

Implementación de servicios multimedia para un escenario de NGN a nivel de simulación, aplicando los conceptos de arquitectura funcional y garantizando la QoS

Entregado por:

Roberto Carlos Buelvas

Samuel Trujillo

Tutor:

Omar Albeiro Trejo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Vicerrectoría Académica y de Investigación

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería

Diplomado de Profundización en Redes de Nueva Generación

Diciembre 2020

Contenido

Índice de Figuras	3
Índice de Tablas	5
Introducción	6
Objetivos	7
Un Call Center para comunicar las ciudades de la red	8
Soporte para 80 llamadas simultaneas entre las sedes de la entidad	12
El transporte de datos entre las sedes de la empresa tiene un ancho de banda de 100 Mbps	14
Conclusiones	33
Bibliografía	34

Índice De Figuras

Figura 1 Inicialización del Sistema Operativo elastix	8
Figura 2 inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo	9
Figura 3 inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo continuación	9
Figura 4 inicio de la máquina virtual virtualbox con sistema operativo final	10
Figura 5 Red LAN de Bogotá	10
Figura 6 Accediendo al panel de administración desde la máquina virtual 2 en la ciudad de barranquilla con Windows 7 y corriendo en GNS3	11
Figura 7 IPBX con los servicios básicos activos	11
Figura 8 Win7Lite-2 pantallazo	12
Figura 9 Extensión Barranquilla	12
Figura 10 Extensión Bogota	13
Figura 11 Extensión Medellín	13
Figura 12 Topología Red Empresa	14
Figura 13 Configuración de OSPF y MPLS en los routers del core P1, P2 y P3	16
Figura 14 Tabla de enrutamiento en P1, P2 y P3	17
Figura 15 Tabla LFIB en router P1, P2 y P3	18
Figura 16 Confirmación de configuraciones en los Reuters PE1, PE2 y PE3 Tabla LIB ..	19
Figura 17 Interfaces habilitadas con MPLS en routers PE1, PE2 y PE3	20
Figura 18 Configuraciones en router CE1, CE2 y CE3 Tabla de ruta OSPF	21
Figura 19 Tabla de rutas multicast en CE3 sin trasmisión de video	22
Figura 20 Tabla de rutas multicast en CE3 con trasmisión de video	23
Figura 21 Configuración del servidor de video usando VLC	24
Figura 22 Configuración del servidor de video usando VLC	24
Figura 23 Seleccionando la fuente de multicast RTP	25
Figura 24 Seleccionando la dirección de multicast RTP paso 1	25

Figura 25 <i>Seleccionando la dirección de multicast RTP paso 2</i>	26
Figura 26 <i>Seleccionando la dirección de multicast RTP paso 3</i>	26
Figura 27 <i>Seleccionando la dirección de multicast RTP paso 4</i>	26
Figura 28 <i>Reproducción del streaming en el servidor</i>	27
Figura 29 <i>Configuración de los clientes para el caso se eligió la terminal de barranquilla ...</i> 28	
Figura 30 <i>Configuración del RTP del servidor</i>	28
Figura 31 <i>Captura del video multicast rtp desde el cliente</i>	29
Figura 32 <i>Listas de acceso</i>	30
Figura 33 <i>Clases y políticas ajustadas por % teniendo en cuenta que los enlaces son de 100 Mbps</i>	30
Figura 34 <i>Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE1</i>	30
Figura 35 <i>Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE2</i>	31
Figura 36 <i>Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE3</i>	31
Figura 37 <i>error entregado por GNS3</i>	32

Índice De Tablas

Tabla 1 <i>Asignación de Direcciones IP</i>	13
---	----

Introducción

El presente trabajo tiene como propósito que el estudiante identifique una red IP dentro de una arquitectura NGN para el soporte de servicios convergentes y de esta manera comprenda las funciones, entidades y requisitos a nivel funcional de una arquitectura NGN utilizada en la interconexión de redes, respondiendo a los estándares definidos y así implementar los servicios multimedia para un escenario de NGN a nivel de simulación, aplicando los conceptos de arquitectura funcional y garantizando la QoS.

Objetivos

Identificar el propósito de una red IP dentro de una arquitectura NGN para el soporte de servicios convergentes.

Comprender las funciones, entidades y requisitos a nivel funcional de una arquitectura NGN utilizada en la interconexión de redes, respondiendo a los estándares definidos.

Implementar servicios multimedia para un escenario de NGN a nivel de simulación, aplicando los conceptos de arquitectura funcional y garantizando la QoS.

Actividad Colaborativa

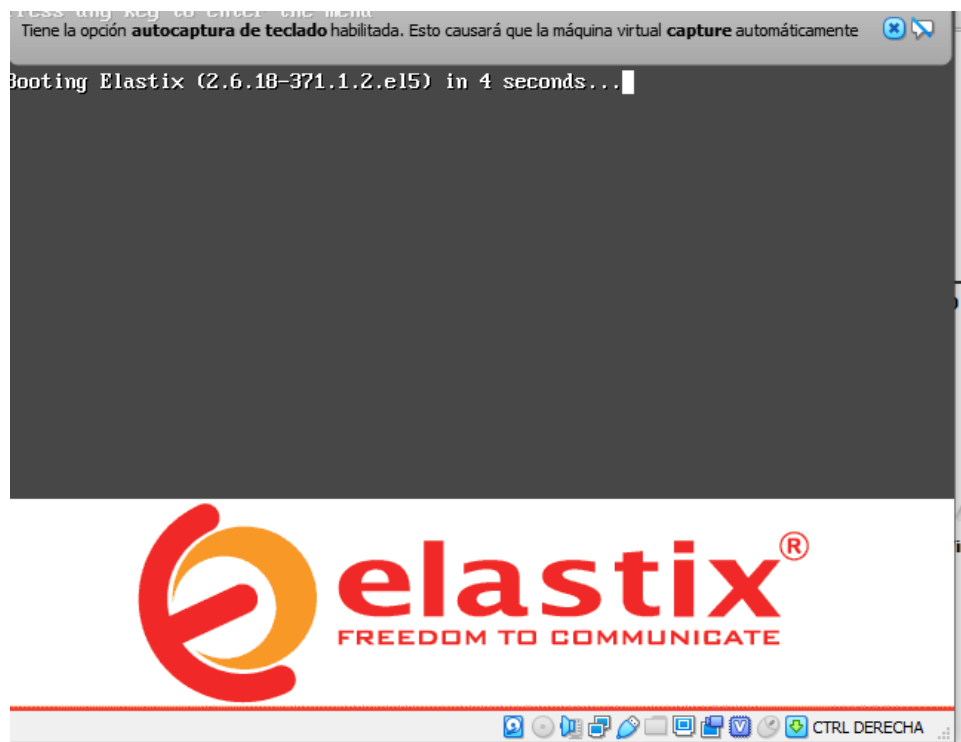
Sobre la conexión MPLS implementada en la Fase 4, configurar los siguientes servicios basados en el servidor de VoIP Asterisk o Elastix:

1. Un Call Center para comunicar las ciudades de la red, con los siguientes requerimientos:

Basados en la topología de la fase 4 reutilizamos el mismo servidor de VoIP con el sistema operativo Elastix en el cual fueron creadas 3 extensiones para simular la conexión de cada ciudad teniendo en cuenta que los recursos de la máquina son limitados no se configuraron las 80 extensiones.

Figura 1

Inicialización del Sistema Operativo elastix



Nota: Adaptado de Inicialización del Sistema Operativo elastix Elaboración Propia

Figura 2

inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo

```
No suspend signature on swap, not resuming.
Creating root device.
Mounting root filesystem.
EXT3-fs: INFO: recovery required on readonly filesystem.
EXT3-fs: write access will be enabled during recovery.
kjournald starting. Commit interval 5 seconds
EXT3-fs: dm-0: orphan cleanup on readonly fs
EXT3-fs: dm-0: 5 orphan inodes deleted
EXT3-fs: recovery complete.
EXT3-fs: mounted filesystem with ordered data mode.
Setting up other filesystems.
Setting up new root fs
no fstab.sys, mounting internal defaults
Switching to new root and running init.
unmounting old /dev
unmounting old /proc
unmounting old /sys
SELinux: Disabled at runtime.
type=1404 audit(1575428488.618:2): selinux=0 auid=4294967295 ses=4294967295
INIT: version 2.86 booting
      Welcome to CentOS release 5.10 (Final)
      Press 'I' to enter interactive startup.
Configuración del reloj (localtime): mié dic 4 03:01:12 C [ OK ]
Iniciando udev: [ OK ]
```

Nota: Adaptado de inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo Elaboración Propia

Figura 3

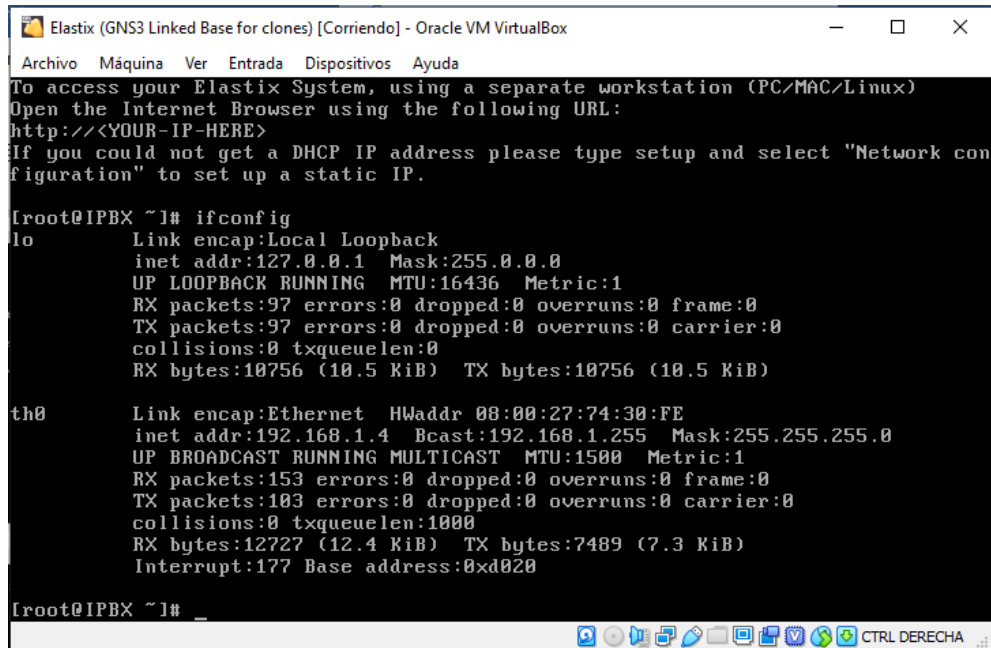
inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo continuación

```
Running dahdi_cfg: [ OK ]
Iniciando el demonio HAL: [ OK ]
Starting monitoring for UG VolGroup00: 2 logical volume(s) in volume group "Uo
lGroup00" monitored
Iniciando sshd: [ OK ]
Iniciando xinetd: [ OK ]
Iniciando ntpd: [ OK ]
Iniciando mysqld: [ OK ]
Importando la base de datos cyrus-imapd : [ OK ]
Iniciando cyrus-imapd: [ OK ]
Password configuration already present.
Iniciando postfix: [ OK ]
Iniciando httpd: httpd: apr_sockaddr_info_get() failed for IPBX
httpd: Could not reliably determine the server's fully qualified domain name, us
ing 127.0.0.1 for ServerName [ OK ]
SETTING FILE PERMISSIONS Asterisk
Permissions Asterisk OK
Starting asterisk: [ OK ]
Iniciando crond: [ OK ]
Starting xfs: [ OK ]
Starting Elastix Port Knocking: [ OK ]
Starting Elastix Update Helper:
```

