

Fase 6. Evaluar

Por

Diego German Muñoz

Hernando Mariano Jaramillo

Jaime Hernán González

Christian David Carmona

Jean Dick Vela Nieves

Grupo 215005_2

Tutor

Omar Albeiro Trejo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Diplomado de profundización en redes de nueva generación NGN

Medellín

Mayo de 2019

Tabla de contenido

Resumen	4
Introducción	5
Objetivos	6
General	6
Específicos	6
Actividad Colaborativa	7
1. Un Call Center basado en Asterisk para comunicar las ciudades de Bogotá y Cali, con capacidad para 2 troncales telefónicas 1 analógica y 1 digital.....	7
Troncales	8
Servidor de comunicaciones VoIP	8
Esquema de red	9
Topología	10
Direccionamiento IP.....	10
Configuración extensiones	11
Instalación del Softphone en los PCs	13
2. El servicio IPTV entre las dos ciudades el cual permitirá transferir contenidos multimedia.15	
Implementación.....	16
Configuración VLC.....	19
3. Un plan de calidad de servicios QoS end-to-end, garantizando el 10% del ancho de banda total para el protocolo HTTP; para Voz RTP 15% del ancho de banda total; para Control de voz y Videoconferencia 20% del ancho de banda total.	23
Definición de listas.....	23
Configuración Routers R4 y R5	23
Configuración de políticas QoS	26
4. La conmutación será conformada mediante una red IPv4/IPv6 con soporte MPLS para las dos ciudades.	28
Topología MPLS	29
Configurar el protocolo IGP (OSPF)	29
Configurar LDP en las interfaces del núcleo MPLS	33

Configuración MPLS BGP entre R1 y R3	36
Configuración de los Router CE	38
Redistribución de las rutas OSPF	39
Conclusiones	42
Referencias bibliográficas	43

Resumen

El desarrollo del proyecto planteado está orientado hacia la arquitectura IMS, la cual posee un conjunto de especificaciones para el soporte de telefonía y servicios multimedia para el tráfico de voz, datos y video a través de empaquetamiento sobre IP. Todo este desarrollo es encaminado a la implementación de la calidad del servicio QoS en las redes de nueva generación.

Para ello se generan prioridades en el transporte de los paquetes IP mediante la asignación de túneles MPLS a nivel de red WAN y listas de acceso y prioridad de tráfico a nivel LAN a través de la configuración de Routers.

El proyecto en general es desarrollado sobre máquinas virtuales y simuladores de red como GNS3, los cuales nos permiten implementar y simular estas tecnologías propiciando la comprensión y funcionamiento de una red, su direccionamiento IP, configuración de Routers, entre otros.

Introducción

Las nuevas tecnologías cada día nos dan nuevas herramientas, este es el caso de las telecomunicaciones que en la última década no ha dejado servicios muy importantes para usuarios y empresas a costos mucho más bajos e integrados en paquetes de red, este es el caso del PBX el cual ha permitido a las empresas el contacto telefónico interno y externo de la empresa por medio de dígitos específicos, pero no solamente encontramos estos servicios también ha empezado a tener auge el IPTV el cual es una plataforma la cual acerca los medios de comunicación a nosotros como usuarios, este servicio tiene una amplia gama de servicios como video llamadas o canales digitales.

No obstante, todo esto se realiza en base a la red, pero para poder transmitir esta cantidad de datos es imperativo avanzar en los protocolos de red, por lo tanto, se realizará un estudio basado en los protocolos HTTP, RTP, MPLS los cuales en la actualidad son de los principales usados para el tráfico de datos en la red. Además, se nombrará los principios básicos y el funcionamiento del protocolo IPV6 el cual se está empezando a realizar la migración a esta tecnología pues esta cuenta con un número casi infinito de direcciones la cual cuenta con nodos los cuales permiten la auto conexión automática de las computadoras y dispositivos que usan esta tecnología.

Objetivos

General

Comprender e implementar IMS a través del protocolo IP, implementando servicios de voz, multimedia y datos en redes de nueva generación.

Específicos

- Entender el funcionamiento del PBX.
- Conocer la arquitectura del servicio IPTV.
- Comprender como funcionan y para qué sirven los protocolos HTTP, RTP y MPLS.
- Investigar la importancia, las ventajas y desventajas del nuevo protocolo IPV6.

Actividad Colaborativa

La empresa TecnoTelecoUnad, implementará una red NGN en la cual se van a configurar los siguientes servicios:

1. Un Call Center basado en Asterisk para comunicar las ciudades de Bogotá y Cali, con capacidad para 2 troncales telefónicas 1 analógica y 1 digital.

Para poder utilizar las troncales analógicas y digitales, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

80 llamadas simultaneas entre la sede de Bogotá y Cali de la empresa.

El transporte de datos entre las sedes de la empresa tiene un ancho de banda de 2Mbps. La PBX analógica en Bogotá deberá mantener el enlace troncal de 4 conexiones con la central office (C.O)

La PBX analógica en Cali deberá mantener en enlace troncal de 20 conexiones con la central office (C.O)

Inicialmente debemos definir el códec de audio a utilizar para la conversión de la voz análoga a digital. En nuestro caso elegiremos el códec G729 (ancho de banda 8 Kbps) ya que se requiere un Call Center que comunique dos sedes ubicadas en ciudades diferentes, lo que implica utilizar una conexión WAN, adicionalmente por la limitación de ancho de banda es el más indicado.

La dificultad de calcular el ancho de banda requerido se debe a los retardos que se puedan presentar debido a los nodos intermedios de conmutación y enrutamiento, así como, por los elementos finales que puedan afectar la calidad de la llamada.

Debido a la susceptibilidad a los retrasos lo mas recomendable es utilizar UDP/IP para transportar la voz, la IETF adopto RTP para tiempo real o sensibilidad al retardo por lo que VoIP viaja en la parte superior de RTP y este a su vez en la parte superior de UDP; por lo tanto usa un encabezado RTP/UDP/IP.

Troncales

- Las troncales análogas utilizan puerto FX0
- Las troncales digitales utilizan puerto E1.
Maneja 2.048 Mbps, conexión con el proveedor de 32 canales de voz (30 para digitalizar los analógicos).

De acuerdo a estas hipótesis se plantea lo siguiente:

- Tamaño de la muestra 20ms, se utilizará el códec G729 con un ancho de 8Kbps.
Bytes por paquete = $(.02 * 8000) / 8 = 20$
- La relación de 1 minuto en milisegundo sobre 20 que es el tiempo para la muestra
 $66 * 50 = 3300$
El resultado se multiplica por 8 en bite $3300 * 8 = 26400$ bps (1 llamada)
Para 80 llamadas = 2.1Mbps

Como un puerto E1 maneja 2.048 Mbps, se requiere de 2 puertos E1 para garantizar las 80 llamadas.

En resumen, se requiere:

- Mínimo 4.1 Mbps para voz y datos.
- Dos puertos E1 para las 80 llamadas simultaneas.
- 1 tarjeta FX0 con 4 puertos para el PXB de Bogotá
- Por norma para más de 8 conexiones los puertos se deben digitalizar, por lo tanto, para el PBX de Cali se debe instalar un puerto E1 para cumplir con el requisito de 20 conexiones.

Servidor de comunicaciones VoIP

Se elige Asterisk como software para la implementación del servicio de telefonía IP para cada red local. Asterisk es un software de código abierto que permite convertir un computador de propósito general o uno de propósito específico (servidor) en una central VoIP.

Este puede trabajar con la mayoría de los teléfonos compatibles SIP y Softphones, además cuenta con todas las propias de una central PBX:

- Buzón de voz.
- IVR.
- Grabación de llamadas.
- Desvío de llamadas.
- Transferencia de llamadas.
- Multi-conferencia.
- Extensiones remotas.

