para llegar a una serie de URLs. La combinación de las que fallen y las que funcionen, nos indica la preparación de tu ordenador/navegador y conexión cuando los proveedores de contenidos ofrezcan IPv6 en sus páginas web.

<p>Prueba con registro DNS IPv4 ok (0.764s) usando ipv4 http://ipv4.test-ipv6.consulintel.es/ipv4/callback=?</p>	<p>Obtiene un objeto que sólo tiene un registro A en el DNS. Lo lógico es que utilice IPv4. Los usuarios con sólo IPv6 también podrían obtenerlo, si su ISP (proveedor de conexión a Internet) utiliza NAT64/DNS64 o una solución de proxy.</p>
<p>Prueba con registro DNS IPv6 ok (0.667s) usando ipv6 http://ipv6.test-ipv6.consulintel.es/ipv6/callback=?</p>	<p>Obtiene un objeto que sólo tiene un registro AAAA en el DNS. Lo lógico es que utilice IPv6. A los usuarios que aún no tienen conexión IPv6, posiblemente esto les fallará. Si el fallo es rápido, por ahora no debería ser un problema grave.</p>
<p>Prueba con registro DNS doble-pila (IPv4+IPv6) ok (0.563s) usando ipv6 http://ds.test-ipv6.consulintel.es/ipv4/callback=?</p>	<p>Esta es la prueba mas importante. Verifica que tu navegador se puede conectar a sitios que tienen registros DNS tanto IPv4 como IPv6. Los ordenadores con sólo IPv4 deberían conectarse perfectamente (utilizando IPv4).</p>
	<p>Si esta prueba falla, o agota el tiempo, posiblemente tendrás grandes problemas cuando los proveedores de contenidos ofrezcan sus páginas con IPv6.</p>
<p>Prueba para DNS con doble-pila y paquetes grandes ok (1.036s) usando ipv6 http://ds.test-ipv6.consulintel.es/ipv4/callback=?&size=1600&fill=xxx...xxx</p>	<p>Valida que te conectas con un servidor con doble-pila (como la prueba ds) y que puedes enviar/recibir paquetes grandes en dicha conexión. Si esta prueba agorara el tiempo por cualquier motivo, indicaría problemas con tu conexión IPv6.</p>
<p>Prueba IPv4 sin DNS ok (0.737s) usando ipv4 http://213.171.225.110/ipv4/callback=?</p>	<p>Esta prueba intentará conectarse con una dirección IPv4 literal. Esto generalmente debería funcionar, salvo que sólo se estén conectando con IPv6. Si la primera prueba funciona, pero esta falla, posiblemente confirma que tu ISP (proveedor de conexión a Internet) utiliza NAT64/DNS64. Sólo podrás conectarte utilizando nombres en lugar de direcciones IP numéricas.</p>
<p>Prueba IPv6 sin DNS ok (0.605s) usando ipv6 http://[2a01:48:1:0:1205:1c:ff:fe17:abcd]:80/ipv6/callback=?</p>	<p>Esta prueba intentará conectarse con una dirección IPv6 literal. El objetivo principal de esta prueba es separar tu conectividad IPv6 de tu habilidad de obtener DNS para ello. Un objetivo adicional es comprobar si tienes Teredo activado. Algunos sistemas sólo usarían Teredo cuando la URL contenga una dirección IPv6 literal.</p>
<p>Prueba paquetes IPv6 grandes ok (1.315s) usando ipv6 http://ipv6.test-ipv6.consulintel.es/ipv6/callback=?&size=1600&fill=xxx...xxx</p>	<p>Valida que las peticiones IPv6 con paquetes grandes funcionan. Si la prueba agota el tiempo, pero el resto de las pruebas de IPv6 funcionan, indica que podría haber problemas de PMTUD, posiblemente filtrado ICMPv6 o túneles.</p>
<p>Prueba si el servidor DNS de tu ISP (proveedor de conexión a Internet) utiliza IPv6 ok (3.680s) usando ipv6 http://ds.v6ns.test-ipv6.consulintel.es/ipv6/callback=? (¡Esto es información adicional!)</p>	<p>Esto es una prueba del DNS de tu ISP (en lugar de una prueba de tu ordenador). Si la prueba funciona, el servidor DNS (típicamente el de tu ISP) es capaz de llegar a servidores DNS que sólo tengan IPv6. Esto no es crítico (en este momento) para que puedas llegar a páginas con IPv6.</p>

Figura 4. 3 Información Técnica de la conectividad

4.1.2 Resultado de conectividad utilizando la aplicación Firefox Mozilla

Al momento de iniciar la navegación en IPV6, es recomendable descargar un plugin para el navegador, en este caso Firefox Mozilla brinda el siguiente plugin en el link:

- <https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/showip/>

Este permite visualizar en Firefox la dirección IPv6 o IPv4 al iniciar la navegación a la página web que este accediendo.

La figura 4.4 muestra el plugin instalado en el navegador, allí se muestran algunas direcciones en IPv6 e IPv4.

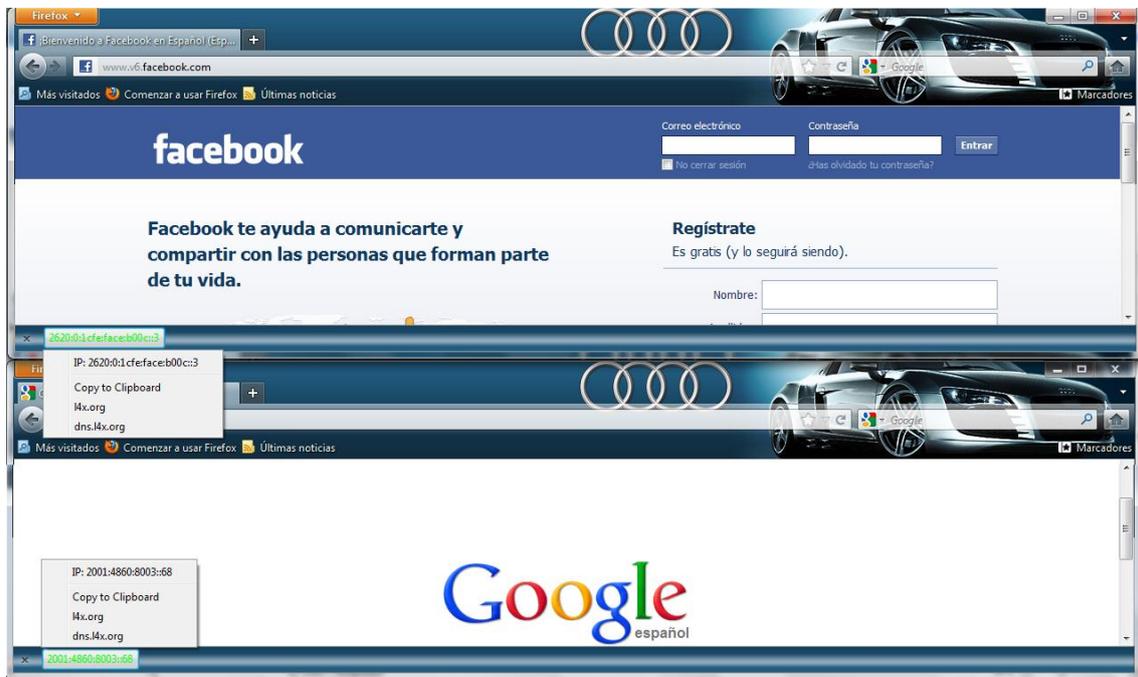


Figura 4. 4 Paginas en IPv6

Algunas de las páginas solo en IPv6:

- <http://soloipv6.cedia.org.ec>
- <http://www.v6.facebook.com>
- <http://ipv6.google.com>

Algunas páginas con el protocolo Dual Stack:

- <http://www.cedia.org.ec>
- <http://cursos.cedia.org.ec>
- <http://ivp6.cedia.org.ec>
- <http://www.ucuenca.edu.ec>
- <http://www.lacnic.net>
- <http://www.terena.org>

La figura 4.5 muestra las páginas en Dual Stack.



Figura 4. 5 Paginas con Dual Stack

4.1.3 Resultado de conectividad utilizando Wireshark

Wireshark, es un analizador de protocolos, es utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones, esta herramienta es bastante útil para capturar paquetes directamente de la interfaz de red, en este caso se capturan paquetes IPv6 para luego analizar su estructura.

Algunas de las características de WireShark son las siguientes:

- Disponible para UNIX, LINUX, Windows y Mac OS.
- Captura los paquetes directamente desde una interfaz de red.
- Permite obtener detalladamente la información del protocolo utilizado en el paquete capturado.
- Filtra los paquetes que cumplan con un criterio definido previamente.
- Realiza la búsqueda de los paquetes que cumplan con un criterio definido previamente.
- Permite obtener estadísticas.

- Sus funciones gráficas son muy poderosas, ya que identifica mediante el uso de colores los paquetes que cumplen con los filtros establecidos.

La figura 4.6 muestra como iniciar las capturas de los paquetes, Wireshark permite capturar paquetes en IPv4 e IPv6.