Nota: Adaptado de inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo continuación Elaboración Propia

Figura 4

inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo final



```
Oracle VM VirtualBox
Elastix (GNS3 Linked Base for clones) [Corriendo]
Archivo Máquina Ver Entrada Dispositivos Ayuda
To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://<YOUR-IP-HERE>
If you could not get a DHCP IP address please type setup and select "Network con
figuration" to set up a static IP.

[root@IPBX ~]# ifconfig
lo
  Link encap:Local Loopback
  inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
  UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
  RX packets:97 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
  TX packets:97 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
  collisions:0 txqueuelen:0
  RX bytes:10756 (10.5 KiB)  TX bytes:10756 (10.5 KiB)

eth0
  Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:74:30:FE
  inet addr:192.168.1.4  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
  UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
  RX packets:153 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
  TX packets:103 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
  collisions:0 txqueuelen:1000
  RX bytes:12727 (12.4 KiB)  TX bytes:7489 (7.3 KiB)
  Interrupt:177 Base address:0xd020

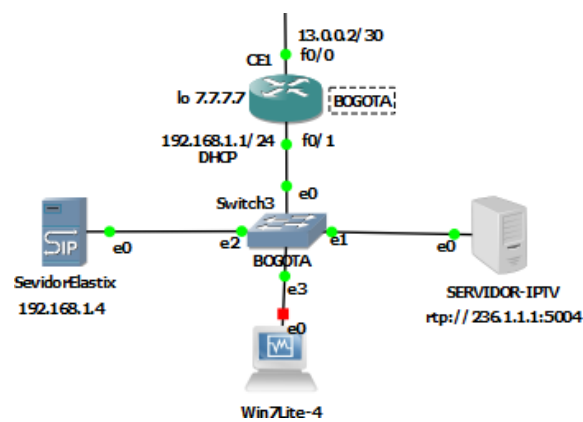
[root@IPBX ~]#
```

Nota: Adaptado de inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo final Elaboración Propia

En las anteriores imágenes se puede ver el inicio de la máquina virtual de virtualbox con sistema operativo Linux centos corriendo la IPBX Elastix importada en GNS3 y conectada directamente a la red LAN de Bogotá.

Figura 5

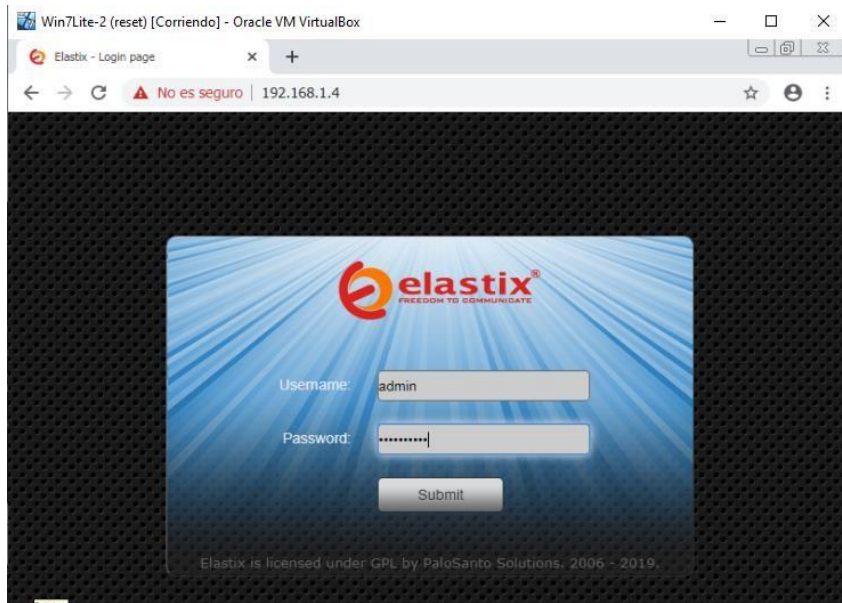
Red LAN de Bogotá



Nota: Adaptado de inicio de Red LAN Bogotá. Elaboración Propia

Figura 6

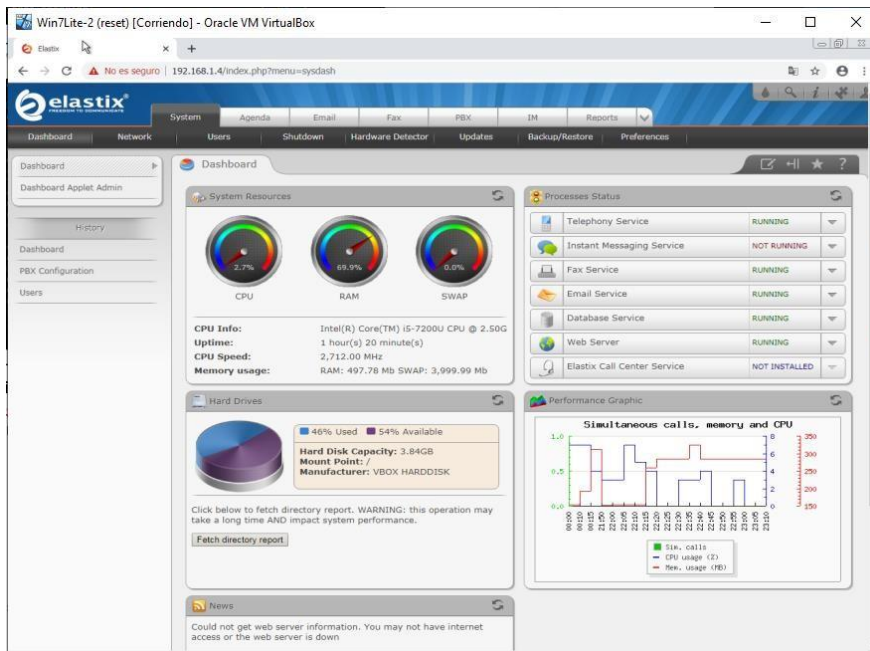
Accediendo al panel de administración desde la máquina virtual 2 en la ciudad de barranquilla con Windows 7 y corriendo en GNS3



Nota: Adaptado de Accediendo al panel de administración desde la máquina virtual 2 en la ciudad de barranquilla con Windows 7 y corriendo en GNS3. Elaboración Propia

Figura 7

IPBX con los servicios básicos activos



Nota: Adaptado de IPBX con los servicios básicos activos. Elaboración Propia

2. Soporte para 80 llamadas simultaneas entre las sedes de la entidad.

Luego realizamos la creación de las extensiones 1010 para Bogota

1111Barranquillay 1212 para Medellín para configurarlas en las aplicaciones Xlite instaladas en cada pc virtualizado-correspondientes a cada ciudad.