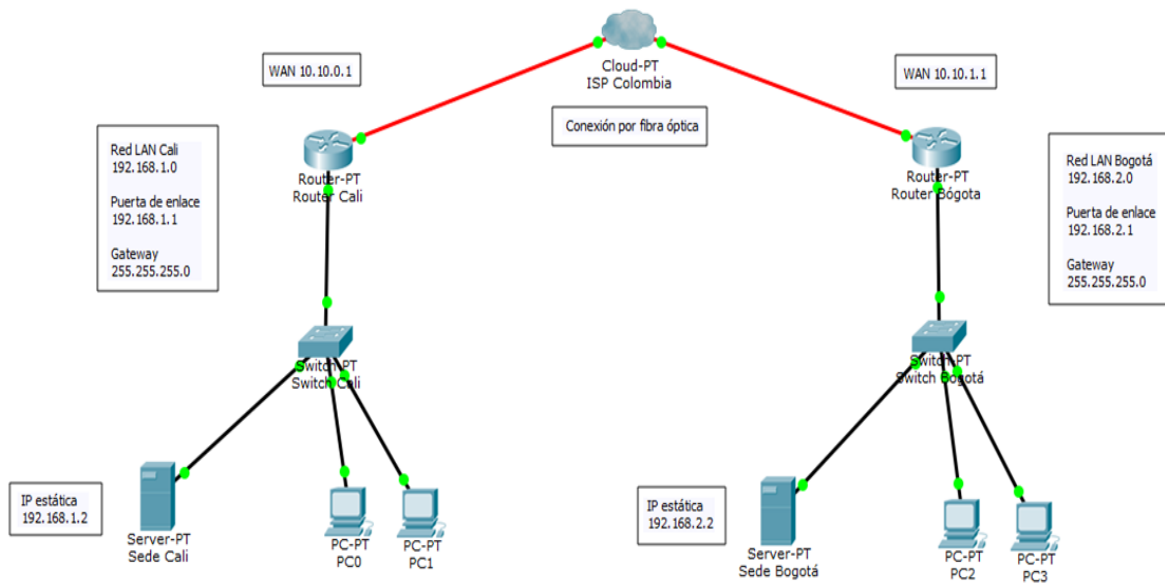
Además, cuenta con una interfaz web para la administración, donde podemos configurar extensiones, trocales, buzón de voz, entre otros.

Esquema de red

A la red anteriormente diseñada se le anexa un servidor de telefonía IP con una IP estática a la cual apuntarán los Softphones instalados en cada uno de los PC cliente de la red. El servidor estará integrado a la red mediante la conexión a los demás servidores y equipos de la red mediante el switch de red correspondiente.

Además de contar con el software elegido (Asterisk) el servidor debe tener las tarjetas PCI para las interfaces de telefonía, estas nos permitirán conectar la red local con el proveedor para las llamadas externas y las extensiones de la otra sede. Las tarjetas a utilizar serán FXS y FXO para los puertos de interfaz analógicos.

Topología



Direccionamiento IP

- Cali

Instalar el servidor Asterisk. Del pool de direcciones excluidas se tomará la IP 192.168.1.3 para el servidor, de igual manera tenemos:

Red LAN 192.168.1.0

Gateway 192.168.1.1

Mascara de red 255.255.255.0

- Bogotá

Instalar el servidor Asterisk. Del pool de direcciones excluidas se tomará la IP 192.168.2.3 para el servidor, de igual manera tenemos:

Red LAN 192.168.2.0

Gateway 192.168.2.1

Mascara de red 255.255.255.0

Configuración extensiones

Ingresamos a la consola de administración desde el navegador web digitando en la barra de direcciones la IP del servidor.

The screenshot displays the FreePBX administration console. The top navigation bar includes 'Administrador', 'Aplicaciones', 'Conectividad', 'Dashboard', 'Reportes', 'Settings', and 'UCP'. The 'Aplicaciones' menu is open, showing a list of services such as 'Anuncios', 'Recordatorio de Cita', 'Broadcast', 'Calendar', 'Calendar Event Groups', 'Control de Flujo de llamada', 'Grabación de Llamadas', 'Devolución de llamada', 'Gestión CallerID', 'Conferencias', 'Conferencia Pro', 'DISA', 'Directorio', 'Extensiónes', 'Sigúeme', 'IVR', 'Idiomas', 'Aplicaciones varias', 'Destinos varios', 'Megafonía', 'Estacionamiento y Anuncio', 'Aparcamiento', 'Queue Callback', 'Prioridades Cola', 'Colas', 'Grupos de extensiones', 'Configurar ID de llamada', 'Texto a Hablado', 'Condiciones horarias', 'Grupos horarios', 'Virtual Queues', 'Correo Vocal Sistema', and 'Notificaciones del Correo de Voz'. The 'Extensiónes' option is highlighted. On the right, there are two monitoring widgets: 'FreePBX Statistics' showing Asterisk metrics (Tiempo activo, CPU, Memoria, Disco, Red) and 'Live Network Usage' for interface eth0. The footer contains the Sangoma logo and copyright information.

Nos dirigimos a aplicaciones y luego extensiones, se elige el protocolo de comunicación PJSIP el cual se comunica por el puerto 5060(UDP). La tecnología PJSIP está disponible en Asterisk versión 13, esta combina el protocolo de señalización SIP con la multimedia y la funcionalidad NAT.

Ingresamos los parámetros básicos para la creación de las extensiones, tales como: nombre de usuario, contraseña y número de extensión. Para la práctica se crean dos extensiones las cuales se utilizarán en dos PCs dentro de la red LAN.

Haz clic para continuar o espera para ver el historial **Actividad** **Dashboard** **Reportes** **Settings** **UCP**

Extension: 101

General **Voicemail** **EncuentreMe/SigueMe** **Advanced** **Pin Sets** **Other**

Edit Extension

This device uses **PJSIP** technology listening on Port 5060 (UDP)

Display Name

Outbound CID

Secret

Idioma

Código de idioma

Configuración de Gestión de Usuario

Select User Directory:

Link to a Default User:

Nombre Usuario Use Nombre Personalizado del Usuario

Contraseña para Nuevo Usuario

Groups

Submit **Reset** **Delete**



FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 14.0.3.1 is licensed under the GPL. Copyright© 2007-2019



Administrador **Aplicaciones** **Conectividad** **Dashboard** **Reportes** **Settings** **UCP**

Extension: 202

General **Voicemail** **EncuentreMe/SigueMe** **Advanced** **Pin Sets** **Other**

Edit Extension

This device uses **PJSIP** technology listening on Port 5060 (UDP)

Display Name

Outbound CID

Secret

Idioma

Código de idioma

Configuración de Gestión de Usuario

Enlazada al Usuario 202

Select User Directory:

Enlace a un Usuario Diferente por defecto:

Nombre Usuario Use Nombre Personalizado del Usuario

Contraseña para Nuevo Usuario

Groups

Submit **Reset** **Delete**



FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 14.0.3.1 is licensed under the GPL. Copyright© 2007-2019





FreePBX is a registered trademark of Sangoma Technologies Inc. FreePBX 14.0.3.1 is licensed under the GPL. Copyright© 2007-2019

