

DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN CISCO
PRUEBA DE HABILIDADES PRÁCTICAS CCNP

OSCAR DENIS SÁNCHEZ MORENO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA - ECBTI
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
MEDELLÍN
2023

DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN CISCO
PRUEBA DE HABILIDADES PRÁCTICAS CCNP

OSCAR DENIS SÁNCHEZ MORENO

Diplomado de opción de grado presentado para optar el
título de INGENIERO ELECTRÓNICO

Director del curso
JUAN ESTEBAN TAPIAS BAENA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA - ECBTI
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
MEDELLÍN
2023

CONTENIDO

	Pág.
CONTENIDO	4
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
GLOSARIO	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN	14
1. IMPLEMENTACIÓN DE ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES	15
1.1 INSTALACIÓN DE EQUIPOS.....	15
1.2 CONFIGURACIÓN INICIAL DE LOS EQUIPOS	16
1.2.1 Configuración inicial switches	16
1.2.2 Configuración inicial Routers.....	18
1.2.3 Configuración computadores PC.....	19
1.3 CONECTORIZACIÓN DE EQUIPOS.....	21
2. DESARROLLO VRF VIRTUAL ROUTING FORWARDING.....	23
2.1 CONFIGURACIÓN VRF EN ROUTER R1.....	23
2.2 CONFIGURACIÓN VRF EN ROUTER R2.....	24
2.3 CONFIGURACIÓN VRF EN ROUTER R3.....	25
2.4 CONFIGURACIÓN DIRECCIONAMIENTO IP EN CADA VRF CON R1 ..	25
2.5 CONFIGURACIÓN DIRECCIONAMIENTO IP EN CADA VRF CON R2 ..	27

2.6	CONFIGURACIÓN DIRECCIONAMIENTO IP EN CADA VRF CON R3..	30
2.7	CONFIGURACIÓN DE RUTA ESTÁTICA	31
2.7.1	Configuración de ruta estática predeterminada en R1.	32
2.7.2	Configuración de ruta estática predeterminada en R2.	32
2.7.3	Configuración de ruta estática predeterminada en R3.	33
2.8	COMPROBACIÓN DE CONECTIVIDAD EN CADA VRF	34
2.9	COMPROBACIÓN DE CONFIGURACIÓN EN CADA VRF	35
3.	CONFIGURACIÓN CAPA 2.....	37
3.1	DESHABILITAR LAS INTERFACES DE LOS SWITCHES D1, D2 Y A1..	37
3.2	CONFIGURAR EL ENLACE TRONCAL	39
3.3	CONFIGURACIÓN ETHERCHANNEL EN LOS SWITCHES D1 Y A1	39
3.4	CONFIGURACIÓN DE ACCESO	41
3.5	COMPROBACIÓN CONFIGURACIÓN SWITCH D1.....	44
3.6	VERIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD ENTRE TODOS LOS PC´S	45
3.6.1	From PC1, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC2.....	45
3.6.2	From PC2, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC1.....	46
3.6.3	From PC3, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC4.....	47
3.6.4	From PC1, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC3.....	47
4.	CONFIGURACIÓN DE ETAPA DE SEGURIDAD	49
4.1	CONFIGURACIÓN DE MODO DE SEGURIDAD PRIVILEGIADA EXE ...	49
4.2	CONFIGURACIÓN DE ACCESO LOCAL EN CADA DISPOSITIVO	49
4.3	HABILITACIÓN DE LA AUTENTICACIÓN AAA	50

4.4	COMPROBACIÓN SEGURIDAD EN DISPOSITIVOS	50
5.	CONCLUSIONES	52
	BIBLIOGRAFÍA.....	53

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Lista de direccionamiento para la red.	22
Tabla 2 Lista de direccionamiento para VRF en router R1.	26
Tabla 3 Lista de direccionamiento para VRF en router R2.	28
Tabla 4 Lista de direccionamiento para VRF en router R3.	30

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Selección equipos según librería.	15
Figura 2 Renombre de etiquetas en equipos.	16
Figura 3 Asignación hardware en switches.	16
Figura 4 Asignación hardware en routers.	18
Figura 5 Configuración PC1.	19
Figura 6 Configuración PC2.	20
Figura 7 Configuración PC3.	20
Figura 8 Configuración PC4.	20
Figura 9 Conexiones de acuerdo con el puerto disponible.	21
Figura 10 Reorganización de puertos en routers.	22
Figura 11 Configuración VRF en R1.	24
Figura 12 Configuración VRF en R2.	24
Figura 13 Configuración VRF en R3.	25
Figura 14 Implementación IP en cada VRF en R1.	27
Figura 15 Implementación IP en cada VRF en R2.	29
Figura 16 Implementación IP en cada VRF en R3.	31
Figura 17 Ruta estática predeterminada en R1.	32
Figura 18 Ruta estática predeterminada en R2.	33
Figura 19 Ruta estática predeterminada en R3.	33
Figura 20 Resultados satisfactorios de conectividad en cada VRF.	34
Figura 21 Verificación configuración VRF en R1.	35