Figura 8

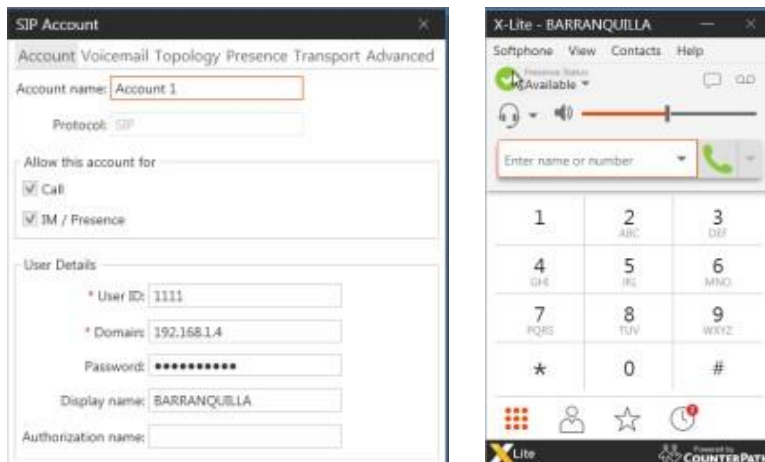
Win7Lite-2 pantallazo



Nota: Adaptado de Win7Lite-2 pantallazo. Elaboración Propia

Figura 9

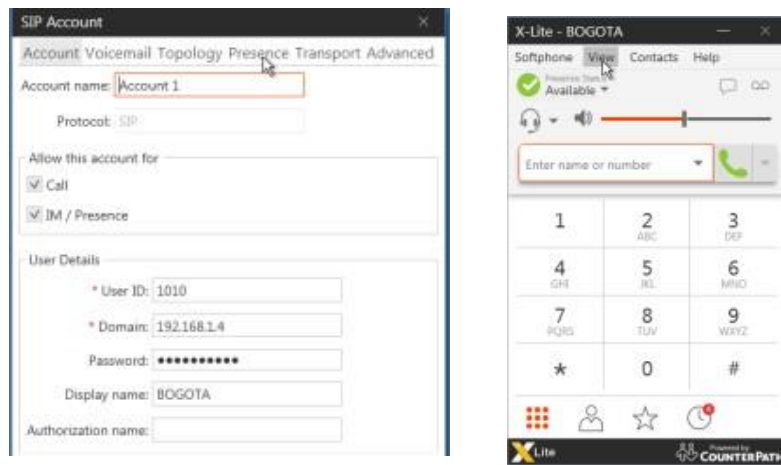
Extensión Barranquilla



Nota: Adaptado de Extensión Barranquilla. Elaboración Propia

Figura 10

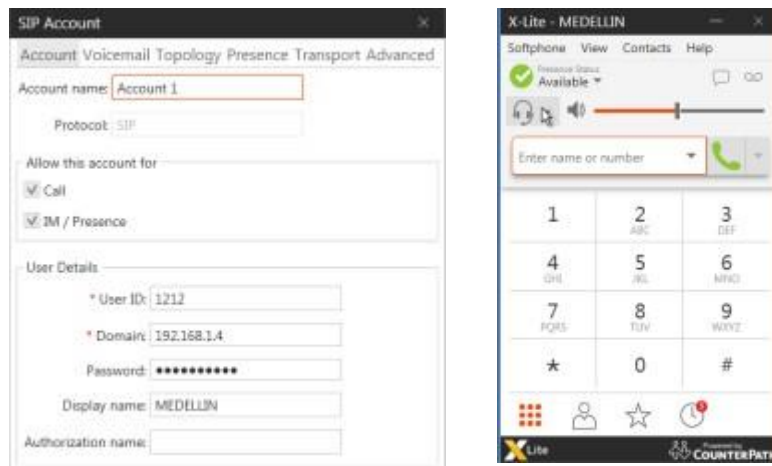
Extensión Bogota



Nota: Adaptado de Extensión Bogotá. Elaboración Propia

Figura 11

Extensión Medellín



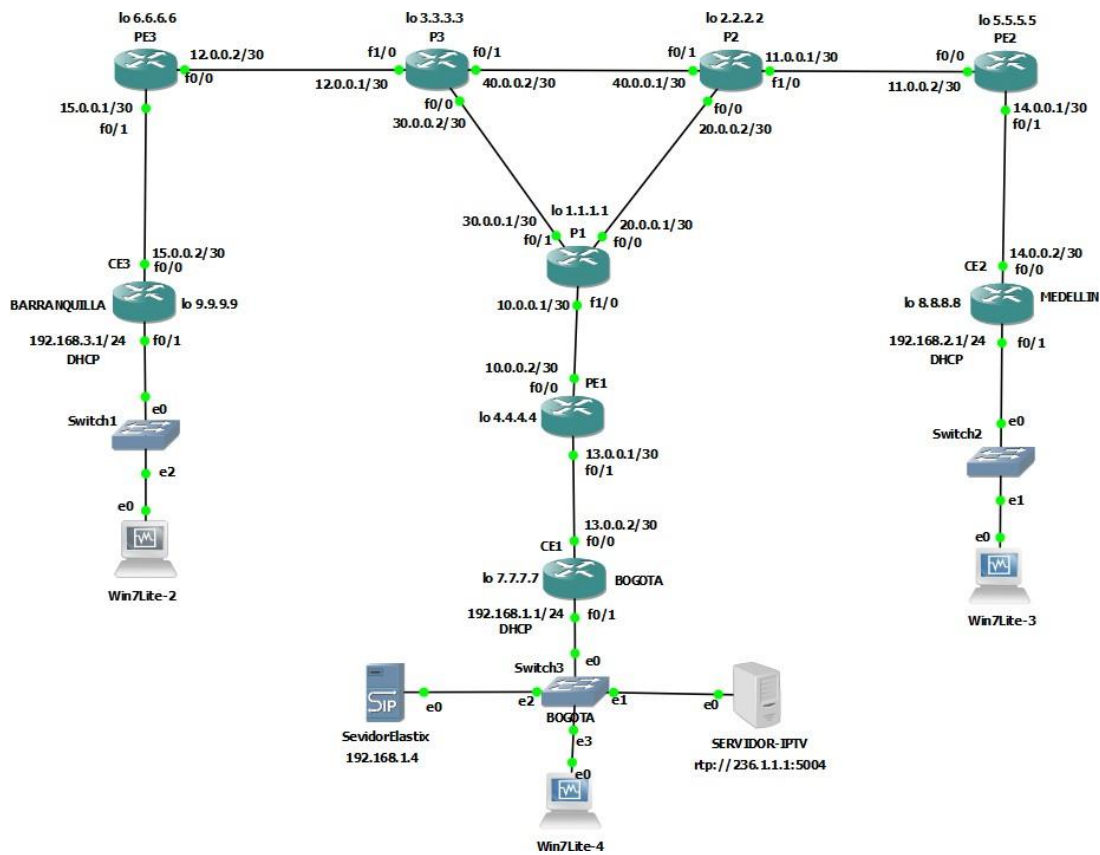
Nota: Adaptado de Extensión Medellín. Elaboración Propia

3. El transporte de datos entre las sedes de la empresa tiene un ancho de banda de 100 Mbps.

Para la interconexión de sedes en esta topología usamos el router C2691 el cual cuenta con interfaces fast ethernet cumpliendo con el requerimiento de conexiones a 100 Mbps como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 12

Topología Red Empresa



Nota: Adaptado de Topología Red Empresa. Elaboración Propia

La asignación de direcciones IP se realizó basada en la siguiente tabla de redes

Tabla 1

Asignación de Direcciones IP

DIRECCIONAMIENTO FASE 6		
TIPO DE RED	SEGMENTO	DIRECCION DE RED
CORE MPLS	P1 - P2	20.0.0.0/30
	P1 - P3	30.0.0.0/30
	P2 - P3	40.0.0.0/30
PERIMETRO MPLS	P1 - PE1	10.0.0.0/30
	P2 - PE2	11.0.0.0/30
	P3 - PE3	12.0.0.0/30
	PE1 - CE1	13.0.0.0/30
	PE2 - CE2	14.0.0.0/30
CONEXIÓN ULTIMA MILLA	PE3 - CE3	15.0.0.0/30
RED LAN	CE1	192.168.1.0/24
	CE2	192.168.2.0/24
	CE3	192.168.3.0/24

Nota: Adaptado de Asignación de Direcciones IP. Elaboración Propia

Servicio IPTV entre las sedes, el cual permitirá transferir contenidos multimedia.

Para la implementación del servicio de video IP se realizaron las siguientes configuraciones en la red

- Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF para el intercambio de tablas de enrutamiento entre sedes.
- Configuración del protocolo MPLS en cada router pertenecientes al core y perímetro MPLS para brindar mayor velocidad de rutas y procesamiento entre router mediante etiquetas MPLS.

Figura 13

Configuración de OSPF y MPLS en los routers del core P1, P2 y P3



```
router ospf 1
mpls ldp autoconfig
router-id 1.1.1.1
log-adjacency-changes
network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0
network 10.0.0.0 0.0.0.3 area 0
network 20.0.0.0 0.0.0.3 area 0
network 30.0.0.0 0.0.0.3 area 0

no ip http server
no ip http secure-server
ip pim rp-address 1.1.1.1

no cdp log mismatch duplex

mpls ldp router-id Loopback0
```

```
router ospf 1
mpls ldp autoconfig
router-id 3.3.3.3
log-adjacency-changes
network 3.3.3.3 0.0.0.0 area 0
network 12.0.0.0 0.0.0.3 area 0
network 30.0.0.0 0.0.0.3 area 0
network 40.0.0.0 0.0.0.3 area 0

no ip http server
no ip http secure-server
ip pim rp-address 1.1.1.1

no cdp log mismatch duplex

mpls ldp router-id Loopback0
```

```
router ospf 1
mpls ldp autoconfig
router-id 2.2.2.2
log-adjacency-changes
network 2.2.2.2 0.0.0.0 area 0
network 11.0.0.0 0.0.0.3 area 0
network 20.0.0.0 0.0.0.3 area 0
network 40.0.0.0 0.0.0.3 area 0

no ip http server
no ip http secure-server
ip pim rp-address 1.1.1.1

no cdp log mismatch duplex

mpls ldp router-id Loopback0
```

Nota: Adaptado de Configuración de OSPF y MPLS en los routers del core P1, P2 y P3. Elaboración Propia

Figura 14

Tabla de enrutamiento en P1, P2 y P3

```

P2
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 [110/11] via 20.0.0.2, 02:14:29, FastEthernet0/0
3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 3.3.3.3 [110/11] via 30.0.0.2, 02:14:29, FastEthernet0/1
4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 4.4.4.4 [110/2] via 10.0.0.2, 02:14:29, FastEthernet1/0
20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 20.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
5.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 5.5.5.5 [110/12] via 20.0.0.2, 02:14:30, FastEthernet0/0
6.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 6.6.6.6 [110/12] via 30.0.0.2, 02:14:32, FastEthernet0/1
40.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O 40.0.0.0/30 [110/20] via 20.0.0.2, 02:14:35, FastEthernet0/0
O 40.0.0.0/22 [110/20] via 30.0.0.2, 02:14:36, FastEthernet0/1
10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 11.0.0.0 [110/11] via 20.0.0.2, 02:14:37, FastEthernet0/0
12.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 12.0.0.0 [110/11] via 30.0.0.2, 02:14:38, FastEthernet0/1
192.168.1.0/24 [110/21] via 10.0.0.2, 02:14:38, FastEthernet1/0
13.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 13.0.0.0 [110/11] via 10.0.0.2, 02:14:39, FastEthernet1/0
192.168.2.0/24 [110/31] via 20.0.0.2, 02:14:40, FastEthernet0/0
14.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 14.0.0.0 [110/21] via 20.0.0.2, 02:14:40, FastEthernet0/0
192.168.3.0/24 [110/31] via 30.0.0.2, 02:14:41, FastEthernet0/1
30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 30.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
15.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 15.0.0.0 [110/21] via 30.0.0.2, 02:14:42, FastEthernet0/1

P1
1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 1.1.1.1 [110/11] via 20.0.0.1, 02:16:33, FastEthernet0/0
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 [110/21] via 20.0.0.1, 02:16:33, FastEthernet0/0
4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 4.4.4.4 [110/12] via 20.0.0.1, 02:16:33, FastEthernet0/0
20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 20.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
5.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 5.5.5.5 [110/2] via 11.0.0.2, 02:16:34, FastEthernet1/0
6.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 6.6.6.6 [110/22] via 20.0.0.1, 02:16:38, FastEthernet0/0
40.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 40.0.0.0/30 is directly connected, FastEthernet0/1
O 40.0.0.0/22 [110/30] via 20.0.0.1, 02:16:39, FastEthernet0/0
10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 10.0.0.0 [110/11] via 20.0.0.1, 02:16:39, FastEthernet0/0
11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 11.0.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
12.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 12.0.0.0 [110/21] via 20.0.0.1, 02:16:39, FastEthernet0/0
192.168.1.0/24 [110/31] via 20.0.0.1, 02:16:39, FastEthernet0/0
13.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 13.0.0.0 [110/21] via 20.0.0.1, 02:16:39, FastEthernet0/0
192.168.2.0/24 [110/21] via 11.0.0.2, 02:16:39, FastEthernet1/0
14.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 14.0.0.0 [110/11] via 11.0.0.2, 02:16:41, FastEthernet1/0
192.168.3.0/24 [110/41] via 20.0.0.1, 02:16:41, FastEthernet0/0
30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 30.0.0.0 [110/20] via 20.0.0.1, 02:16:41, FastEthernet0/0
15.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 15.0.0.0 [110/31] via 20.0.0.1, 02:16:41, FastEthernet0/0

P3
1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 1.1.1.1 [110/11] via 30.0.0.1, 02:18:52, FastEthernet0/0
2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 2.2.2.2 [110/21] via 30.0.0.1, 02:18:52, FastEthernet0/0
3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C 3.3.3.3 is directly connected, Loopback0
4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 4.4.4.4 [110/12] via 30.0.0.1, 02:18:52, FastEthernet0/0
20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 20.0.0.0 [110/20] via 30.0.0.1, 02:18:52, FastEthernet0/0
5.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 5.5.5.5 [110/22] via 30.0.0.1, 02:18:53, FastEthernet0/0
6.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O 6.6.6.6 [110/2] via 12.0.0.2, 02:18:54, FastEthernet1/0
40.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 40.0.0.0/30 [110/30] via 30.0.0.1, 02:18:55, FastEthernet0/0
O 40.0.0.0/22 is directly connected, FastEthernet0/1
10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 10.0.0.0 [110/11] via 30.0.0.1, 02:18:55, FastEthernet0/0
11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 11.0.0.0 [110/21] via 30.0.0.1, 02:18:55, FastEthernet0/0
12.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 12.0.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
192.168.1.0/24 [110/31] via 30.0.0.1, 02:18:55, FastEthernet0/0
13.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 13.0.0.0 [110/21] via 30.0.0.1, 02:18:55, FastEthernet0/0
192.168.2.0/24 [110/41] via 30.0.0.1, 02:18:55, FastEthernet0/0
14.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 14.0.0.0 [110/31] via 30.0.0.1, 02:18:57, FastEthernet0/0
192.168.3.0/24 [110/21] via 12.0.0.2, 02:18:57, FastEthernet1/0
30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 30.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
15.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O 15.0.0.0 [110/11] via 12.0.0.2, 02:18:57, FastEthernet1/0
    
```

Nota: Adaptado de Tabla de enrutamiento en P1, P2 y P3. Elaboración Propia

Figura 15

Tabla LFIB en router P1, P2 y P3

The figure displays three terminal windows showing the output of the 'show mpls forwarding-table' command on routers P1, P2, and P3. Each window shows a table with the following columns: Local tag, Outgoing tag or VC, Prefix or Tunnel Id, Bytes tag switched, Outgoing interface, and Next Hop.