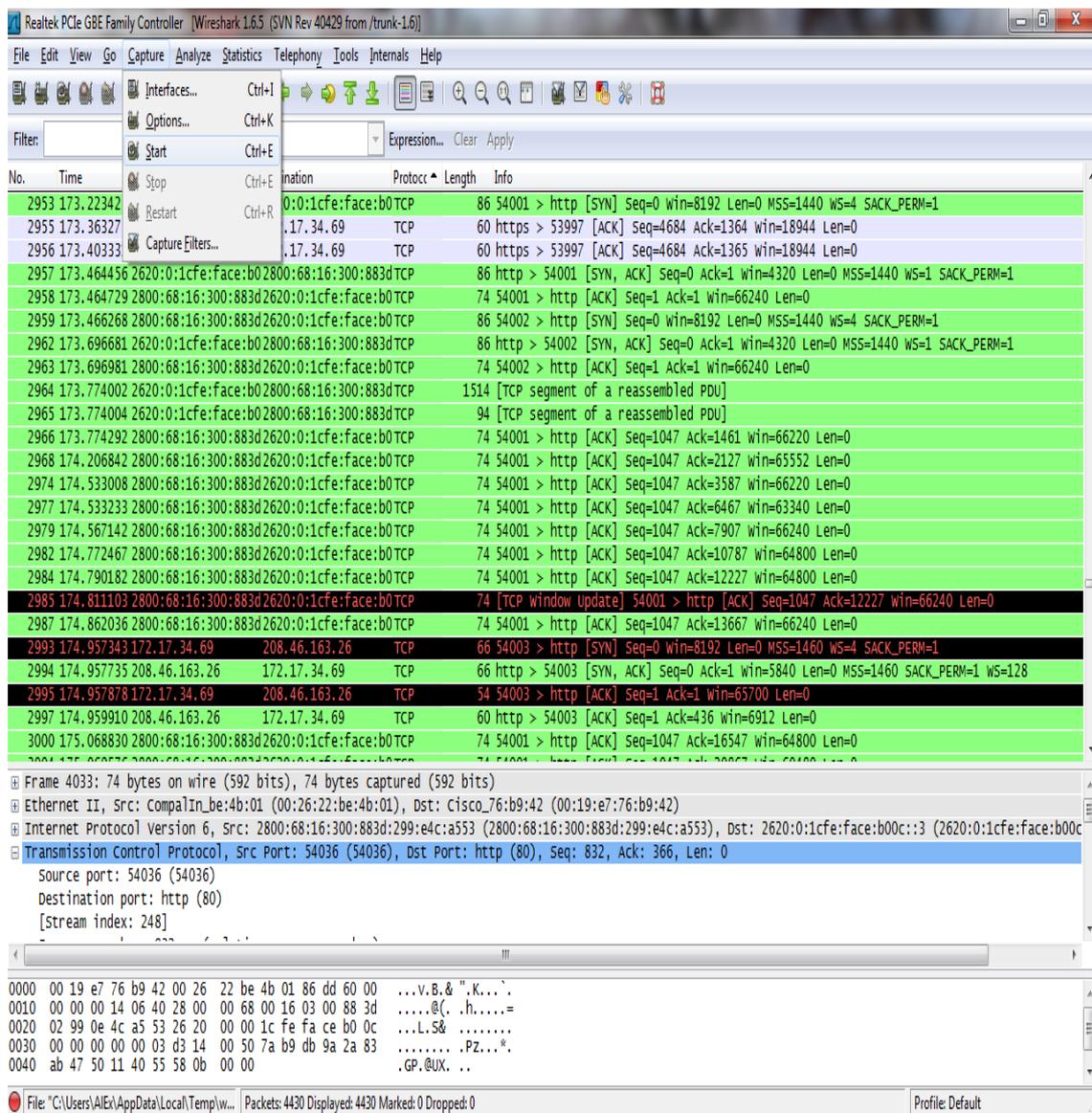


Figura 4. 6 Proceso de captura de paquetes

Cabe mencionar que la captura de paquetes se debe realizar con una conexión física (Ethernet), en caso de hacerlo de manera inalámbrica se debe descargar complementos para la mejor funcionalidad.

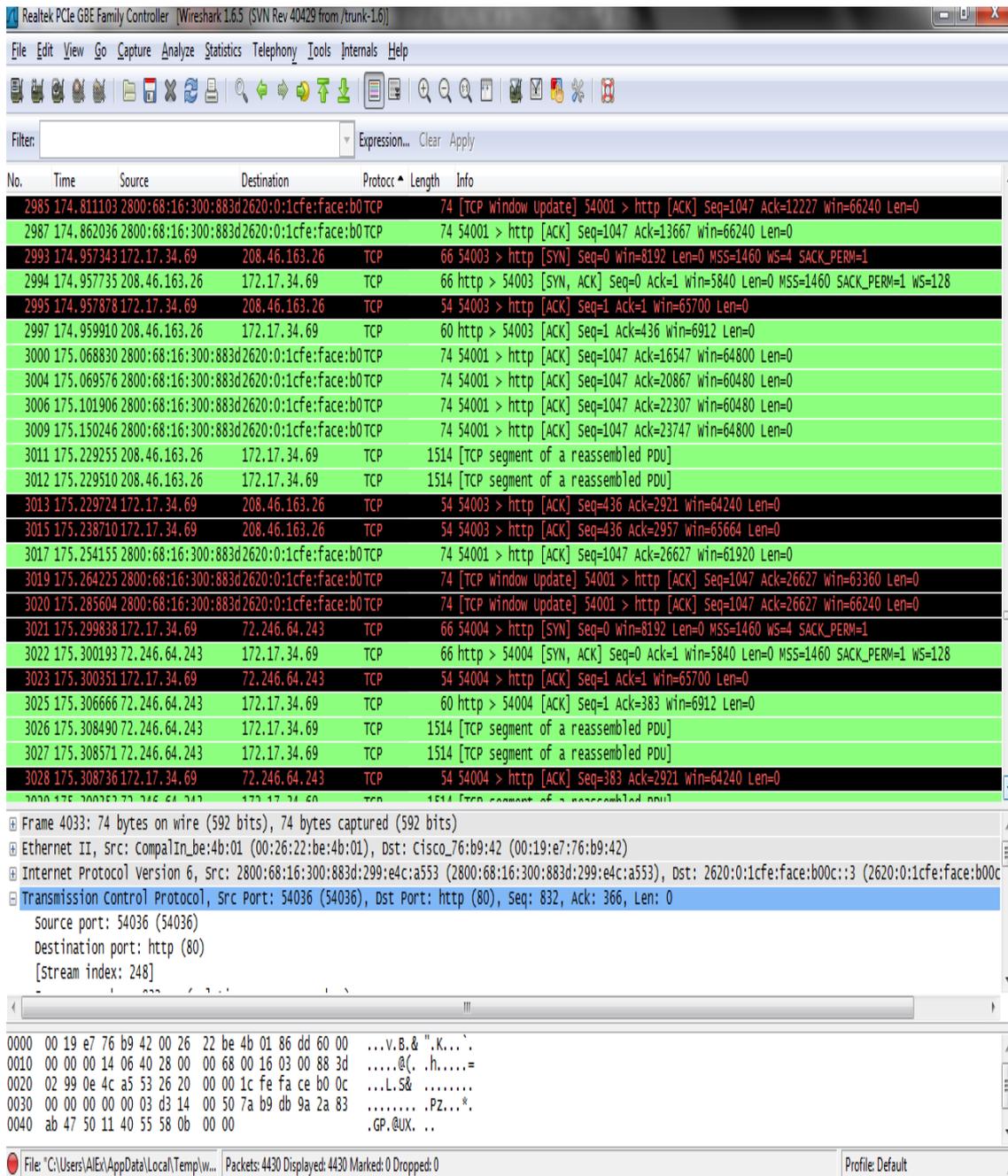


Figura 4. 7 Captura de paquetes IPv6 e IPv4

Como se encuentra en la figura 4.7 se observan paquetes IPv6 como IPv4, en el caso del Plan Piloto la transición es a IPv6, por lo tanto se analizan únicamente los paquetes IPv6.

Al momento de seleccionar un paquete, este despliega las características mostradas en la figura 4.8

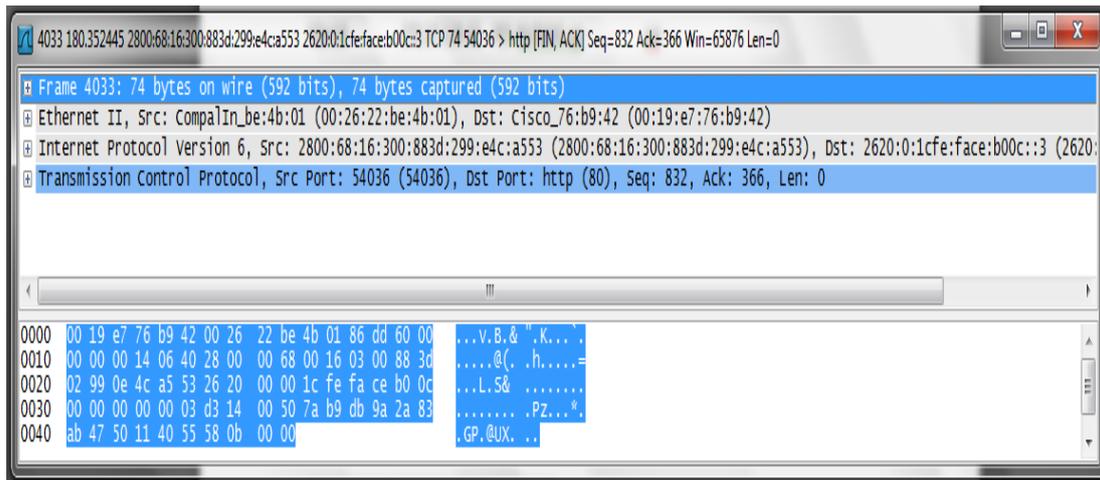


Figura 4. 8 Características del paquete IPv6

Lo primero en analizar es la Trama o frame del paquete IPv6, en la figura 4.9 se puede observar la fecha de la captura, el tamaño de la trama (74 bytes) y protocolos en la trama (eth: ipv6: tcp).

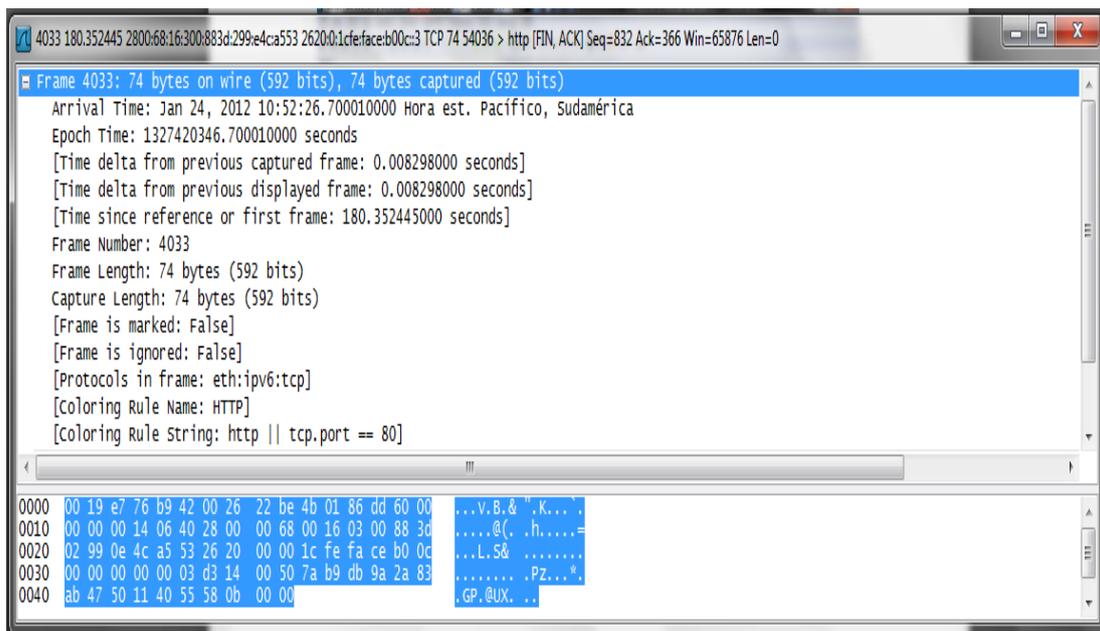


Figura 4. 9 Características de la Trama

La figura 4.10 muestra la dirección origen del paquete como la dirección destino del paquete.