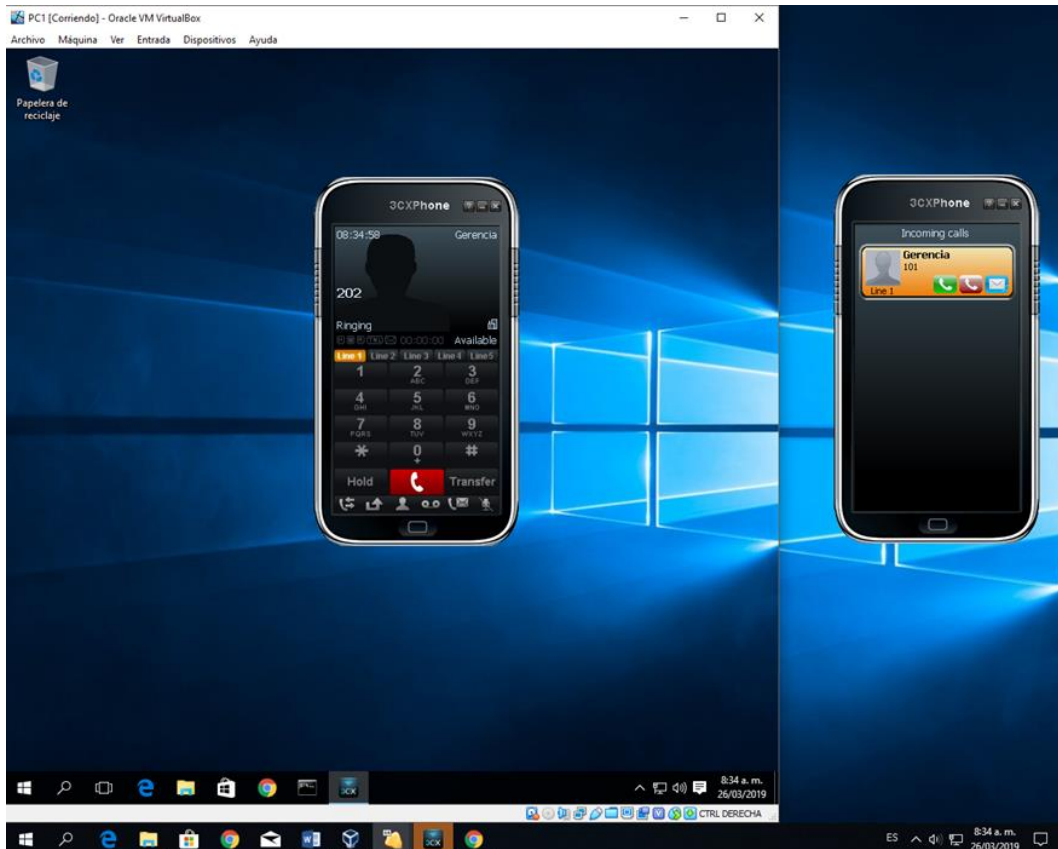


Instalación del Softphone en los PCs

Realizamos la instalación del programa y configuramos el softphone con la dirección IP del Servidor Asterisk, igualmente debemos autenticar el usuario ingresando el nombre y contraseña anteriormente creados en el servidor.

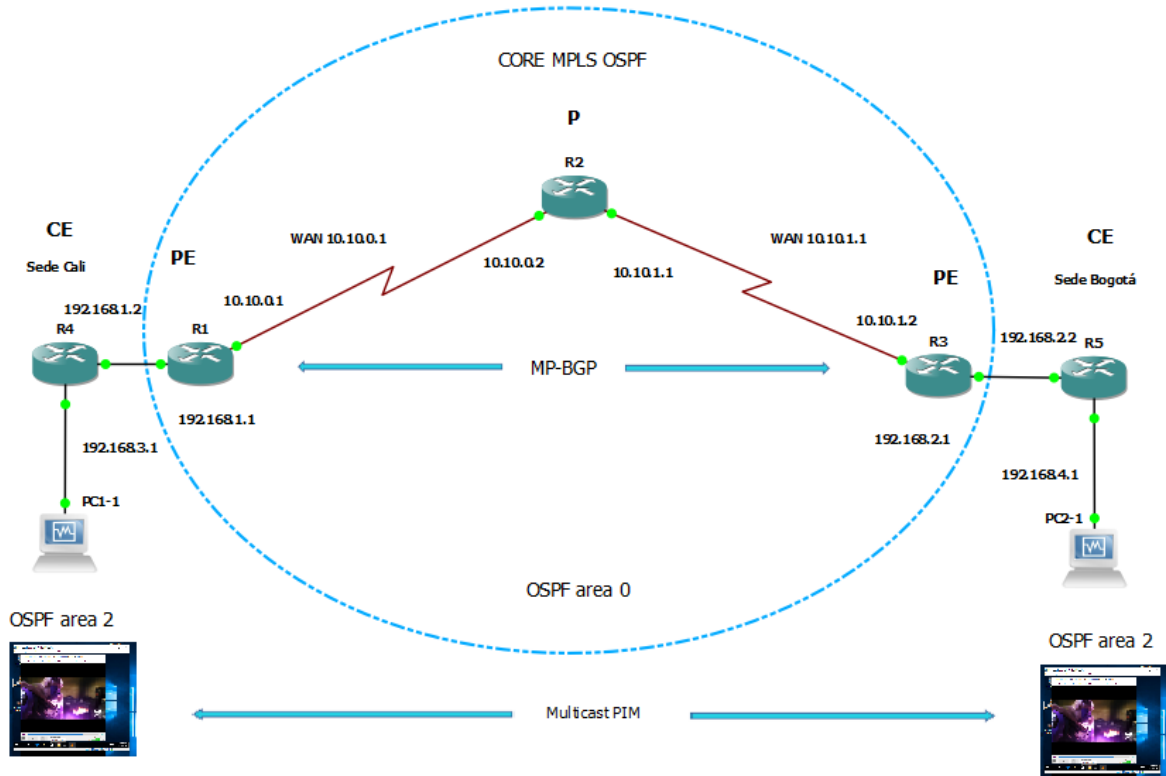


Finalmente realizamos una llamada entre dos extensiones en diferentes PCs dentro de la misma red LAN



2. El servicio IPTV entre las dos ciudades el cual permitirá transferir contenidos multimedia.

Topología



Implementación

Para la implementación de transferencia multimedia se usará Multicast, se aprovecha la topología de red implementada con el protocolo OSPF.

El método usado es 1-M, es decir un emisor para varios receptores. Se utilizará R1 como Router emisor hacia la sede de Bogotá.

Se utiliza un protocolo independiente Multicast (pim), específicamente el modo disperso el cual proporciona un enrutamiento eficiente construyendo un esquema tipo árbol de cada emisor a receptor en el grupo Multicast.

- Habilitar multicast-routing en cada Router de la topología.
- Habilitar en cada una de las interfaces incluido el loopback el modo disperso

R1

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#ip multicast-routing
R1(config)#ip pim rp-address 1.1.1.1
R1(config)#int f0/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
WARNING: "ip multicast-routing" is not configured for VRF RED,
        IP Multicast packets will not be forwarded
R1(config-if)#
*Mar  1 00:14:19.743: %PIM-5-DRCHG: VRF RED: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 192.168.1.1 on
interface FastEthernet0/0
R1(config-if)#int s1/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#int lo0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#
*Mar  1 00:14:57.903: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 1.1.1.1 on interface Loc
pback0
R1(config-if)#
*Mar  1 00:16:37.179: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.10.0.2 UP on interface Serial1/0
R1(config-if)#
```


R2

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#ip multicast-routing
R2(config)#ip pim rp-address 1.1.1.1
R2(config)#
R2(config)#int s1/0
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
R2(config-if)#int s1/1
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
R2(config-if)#
*Mar  1 00:17:06.691: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.10.0.1 UP on interface Serial1/0
R2(config-if)#int lo0
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
R2(config-if)#
*Mar  1 00:18:39.411: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 2.2.2.2 on interface Loopback0
R2(config-if)#
```