Router P3 Output:

Local tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing interface	Next Hop
16	Pop tag	15.0.0.0/30	0	Fa1/0	12.0.0.2
17	Pop tag	6.6.6.6/32	0	Fa1/0	12.0.0.2
18	16	192.168.3.0/24	2935459	Fa1/0	12.0.0.2
19	Pop tag	10.0.0.0/30	0	Fa0/0	30.0.0.1
20	Pop tag	20.0.0.0/30	0	Fa0/0	30.0.0.1
21	16	13.0.0.0/30	0	Fa0/0	30.0.0.1
22	19	11.0.0.0/30	0	Fa0/0	30.0.0.1
23	24	14.0.0.0/30	590	Fa0/0	30.0.0.1
24	Pop tag	1.1.1.1/32	0	Fa0/0	30.0.0.1
25	17	2.2.2.2/32	0	Fa0/0	30.0.0.1
26	18	4.4.4.4/32	0	Fa0/0	30.0.0.1
27	26	5.5.5.5/32	0	Fa0/0	30.0.0.1
28	20	40.0.0.0/30	0	Fa0/0	30.0.0.1
29	21	192.168.1.0/24	1466079	Fa0/0	30.0.0.1
30	29	192.168.2.0/24	0	Fa0/0	30.0.0.1

Router P1 Output:

Local tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing interface	Next Hop
16	Pop tag	13.0.0.0/30	0	Fa1/0	10.0.0.2
17	Pop tag	2.2.2.2/32	22460	Fa0/0	20.0.0.2
18	Pop tag	4.4.4.4/32	0	Fa1/0	10.0.0.2
19	Pop tag	11.0.0.0/30	0	Fa0/0	20.0.0.2
20	Pop tag	40.0.0.0/30	0	Fa0/0	20.0.0.2
21	16	192.168.1.0/24	2251446	Fa1/0	10.0.0.2
22	Pop tag	12.0.0.0/30	0	Fa0/1	30.0.0.2
23	16	15.0.0.0/30	0	Fa0/1	30.0.0.2
24	19	14.0.0.0/30	0	Fa0/0	20.0.0.2
25	Pop tag	3.3.3.3/32	21276	Fa0/1	30.0.0.2
26	25	5.5.5.5/32	0	Fa0/0	20.0.0.2
27	17	6.6.6.6/32	0	Fa0/1	30.0.0.2
28	Pop tag	40.0.0.0/22	0	Fa0/1	30.0.0.2
29	29	192.168.2.0/24	3185832	Fa0/0	20.0.0.2
30	18	192.168.3.0/24	2935459	Fa0/1	30.0.0.2

Router P2 Output:

Local tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing interface	Next Hop
16	Pop tag	10.0.0.0/30	0	Fa0/0	20.0.0.1
17	Pop tag	1.1.1.1/32	0	Fa0/0	20.0.0.1
18	Pop tag	30.0.0.0/30	0	Fa0/0	20.0.0.1
19	Pop tag	14.0.0.0/30	0	Fa1/0	11.0.0.2
20	16	13.0.0.0/30	0	Fa0/0	20.0.0.1
21	22	12.0.0.0/30	0	Fa0/0	20.0.0.1
22	23	15.0.0.0/30	0	Fa0/0	20.0.0.1
23	25	3.3.3.3/32	0	Fa0/0	20.0.0.1
24	18	4.4.4.4/32	0	Fa0/0	20.0.0.1
25	Pop tag	5.5.5.5/32	0	Fa1/0	11.0.0.2
26	27	6.6.6.6/32	0	Fa0/0	20.0.0.1
27	28	40.0.0.0/22	0	Fa0/0	20.0.0.1
28	21	192.168.1.0/24	786026	Fa0/0	20.0.0.1
29	16	192.168.2.0/24	3185832	Fa1/0	11.0.0.2
30	30	192.168.3.0/24	590	Fa0/0	20.0.0.1

Nota: Adaptado de Tabla LFIB en router P1, P2 y P3. Elaboración Propia

Figura 16

Confirmación de configuraciones en los Reuters PE1, PE2 y PE3 Tabla LIB

PE1	PE3	PE3	PE2	PE3	PE2
<pre> PE1#sh mpls ldp bindings tib entry: 1.1.1.1/32, rev 12 local binding: tag: 18 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: imp-null tib entry: 2.2.2.2/32, rev 14 local binding: tag: 19 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 17 tib entry: 3.3.3.3/32, rev 28 local binding: tag: 26 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 25 tib entry: 4.4.4.4/32, rev 4 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 18 tib entry: 5.5.5.5/32, rev 30 local binding: tag: 27 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 26 tib entry: 6.6.6.6/32, rev 32 local binding: tag: 28 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 27 tib entry: 10.0.0.0/30, rev 5 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: imp-null tib entry: 11.0.0.0/30, rev 16 local binding: tag: 20 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 19 tib entry: 12.0.0.0/30, rev 22 local binding: tag: 23 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 22 tib entry: 13.0.0.0/30, rev 6 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 16 tib entry: 14.0.0.0/30, rev 26 local binding: tag: 25 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 24 tib entry: 15.0.0.0/30, rev 24 local binding: tag: 24 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 23 tib entry: 20.0.0.0/30, rev 10 local binding: tag: 17 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: imp-null tib entry: 30.0.0.0/30, rev 18 local binding: tag: 21 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: imp-null tib entry: 40.0.0.0/30, rev 20 local binding: tag: 22 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 20 tib entry: 40.0.0.0/22, rev 34 local binding: tag: 29 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 28 tib entry: 192.168.1.0/24, rev 8 local binding: tag: 16 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 21 tib entry: 192.168.2.0/24, rev 36 local binding: tag: 30 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 29 tib entry: 192.168.3.0/24, rev 38 local binding: tag: 31 remote binding: tsr: 1.1.1.1:0, tag: 30 </pre>	<pre> PE2#sh mpls ldp bindings tib entry: 1.1.1.1/32, rev 18 local binding: tag: 21 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 17 tib entry: 2.2.2.2/32, rev 20 local binding: tag: 22 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: imp-null tib entry: 3.3.3.3/32, rev 35 local binding: tag: 28 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 23 tib entry: 4.4.4.4/32, rev 22 local binding: tag: 23 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 24 tib entry: 5.5.5.5/32, rev 4 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 25 tib entry: 6.6.6.6/32, rev 36 local binding: tag: 29 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 26 tib entry: 10.0.0.0/30, rev 12 local binding: tag: 18 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 16 tib entry: 11.0.0.0/30, rev 5 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: imp-null tib entry: 12.0.0.0/30, rev 33 local binding: tag: 26 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 21 tib entry: 13.0.0.0/30, rev 16 local binding: tag: 20 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 20 tib entry: 14.0.0.0/30, rev 6 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 19 tib entry: 15.0.0.0/30, rev 34 local binding: tag: 27 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 22 tib entry: 20.0.0.0/30, rev 10 local binding: tag: 17 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: imp-null tib entry: 30.0.0.0/30, rev 14 local binding: tag: 19 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 18 tib entry: 40.0.0.0/30, rev 24 local binding: tag: 24 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: imp-null tib entry: 40.0.0.0/22, rev 37 local binding: tag: 30 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 27 tib entry: 192.168.1.0/24, rev 26 local binding: tag: 25 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 28 tib entry: 192.168.2.0/24, rev 8 local binding: tag: 16 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 29 tib entry: 192.168.3.0/24, rev 38 local binding: tag: 31 remote binding: tsr: 2.2.2.2:0, tag: 30 </pre>	<pre> PE3#sh mpls ldp bindings tib entry: 1.1.1.1/32, rev 26 local binding: tag: 25 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 24 tib entry: 2.2.2.2/32, rev 28 local binding: tag: 26 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 25 tib entry: 3.3.3.3/32, rev 10 local binding: tag: 17 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: imp-null tib entry: 4.4.4.4/32, rev 30 local binding: tag: 27 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 26 tib entry: 5.5.5.5/32, rev 32 local binding: tag: 28 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 27 tib entry: 6.6.6.6/32, rev 4 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 17 tib entry: 10.0.0.0/30, rev 16 local binding: tag: 20 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 19 tib entry: 11.0.0.0/30, rev 22 local binding: tag: 23 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 22 tib entry: 12.0.0.0/30, rev 5 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: imp-null tib entry: 13.0.0.0/30, rev 20 local binding: tag: 22 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 21 tib entry: 14.0.0.0/30, rev 24 local binding: tag: 24 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 23 tib entry: 15.0.0.0/30, rev 6 local binding: tag: imp-null remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 16 tib entry: 20.0.0.0/30, rev 18 local binding: tag: 21 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 20 tib entry: 30.0.0.0/30, rev 12 local binding: tag: 18 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: imp-null tib entry: 40.0.0.0/30, rev 34 local binding: tag: 29 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 28 tib entry: 40.0.0.0/22, rev 14 local binding: tag: 19 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 29 tib entry: 192.168.1.0/24, rev 36 local binding: tag: 30 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 29 tib entry: 192.168.2.0/24, rev 38 local binding: tag: 31 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 30 tib entry: 192.168.3.0/24, rev 8 local binding: tag: 16 remote binding: tsr: 3.3.3.3:0, tag: 18 </pre>			

Nota: Adaptado de Confirmación de configuraciones en los Reuters PE1, PE2 y PE3 Tabla LIB. Elaboración Propia

Figura 17

Interfaces habilitadas con MPLS en routers PE1, PE2 y PE3

The figure consists of three terminal screenshots, each showing the output of the 'show mpls interface' command on a different router. The screenshots are arranged vertically. Each screenshot has a title bar with a menu icon and three tabs labeled PE3, PE2, and PE1. The first screenshot shows the output for PE1, the second for PE2, and the third for PE3. The output for each router is as follows:

```
PE1#sh mpls int
Interface      IP      Tunnel  Operational
FastEthernet0/0  Yes (ldp) No      Yes

PE2#sh mpls int
Interface      IP      Tunnel  Operational
FastEthernet0/0  Yes (ldp) No      Yes

PE3#sh mpls int
Interface      IP      Tunnel  Operational
FastEthernet0/0  Yes (ldp) No      Yes
```

Nota: Adaptado de Interfaces habilitadas con MPLS en routers PE1, PE2 y PE3. Elaboración Propia