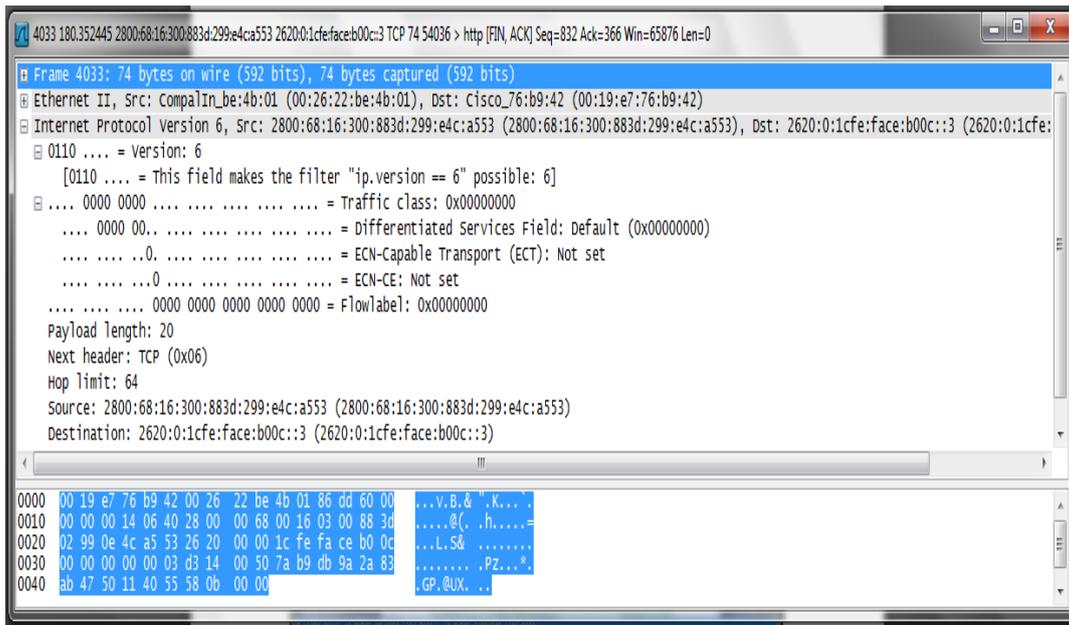


Figura 4. 10 Dirección origen/ destino del paquete.

La figura 4.11 muestra los puertos de origen como del destino al igual de varios puertos que utiliza el paquete, hasta llegar a su destino.

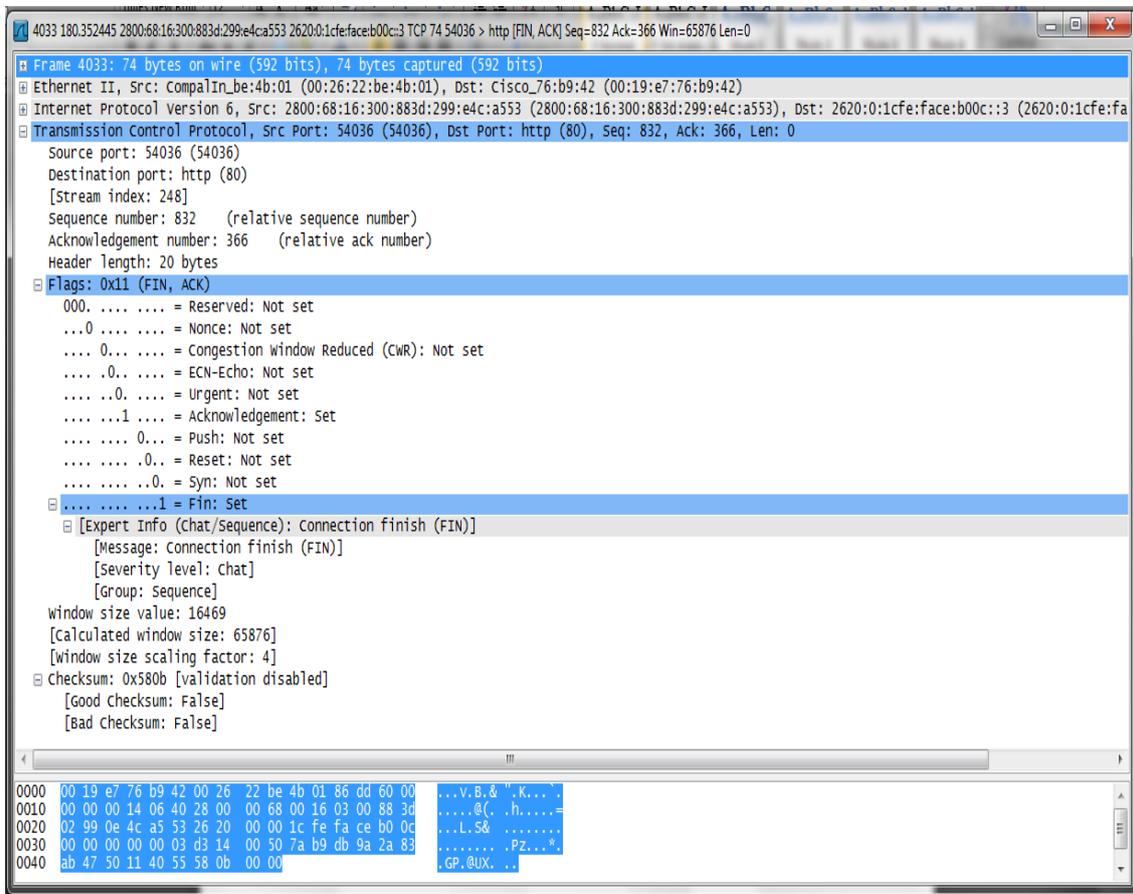


Figura 4. 11 Puertos Origen /destino del paquete

En este panel se despliega el contenido del paquete en formato hexadecimal.

0000	00 19 e7 76 b9 42 00 26 22 be 4b 01 86 dd 60 00	...v.B.& ".K...`.
0010	00 00 00 14 06 40 28 00 00 68 00 16 03 00 88 3d	.....@(.h.....=
0020	02 99 0e 4c a5 53 26 20 00 00 1c fe fa ce b0 0c	...L.S&
0030	00 00 00 00 00 03 d2 f1 00 50 33 7a dd 95 13 a2	.....P3z.....
0040	af 1a 50 10 3f 48 58 0b 00 00	..P.?HX. ..

Figura 4. 12 Datos del paquete IPv6

De izquierda a derecha de la figura 4.12 se muestra el offset del paquete seguidamente, se muestra la data del paquete y finalmente se muestra la información en caracteres ASCII

4.2 Presentación de los resultados de la configuración de Dual stack.

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento, los resultados son exitosos para la navegación de IPv6 en el Plan Piloto realizado en la subred CIMA.

Como se puede ver en la figura 4.13, la navegación se puede hacer tanto en la plataforma IPv6 e IPv4.



Figura 4. 13 Resultados de la configuración Dual Stack.

4.3 Análisis de los resultados

Los análisis se desarrollarán bajo tres criterios:

- Técnicos
- Económicos

4.3.1 Técnicos

El diseño y planificación de direcciones IPv6, realizada para la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur funciona de la mejor manera, ya que fueron activadas varias Vlans para probar su conectividad, a pesar que en el plan piloto solo constaba la subred CIMA.

A pesar del excelente diseño, IPv6 posee limitaciones ya que varios servidores de UPS-Campus Sur se encuentran fuera de la misma, por lo tanto las configuraciones no se

pueden realizar, en este caso se encontró un problema con el servidor DNS, este funciona a la perfección con usuarios dinámicos, no así con usuarios con una IP Fija.

Si se desea explorar en otras Vlans, como la correspondiente a Telefonía IP, se deben adquirir equipos que soporten dicho protocolo.

La estructura del diseño de direcciones IPv6 es jerárquico con grandes posibilidades de crecer a un futuro no muy distante, este protocolo elimina el uso del protocolo NAT.

En algunos casos para mejorar el desempeño de IPv6 se actualizó el IOS, para así obtener mejores características en la plataforma IPv6.

4.3.2 Económicos

Los costos económicos de la implementación del Plan Piloto para la transición de la Plataformas en la sub red CIMA no vario al presupuesto inicial del desarrollo de la implementación, como consta en la tabla 4.1, ya que no se realizaron compras de ningún equipo nuevo, solo la actualización del IOS en el Switch Core el mismo que fue descargado, por fuentes de los autores.

Descripción	Cantidad/hora/ Persona	Costo Unitario	Costo
Movilización	2	80.00	160.00
Internet	200 horas	0.50	100.00
Comunicación móvil	3	50.00	150.00
Impresiones B/N	1000 unidades	0.10	100.00
Impresiones a color	100 unidades	0.20	20.00
Empastados	4 unidades	8.00	32.00
Impresiones Laser	150 unidades	1.00	150.00
Varios			250.00
Total			962.00

Tabla 4. 1 Presupuesto de la implementación.

La asignación de la dirección IPv6 para la UPS-Campus Sur 2800:68:16::/48, no tiene ningún costo adicional ya que CEDIA es una Red Nacional de Investigación y Educación del Ecuador, CEDIA incentiva a la transición de plataformas en IPv6.

CAPÍTULO 5

En éste capítulo se describirán las conclusiones y recomendaciones que se han podido encontrar en éste proyecto.

5.1 Conclusiones

- Se ha podido implementar un Plan Piloto para la transición de IPv4 a IPv6, utilizando el Protocolo Dual Stack en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur dentro de la subred CIMA, así como en la red Wireless de la UPS campus sur, logrando que cada estudiante o docente que desee navegar en IPv6 dentro del campus lo pueda hacer a través de un dispositivo portátil, siempre y cuando tenga instalado ipv6 o en su defecto siguiendo los pasos antes mencionados, dependiendo del Sistema Operativo que tenga su dispositivo final.
- Se ha investigado el direccionamiento de la plataforma IPv4 en dispositivos intermedios y dispositivos finales, en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur, ya que no existía ningún documento o planificación previa para determinar de qué manera se encuentra segmentada la Universidad, además se ha logrado conocer cada una de las Vlans existentes, así como el rango de direcciones asignadas a cada una de ellas, para a partir de este punto, poder realizar la asignación de direcciones IPv6
- En éste proyecto se ha podido concluir que no existen mayores diferencias en cuanto a la configuración entre las plataformas IPv4 e IPv6, ya que los comandos a emplearse son muy similares a los de IPv4, con mínimas diferencias en cuanto a su escritura y muchas semejanzas en cuanto a la estructura y funcionamiento de cada protocolo.
- Una de las ventajas más importantes de IPv6 respecto a IPv4 es la disponibilidad de direcciones que ofrece IPv6. Mientras IPv4 tiene 2^{32} direcciones disponibles algo que en su inicio parecía interminable, IPv6 dispone de 2^{128} direcciones, es decir, cerca de 1000 sextillones de direcciones disponibles.

- Se ha desarrollado y planificado el direccionamiento para la plataforma de la red IPv6 para la configuración de cada uno de los dispositivos intermedios, finales, en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur, según las recomendaciones de CEDIA, junto con la RFCs respectivas. Para el correcto funcionamiento se usó una máscara /64 para los dispositivos finales, una /56 para las Vlans y /48 para la dirección de Red.
- El piloto en la subred CIMA ha sido un éxito, debido a que se logró la transición de la conectividad IPv6 con la frontera del proveedor y la frontera de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur.
- La técnica Dual Stack ejecuta las dos pilas de protocolos IPv4 e IPv6 de manera simultánea en los nodos de la red, pudiendo navegar de manera adecuada en las diferentes páginas web con soporte tanto para IPv6 como para IPv4, en un corto tiempo de respuesta.