R3

```
R3#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R3(config)#ip multicast-routing
R3(config)#ip pim rp-address 1.1.1.1
R3(config)#int s1/1
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#int f0/0
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
WARNING: "ip multicast-routing" is not configured for VRF RED,
        IP Multicast packets will not be forwarded
R3(config-if)#
*Mar  1 00:20:56.735: %PIM-5-DRCHG: VRF RED: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 192.168.2.1 on interface FastEthernet0/0
R3(config-if)#
*Mar  1 00:20:58.079: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.10.1.1 UP on interface Serial1/1
R3(config-if)#int lo0
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#
*Mar  1 00:21:17.759: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 3.3.3.3 on interface Loopback0
R3(config-if)#
```

R4

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#ip multicast-routing
R4(config)#ip pim rp-address 1.1.1.1
R4(config)#int f0/0
R4(config-if)#ip pim sparse-mode
R4(config-if)#
*Mar 1 00:25:18.003: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 192.168.1.2 on interface
FastEthernet0/0
R4(config-if)#int f1/0
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R4(config)#
*Mar 1 00:25:46.723: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 192.168.1.1 UP on interface FastEthernet0/0
R4(config)#int f0/1
R4(config-if)#ip pim sparse-mode
R4(config-if)#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

R5

```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#ip multicast-routing
R5(config)#ip pim rp-address 1.1.1.1
R5(config)#int f0/0
R5(config-if)#ip pim sparse-mode
R5(config-if)#int
*Mar 1 00:27:48.811: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 192.168.2.2 on interface
FastEthernet0/0
R5(config-if)#int f0/1
R5(config-if)#ip pim sparse-mode
R5(config-if)#
*Mar 1 00:28:16.827: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 192.168.2.1 UP on interface FastEthernet0/0
R5(config-if)#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

Después de realizar las respectivas configuraciones en los Router verificamos la ruta Multicast en el R5 (sede Bogotá) donde se recibirá el Streaming de video enviado desde R4 (sede Cali).

```
R5#sh ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.0.1.40), 00:02:01/00:02:16, RP 1.1.1.1, flags: SJCL
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list:
FastEthernet0/0, Forward/Sparse, 00:02:01/00:02:16

R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

Como podemos observar para el tráfico Multicast se crea una dirección reservada clase D (224.0.1.40) global propagada por el Router R1, que a su vez utiliza la dirección IP del loopback 1.1.1.1

Configuración VLC

A modo de práctica se utiliza el programa VLC para hacer una difusión Streaming de R4 hacia R5, a través del Core MPLS diseñado en la fase anterior.

Se utilizan dos máquinas virtuales comunicadas entre sí por la topología antes definida.

- Configuramos VLC en la máquina virtual correspondiente a la sede de Cali, desde donde se hará la difusión.

Salida de emisión

Configuración de destino
Seleccione destinos a los que transmitir

+
Añada destinos siguiendo los métodos de emisión que necesite. Asegúrese de comprobar con transcodificación que el formato es compatible con el método usado.

Nuevo destino: RTP / MPEG Transport Stream

Mostrar en local

Añadir

Atrás **Siguiente** Cancelar

Salida de emisión

Configuración de destino
Seleccione destinos a los que transmitir

+ RTP/TS

Este módulo envía la emisión transcodificada a una red a través de RTP.