Figura 18

Configuraciones en router CE1, CE2 y CE3 Tabla de ruta OSPF

```
Overview CE1
1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 1.1.1.1 [110/21] via 13.0.0.1, 04:39:31, FastEthernet0/0
0 2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 2.2.2.2 [110/31] via 13.0.0.1, 04:39:31, FastEthernet0/0
0 3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 3.3.3.3 [110/31] via 13.0.0.1, 04:39:31, FastEthernet0/0
0 4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 4.4.4.4 [110/11] via 13.0.0.1, 04:39:31, FastEthernet0/0
0 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 20.0.0.0 [110/30] via 13.0.0.1, 04:39:32, FastEthernet0/0
0 5.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 5.5.5.5 [110/32] via 13.0.0.1, 04:39:32, FastEthernet0/0
0 6.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 6.6.6.6 [110/32] via 13.0.0.1, 04:39:34, FastEthernet0/0
0 7.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C 7.7.7.7 is directly connected, Loopback0
0 40.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
0 40.0.0.0/30 [110/40] via 13.0.0.1, 04:39:35, FastEthernet0/0
0 40.0.0.0/22 [110/40] via 13.0.0.1, 04:39:35, FastEthernet0/0
0 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 10.0.0.0 [110/20] via 13.0.0.1, 04:39:36, FastEthernet0/0
0 11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 11.0.0.0 [110/31] via 13.0.0.1, 04:39:36, FastEthernet0/0
0 12.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 12.0.0.0 [110/31] via 13.0.0.1, 04:39:37, FastEthernet0/0
0 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
0 13.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 13.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
0 192.168.2.0/24 [110/51] via 13.0.0.1, 04:39:37, FastEthernet0/0
0 14.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 14.0.0.0 [110/41] via 13.0.0.1, 04:39:38, FastEthernet0/0
0 192.168.3.0/24 [110/51] via 13.0.0.1, 04:39:40, FastEthernet0/0
0 30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 30.0.0.0 [110/30] via 13.0.0.1, 04:39:41, FastEthernet0/0
0 15.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 15.0.0.0 [110/41] via 13.0.0.1, 04:39:42, FastEthernet0/0

Overview CE2
1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 1.1.1.1 [110/31] via 14.0.0.1, 04:40:43, FastEthernet0/0
0 2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 2.2.2.2 [110/21] via 14.0.0.1, 04:40:43, FastEthernet0/0
0 3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 3.3.3.3 [110/41] via 14.0.0.1, 04:40:43, FastEthernet0/0
0 4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 4.4.4.4 [110/32] via 14.0.0.1, 04:40:43, FastEthernet0/0
0 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 20.0.0.0 [110/30] via 14.0.0.1, 04:40:44, FastEthernet0/0
0 5.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 5.5.5.5 [110/11] via 14.0.0.1, 04:40:44, FastEthernet0/0
0 6.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 6.6.6.6 [110/42] via 14.0.0.1, 04:40:45, FastEthernet0/0
0 8.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C 8.8.8.8 is directly connected, Loopback0
0 40.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
0 40.0.0.0/30 [110/30] via 14.0.0.1, 04:40:45, FastEthernet0/0
0 40.0.0.0/22 [110/50] via 14.0.0.1, 04:40:45, FastEthernet0/0
0 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 10.0.0.0 [110/31] via 14.0.0.1, 04:40:45, FastEthernet0/0
0 11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 11.0.0.0 [110/20] via 14.0.0.1, 04:40:45, FastEthernet0/0
0 12.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 12.0.0.0 [110/41] via 14.0.0.1, 04:40:45, FastEthernet0/0
0 192.168.1.0/24 [110/51] via 14.0.0.1, 04:40:45, FastEthernet0/0
0 13.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 13.0.0.0 [110/41] via 14.0.0.1, 04:40:46, FastEthernet0/0
0 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
0 14.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 14.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
0 192.168.3.0/24 [110/61] via 14.0.0.1, 04:40:47, FastEthernet0/0
0 30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 30.0.0.0 [110/40] via 14.0.0.1, 04:40:47, FastEthernet0/0
0 15.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 15.0.0.0 [110/51] via 14.0.0.1, 04:40:47, FastEthernet0/0

Overview CE3
1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 1.1.1.1 [110/31] via 15.0.0.1, 04:41:57, FastEthernet0/0
0 2.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 2.2.2.2 [110/41] via 15.0.0.1, 04:41:57, FastEthernet0/0
0 3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 3.3.3.3 [110/21] via 15.0.0.1, 04:41:57, FastEthernet0/0
0 4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 4.4.4.4 [110/32] via 15.0.0.1, 04:41:57, FastEthernet0/0
0 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 20.0.0.0 [110/40] via 15.0.0.1, 04:41:59, FastEthernet0/0
0 5.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 5.5.5.5 [110/42] via 15.0.0.1, 04:41:59, FastEthernet0/0
0 6.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
0 6.6.6.6 [110/11] via 15.0.0.1, 04:41:59, FastEthernet0/0
0 9.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
C 9.9.9.9 is directly connected, Loopback0
0 40.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
0 40.0.0.0/30 [110/50] via 15.0.0.1, 04:42:00, FastEthernet0/0
0 40.0.0.0/22 [110/30] via 15.0.0.1, 04:42:00, FastEthernet0/0
0 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 10.0.0.0 [110/31] via 15.0.0.1, 04:42:00, FastEthernet0/0
0 11.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 11.0.0.0 [110/41] via 15.0.0.1, 04:42:00, FastEthernet0/0
0 12.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 12.0.0.0 [110/20] via 15.0.0.1, 04:42:00, FastEthernet0/0
0 192.168.1.0/24 [110/51] via 15.0.0.1, 04:42:00, FastEthernet0/0
0 13.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 13.0.0.0 [110/41] via 15.0.0.1, 04:42:00, FastEthernet0/0
0 192.168.2.0/24 [110/61] via 15.0.0.1, 04:42:02, FastEthernet0/0
0 14.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 14.0.0.0 [110/51] via 15.0.0.1, 04:42:02, FastEthernet0/0
0 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
0 30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
0 30.0.0.0 [110/30] via 15.0.0.1, 04:42:02, FastEthernet0/0
0 15.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C 15.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Nota: Adaptado de Interfaces habilitadas con MPLS en routers PE1, PE2 y PE3. Elaboración Propia.

Configuración de la red para la transmisión multicast de video en routers CE1, CE2 y CE3

Tabla de rutas multicast en CE3 sin transmisión de video donde se identifica que el router P1 con interfaz lo 1.1.1.1 es el punto de encuentro

Figura 19

Tabla de rutas multicast en CE3 sin transmisión de video

```
CE3#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), 04:33:58/00:02:02, RP 1.1.1.1, flags: SJC
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 15.0.0.1
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse, 04:33:58/00:02:02

(*, 224.0.1.40), 05:10:08/00:02:58, RP 1.1.1.1, flags: SJCL
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 15.0.0.1
  Outgoing interface list:
    Loopback0, Forward/Sparse, 05:10:08/00:02:58
```

Nota: Adaptado de Tabla de rutas multicast en CE3 sin transmisión de video. Elaboración Propia

Figura 20

Tabla de rutas multicast en CE3 con transmisión de video

```
PE1 CE2 CE3
CE3#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), 00:33:42/00:02:01, RP 1.1.1.1, flags: SJC
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 15.0.0.1
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse, 00:33:42/00:02:01

(*, 236.1.1.1), 00:00:15/stopped, RP 1.1.1.1, flags: SJC
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 15.0.0.1
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse, 00:00:15/00:02:44

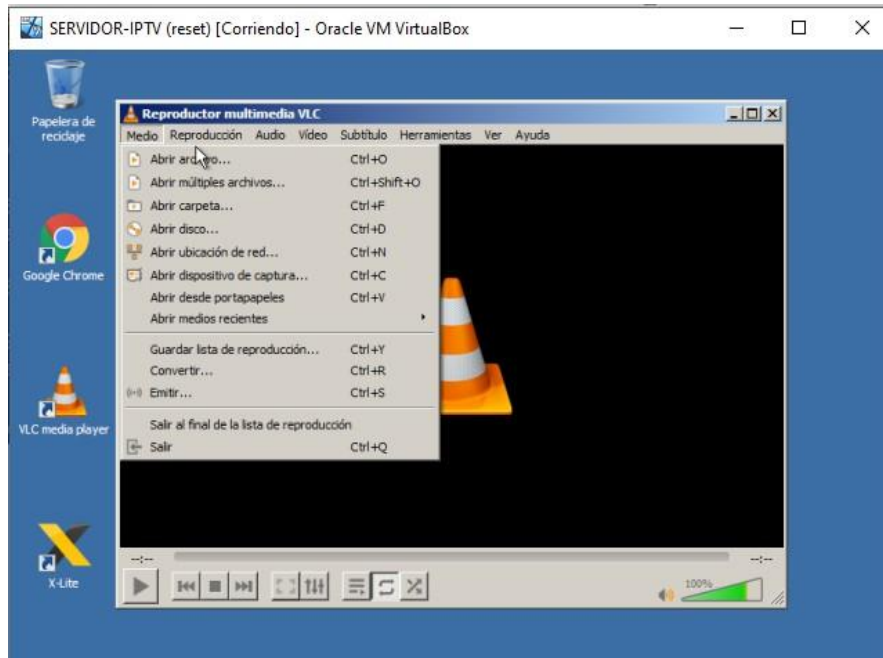
(192.168.1.2, 236.1.1.1), 00:00:17/00:02:50, flags: JT
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 15.0.0.1
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/1, Forward/Sparse, 00:00:17/00:02:42