5.2 Recomendaciones.

- Antes de dar inicio a un proyecto de transición se recomienda verificar si los dispositivos intermedios son compatibles con IPv6, mediante el análisis de la versión de IOS que se usa en cada equipo, en el caso de ser positivo, proceder con los pasos recomendados en éste proyecto, caso contrario es necesario actualizar el IOS de manera inmediata, buscando un software licenciado para el correcto funcionamiento.
- En este proceso de actualización del IOS Switch Catalyst 3750 se recomienda seguir los pasos mencionados por el fabricante, ya que cada dispositivo tiene una configuración especial, en este caso el Switch Core maneja una tecnología StackWise de Cisco en los Catalyst de las Series 3750E y 3750, esto permite a los partners construir un sistema de switching unificado y altamente flexible de hasta nueve switches.

- El proceso mencionado anteriormente se lo recomienda realizarlo durante una ventana de mantenimiento, debido a que el proceso toma algunos minutos y todos los recursos de red quedan inactivos, por lo cual se recomienda realizarlo en horarios nocturnos.
- Es recomendable tener claro la manera en la que se encuentra estructurada la Red IPv4, para aprovechar ésta distribución y a partir de la misma realizar el direccionamiento y planificación IPv6.
- Se recomienda la RFC 3177, para la planificación de direcciones, debido a que es el estándar usado por CEDIA, además que es el mas usado y desarrollado en la actualidad.
- Se recomienda realizar las configuraciones necesarias en el servidor DNS en Cuenca y sus respectivo backup en la sede el Girón para un correcto funcionamiento con usuarios fijos en navegación para IPv6.
- Se recomienda continuar con el proceso de transición de IPv4 a IPv6 con las Vlans que aun no se encuentra configuradas, implementar seguridades e incluso realizar proyectos futuros de VoIP en IPv6.

5.3 Glosario

Cabecera: Información que suele situarse delante de los datos y que hace referencia a diferentes aspectos de estos.

Capa: Cada una de los elementos que conforman una estructura jerárquica.

Datagrama: Conjunto de estructurado de bytes que forma la unidad básica de comunicación del protocolo IP.

Encapsulamiento: Sistema basado en colocar una estructura dentro de otra formando capas.

Firewall: Máquina encargada del filtrado del tráfico de INTERNET, basado en reglas de comportamiento.

Gateway: Es aquel que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.¹³

IP: El Internet Protocol; es un protocolo no fiable y sin conexión en el que se basa la comunicación por INTERNET. Su unidad es el datagrama.

IPsec: Es un conjunto de protocolos cuya función es asegurar las comunicaciones sobre el Protocolo de Internet (IP) autenticando y/o cifrando cada paquete IP en un flujo de datos. IPsec también incluye protocolos para el establecimiento de claves de cifrado.

IPv6: Es la abreviatura escogida por la IETF con la que se denomina a la versión 6 del protocolo IP.

LAN (Local Area Network): Red local. Es la encargada de conectar ordenadores en distancias inferiores a 1Km.

¹³ http://es.wikipedia.org/wiki/Puerta_de_enlace

MAC Address: Dirección única que llevan las tarjetas de red grabadas en una ROM para identificarse y diferenciarse de las demás.

OSI: Modelo teórico propuesto por IEEE que describe cómo deberían conectarse distintos modelos de ordenadores a diferentes tipos de red para poder comunicarse entre sí.

Overhead: Pérdida de rendimiento o sobrecarga.

Paquetes IP: Es aquel que transporta la información que le ayudará a llegar a su destino, básicamente la dirección IP del que envía el paquete, La dirección IP del que la tiene que recibir, algo que le diga a la red en cuantos paquetes se ha partido el mensaje, y el número de cada paquete en particular. ¹⁴

Protocolos: Conjunto de reglas que establece cómo debe realizarse una comunicación.

Red: Dispositivo físico que conecta dos o más ordenadores.

RFC (Request For Comments): Documento de especificaciones que se expone públicamente para su discusión.

Router: Dispositivo físico u ordenador que conecta dos o más redes encargado de direccionar los distintos datagramas que le lleguen hacia su destino.

Routing: Procedimiento que consiste en conducir un datagrama hacia su destino a través de INTERNET.

Stackwise: Tecnología plus de Cisco para sistema de fallas de administración automática, además permite la administración de la congestión mediante características de prioridad de tráfico

¹⁴ <http://www.ordenadores-y-portatiles.com/paquete-ip.html>

TCP (Transmission Control Protocol): Protocolo de nivel superior que permite una conexión fiable y orientada a conexión mediante el protocolo IP.

UDP (User Datagram Protocol): Protocolo no fiable y sin conexión basado en el protocolo IP.

5.4 Bibliografía

- [1] Ettikan Kandasamy Karuppiah, Gopi Kurup, Takefumi Yamazaki, "Application Performance Analysis In Transition Mechanism From Ipv4 to IPv6", *Proceedings APAN Conf. 2000*, Tsukuba, Japan, Feb. 14-18, 2000. <http://www.my.apan.net/ipv6/Papers/ettikan.PDF>
- [2] Ettikan Kandasamy, Tong Hui Tee, Seow Chen Yong, "Transition Mechanism Between IPv4 & IPv6 and deciding your choice", *APAN Conf. 2002*, Jan. 22-25, Paper, http://www.my.apan.net/ipv6/Papers/Transition-Mechanism-IPv4_IPv6.pdf
- [3] Ettikan Kandasamy, "IPv6 Dual Stack Transition Technique Performance Analysis : KAME on FreeBSD as the Case", *Proceedings MMU International Symposium on Information and Communication Technologies*, Malaysia, 5th - 6th Oct., 2000. http://www.my.apan.net/ipv6/Papers/M2USIC_Perf.PDF
- [4] Reporte de espacio de direcciones IPv4, <http://bgp.potaroo.net/ipv4/>
- [5] Network Wizards, <http://www.nw.com>
- [6] F. Solensky, "IPv4 Address Lifetime Expectations," in *IPng: Internet Protocol Next Generation* (S. Bradner, A. Mankin, ed), Addison Wesley, 1996
- [7] "Global IPv6 allocations made by the Regional Internet Registries", <http://www.ripe.net/cgi-bin/ipv6allocs>

- [8] S. Bradner, A. Mankin, “*IP: Next Generation (IPng) White Paper Solicitation*”, RFC 1550, diciembre 1993,
<http://www.ietf.org/rfc/rfc1550.txt?number=1550>
- [9] C. Partridge, F. Kastenholz, “*Technical Criteria for Choosing IP The Next Generation (IPng)*”, RFC 1726, diciembre 1994,
<http://www.ietf.org/rfc/rfc1726.txt?number=1726>
- [10] S. Bradner, A. Mankin, “The Recommendation for the IP Next Generation Protocol”, RFC 1752, enero 1995, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1752.txt>
- [11] Hinden, R. and S. Deering, “*IP Versión 6 Addressing Architecture*”, RFC 1884, diciembre 1995, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1884.txt>
- [12] Rekhter, Y., and T. Li. “*An Architecture for IPv6 Unicast Address Allocation*”, RFC 1887, diciembre 1995, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1887.txt>

ANEXO A

CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS

Antes de iniciar con las configuraciones, debemos proceder a revisar el IOS de los dispositivos intermedios, mediante el comando Show versión.

El requisito mínimo para el buen funcionamiento IPv6, son IOS Advance en los dispositivos intermedios.

A.1 Router cisco 2801

La figura A.1 detalla todas las características del router cisco 2801, mediante el comando show versión.

```
UPS_NET#show version
Cisco IOS Software, 2801 Software (C2801-ADVIPSERVICESK9-M), Version 12.4(3g), R
ELEASE SOFTWARE (fc2)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Mon 06-Nov-06 02:59 by alnguyen

ROM: System Bootstrap, Version 12.4(13r)T, RELEASE SOFTWARE (fc1)

UPS_NET uptime is 5 weeks, 5 days, 2 hours, 24 minutes
System returned to ROM by power-on
System image file is "flash:c2801-advipservicesk9-mz.124-3g.bin"

This product contains cryptographic features and is subject to United
States and local country laws governing import, export, transfer and
use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply
third-party authority to import, export, distribute or use encryption.
Importers, exporters, distributors and users are responsible for
compliance with U.S. and local country laws. By using this product you
agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable
to comply with U.S. and local laws, return this product immediately.

A summary of U.S. laws governing Cisco cryptographic products may be found at:
http://www.cisco.com/wvl/export/crypto/tool/stqrg.html

If you require further assistance please contact us by sending email to
export@cisco.com.

Cisco 2801 (revision 7.0) with 236544K/25600K bytes of memory.
Processor board ID FTX1131Z1JL
 2 FastEthernet interfaces
 2 Virtual Private Network (VPN) Modules
 1 DSP, 8 Voice resources
DRAM configuration is 64 bits wide with parity disabled.
191K bytes of NVRAM.
62720K bytes of ATA CompactFlash (Read/Write)

Configuration register is 0x2102

UPS_NET#_
```

Figura A. 1 Características del router 2801

A.2 Características del Switch Catalyst 3750

La figura A.2 detalla todas las características del switch Catalyst 3750 mediante el comando show versión.

Como se puede ver el modelo de IOS: "System image file is "flash:c3750-ipbase-mz.122-25.SEE2/c3750-ipbase-mz.122-25.SEE2.bin" no tiene todas las características para la transición a IPv6 por lo tanto se debe actualizar el IOS.

```

Cisco IOS Software, C3750 Software (C3750-IPBASE-M), Version 12.2(25)SEE2, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Fri 28-Jul-06 08:46 by yenanh
Image text-base: 0x00003000, data-base: 0x00EE3E54

ROM: Bootstrap program is C3750 boot loader
BOOTLDR: C3750 Boot Loader (C3750-HBOOT-M) Version 12.2(25r)SEE3, RELEASE SOFTWARE (fc1)

MDF-SUR uptime is 3 days, 1 hour, 48 minutes
System returned to ROM by power-on
System image file is "flash:c3750-ipbase-mz.122-25.SEE2/c3750-ipbase-mz.122-25.SEE2.bin"

cisco WS-C3750G-12S (PowerPC405) processor (revision P0) with 118784K/12280K bytes of memory.
Processor board ID CAT1042RH5X
Last reset from power-on
21 Virtual Ethernet interfaces
64 Gigabit Ethernet interfaces
The password-recovery mechanism is enabled.

512K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address       : 00:19:E7:76:B9:00
Motherboard assembly number     : 73-9678-07
Power supply part number        : 341-0048-03
Motherboard serial number       : CAT10415UHC
Power supply serial number      : LIT10320921
Model revision number           : P0
Motherboard revision number     : A0
Model number                     : WS-C3750G-12S-S
System serial number            : CAT1042RH5X
Top Assembly Part Number       : 800-25856-03
Top Assembly Revision Number   : A0
Version ID                      : U05
CLEI Code Number               : CNM81U0GRA
Hardware Board Revision Number  : 0x06

Switch    Ports  Model                SW Version           SW Image
-----
* 1       12   WS-C3750G-12S       12.2(25)SEE2        C3750-IPBASE-M
  2       52   WS-C3750G-48PS     12.2(25)SEE2        C3750-IPBASE-M

Switch 02

Switch Uptime                   : 3 days, 1 hour, 48 minutes
Base ethernet MAC Address       : 00:22:0C:5D:31:80
Motherboard assembly number     : 73-10216-08
Power supply part number        : 341-0108-03
Motherboard serial number       : FOC122347NR
Power supply serial number      : DCA1222A3PM
Model revision number           : F0
Motherboard revision number     : C0
Model number                     : WS-C3750G-48PS-S
System serial number            : FOC1223W5PH
Top assembly part number        : 800-26853-01
Top assembly revision number    : D0
Version ID                      : U05
CLEI Code Number               : CNMUN00ARC

Configuration register is 0xF

```

Figura A. 2 Características del Switch Catalys 3750

A.3 Pasos para la actualización del IOS 3750 en Switches en stack.