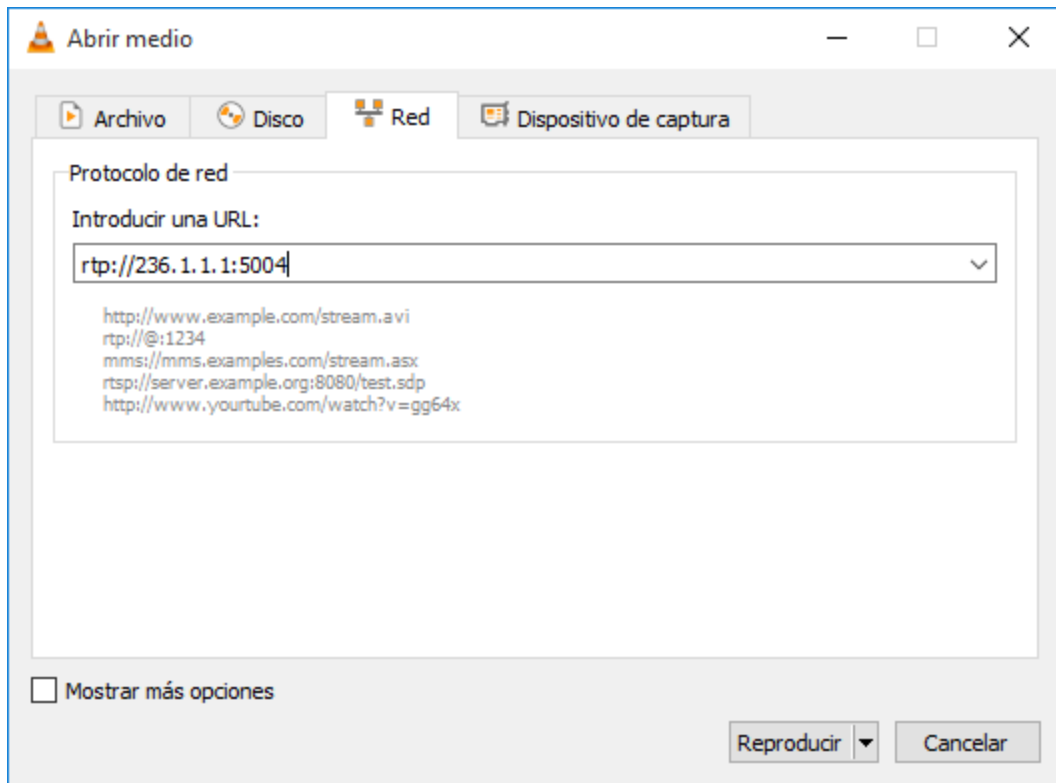
Dirección: 236.1.1.1

Puerto base: 5004

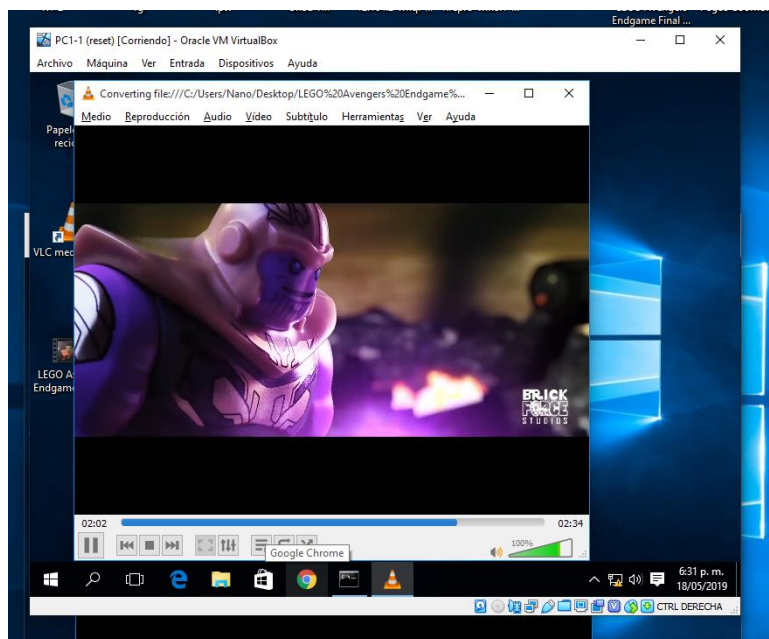
Nombre de emisión: prueba

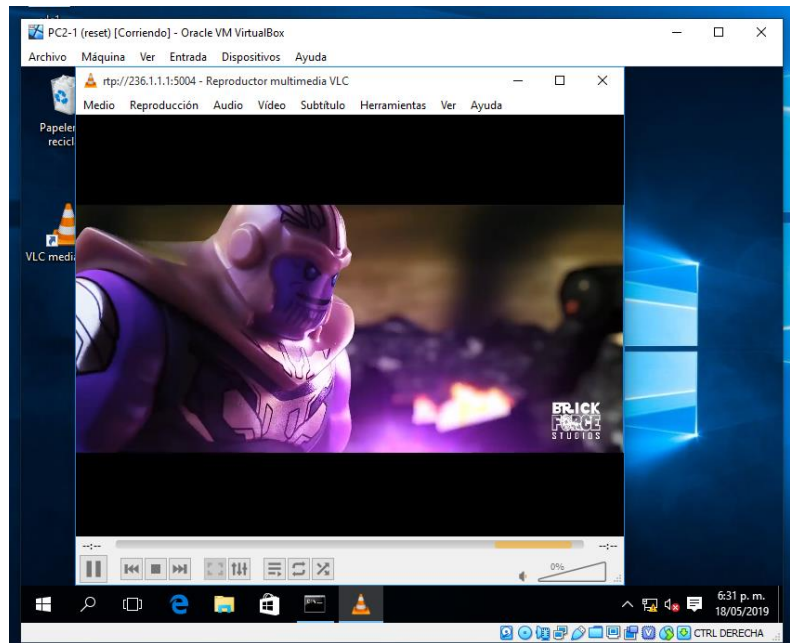
Atrás **Siguiente** Cancelar

- Configuramos VLC en la máquina virtual correspondiente a la sede de Bogotá, donde se recibirá la difusión. Se ingresa la IP multicast y el puerto.



Captura de la transmisión Streaming entre la sede de Cali (R4) y la sede de Bogotá (R5)





Si verificamos en R5 podemos comprobar el grupo Multicast para Stream protocol (224.0.1.40) y el grupo Multicast creado para la difusión (236.1.1.1)

```

R5#sh ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 239.255.255.250), 00:16:42/00:02:35, RP 1.1.1.1, flags: SJC
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    FastEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:16:21/00:02:35

(*, 236.1.1.1), 00:04:54/00:02:35, RP 1.1.1.1, flags: SJC
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    FastEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:04:54/00:02:35

(*, 224.0.1.40), 00:23:26/00:02:32, RP 1.1.1.1, flags: SJCL
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/0, Forward/Sparse, 00:23:26/00:02:32

R5#
  
```

3. Un plan de calidad de servicios QoS end-to-end, garantizando el 10% del ancho de banda total para el protocolo HTTP; para Voz RTP 15% del ancho de banda total; para Control de voz y Videoconferencia 20% del ancho de banda total.

Definición de listas

Lista 100 puertos de HTTP

Lista 101 puerto de servicio RTP

Lista 102 puerto VIDEOIN

Lista 103 Puerto VIDEOOUT

Configuración Routers R4 y R5

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#access-list 100 permit udp any any range 16384 32000
R4(config)#
R4#
*Mar 1 00:44:38.079: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#access-list 101 permit tcp any any eq 80
R4(config)#access-list 102 permit udp any any range 12000 12255
R4(config)#access-list 103 permit tcp any any range 80 1024
R4(config)#access-list 104 permit udp any any range 5060 8000
R4(config)#end
R4#
*Mar 1 00:48:16.879: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldw

```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#access-list 100 permit udp any any range 16384 32000
R5(config)#access-list 101 permit tcp any any eq 80
R5(config)#access-list 102 permit udp any any range 12000 12255
R5(config)#access-list 103 permit tcp any any range 80 1024
R5(config)#access-list 104 permit udp any any range 5060 8000
R5(config)#end
R5#
*Mar 1 00:52:18.999: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Wor

Verificamos las listas de acceso

```
R4#sh access-list
Extended IP access list 100
  10 permit udp any any range 16384 32000
Extended IP access list 101
  10 permit tcp any any eq www
Extended IP access list 102
  10 permit udp any any range 12000 12255
Extended IP access list 103
  10 permit tcp any any range www 1024
Extended IP access list 104
  10 permit udp any any range 5060 8000
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool

© 20

```
R5#sh access-list
Extended IP access list 100
  10 permit udp any any range 16384 32000
Extended IP access list 101
  10 permit tcp any any eq www
Extended IP access list 102
  10 permit udp any any range 12000 12255
Extended IP access list 103
  10 permit tcp any any range www 1024
Extended IP access list 104
  10 permit udp any any range 5060 8000
R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool

- Configuramos las clases

```
R4(config)#class-map match-all HTTP
R4(config-cmap)#match access-group 100
R4(config-cmap)#class-map match-all RTP
R4(config-cmap)#match access-group 101
R4(config-cmap)#class-map match-all VIDEOIN
R4(config-cmap)#match access-group 102
R4(config-cmap)#class-map match-all VIDEOOUT
R4(config-cmap)#match access-group 103
R4(config-cmap)#end
R4#
*Mar  1 01:25:01.235: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R4#
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool

© 2018 SolarWinds World


```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#class-map match-all HTTP
R5(config-cmap)#match access-group 100
R5(config-cmap)#class-map match-all RTP
R5(config-cmap)#match access-group 101
R5(config-cmap)#class-map match-all VIDEOIN
R5(config-cmap)#match access-group 102
R5(config-cmap)#class-map match-all VIDEOOUT
R5(config-cmap)#match access-group 103
R5(config-cmap)#end
R5#
*Mar  1 00:18:32.675: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds W

Verificamos las clases

```
R4#sh class-map
Class Map match-all HTTP (id 1)
  Match access-group 100

Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any

Class Map match-all VIDEOOUT (id 4)
  Match access-group 103

Class Map match-all RTP (id 2)
  Match access-group 101

Class Map match-all VIDEOIN (id 3)
  Match access-group 102
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool ©

```
R5#sh class-map
Class Map match-all HTTP (id 1)
  Match access-group 100

Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any

Class Map match-all VIDEOOUT (id 4)
  Match access-group 103

Class Map match-all RTP (id 2)
  Match access-group 101

Class Map match-all VIDEOIN (id 3)
  Match access-group 102
R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 20

Configuración de políticas QoS

```
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#policy-map QoS
R4(config-pmap)#class HTTP
R4(config-pmap-c)#priority 200
R4(config-pmap-c)#class RTP
R4(config-pmap-c)#priority 300
R4(config-pmap-c)#class VIDEOIN
R4(config-pmap-c)#priority 200
R4(config-pmap-c)#class VIDEOOUT
R4(config-pmap-c)#priority 200
R4(config-pmap-c)#int f1/0
R4(config-if)#service-policy output QoS
R4(config-if)#end
R4#
*Mar  1 01:42:51.691: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY *free tool* © 2018 SolarWinds Wor

```
R5#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R5(config)#policy-map QoS
R5(config-pmap)#class HTTP
R5(config-pmap-c)#priority 200
R5(config-pmap-c)#class RTP
R5(config-pmap-c)#priority 300
R5(config-pmap-c)#class VIDEOIN
R5(config-pmap-c)#priority 200
R5(config-pmap-c)#class VIDEOOUT
R5(config-pmap-c)#priority 200
R5(config-pmap-c)#int f1/0
R5(config-if)#service-policy output QoS
R5(config-if)#end
R5#
*Mar  1 00:37:04.115: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY *free tool* © 2018 SolarWinds W

Verificamos las políticas implementadas