(*, 224.0.1.40), 00:36:03/00:02:52, RP 1.1.1.1, flags: SJCL
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 15.0.0.1
  Outgoing interface list:
    Loopback0, Forward/Sparse, 00:36:03/00:02:52
```

Nota: Adaptado de Tabla de rutas multicast en CE3 con transmisión de video. Elaboración Propia

Figura 21

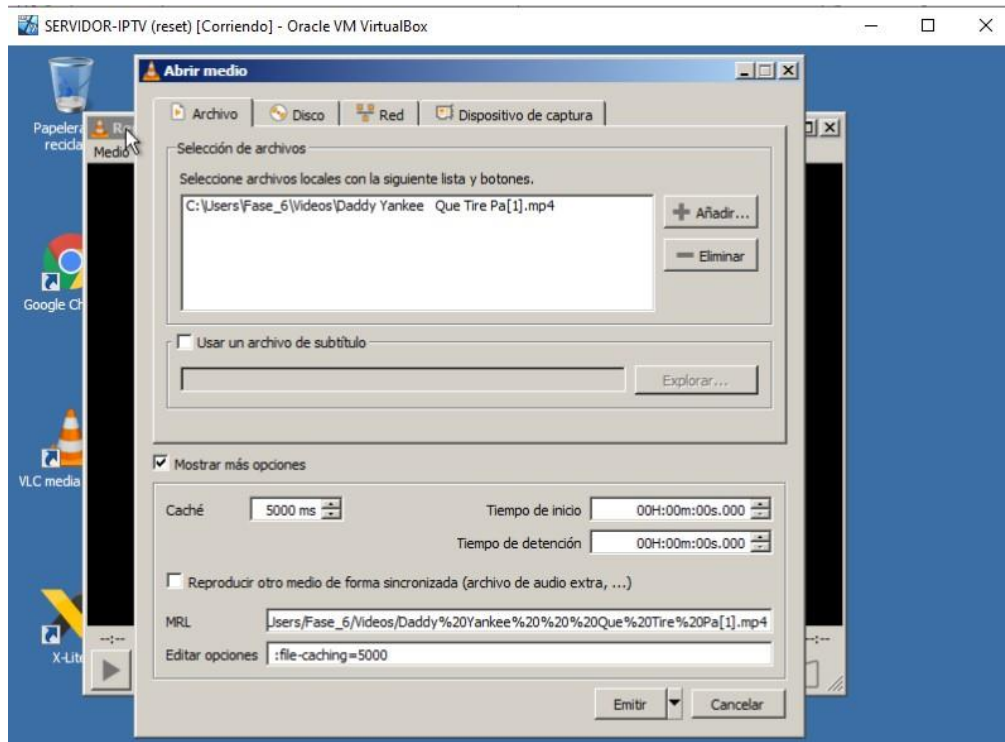
Configuración del servidor de video usando VLC



Nota: Adaptado de Configuración del servidor de video usando VLC. Elaboración Propia

Figura 22

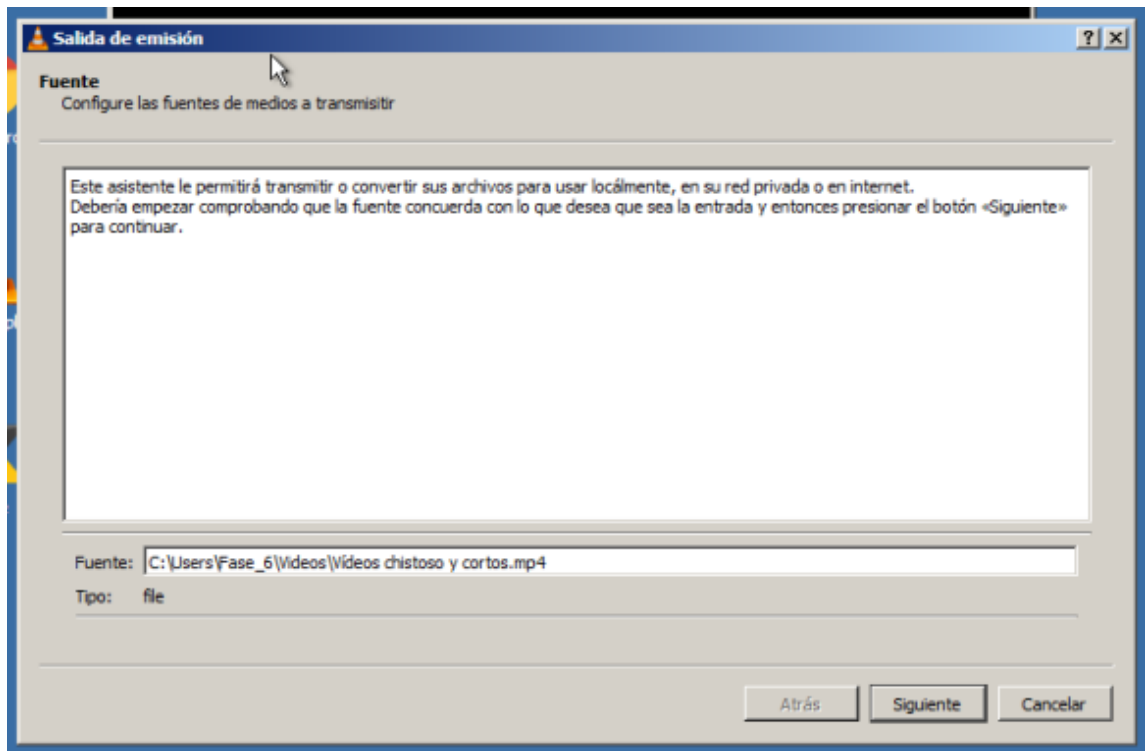
Configuración del servidor de video usando VLC



Nota: Adaptado de Configuración del servidor de video usando VLC. Elaboración Propia

Figura 23

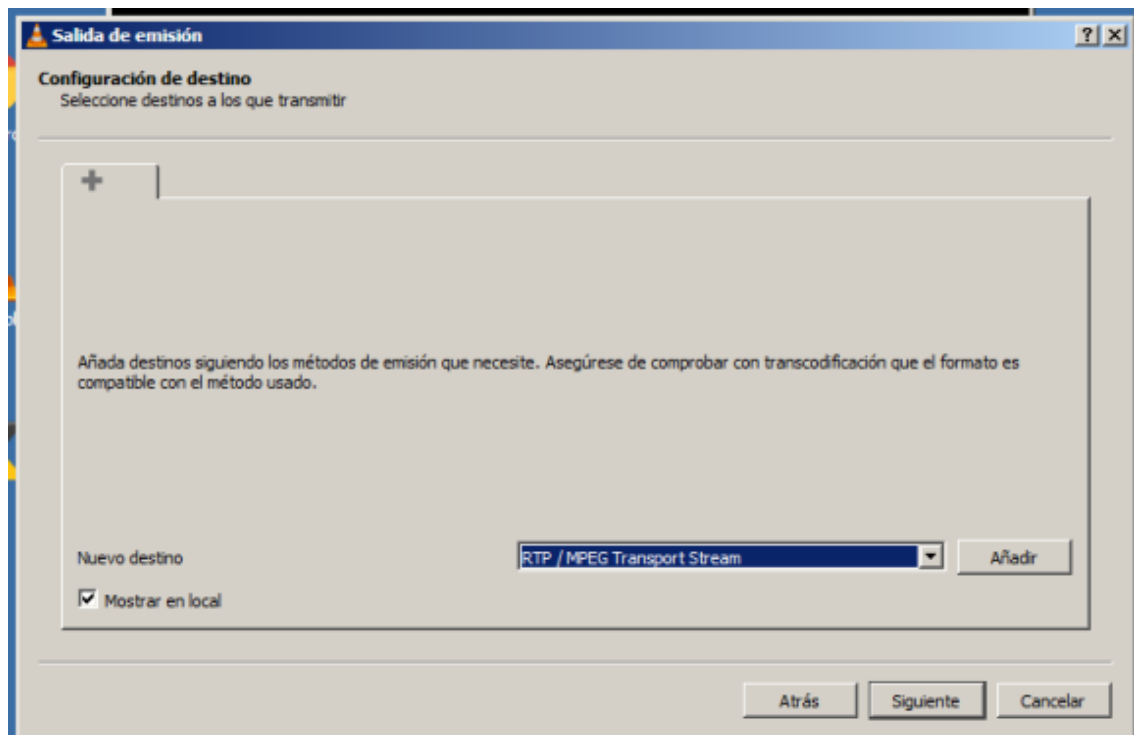
Seleccionando la fuente de multicast RTP



Nota: Adaptado de Seleccionando la fuente de multicast RTP. Elaboración Propia

Figura 24

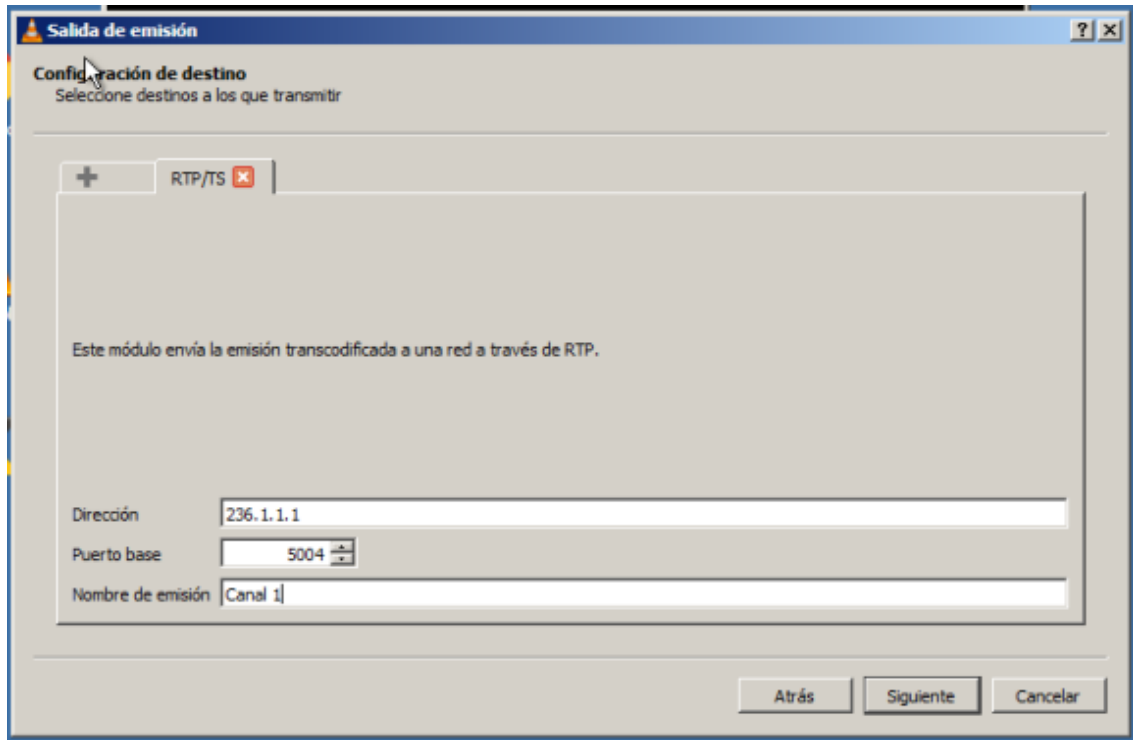
Seleccionando la dirección de multicast RTP paso 1



Nota: Adaptado de Seleccionando la fuente de multicast RTP paso 1. Elaboración Propia

Figura 25

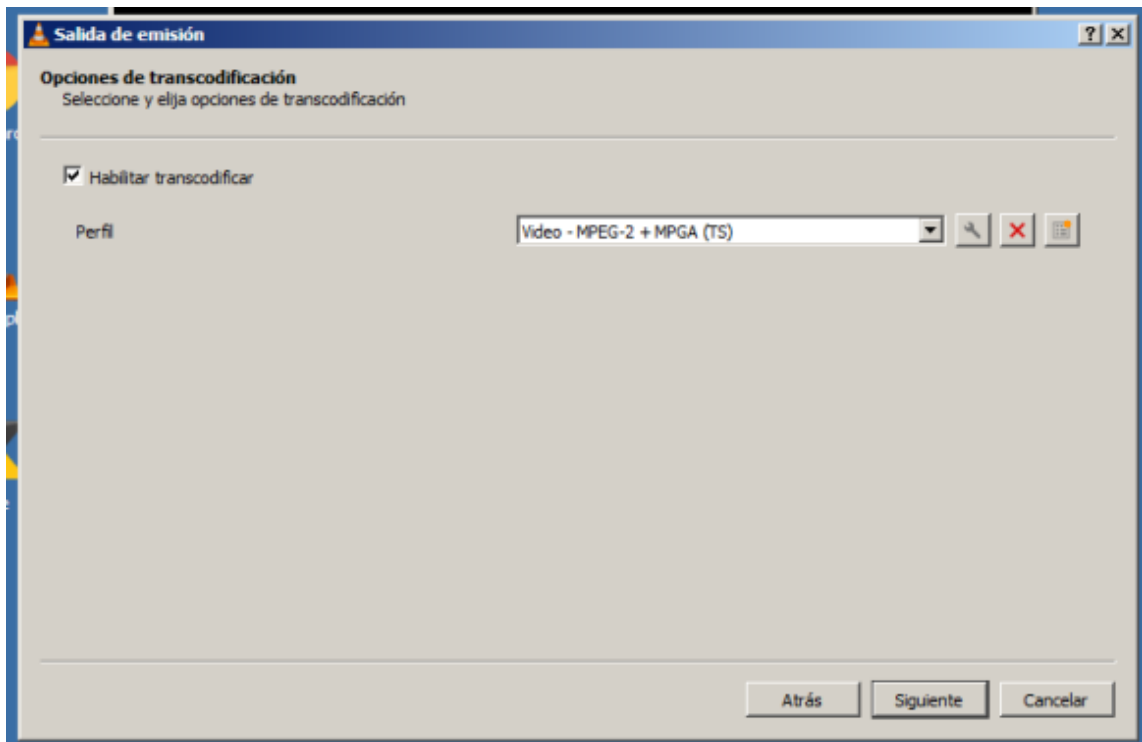
Seleccionando la dirección de multicast RTP paso 2



Nota: Adaptado de Seleccionando la fuente de multicast RTP paso 2. Elaboración Propia

Figura 26

Seleccionando la dirección de multicast RTP paso 3

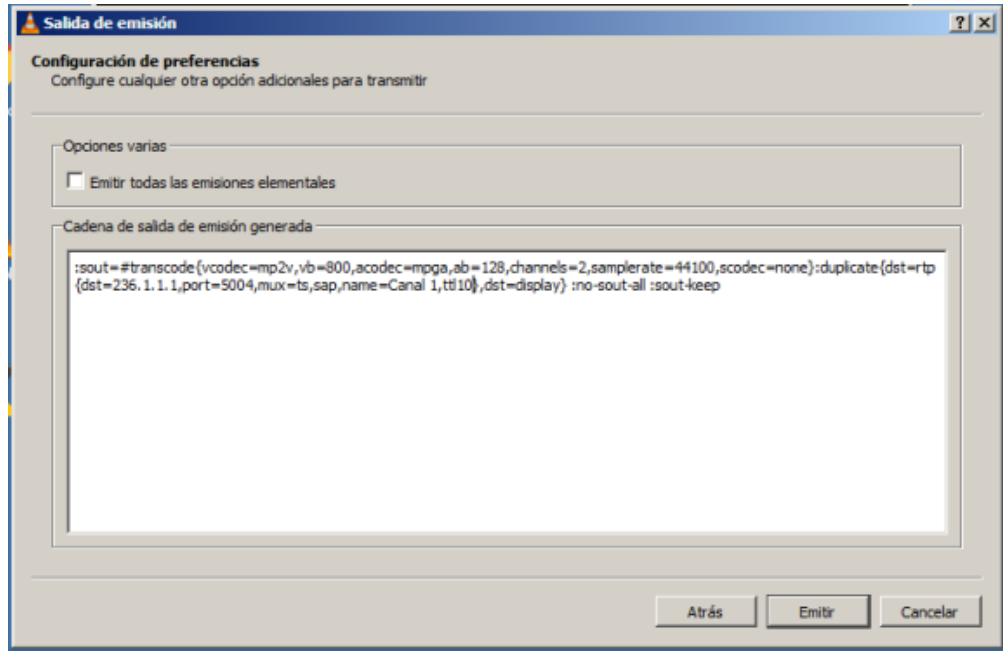


Nota: Adaptado de Seleccionando la fuente de multicast RTP paso 3. Elaboración Propia

En las preferencias se ajusto el TTL=10 dado que viene por defecto en 1 y de esta forma no al cansaría los routers de las sedes remotas

Figura 27