Los 3 pasos generales para actualizar la IOS de un stack de switches son:

- Copiar la IOS del servidor TFTP al switch que actúa como MASTER del stack

- Descomprimir la IOS en la memoria flash de cada uno de los switches del stack
- Configurar la variable boot¹⁵

Imagen de los switches en stack:



Figura A. 3 Switch en Stack

Fuente: <http://www.network-core.net/2010/03/actualizar-ios-3750-switches-en-stack.html>

1. **Descargar la imagen a la flash.**

Comprobar que el switch MASTER tenga al menos el DOBLE del espacio de lo que ocupa la imagen. Este espacio es necesario para almacenar la copia de la IOS y para descomprimir la imagen en cada una de las flash de los switches, para ello se ejecuta lo siguiente:

- 3750-stack#copy tftp: flash:
- Address or name of remote host []? 10.10.10.10
- Source filename []? c3750-advipservicesk9-tar.122-25.SEB1.tar
- Destination filename [c3750-advipservicesk9-tar.122-25.SEE1.tar]
- Accessing tftp://10.10.10.10/c3750-advipservicesk9-tar.122-25.SEB1.tar
- Loading c3750-advipservicesk9-tar.122-25.SEE1.tar

¹⁵ <http://www.network-core.net/2010/03/actualizar-ios-3750-switches-en-stack.html>

2. Descomprimir el IOS en la flash. Descomprimir la imagen en cada uno de los swithces del stack

Para ello se realiza lo siguiente:

- 3750-stack#archive tar /xtract c3750-advipservicesk9-tar.122-25.
SEB1.tar flash1:
- 3750-stack#archive tar /xtract c3750-advipservicesk9-tar.122-25.
SEB1.tar flash2:

3. Configurar la variable boot

Una vez descomprimida la imagen es necesario configurar la variable boot para que apunte al archivo .bin

A continuación se muestra el comando archive tar /xtract, creado en un directorio dentro de la flash:

- 3750-stack#dir
Directory of flash:/
2 drwx 192 Mar 11 1993 00:31:05 +00:00
c3750-advipservicesk9-mz.122-25.SEB1
- 3750-stack#dir flash:c3750-advipservicesk9-mz.122-25. SEB1
Directory of flash:/c3750-advipservicesk9-mz.122-25. SEB1/
3 -rwx 8169055 Mar 11 1993 00:29:52 +00:00
c3750-advipservicesk9-mz.1
22-25. SEB1.bin
4 drwx 4160 Mar 11 1993 00:30:29 +00:00 html
454 -rwx 709 Mar 11 1993 00:31:05 +00:00 info

Se configura la variable boot system y se guarda la configuracion:

- 3750-stack(config)#boot system switch all flash:/c3750-
advipservicesk9-mz.122-25.SEB1/c3750-advipservicesk9-mz.122-25.
SEB1.bin
- 3750-stack(config)#exit
- 3750-stack#write memory

Después de hacer un reload se comprueba que la IOS se actualizó:

- 3750-stack#show version

A.4 Características del Switch Catalyst 3750 actualizado

La figura A.4 detalla todas las características adicionales en IPv6 del switch catalyst 3750 mediante el comando show versión.

```
MDF-SUR#show version
Cisco IOS Software, C3750 Software (C3750-ADVIPSERVICESK9-M), Version 12.2(25)SE
B1, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2005 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Sat 30-Apr-05 02:33 by yenanh

ROM: Bootstrap program is C3750 boot loader
BOOTLDR: C3750 Boot Loader (C3750-HBOOT-M) Version 12.2(25r)SEE4, RELEASE SOFTWA
RE (fc1)

MDF-SUR uptime is 1 week, 21 hours, 13 minutes
System returned to ROM by power-on
System image file is "flash:c3750-advipservicesk9-mz.122-25.SEB1/c3750-advipserv
icesk9-mz.122-25.SEB1.bin"

This product contains cryptographic features and is subject to United
States and local country laws governing import, export, transfer and
use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply
third-party authority to import, export, distribute or use encryption.
Importers, exporters, distributors and users are responsible for
compliance with U.S. and local country laws. By using this product you
agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable
to comply with U.S. and local laws, return this product immediately.

A summary of U.S. laws governing Cisco cryptographic products may be found at:
http://www.cisco.com/wvl/export/crypto/tool/stqrg.html

If you require further assistance please contact us by sending email to
export@cisco.com.

cisco WS-C3750G-48PS (PowerPC405) processor (revision F0) with 118784K/12280K by
tes of memory.
Processor board ID FOC1223W5PH
Last reset from power-on
21 Virtual Ethernet interfaces
64 Gigabit Ethernet interfaces
The password-recovery mechanism is enabled.

512K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address       : 00:22:0C:5D:31:80
Motherboard assembly number     : 73-10216-08
Power supply part number        : 341-0100-03
Motherboard serial number       : FOC122347NR
Power supply serial number      : DCA1222A3PM
Model revision number           : F0
Motherboard revision number     : C0
Model number                    : WS-C3750G-48PS-S
System serial number            : FOC1223W5PH
Top Assembly Part Number       : 800-26853-01
Top Assembly Revision Number   : D0
Version ID                      : U05
CLEI Code Number               : CNMWN00ARC
Hardware Board Revision Number  : 0x09

Switch      Ports  Model                SW Version           SW Image
-----
* 1         12   WS-C3750G-12S       12.2(25)SEB1        C3750-ADVIPSERVICESK
* 2         52   WS-C3750G-48PS     12.2(25)SEB1        C3750-ADVIPSERVICESK

Switch 0/1
Switch Uptime                : 1 week, 21 hours, 12 minutes
Base ethernet MAC Address    : 00:19:E7:76:B9:00
Motherboard assembly number  : 73-9678-07
Power supply part number     : 341-0048-03
Motherboard serial number    : CAT10415UHC
Power supply serial number   : LIT10320921
Model revision number        : P0
Motherboard revision number  : A0
Model number                 : WS-C3750G-12S-S
System serial number         : CAT1042RH5X
Top assembly part number     : 800-25856-03
Top assembly revision number : A0
Version ID                   : U05
CLEI Code Number            : CNM81U0GRA

Configuration register is 0xF
```

Figura A. 4 Características del IOS actualizado en el Switch Catalys 3750

Como se puede ver este es el modelo de IOS:

- "Flash:c3750-advipservicesk9-mz.122-25.SEB1/c3750-advipservicesk9-mz.122-25.SEB1.bin"

Este IOS tiene mejores características para la transición a IPv6, la figura A.5 muestra los nuevos comandos agregados mediante: MDF-SUR (config)#ipv6 ?



```
Telnet 186.3.120.244
MDF-SUR(config)#ipv6 ?
access-list      Configure access lists
cef              Cisco Express Forwarding for IPv6
hop-limit        Configure hop count limit
host             Configure static hostnames
icmp            Configure ICMP parameters
neighbor         Neighbor
ospf            OSPF
prefix-list      Build a prefix list
route            Configure static routes
router          Enable an IPV6 routing process
unicast-routing Enable unicast routing
```

Figura A. 5 Características IPv6 en el Switch Catalys 3750

ANEXO B

Características de las RFC

Este anexo ofrece las recomendaciones RFC sobre las políticas de asignación de direcciones IPv6.

Las RFC son los conjuntos de documentos que sirven de referencia para la comunidad de internet que describen, especifican y asisten en la implementación, estandarización y discusión de la mayoría de las normas, los estándares, las tecnologías y los protocolos relacionados con internet y las redes en general.¹⁶

B.1 RFC 3177

Se han realizado muchas discusiones entre el Internet Engineering Task Force (IETF) y expertos en Regional Internet Registry (RIR) sobre temas de la política de asignación de direcciones IPv6, referentes a las cuestiones de la frontera entre lo público y lo privado y topología en el Internet, es decir, la cantidad de espacio de direcciones que un ISP puede asignar a los hogares, pequeñas y grandes empresas, redes móviles y clientes transitorios.

La RFC 3177 fue desarrollada por la Dirección IPv6, Internet Architecture Board (IAB) y el Internet Engineering Steering Group (IESG), y es una recomendación de la IAB y el IESG a los RIR.¹⁷

El IESG y el IAB recomiendan las asignaciones para la frontera entre los sectores públicos y privados mediante las siguientes reglas generales:

- / 48 en el caso general, excepto para suscriptores muy grandes.
- / 64, cuando se sabe que una y solo una subred es necesaria por diseño.
- / 128 cuando se conoce absolutamente que uno y sólo un dispositivo de se está conectando.

¹⁶ <http://es.kioskea.net/contents/internet/rfc.php3>

¹⁷ <http://www.faqs.org/rfcs/rfc3177.html>

En particular, se recomienda:

- Suscriptores de la red doméstica, la conexión a través de la carta o conexiones permanentes deben recibir un / 48.
- Las pequeñas y grandes deben recibir un / 48.
- Suscriptores muy grandes podrían recibir un / 47 o algo más bajo prefijo, o múltiples / 48.

Las redes móviles, como vehículos o teléfonos móviles con un interfaz de red adicionales (como bluetooth o 802.11b) deben recibir un prefijo estática / 64 para permitir la conexión de múltiples dispositivos a través de una subred.

B.2 RFC 3531

Esta recomendación propone un método para administrar la asignación de bits de una dirección IPv6 bloque o rango. Cuando una organización tiene que hacer una dirección para su plan de subredes o cuando un proveedor de acceso a Internet tiene que hacer una planificación de direcciones para sus clientes, este método permite a la organización aplazar la decisión final sobre el número de bits a la partición en el espacio de direcciones que tienen.

Este sistema es aplicable a cualquier esquema de direccionamiento de bits utilizando bits con particiones en el espacio, pero su primer uso es para IPv6, la RFC 3531 se ha desarrollado desde abril del 2003

Las direcciones IPv6 tienen una estructura flexible para abordar las cesiones. Esto permite a los proveedores de servicios de Internet, diseñadores de red y otros asignar rangos de direcciones a las organizaciones y redes basadas en diferentes criterios, como el tamaño de las redes.¹⁸

¹⁸ <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3531&lang=es>

B.2.1 Esquema

Se define las partes de la dirección IP como p1, p2, p3,... PN en fin, de modo que una dirección IP se compone de estas partes contiguas.