```
R4#sh policy-map QoS
Policy Map QoS
Class HTTP
  Strict Priority
  Bandwidth 200 (kbps) Burst 5000 (Bytes)
Class RTP
  Strict Priority
  Bandwidth 300 (kbps) Burst 7500 (Bytes)
Class VIDEOIN
  Strict Priority
  Bandwidth 200 (kbps) Burst 5000 (Bytes)
Class VIDEOOUT
  Strict Priority
  Bandwidth 200 (kbps) Burst 5000 (Bytes)
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 20

```
R5#sh policy-map QoS
Policy Map QoS
Class HTTP
  Strict Priority
  Bandwidth 200 (kbps) Burst 5000 (Bytes)
Class RTP
  Strict Priority
  Bandwidth 300 (kbps) Burst 7500 (Bytes)
Class VIDEOIN
  Strict Priority
  Bandwidth 200 (kbps) Burst 5000 (Bytes)
Class VIDEOOUT
  Strict Priority
  Bandwidth 200 (kbps) Burst 5000 (Bytes)
R5#
```

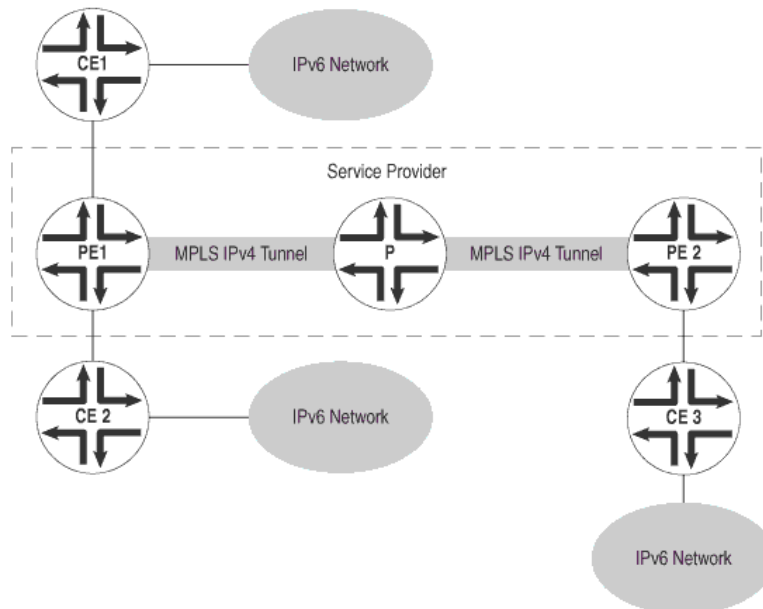
solarwinds | Solar-PuTTY free tool ©

4. La conmutación será conformada mediante una red IPv4/IPv6 con soporte MPLS para las dos ciudades.

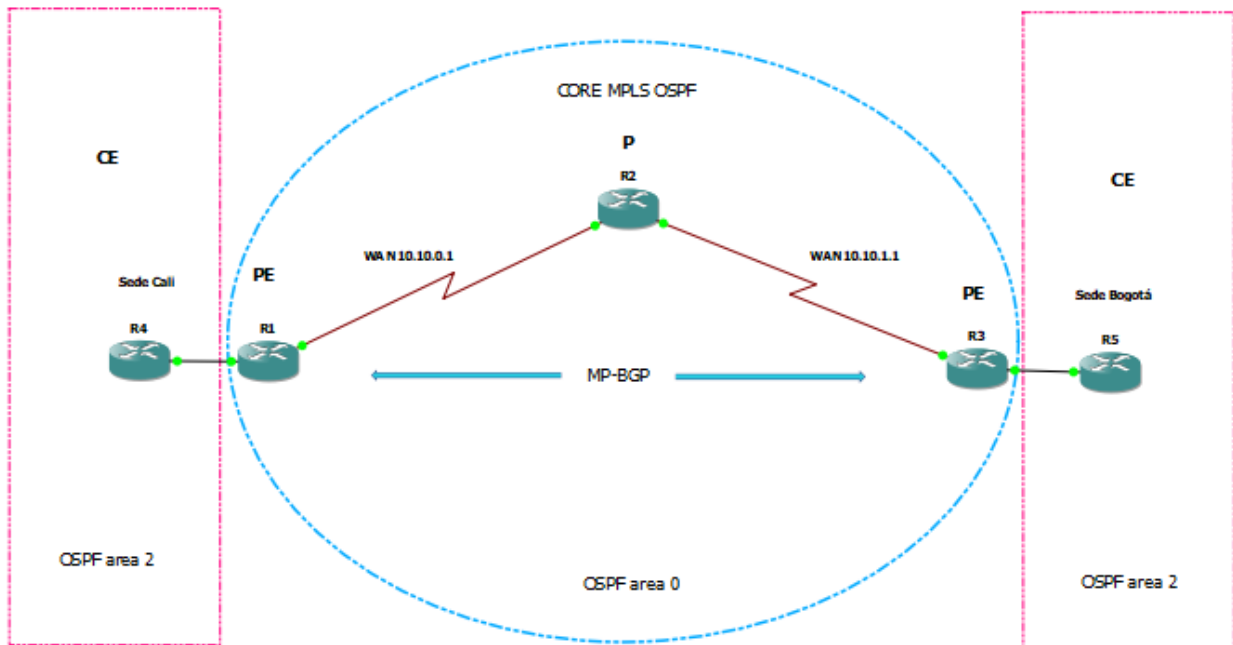
Para la conmutación entre ambas redes y utilizando la topología diseñada en base en MPLS se enumeran los aspectos a tener en cuenta de la siguiente manera:

- Ambas sedes en su red LAN utilizan una red IPv6.
- Se interconectaran a través del núcleo MPLS basado en IPv4.
- El protocolo de puerta de enlace (MP-BGP) está configurado para intercambiar rutas entre las redes IPv6.
- Los dos routers PE están vinculados a través de una sesión MP-BGP utilizando un direccionamiento IPv4.
- Los routers PE administran las rutas Pv6 de los routers CE conectados mediante OSPF.
- Se debe configurar IPV6 en las interfases orientadas al router CE, así como las interfaces orientadas al núcleo. Estas son necesarias para que el router procese cualquier paquete IPv6 a través de dichas interfaces.
- Se debe habilitar el túnel IPv6 en la configuración de los routers PE, esta declaración permite que las rutas IPV6 se resuelvan a través de la red MPLS al convertir las rutas almacenadas en la tabla de enrutamiento.

Figura 1: Redes IPv6 enlazadas por túneles MPLS IPv4



Topología MPLS



Configurar el protocolo IGP (OSPF)

ID del proceso 1

ID para cada Router:

R1 1.1.1.1

R2 2.2.2.2

R3 3.3.3.3

Router R1:

```
router ospf 1
```

```
router-id 1.1.1.1
```

```
network 10.10.0.1 255.255.255.0 area 0
```

```
R1#enable
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#hostname R1
R1(config)#int lo0
R1(config-if)#ip add 1.1.1.1 255.255.255.255
R1(config-if)#ip ospf 1 area 0
R1(config-if)#int s1/0
R1(config-if)#ip add 10.10.0.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#ip ospf 1 area 0
R1(config-if)#^Z
R1#
*Mar  1 00:44:09.795: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

Router R2:

```
router ospf 1
router-id 2.2.2.2
network 10.10.0.2 255.255.255.0 area 0
network 10.10.1.1 255.255.255.0 area 0
```

```
R2#enable
R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#hostname R2
R2(config)#int lo0
R2(config-if)#ip add 2.2.2.2 255.255.255.255
R2(config-if)#ip ospf 1 area 0
R2(config-if)#int s1/0
R2(config-if)#ip add 10.10.0.2 255.255.255.0
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#ip ospf 1 area 0
R2(config-if)#
*Mar  1 00:36:47.559: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.10.0.1 on Serial1/0 from LOA
DING to FULL, Loading Done
R2(config-if)#int s1/1
R2(config-if)#ip add 10.10.1.1 255.255.255.0
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#ip ospf 1 area 0
R2(config-if)#^Z
R2#
*Mar  1 00:37:54.755: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

Router R3:

```
router ospf 1
router-id 3.3.3.3
network 10.10.1.2 255.255.255.0 area 0
```

```
R3#enable
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#hostname R3
R3(config)#int lo0
R3(config-if)#ip add 3.3.3.3 255.255.255.255
R3(config-if)#ip ospf 1 area 0
R3(config-if)#int s1/1
R3(config-if)#ip add 10.10.1.2 255.255.255.0
R3(config-if)#no shut
R3(config-if)#ip ospf 1 area 0
R3(config-if)#^Z
R3#
*Mar  1 00:37:27.819: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

Se verifica la conectividad entre los routers extremos realizando ping al loopback.