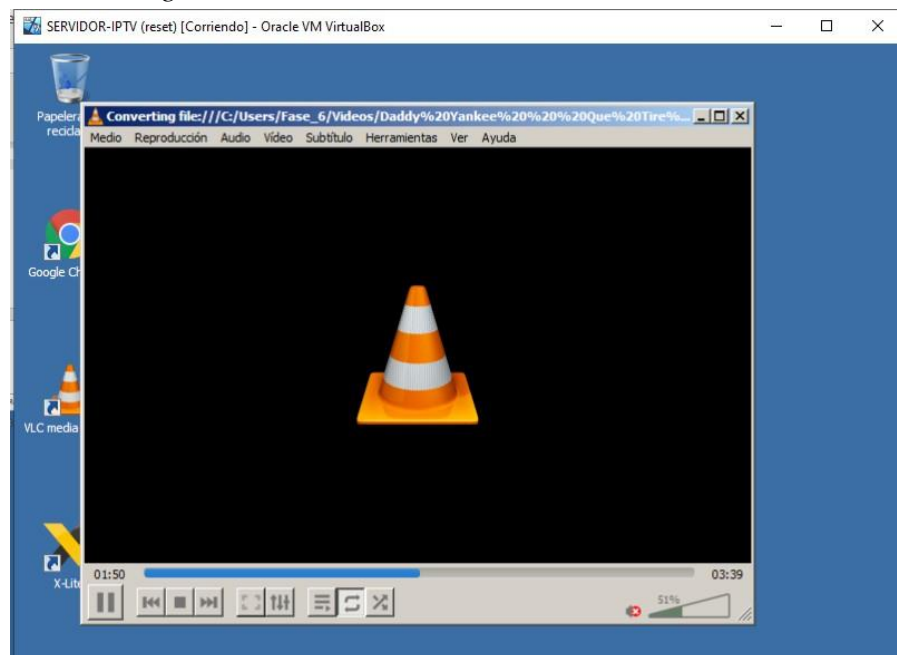
Seleccionando la dirección de multicast RTP paso 4



Nota: Adaptado de Seleccionando la fuente de multicast RTP paso 4. Elaboración Propia

Figura 28

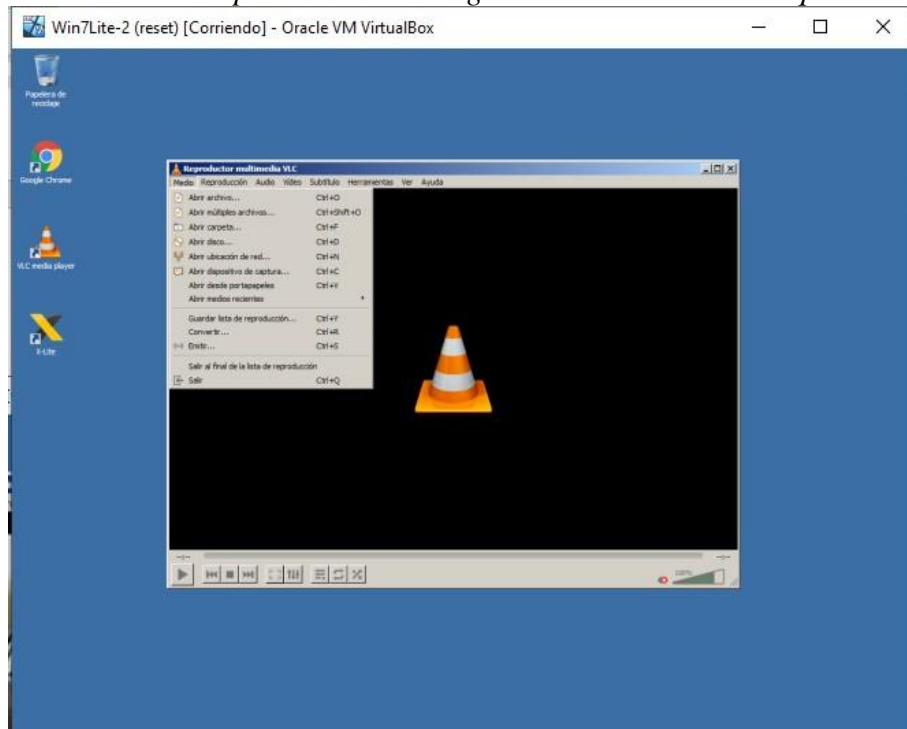
Reproducción del streaming en el servidor



Nota: Adaptado de Reproducción del streaming en el servidor. Elaboración Propia

Figura 29

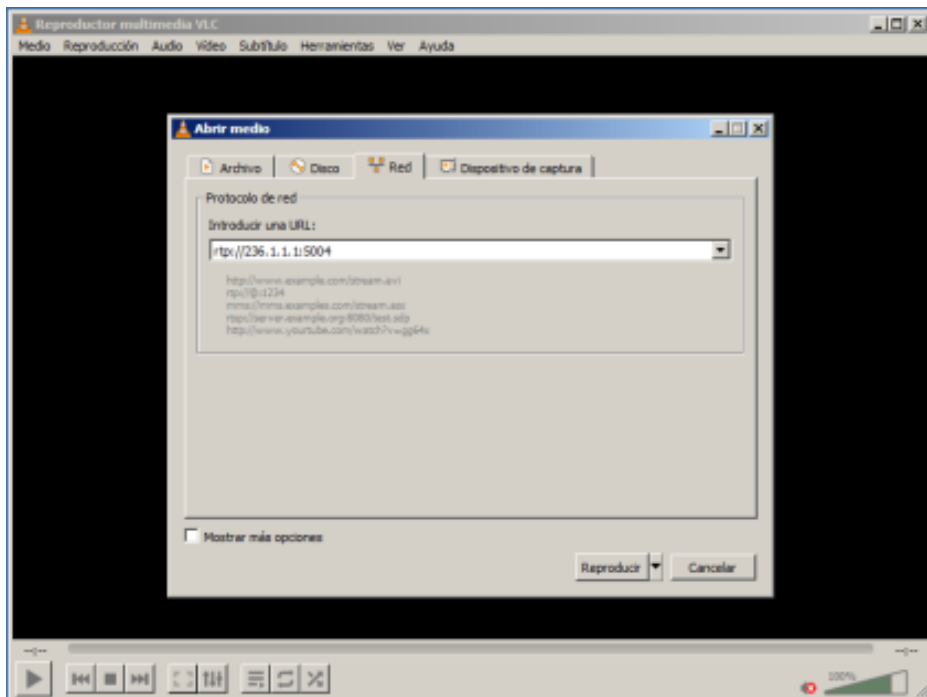
Configuración de los clientes para el caso se eligió la terminal de barranquilla



Nota: Adaptado de Configuración de los clientes para el caso se eligió la terminal de barranquilla. Elaboración Propia

Figura 30

Configuración del RTP del servidor



Nota: Adaptado de Configuración del RTP del servidor. Elaboración Propia

Figura 31

Captura del video multicast rtp desde el cliente



Nota: Adaptado de Captura del video multicast rtp desde el cliente. Elaboración Propia

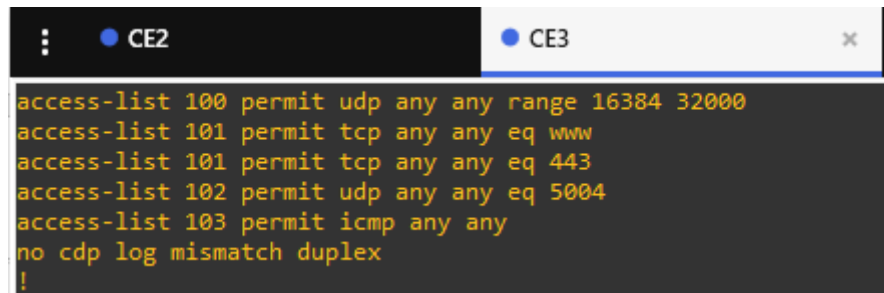
3. Un plan de calidad de servicios QoS que defina los siguientes porcentajes sobre el ancho de banda total (separar tráficos mediante definición de clases):

- 10% del ancho de banda total para tráfico web
- 15% para tráfico de voz
- 20% para tráfico de streaming de video.

Para aplicar el plan de QoS se aplico las siguientes configuraciones en cada router cliente (CE1, CE2 y CE3) con el fin de distribuir la carga de procesamiento y análisis de paquetes, por ultimo se aplicó la políticaa la interface de salida de dichos routers fa0/0 para garantizar los anchos de banda y prioridades requeridas

Figura 32

Listas de acceso

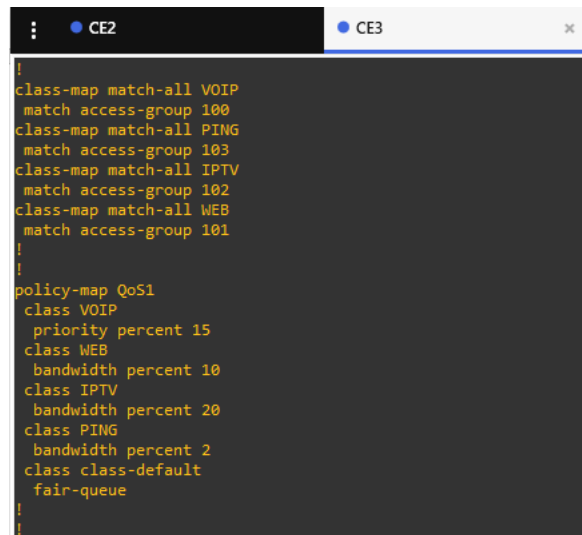