Las fronteras entre cada parte están basadas en el prefijo asignado por el próximo nivel de autoridad. La parte p1 es la parte izquierda, probablemente asignada a un registro, la parte p2 puede ser asignada a un gran servicio de Internet proveedor o de un registro nacional. La parte p3 puede ser asignada a un gran cliente o un proveedor menor, etc. Cada parte puede ser de diferente longitud.

Como se muestra en la figura B.1

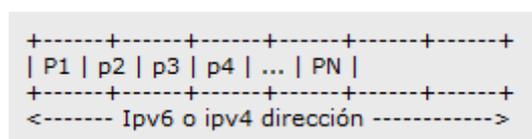


Figura B. 1 Esquema de direccionamiento

El algoritmo de asignación de direcciones es el siguiente:

- Para la parte izquierda (p1), asignar direcciones utilizando los bits de la izquierda primero.
- Por la parte derecha (pN), asignar direcciones utilizando los bits de la derecha primero
- Para todas las otras partes (en el centro), previamente establecer un límite arbitrario (prefijo) y luego asignar direcciones utilizando el centro de bits de la primera parte que se les asigne.

Este algoritmo crece en bits asignados de tal manera que se mantiene sin asignar los bits cerca de la frontera de las partes. Esto significa, que el prefijo entre dos partes puede cambiarse hacia adelante o hacia atrás

B.2.2 Descripción del Algoritmo

A continuación se describe la asignación de bits de izquierda, derecha y del centro.

Izquierdo

P1 se asignará de la siguiente manera:

Orden de Asignación	
1	00000000
2	10000000
3	01000000
4	11000000
5	00100000
6	10100000
7	01100000
8	11100000
9	00010000
...	

Tabla B. 1 Asignación de bits de izquierda

Como se muestra en la Tabla B.1 esto es, en realidad, un espejo de conteo binario.

Derecha

PN (la última parte) será asignada de la siguiente manera como se muestra en la Tabla B.2:

Orden de Asignación	
1	00000000
2	00000001
3	00000010
4	00000011
5	00000100
6	00000101
7	00000110

8	00000111
9	00001000
...	

Tabla B. 2 Asignación de bits derecha.

Centro

PX (donde $1 < X < N$) será asignado como se muestra en la tabla B.3.

Orden de Asignación	
1	00000000
2	00001000
3	00010000
4	00011000
5	00000100
6	00001100
7	00010100
8	00011100
9	00100000
...	

Tabla B. 3 Asignación de bits centro.

Los bits son asignados utilizando el siguiente algoritmo:

1. La primera vuelta es para seleccionar sólo el medio (si hay un número par de bits el centro recorriendo un bit a la izquierda o a la derecha).
2. Crear todas las combinaciones utilizando los bits seleccionados que aún no han sido creados.
3. Repetir 1 y 2, hasta que ya no hay más cosas a considerar.

Al utilizar este método, P1 podrá ampliar el número de clientes, los cuales podrán modificar su primera posición sobre el tamaño de sus propios clientes, hasta que los bits reservados sean asignados.¹⁹

¹⁹ <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc3531&lang=es>

ANEXO C

Plan de distribución IPv6 en la UPS Campus Sur

Este anexo muestra el direccionamiento IPv6 en la UPS Campus Sur, una vez asignada la dirección IPv6 por CEDIA, se procede a la distribución o planificación IPv6 de acuerdo a las RFCs mencionadas en el anexo anterior.

La dirección asignada es la 2800:68:16::/48, el prefijo con el que se trabaja es /56 para cada Vlan o dependencia, y el prefijo /64 para cada subred dentro de cada Vlan o dependencia.

En la tabla C.1 se muestran las Vlans en las cuales trabaja la UPS Campus Sur.

Nombre Subred	Descripción	Dirección Red	Prefijo
	INTERFACES	2800:68:16::	56
VLAN 1	Virtual LAN DEFAULT	2800:68:16:100::	56
VLAN 2	Virtual LAN DMZ	2800:68:16:200::	56
VLAN 3	Virtual LAN ADMINISTRATIVA	2800:68:16:300::	56
VLAN 4	Virtual LAN ESTUDIANTES	2800:68:16:400::	56
VLAN5	CISCO	2800:68:16:500::	56
VLAN6	SUN	2800:68:16:600::	56
VLAN7	SALAPROF	2800:68:16:700::	56
VLAN8	SALA-INTERNET	2800:68:16:800::	56
VLAN9	MICROSOFT	2800:68:16:900::	56
VLAN10	WIRELESS	2800:68:16:A00::	56
VLAN11	IPT	2800:68:16:B00::	56
VLAN12	SALA-CECASIS	2800:68:16:C00::	56
VLAN 13	VLAN VIDEO	2800:68:16:D00::	56
VLAN 14	VLAN HP	2800:68:16:E00::	56

VLAN 15	ELECTRONICA	2800:68:16:F00::	56
VLAN 16	VLAN TELCONET	2800:68:16:1000::	56
VLAN 17	WLAN-IPCAM- CECASIS	2800:68:16:1100::	56
VLAN 18	WLAN-IPCAM- ELECTRONICA	2800:68:16:1200::	56
VLAN 19	INVESTIGACION	2800:68:16:1300::	56
VLAN 20	INTERNET-LOCAL	2800:68:16:1400::	56
VLAN 21	CIMA-SRV	2800:68:16:1500::	56
VLAN 22	RUI	2800:68:16:1600::	56

Tabla C. 1 Planificación IPv6.

En este caso se trabaja con un prefijo /56 para cada Vlan como red principal con un máximo de 255 redes, pero cada red tiene subredes /64 que pueden llegar a alcanzar 255 subredes en cada red, ocupando así solo 64 bits de los 128 bits disponibles si se restan los bits obtenemos los 64 bits disponibles para host o dispositivos finales.

C.1 Distribución de redes y subredes en IPv6.

A continuación se muestra toda la planificación del direccionamiento IPv6, iniciando desde la interfaz para la conexión del proveedor hacia el router de frontera, como todas las Vlans o dependencias dentro de la Universidad.

C.1.1 Direccionamiento de las interfaces.

La tabla C.2 muestra la distribución del direccionamiento de la interfaces en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00000000	00000000	00	00
2800:68:16:	00000000	00000001	00	01
2800:68:16:	00000000	00000010	00	02

2800:68:16:	00000000	00000011	00	03
2800:68:16:	00000000	.....	00	...
2800:68:16:	00000000	11111111	00	FF

Tabla C. 2 Direccionamiento de las Interfaces en binario.

La tabla C.3, muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada para las interfaces, las cuales serán utilizadas para la configuración entre el router de frontera y el router del proveedor.

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16::	2800:68:16::
2800:68:16::		2800:68:16:1::
2800:68:16::		2800:68:16:2::
2800:68:16::		2800:68:16:3::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:FF::

Tabla C. 3 Direccionamiento de las interfaces en binario.

Como se observa en la tabla C.3, la red 2800:68:16:: /56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la configuración de las interfaces es 2800:68:16::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:FF::/64 subredes.

C.1.2 Direccionamiento VLAN1 Virtual LAN DEFAULT.

La tabla C.4 muestra la distribución del direccionamiento de la Vlan1 (Virtual LAN DEFAULT) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00000001	00000000	01	00

2800:68:16:	00000001	00000001	01	01
2800:68:16:	00000001	00000010	01	02
2800:68:16:	00000001	00000011	01	03
2800:68:16:	00000001	.....	01	...
2800:68:16:	00000001	11111111	01	FF

Tabla C. 4 Direccionamiento Vlan1 Virtual LAN DEFAULT en binario.

La tabla C.5 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan1 (Virtual LAN DEFAULT).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:100::	2800:68:16:100::
2800:68:16::		2800:68:16:101::
2800:68:16::		2800:68:16:102::
2800:68:16::		2800:68:16:103::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:1FF::

Tabla C. 5 Direccionamiento Vlan1 Virtual LAN DEFAULT.

Como se observa en la tabla C.5 la red 2800:68:16:100:/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan1 (Virtual LAN DEFAULT) es 2800:68:16:100::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:1FF::/64 subredes.

C.1.3 Direccionamiento VLAN2 Virtual LAN DMZ.

La tabla C.6 muestra la distribución del direccionamiento Vlan2 (Virtual LAN DMZ) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00000010	00000000	02	00
2800:68:16:	00000010	00000001	02	01
2800:68:16:	00000010	00000010	02	02
2800:68:16:	00000010	00000011	02	03
2800:68:16:	00000010	.....	02	...
2800:68:16:	00000010	11111111	02	FF

Tabla C. 6 Direccionamiento Vlan2 Virtual LAN DMZ en binario.

La tabla C.7 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan2 (Virtual LAN DMZ).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:200::	2800:68:16:200:
2800:68:16::		2800:68:16:201::
2800:68:16::		2800:68:16:202::
2800:68:16::		2800:68:16:203::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:2FF::

Tabla C. 7 Direccionamiento Vlan2 Virtual LAN DMZ.

Como se observa en la tabla C.7, la red 2800:68:16:200::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan2 (Virtual LAN DEFAULT) es 2800:68:16:200::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:2FF::/64 subredes.

C.1.4 Direccionamiento VLAN3 Virtual LAN ADMINISTRATIVA.

La tabla C.8 muestra la distribución del direccionamiento Vlan3 (Virtual LAN ADMINISTRATIVA) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00000011	00000000	03	00
2800:68:16:	00000011	00000001	03	01
2800:68:16:	00000011	00000010	03	02
2800:68:16:	00000011	00000011	03	03
2800:68:16:	00000011	.....	03	...
2800:68:16:	00000011	11111111	03	FF

Tabla C. 8 Direccionamiento Vlan3 Virtual LAN ADMINISTRATIVA en binario.

La tabla C.9 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan3 (Virtual LAN ADMINISTRATIVA).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:300::	2800:68:16:300:
2800:68:16::		2800:68:16:301::
2800:68:16::		2800:68:16:302::
2800:68:16::		2800:68:16:303::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:3FF::

Tabla C. 9 Direccionamiento Vlan3 Virtual LAN ADMINISTRATIVA

Como se observa en la tabla C.9, la red 2800:68:16:300::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan3 (Virtual LAN ADMINISTRATIVA) es

2800:68:16:300::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:3FF::/64 subredes.

C.1.5 Direccionamiento Vlan4 (Virtual LAN ESTUDIANTES).