```
R1#ping 3.3.3.3 source lo0
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 3.3.3.3, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 1.1.1.1
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 24/40/48 ms
R1#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

```
R3#ping 1.1.1.1 source lo0
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.1, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 3.3.3.3
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/41/88 ms
R3#
```


solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

Se verifica la tabla de rutas

```
R1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set


    1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C       1.1.1.1 is directly connected, Loopback0
    2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O       2.2.2.2 [110/65] via 10.10.0.2, 00:10:49, Serial1/0
    3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O       3.3.3.3 [110/129] via 10.10.0.2, 00:10:49, Serial1/0
   10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       10.10.0.0 is directly connected, Serial1/0
O       10.10.1.0 [110/128] via 10.10.0.2, 00:10:49, Serial1/0
R1#
```

solarwinds  | Solar-PuTTY *free tool* © 2018 SolarWinds Worldwide, L

```
R2#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O       1.1.1.1 [110/65] via 10.10.0.1, 00:13:20, Serial1/0
    2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C       2.2.2.2 is directly connected, Loopback0
    3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O       3.3.3.3 [110/65] via 10.10.1.2, 00:13:20, Serial1/1
   10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       10.10.0.0 is directly connected, Serial1/0
C       10.10.1.0 is directly connected, Serial1/1
R2#
R2#
```

solarwinds  | Solar-PuTTY *free tool* © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights rese


```
R3#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O       1.1.1.1 [110/129] via 10.10.1.1, 00:14:27, Serial1/1
    2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O       2.2.2.2 [110/65] via 10.10.1.1, 00:14:27, Serial1/1
    3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C       3.3.3.3 is directly connected, Loopback0
    10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O       10.10.0.0 [110/128] via 10.10.1.1, 00:14:27, Serial1/1
C       10.10.1.0 is directly connected, Serial1/1
R3#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

Configurar LDP en las interfaces del núcleo MPLS

R1

```
R1(config)#mpls ldp router-id lo0
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#mpls ldp autoconfig area 0
R1(config-router)#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

R2

```
R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#mpls ldp router-id lo0
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#mpls ldp autoconfig area 0
R2(config-router)#
*Mar  1 01:12:42.011: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 1.1.1.1:0 (1) is UP
R2(config-router)#^Z
R2#
*Mar  1 01:12:46.611: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved

R3

```
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#mpls ldp router-id lo0
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#mpls ldp autoconfig area 0
R3(config-router)#
*Mar  1 01:11:46.675: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 2.2.2.2:0 (1) is UP
R3(config-router)#^Z
R3#
*Mar  1 01:11:49.175: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Se verifican los vecinos LDP

```
R2#show mpls ldp neighbor
Peer LDP Ident: 1.1.1.1:0; Local LDP Ident 2.2.2.2:0
TCP connection: 1.1.1.1.646 - 2.2.2.2.32463
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 40/40; Downstream
Up time: 00:28:40
LDP discovery sources:
  Serial1/0, Src IP addr: 10.10.0.1
Addresses bound to peer LDP Ident:
  10.10.0.1      1.1.1.1
Peer LDP Ident: 3.3.3.3:0; Local LDP Ident 2.2.2.2:0
TCP connection: 3.3.3.3.26425 - 2.2.2.2.646
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 37/38; Downstream
Up time: 00:25:54
LDP discovery sources:
  Serial1/1, Src IP addr: 10.10.1.2
Addresses bound to peer LDP Ident:
  10.10.1.2      3.3.3.3
R2#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Se verifican en R2 las etiquetas que se asignan.

```
R2#show mpls ldp bindings
tib entry: 1.1.1.1/32, rev 2
  local binding: tag: 16
  remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 16
tib entry: 2.2.2.2/32, rev 4
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 16
  remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 17
tib entry: 3.3.3.3/32, rev 6
  local binding: tag: 17
  remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 17
  remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: imp-null
tib entry: 10.10.0.0/24, rev 8
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 18
tib entry: 10.10.1.0/24, rev 10
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 18
  remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: imp-null
R2#
```

Se verifican las etiquetas con un rastreo entre routers extremos

```
R1#traceroute 3.3.3.3

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 3.3.3.3

 1 10.10.0.2 [MPLS: Label 17 Exp 0] 20 msec 44 msec 48 msec
 2 10.10.1.2 32 msec 24 msec 48 msec
R1#
```

```
R3#traceroute 1.1.1.1

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 1.1.1.1

 0 10.10.1.1 [MPLS: Label 16 Exp 0] 28 msec 20 msec 36 msec
 1 10.10.0.1 24 msec 48 msec 44 msec
R3#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds World

Configuración MPLS BGP entre R1 y R3

Se establece una sesión BGP multiprotocolo entre R1 y R3 configurando el grupo de direcciones vpnv4 los cuales serán los sitios conectados a ellos.

```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#router bgp 1
R1(config-router)#neighbor 3.3.3.3 remote-as 1
R1(config-router)#neighbor 3.3.3.3 update-source lo0
R1(config-router)#no auto-summary
R1(config-router)#!
R1(config-router)#address-family vpn4
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1(config-router)#address-family vpnv4
R1(config-router-af)#neighbor 3.3.3.3 activate
R1(config-router-af)#end
R1#
*Mar  1 00:35:19.575: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#
```

R1

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018

R3

```
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#router bgp 1
R3(config-router)#neighbor 1.1.1.1 remote-as 1
R3(config-router)#neighbor 1.1.1.1 update-source lo0
R3(config-router)#
*Mar  1 00:37:02.287: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 1.1.1.1 Up
R3(config-router)#no auto-summary
R3(config-router)#!
R3(config-router)#address-family vpnv4
R3(config-router-af)#neighbor 1.1.1.1 activate
R3(config-router-af)#
*Mar  1 00:38:10.879: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 1.1.1.1 Down Address family activate
R3(config-router-af)#
*Mar  1 00:38:12.975: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 1.1.1.1 Up
R3(config-router-af)#end
R3#
*Mar  1 00:38:20.043: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWi

Verificamos la sesión BGP entre R1 y R3

```
R1#sh bgp vpv4 unicast all summary
BGP router identifier 1.1.1.1, local AS number 1
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor      V    AS  MsgRcvd  MsgSent   TblVer   InQ  OutQ  Up/Down   State/PfxRcd
3.3.3.3       4    1     11      11        1     0    0 00:02:11    0
R1#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWi

```
R3#sh bgp vpv4 unicast all summary
BGP router identifier 3.3.3.3, local AS number 1
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor      V    AS  MsgRcvd  MsgSent   TblVer   InQ  OutQ  Up/Down   State/PfxRcd
1.1.1.1       4    1     14      14        1     0    0 00:05:04    0
R3#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWi

Configuración de los Router CE

Agregamos dos Router más, los cuales serán los CE para la sede de Cali y Bogotá.

R4.

Se unirá el OSPF utilizando el número de proceso 2 con direccionamiento IP de la LAN establecida en la red 192.168.1.0 para la sede de Cali.