```
access-list 100 permit udp any any range 16384 32000
access-list 101 permit tcp any any eq www
access-list 101 permit tcp any any eq 443
access-list 102 permit udp any any eq 5004
access-list 103 permit icmp any any
no cdp log mismatch duplex
!
```

Nota: Adaptado de Listas de acceso. Elaboración Propia

Figura 33

Clases y políticas ajustadas por % teniendo en cuenta que los enlaces son de 100 Mbps

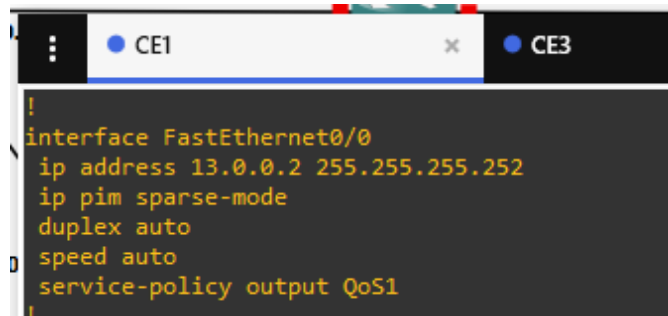


```
!
class-map match-all VOIP
 match access-group 100
class-map match-all PING
 match access-group 103
class-map match-all IPTV
 match access-group 102
class-map match-all WEB
 match access-group 101
!
policy-map QoS1
 class VOIP
  priority percent 15
 class WEB
  bandwidth percent 10
 class IPTV
  bandwidth percent 20
 class PING
  bandwidth percent 2
 class class-default
  fair-queue
!
```

Nota: Adaptado de Clases y políticas ajustadas por % teniendo en cuenta que los enlaces son de 100 Mbps. Elaboración Propia

Figura 34

Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE1

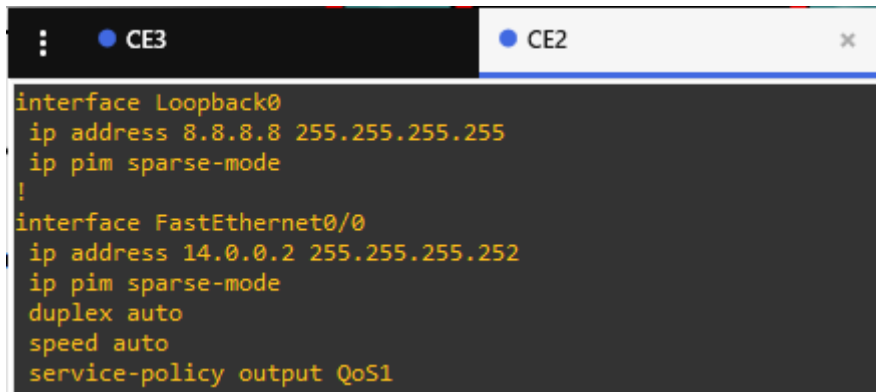


```
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 13.0.0.2 255.255.255.252
 ip pim sparse-mode
 duplex auto
 speed auto
 service-policy output QoS1
!
```

Nota: Adaptado de Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE1. Elaboración Propia

Figura 35

Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE2

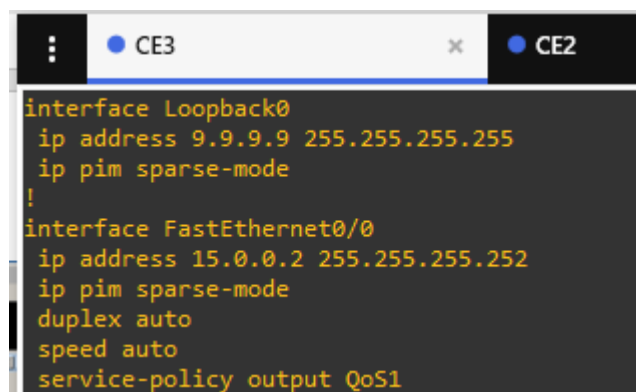


```
interface Loopback0
 ip address 8.8.8.8 255.255.255.255
 ip pim sparse-mode
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 14.0.0.2 255.255.255.252
 ip pim sparse-mode
 duplex auto
 speed auto
 service-policy output QoS1
```

Nota: Adaptado de Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE2. Elaboración Propia

Figura 36

Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE3



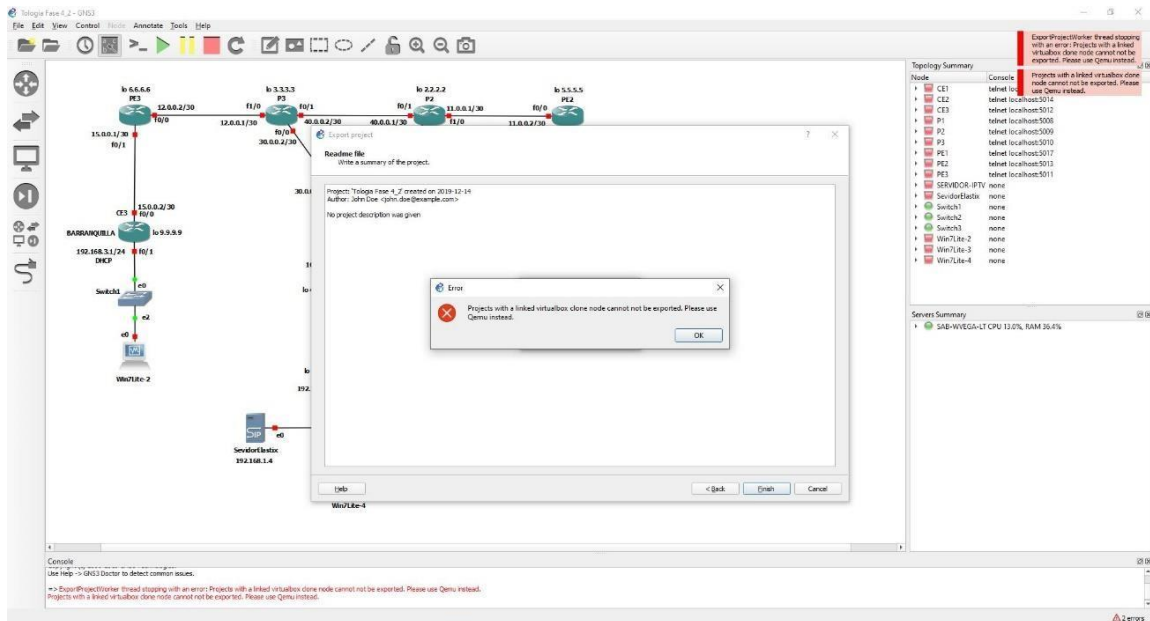
```
interface Loopback0
 ip address 9.9.9.9 255.255.255.255
 ip pim sparse-mode
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 15.0.0.2 255.255.255.252
 ip pim sparse-mode
 duplex auto
 speed auto
 service-policy output QoS1
```

Nota: Adaptado de Aplicación de política QoS en las interfaces fa0/0 CE3. Elaboración Propia

Nota:

Erros de exportación archivo fuente GNS3, al intentar exportar el proyecto o topología para compartir la simulación, el programa GNS3 arroja un error indicando que no puede exportar la topología por tener imágenes virtuales clonadas por lo que compartimos archivo previoda la simulación y archivos .txt con la configuración final de cada router al igual que las imágenes de las máquinas virtuales utilizadas en la actividad

Figura 37
error entregado por GNS3



Nota: Adaptado de error entregado por GNS3. Elaboración Propia

Link para consultar los archivos de configuración

https://drive.google.com/file/d/19NfOg6VPRk2f6a_QWJCfdQcrq6kWO

[HUg/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/19NfOg6VPRk2f6a_QWJCfdQcrq6kWO/view?usp=sharing)

Conclusiones

Se identificó el propósito de una red IP dentro de una arquitectura NGN para el soporte de servicios convergentes, donde dicha convergencia se evidencia a través del tratamiento diferenciado de diferentes tipos de tráfico sobre una misma red.

En la simulación de servicios de NGN se han involucrado los conceptos y protocolos de la arquitectura en sus capas, tales como: acceso, transporte, control y servicios, estos últimos reflejados en aspectos como la señalización SIP y la configuración del protocolo Multicast en aplicación.

En la implementación de los servicios multimedia, se ha empleado un escenario dado, con requerimientos de rendimiento, capacidades y Calidad de servicio (QoS), para llevar a cabo el escenario se ha empleado el emulador GNS3, el cual ha permitido tener una aproximación más cercana al escenario real de red.

Bibliografía

Arango, J., Portilla, L., y Cuéllar, C. (2013). Procedimiento para implementar QoS en la capa de acceso en redes de próxima generación enfocado en el servicio de voz.

(Spanish). *Sistemas & Telemática*, 11(25), 85–104. Recuperado de:

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

Avellaneda, J., Rodríguez, J., y López, D. (2014). “Servicios de Televisión sobre la Plataforma de Internet (IPTV-IMS) usando Protocolo de Flujo en Tiempo Real (RTSP) y Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP)”. *Información Tecnológica*, 25(1), 67–76.

Recuperado de: <https://doi.org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.4067/S0718-07642014000100008>

Evans, J., y Filsfils, C. (2007). “Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks : Theory and Practice”. Chapter 2: Introduction to QOS Mechanics and Architectures. San Francisco, Calif: Morgan Kaufmann. Recuperado de:

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=196159&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Barba, M., y Muñoz, P. (2013). Calidad de servicio (QoS) basándonos en redes de nueva generación. Recuperado de

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.1B22222E&lang=es&site=edslive&scope=site>

De Oliveira, S. (2004). Una propuesta de arquitectura MPLS/DiffServ para proveer mecanismos de calidad de servicio (QOS) en el transporte de la telefonía IP.

Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdnp&AN=edsdnp.2701TES&lang=es&site=edslive&scope=site>