La tabla C.10 muestra la distribución del direccionamiento Vlan4 (Virtual LAN ESTUDIANTES) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00000100	00000000	04	00
2800:68:16:	00000100	00000001	04	01
2800:68:16:	00000100	00000010	04	02
2800:68:16:	00000100	00000011	04	03
2800:68:16:	00000100	.....	04	...
2800:68:16:	00000100	11111111	04	FF

Tabla C. 10 Direccionamiento Vlan4 Virtual LAN ESTUDIANTES en binario

La tabla C.11 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan4 (Virtual LAN ESTUDIANTES).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:400::	2800:68:16:400::
2800:68:16::		2800:68:16:401::
2800:68:16::		2800:68:16:402::
2800:68:16::		2800:68:16:403::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:4FF::

Tabla C. 11 Direccionamiento Vlan4 Virtual LAN ESTUDIANTES

Como se observa en la tabla C.11, la red 2800:68:16:400::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan4 (Virtual LAN ESTUDIANTES) es 2800:68:16:400::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:4FF::/64 subredes.

C.1.6 Direccionamiento VLAN5 CISCO

La tabla C.12 muestra la distribución del direccionamiento Vlan5 (CISCO) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00000101	00000000	05	00
2800:68:16:	00000101	00000001	05	01
2800:68:16:	00000101	00000010	05	02
2800:68:16:	00000101	00000011	05	03
2800:68:16:	00000101	.....	05	...
2800:68:16:	00000101	11111111	05	FF

Tabla C. 12 Direccionamiento Vlan5 CISCO en binario

La tabla C.13 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan5 (CISCO).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:500::	2800:68:16:500::
2800:68:16::		2800:68:16:501::
2800:68:16::		2800:68:16:502::
2800:68:16::		2800:68:16:503::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:5FF::

Tabla C. 13 Direccionamiento Vlan5 CISCO.

Como se observa en la tabla C.13, la red 2800:68:16:500::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan5 (CISCO) es 2800:68:16:500::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:5FF::/64 subredes.

C.1.7 Direccionamiento VLAN6 SUN

La tabla C.14 muestra la distribución del direccionamiento Vlan6 (SUN) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00000110	00000000	06	00
2800:68:16:	00000110	00000001	06	01
2800:68:16:	00000110	00000010	06	02
2800:68:16:	00000110	00000011	06	03
2800:68:16:	00000110	.....	06	...
2800:68:16:	00000110	11111111	06	FF

Tabla C. 14 Direccionamiento Vlan6 SUN en binario

La tabla C.15 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan6 (SUN).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:600::	2800:68:16:600::
2800:68:16::		2800:68:16:601::
2800:68:16::		2800:68:16:602::
2800:68:16::		2800:68:16:603::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:6FF::

Tabla C. 15 Direccionamiento Vlan6 SUN.

Como se observa en la tabla C.15, la red 2800:68:16:600::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan6 (SUN) es 2800:68:16:600::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:6FF::/64 subredes.

C.1.8 Direccionamiento VLAN7 SALAPROF

La tabla C.16 muestra la distribución del direccionamiento Vlan7 (SALAPROF) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00000111	00000000	07	00
2800:68:16:	00000111	00000001	07	01
2800:68:16:	00000111	00000010	07	02
2800:68:16:	00000111	00000011	07	03
2800:68:16:	00000111	.....	07	...
2800:68:16:	00000111	11111111	07	FF

Tabla C. 16 Direccionamiento Vlan7 SALAPROF en binario

La tabla C.17 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan7 SALAPROF.

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:700::	2800:68:16:700::
2800:68:16::		2800:68:16:701::
2800:68:16::		2800:68:16:702::
2800:68:16::		2800:68:16:703::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:7FF::

Tabla C. 17 Direccionamiento Vlan7 SALAPROF.

Como se observa en la tabla C.17, la red 2800:68:16:700::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan7 (SALAPROF) es 2800:68:16:700::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:7FF::/64 subredes.

C.1.9 Direccionamiento VLAN8 SALA-INTERNET

La tabla C.18 muestra la distribución del direccionamiento Vlan8 (SALA-INTERNET) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00001000	00000000	08	00
2800:68:16:	00001000	00000001	08	01
2800:68:16:	00001000	00000010	08	02
2800:68:16:	00001000	00000011	08	03
2800:68:16:	00001000	.....	08	...
2800:68:16:	00001000	11111111	08	FF

Tabla C. 18 Direccionamiento Vlan8 SALA-INTERNET en binario.

La tabla C.19 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan8 (SALA-INTERNET).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:800::	2800:68:16:800::
2800:68:16::		2800:68:16:801::
2800:68:16::		2800:68:16:802::
2800:68:16::		2800:68:16:803::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:8FF::

Tabla C. 19 Direccionamiento Vlan8 SALA-INTERNET.

Como se observa en la tabla C.19, la red 2800:68:16:800::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan8 (SALA-INTERNET) es 2800:68:16:800::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:8FF::/64 subredes.

C.1.10 Direccionamiento VLAN9 MICROSOFT

La tabla C.20 muestra la distribución del direccionamiento Vlan9 (MICROSOFT) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00001001	00000000	09	00
2800:68:16:	00001001	00000001	09	01
2800:68:16:	00001001	00000010	09	02
2800:68:16:	00001001	00000011	09	03
2800:68:16:	00001001	.....	09	...
2800:68:16:	00001001	11111111	09	FF

Tabla C. 20 Direccionamiento Vlan9 MICROSOFT en binario

La tabla C.21 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan9 (MICROSOFT).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:900::	2800:68:16:900::
2800:68:16::		2800:68:16:901::
2800:68:16::		2800:68:16:902::
2800:68:16::		2800:68:16:903::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:9FF::

Tabla C. 21 Direccionamiento Vlan9 MICROSOFT.

Como se observa en la tabla C.21, la red 2800:68:16:900::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan9 (MICROSOFT) es 2800:68:16:900::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:9FF::/64 subredes.

C.1.11 Direccionamiento VLAN10 WIRELESS

La tabla C.22 muestra la distribución del direccionamiento Vlan10 (WIRELESS) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00001010	00000000	0A	00
2800:68:16:	00001010	00000001	0A	01
2800:68:16:	00001010	00000010	0A	02
2800:68:16:	00001010	00000011	0A	03
2800:68:16:	00001010	.....	0A	...
2800:68:16:	00001010	11111111	0A	FF

Tabla C. 22 Direccionamiento Vlan10 WIRELESS en binario

La tabla C.23 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan10 WIRELESS.

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:A00::	2800:68:16:A00::
2800:68:16::		2800:68:16:A01::
2800:68:16::		2800:68:16:A02::
2800:68:16::		2800:68:16:A03::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:AFF::

Tabla C. 23 Direccionamiento Vlan10 WIRELESS.

Como se observa en la tabla C.23, la red 2800:68:16:A00::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan10 (WIRELESS) es 2800:68:16:A00::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:AFF::/64 subredes.

C.1.12 Direccionamiento VLAN11 IPT

La tabla C.24 muestra la distribución del direccionamiento Vlan11 (IPT) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00001011	00000000	0B	00
2800:68:16:	00001011	00000001	0B	01
2800:68:16:	00001011	00000010	0B	02
2800:68:16:	00001011	00000011	0B	03
2800:68:16:	00001011	.....	0B	...
2800:68:16:	00001011	11111111	0B	FF

Tabla C. 24 Direccionamiento Vlan11 IPT en binario

La tabla C.25 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan11 IPT.

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:B00::	2800:68:16:B00::
2800:68:16::		2800:68:16:B01::
2800:68:16::		2800:68:16:B02::
2800:68:16::		2800:68:16:B03::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:BFF::

Tabla C. 25 Direccionamiento Vlan11 IPT.

Como se observa en la tabla C.25 la red 2800:68:16:B00::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan11 (IPT) es 2800:68:16:B00::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:BFF::/64 subredes.

C.1.13 Direccionamiento VLAN12 SALA-CECASI

La tabla C.26 muestra la distribución del direccionamiento Vlan12 (SALA-CECASI) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00001100	00000000	0C	00
2800:68:16:	00001100	00000001	0C	01
2800:68:16:	00001100	00000010	0C	02
2800:68:16:	00001100	00000011	0C	03
2800:68:16:	00001100	.....	0C	...
2800:68:16:	00001100	11111111	0C	FF

Tabla C. 26 Direccionamiento Vlan12 SALA-CECASI en binario.

La tabla C.27 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan12 (SALA-CECASI).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:C00::	2800:68:16:C00::
2800:68:16::		2800:68:16:C01::
2800:68:16::		2800:68:16:C02::
2800:68:16::		2800:68:16:C03::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:CFF::

Tabla C. 27 Direccionamiento Vlan12 SALA-CECASI.

Como se observa en la tabla C.27, la red 2800:68:16:C00::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan12 (SALA-CECASI) es 2800:68:16:C00::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:FFF::/64 subredes.

C.1.14 Direccionamiento VLAN13 VLAN VIDEO

La tabla C.28 muestra la distribución del direccionamiento Vlan13 (VLAN VIDEO) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00001101	00000000	0D	00
2800:68:16:	00001101	00000001	0D	01
2800:68:16:	00001101	00000010	0D	02
2800:68:16:	00001101	00000011	0D	03
2800:68:16:	00001101	.....	0D	...
2800:68:16:	00001101	11111111	0D	FF

Tabla C. 28 Direccionamiento Vlan13 VLAN VIDEO en binario

La tabla C.29 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan13 VLAN VIDEO.

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:D00::	2800:68:16:D00::
2800:68:16::		2800:68:16:D01::
2800:68:16::		2800:68:16:D02::
2800:68:16::		2800:68:16:D03::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:DFE::

Tabla C. 29 Direccionamiento Vlan13 VLAN VIDEO.

Como se observa en la tabla C.29, la red 2800:68:16:D00::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan13 (VLAN VIDEO) es 2800:68:16:D00::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:DFE::/64 subredes.

C.1.15 Direccionamiento VLAN14 VLAN HP

La tabla C.30 muestra la distribución del direccionamiento Vlan14 (VLAN HP) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00001110	00000000	0E	00
2800:68:16:	00001110	00000001	0E	01
2800:68:16:	00001110	00000010	0E	02
2800:68:16:	00001110	00000011	0E	03
2800:68:16:	00001110	.....	0E	...
2800:68:16:	00001110	11111111	0E	FF

Tabla C. 30 Direccionamiento Vlan14 VLAN HP en binario

La tabla C.31 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan14 (VLAN HP).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:E00::	2800:68:16:E00::
2800:68:16::		2800:68:16:E01::
2800:68:16::		2800:68:16:E02::
2800:68:16::		2800:68:16:E03::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:EFF::

Tabla C. 31 Direccionamiento Vlan14 VLAN HP.

Como se observa en la tabla C.31, la red 2800:68:16:E00::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan14 (VLAN HP) es 2800:68:16:E00::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:EFF::/64 subredes.

C.1.16 Direccionamiento VLAN15 ELECTRONICA

La tabla C.32 muestra la distribución del direccionamiento Vlan15 (ELECTRONICA) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00001111	00000000	0F	00
2800:68:16:	00001111	00000001	0F	01
2800:68:16:	00001111	00000010	0F	02
2800:68:16:	00001111	00000011	0F	03
2800:68:16:	00001111	.....	0F	...
2800:68:16:	00001111	11111111	0F	FF

Tabla C. 32 Direccionamiento Vlan15 ELECTRONICA en binario

La tabla C.33 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan15 (ELECTRONICA).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:F00::	2800:68:16:F00::
2800:68:16::		2800:68:16:F01::
2800:68:16::		2800:68:16:F02::
2800:68:16::		2800:68:16:F03::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:FFF::

Tabla C. 33 Direccionamiento Vlan15 ELECTRONICA.