```
R4#enable
R4#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#int lo0
R4(config-if)#
*Mar 1 00:01:30.239: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Loopback0, changed st
R4(config-if)#ip add 4.4.4.4 255.255.255.255
R4(config-if)#ip ospf 2 area 2
R4(config-if)#int f0/0
R4(config-if)#ip add 192.168.1.2 255.255.255.0
R4(config-if)#ip ospf 2 area 2
R4(config-if)#no shut
R4(config-if)#
*Mar 1 00:03:21.791: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 00:03:22.791: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, chan
R4(config-if)#end
R4#
*Mar 1 00:03:28.167: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool

© 2018 SolarWinds World

```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#int f0/0
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#ip
*Mar 1 01:15:30.803: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 01:15:31.803: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, chan
R1(config-if)#ip add 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)#end
R1#
*Mar 1 01:16:02.299: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool

© 2018 SolarWinds World

Con esto tendremos el router R4 (CE) de la sede de Cali apuntando al R1 (PE).

R5

Se unirá el OSPF utilizando el número de proceso 2 con direccionamiento IP de la LAN establecida en la red 192.168.2.0 para la sede de Bogotá.

```
R5#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#int lo0
R5(config-if)#
*Mar 1 00:14:58.491: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Loopback0,
R5(config-if)#ip add 5.5.5.5 255.255.255.255
R5(config-if)#ip ospf 2 area 2
R5(config-if)#int f0/0
R5(config-if)#ip add 192.168.2.2 255.255.255.0
R5(config-if)#ip ospf 2 area 2
R5(config-if)#no shut
R5(config-if)#
*Mar 1 00:27:22.335: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to
*Mar 1 00:27:23.335: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet
R5(config-if)#end
R5#
*Mar 1 00:27:29.027: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 Solarwinds

Con esto tendremos el router R5 (CE) de la sede de Bogotá apuntando al R3 (PE).

Hasta el momento hemos configurado R1, R2, R3 formando el núcleo MPLS con todos los bucles y direccionamiento IP con conectividad. R1 y R3 están unidos MP-BGP y LDP está habilitado en todas las interfaces internas.

En las interfaces externas del núcleo MPLS se colocó un VRF y un enrutador (CE) en cada borde del núcleo que corresponde a cada sede.

Redistribución de las rutas OSPF

Para obtener la conexión entre las dos sedes a través del núcleo MPLS se deben redistribuir las rutas OSPF en R1 y R3, adicionalmente MP-BGP en OSPF.

R1

Redistribuir OSPF en MP-BGP

```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#router bgp 1
R1(config-router)#address-family ipv4 vrf RED
R1(config-router-af)#redistribute ospf 2
R1(config-router-af)#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 Solarwinds

R3

Redistribuir OSPF en MP-BGP

```
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#router bgp 1
R3(config-router)#address-family ipv4 vrf RED
R3(config-router-af)#redistribute ospf 2
R3(config-router-af)#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 Solarwinds

Por último, hay que hacer que las rutas que llegan a través de MPLS regresen a OSPF y tengamos conectividad extremo a extremo entre las dos sedes.

```
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#router ospf 2
R1(config-router)#redistribute bgp 1 subnets
R1(config-router)#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 Solarwinds

```
R3(config)#router ospf 2
R3(config-router)#redistribute bgp 1 subnets
R3(config-router)#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 Solarwinds

Realizamos las pruebas de conexión MPLS entre las dos sedes en R4 y R5 con el comando ping y trace.

R4 CE sede Cali hacia R5 CE sede Bogotá

```
R4#ping 5.5.5.5

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 5.5.5.5, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 48/82/124 ms
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds

```
R4#trace 5.5.5.5

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 5.5.5.5

 0 192.168.1.1 24 msec 28 msec 8 msec
 1 10.10.0.2 [MPLS: Labels 17/19 Exp 0] 56 msec 100 msec 92 msec
 2 192.168.2.1 [MPLS: Label 19 Exp 0] 24 msec 104 msec 80 msec
 3 192.168.2.2 64 msec 88 msec 96 msec
R4#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds

R5 CE sede Bogotá hacia R4 CE sede Cali

```
R5#ping 4.4.4.4

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 4.4.4.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 48/78/120 ms
R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds

```
R5#trace 4.4.4.4

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 4.4.4.4

 0 192.168.2.1 12 msec 24 msec 24 msec
 1 10.10.1.1 [MPLS: Labels 16/19 Exp 0] 92 msec 80 msec 96 msec
 2 192.168.1.1 [MPLS: Label 19 Exp 0] 52 msec 76 msec 32 msec
 3 192.168.1.2 108 msec 80 msec 80 msec
R5#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2018 SolarWinds

Conclusiones

El direccionamiento IPv6 es una gran solución para resolver la masificación de las direcciones IP pues nos brinda la oportunidad de obtener gran cantidad de direcciones IP, dado que IPv4 se está quedando agotado.

La calidad en el servicio (QoS) permite garantizar la optimización de una red dada la cantidad de servicios que ya se ofrecen a través de una red.

Se entiende como es el principio básico de los protocolos HTTP, RTP y MPLS además de revisar la seguridad y como es la transmisión de datos de estos.

Se da a conocer como es la transición y los elementos básicos del protocolo IPV6 el cual tiene mucho auge actualmente.

Referencias bibliográficas

- Alarcón Aquino, V., & Martínez Suárez, J. (2008). MPLS. En V. Alarcón Aquino, & J. C. Martínez Suárez, Introducción a Redes MPLS (págs. 31 - 62). Córdoba: El Cid Editor. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=31&docID=10232356&tm=1488702431066>
- Reyes Roig, D, & Baluja García, W. (2010). MPLS. En, D. Reyes Roig, & W. Baluja García, Guía de implementación de la seguridad en redes de Núcleo Mpls (págs. 11 - 28). Cuba: D - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. CUJAE. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=19&docID=10609811&tm=1488898933052>
- Molina Robles, F., & Eduardo, P. (2014). En F. J. Molina Robles, & P. O. Eduardo, Servicios en red (págs. 574 -610). Madrid: RA-MA Editorial. Recuperado de HYPERLINK "<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=573&docID=11046839&tm=1488704523542>" <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=573&docID=11046839&tm=1488704523542>
- Conde del Oso, L., & Calzadilla García, R. (2012). Generalidades del servicio de IPTV y características de las redes que lo soportan. En L. E. Conde del Oso, & R. Calzadilla García, Propuesta para la validación de la calidad del vídeo en el servicio de IPTV (págs. 27 - 45). La Habana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. CUJAE. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=27&docID=10609053&tm=1488707071091>

Velte, T., & Velte, A. (2008). Manual de Cisco® (4a. ed.). En T. J. Velte, & A. T. Velte, Manual de Cisco® (4a. ed.) (págs. 79 - 85). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.

Recuperado de

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/reader.action?ppg=104&docID=10450066&tm=1488708536302>

Arango, J. P. (2013). Procedimiento para implementar QoS en la capa de acceso en redes de próxima generación enfocado en el servicio de voz. S&T, 11 (25), 85-

104, 1 - 21. Recuperado de

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=99884800&lang=es&site=eds-live>

(2011, junio 11). Instalar y configurar GNS3 en W7 [Archivo de video]. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=oEr6OQea-iQ>