Como se observa en la tabla C.33, la red 2800:68:16:F00::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan15 (ELECTRONICA) es 2800:68:16:F00::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:FFF::/64 subredes.

C.1.17 Direccionamiento VLAN16 VLAN TELCONET

La tabla C.34 muestra la distribución del direccionamiento Vlan16 (VLAN TELCONET) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00010000	00000000	10	00
2800:68:16:	00010000	00000001	10	01
2800:68:16:	00010000	00000010	10	02
2800:68:16:	00010000	00000011	10	03
2800:68:16:	00010000	.....	10	...
2800:68:16:	00010000	11111111	10	FF

Tabla C. 34 Direccionamiento Vlan16 VLAN TELCONET en binario

La tabla C.35 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan16 VLAN TELCONET.

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:1000::	2800:68:16:1000::
2800:68:16::		2800:68:16:1001::
2800:68:16::		2800:68:16:1002::
2800:68:16::		2800:68:16:1003::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:10FF::

Tabla C. 35 Direccionamiento Vlan16 VLAN TELCONET.

Como se observa en la tabla C.35, la red 2800:68:16:1000::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan16 (VLAN TELCONET) es 2800:68:16:1000::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:10FF::/64 subredes.

C.1.18 Direccionamiento VLAN17 WLAN-IPCAM-CECASIS

La tabla C.36 muestra la distribución del direccionamiento Vlan17 (WLAN-IPCAM-CECASIS) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00010001	00000000	11	00
2800:68:16:	00010001	00000001	11	01
2800:68:16:	00010001	00000010	11	02
2800:68:16:	00010001	00000011	11	03
2800:68:16:	00010001	.....	11	...
2800:68:16:	00010001	11111111	11	FF

Tabla C. 36 Direccionamiento Vlan17 WLAN-IPCAM-CECASIS en binario

La tabla C37 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan17 (WLAN-IPCAM-CECASIS).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:1100::	2800:68:16:1100::
2800:68:16::		2800:68:16:1101::
2800:68:16::		2800:68:16:1102::
2800:68:16::		2800:68:16:1103::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:11FF::

Tabla C. 37 Direccionamiento Vlan17 WLAN-IPCAM-CECASIS.

Como se observa en la tabla C.37, la red 2800:68:16:1100::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan17 (WLAN-IPCAM-CECASIS) es 2800:68:16:1100::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:11FF::/64.

C.1.19 Direccionamiento VLAN18 WLAN-IPCAM-ELECTRONICA

La tabla C.38 muestra la distribución del direccionamiento Vlan18 (WLAN –IPCAM-ELECTRONICA) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00010010	00000000	12	00
2800:68:16:	00010010	00000001	12	01
2800:68:16:	00010010	00000010	12	02
2800:68:16:	00010010	00000011	12	03
2800:68:16:	00010010	.....	12	...
2800:68:16:	00010010	11111111	12	FF

Tabla C. 38 Direccionamiento Vlan18 WLAN –IPCAM-ELECTRONICA en binario

La tabla C.39 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan18 (WLAN –IPCAM-ELECTRONICA).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:1200::	2800:68:16:1200::
2800:68:16::		2800:68:16:1201::
2800:68:16::		2800:68:16:1202::
2800:68:16::		2800:68:16:1203::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:12FF::

Tabla C. 39 Direccionamiento Vlan18 WLAN–IPCAM-ELECTRONICA.

Como se observa en la tabla C.39, la red 2800:68:16:1200::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan18 (WLAN-IPCAM-ELECTRONICA) es 2800:68:16:1200::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:12FF::/64 subredes.

C.1.20 Direccionamiento VLAN19 INVESTIGACION

La tabla C.40 muestra la distribución del direccionamiento Vlan19 (INVESTIGACION) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00010011	00000000	13	00
2800:68:16:	00010011	00000001	13	01
2800:68:16:	00010011	00000010	13	02
2800:68:16:	00010011	00000011	13	03
2800:68:16:	00010011	.....	13	...
2800:68:16:	00010011	11111111	13	FF

Tabla C. 40 Direccionamiento Vlan19 INVESTIGACION en binario

La tabla C.41 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan19 INVESTIGACION.

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:1300::	2800:68:16:1300::
2800:68:16::		2800:68:16:1301::
2800:68:16::		2800:68:16:1302::
2800:68:16::		2800:68:16:1303::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:13FF::

Tabla C. 41 Direccionamiento Vlan19 INVESTIGACION.

Como se observa en la tabla C.41, la red 2800:68:16:1300::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan19 (INVESTIGACION) es 2800:68:16:1300::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:13FF::/64 subredes.

C.1.21 Direccionamiento VLAN20 INTERNET-LOCAL

La tabla C.42 muestra la distribución del direccionamiento Vlan20 (INTERNET-LOCAL) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00010100	00000000	14	00
2800:68:16:	00010100	00000001	14	01
2800:68:16:	00010100	00000010	14	02
2800:68:16:	00010100	00000011	14	03
2800:68:16:	00010100	.....	14	...
2800:68:16:	00010100	11111111	14	FF

Tabla C. 42 Direccionamiento Vlan20 INTERNET-LOCAL en binario

La tabla C.43 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan20 (INTERNET-LOCAL).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:1400::	2800:68:16:1400::
2800:68:16::		2800:68:16:1401::
2800:68:16::		2800:68:16:1402::
2800:68:16::		2800:68:16:1403::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:14FF::

Tabla C. 43 Direccionamiento Vlan20 INTERNET-LOCAL.

Como se observa en la tabla C.43, la red 2800:68:16:1400::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan20 (INTERNET-LOCAL) es 2800:68:16:1400::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:14FF::/64 subredes.

C.1.22 Direccionamiento VLAN21 CIMA-SRV

La tabla C.44 muestra la distribución del direccionamiento Vlan21 (CIMA-SRV) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00010101	00000000	15	00
2800:68:16:	00010101	00000001	15	01
2800:68:16:	00010101	00000010	15	02
2800:68:16:	00010101	00000011	15	03
2800:68:16:	00010101	.....	15	...
2800:68:16:	00010101	11111111	15	FF

Tabla C. 44 Direccionamiento Vlan21 CIMA-SRV en binario

La tabla C.45 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan21 (CIMA-SRV).

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:1500::	2800:68:16:1500::
2800:68:16::		2800:68:16:1501::
2800:68:16::		2800:68:16:1502::
2800:68:16::		2800:68:16:1503::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:15FF::

Tabla C. 45 Direccionamiento Vlan21 CIMA-SRV.

Como se observa en la tabla C.45, la red 2800:68:16:1500::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan21 (CIMA-SRV) es 2800:68:16:1500::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:15FF::/64 subredes.

C.1.23 Direccionamiento VLAN22 RUI

La tabla C.46 muestra la distribución del direccionamiento Vlan22 (RUI) en binario.

UPS-SUR	Binario	Binario	Hexadecimal	Hexadecimal
/48	/56	/64	/56	/64
2800:68:16:	00010110	00000000	16	00
2800:68:16:	00010110	00000001	16	01
2800:68:16:	00010110	00000010	16	02
2800:68:16:	00010110	00000011	16	03
2800:68:16:	00010110	.....	16	...
2800:68:16:	00010110	11111111	16	FF

Tabla C. 46 Direccionamiento Vlan22 RUI en binario

La tabla C.47 muestra el direccionamiento en hexadecimal y la dirección asignada en la Vlan22 RUI.

UPS-SUR	Red	Subred
/48	/56	/64
2800:68:16::	2800:68:16:1600::	2800:68:16:1600::
2800:68:16::		2800:68:16:1601::
2800:68:16::		2800:68:16:1602::
2800:68:16::		2800:68:16:1603::
2800:68:16::		.....
2800:68:16::		2800:68:16:16FF::

Tabla C. 47 Direccionamiento Vlan22 RUI.

Como se observa en la tabla C.47, la red 2800:68:16:1600::/56 tiene 255 subredes /64, la primera subred para la Vlan22 (RUI) es 2800:68:16:1600::/64 y para un futuro crecimiento se tendría hasta 2800:68:16:16FF::/64 subredes.

ANEXO D

Resumen de pasos para la Transición IPv4 a IPv6 en cualquier Vlan de la UPS Campus Sur

Una vez terminado el Plan Piloto en la subred CIMA, se recomienda continuar con la transición de IPv4 a IPv6.

Los pasos para la configuración de las Vlans son los siguientes:

D.1 Configuración de cualquier Vlan

Paso 1: Se debe revisar el Plan de direccionamiento IPv6 en la figura 3.6, aquí se encuentran todas las Vlans de la UPS Campus Sur, en este caso se tomara la Vlan19 Investigación.

- Dirección de red: 2800:68:16:1300::/64
- Gateway: 2800:68:16:1300::1/64
- Rango IPv6: 2800:68:16:1300::1/64 – 2800:68:16:1300:ffff:ffff:ffff:ffff

Paso 2: En el anexo C se encuentran las tablas de direcciones IPv6 útiles de todas las Vlans en la UPS Campus Sur en binario y hexadecimal.

Paso 3: Con este direccionamiento, se procede a la configuración de los equipos intermedios y finales.

D.2 Configuración de equipos intermedios y finales

Paso 1: Ingresar al Switch Core a modo global para realizar los siguientes pasos como muestra la figura D.1

```
#interface vlan19
#ipv6 address 2800:68:16:1300::1/64
#ipv6 enable
#ipv6 nd prefix 2800:68:16:1300::/64
```

Figura D. 1 Configuración en el switch core

Con el comando IPv6 nd prefix, los usuarios finales obtendrán direcciones IPv6 dinámicamente.

Paso 2: Ingresar al router de frontera a modo global para configurar una ruta estática:

- #IPv6 route 2800:68:16:1300::/64 2800:68:16:1400::1

Estos pasos sirven para la navegación de la Vlan 19 en la plataforma IPv6.

Paso 3: Configurar los usuarios finales, dependiendo en la plataforma que esté trabajando (Windows Xp, Windows vista, Windows 7, Linux-centos)

Para Windows Xp el comando a utilizar es **ipv6 install**, posteriormente se comprueba su correcta instalación, a través del comando **ping::1**.

En Windows Vista y Windows 7, se tiene una interfaz grafica para la configuración ipv6.

En el caso de Linux-centos se usa el comando: **ping6 -c5::1**, para comprobar la instalación de IPv6.

Las direcciones IPv6 se asignarán dinámicamente a los usuarios finales, esto se realiza para un correcto funcionamiento en la navegación IPv6, sin la necesidad de configurar un DNS en IPv6.

En caso de hacer la configuración para la Vlan de video y telefonía VoIP, se debe hacer un estudio de Soporte IPv6 en todos los equipos finales.