Figura 22 Verificación configuración VRF en R2.	35
Figura 23 Verificación configuración VRF en R3.	36
Figura 24 Interfaces deshabilitadas en D1.....	37
Figura 25 Interfaces deshabilitadas en D2.....	38
Figura 26 Etherchannel configurado en switch D1.....	40
Figura 27 Etherchannel configurado en switch A1.....	40
Figura 28 Configuración de acceso a puertos en switch D1.....	41
Figura 29 Configuración de acceso a puertos en switch D2.....	43
Figura 30 Configuración de acceso a puertos en switch A1.....	44
Figura 31 Show interfaces trunk en D1.....	44
Figura 32 Show etherchannel summary en D1.....	45
Figura 33 Show run interfaces e0/0 D1.....	45
Figura 34 Confirmación de conectividad con PC2.....	46
Figura 35 Confirmación de conectividad con PC1.....	46
Figura 36 Confirmación de conectividad con PC4.....	47
Figura 37 Confirmación. No existe conectividad entre PC1 con PC3 y PC4.....	47
Figura 38 Confirmación. No existe conectividad entre PC2 con PC3 y PC4.....	48
Figura 39 Configuración seguridad en R1.....	50
Figura 40 Configuración seguridad en R2.....	50
Figura 41 Configuración seguridad en R3.....	51
Figura 42 Configuración seguridad en D1.....	51
Figura 43 Configuración seguridad en D2.....	51

Figura 44 Configuración seguridad en A1.....51

GLOSARIO

DIRECCIONAMIENTO IP: es la codificación estandarizada dentro del protocolo TCP/IP que se proporciona una dirección lógica a un dispositivo electrónico conectado a una red de comunicaciones. El direccionamiento IPv4 está compuesto por 4 bytes y una máscara de subred que lo posiciona, respecto al direccionamiento IPv6 está basado con notación hexadecimal que proporciona un rango mayor de direcciones para redes grandes y que fue creado como respaldo de IPv4 para ampliar las redes debido a la cantidad de dispositivos que demandan de este direccionamiento; Cada codificación es diferente pero el efecto de comunicación es el mismo.

ENCRIPCIÓN: proceso de seguridad que altera los datos de forma momentánea durante la transmisión a través de un algoritmo para proteger la información, aplicado a la configuración de la seguridad y correspondiente acceso a los equipos, la encriptación de las claves de acceso cambia la presentación de dichas claves en la vista por pantalla para no se puedan descifrar, generando de esta manera mayor seguridad al equipo. Si una clave de acceso no se encripta, se facilita su lectura y por ende el nivel de seguridad es nulo.

ROUTER: equipos de comunicación con puertos incorporados de acuerdo con la necesidad y topología de red que se encargan de guiar y dirigir los datos de una red mediante paquetes de datos, los cuales son distribuidos de forma correcta gracias a las tramas de cada paquete que contienen la información que identifica tanto al emisor, los tipos de datos, tamaño y direccionamiento IP de destino permitiendo un flujo de datos adecuado de acuerdo con el diseño.

SWICHES DE RED: es un dispositivo de comunicaciones cuya tarea principal es permitir la conexión de todos los dispositivos de la red y compartir los paquetes de datos entre ellos sin ningún control de tráfico o guía de los paquetes de datos. Si el equipo es de última generación puede soportar la implementación de redes Lan virtuales o Vlan's para segmentar la red de forma eficiente y trabajar en conjunto con los routers del sistema.

VLAN: sigla que significa red de área local virtual y cuyo título se le asigna a la tecnología implementada en comunicaciones que permite crear redes lógicas virtuales con características independientes al interior de una red física a través de los mismos equipos de comunicación, para segmentar una red y controlar de forma más eficiente el acceso, control, la seguridad y el tráfico de datos. Las redes de área local virtuales se les asigna un número y un nombre para facilitar su identificación dentro del sistema.

RESUMEN

Se diseñó un sistema de comunicaciones de acuerdo al esquema planteado en la arquitectura de comunicaciones electrónica como parte de las habilidades prácticas CCNP incorporando tres routers Cisco, tres switches de capa 2 para comunicar cuatro terminales de forma física a través de los equipos de red indicados, agregando una topología de red que incluye dos redes LAN virtuales, la primera red denominada "Special-Users" a través de la VLAN 13 y la segunda red denominada "General-Users" a través de la VLAN 8. Debido a lo anterior el PC1 y PC2 estarán asociados a la VLAN 13, mientras que los PC3 y PC4 estarán asociados a la VLAN 8 enlazándose a través de la conmutación del correspondiente enrutamiento; Como es lógico las dos redes están separadas de forma virtual y no podrán comunicarse entre sí, a pesar de compartir físicamente los mismos equipos de comunicación haciendo más eficiente el tráfico de datos y la seguridad del sistema.

Palabras Clave: CISCO, CCNP, Conmutación, Enrutamiento, Redes, Electrónica.

ABSTRACT

A communications system was designed according to the scheme proposed in the electronics communications architecture as part of the CCNP practical skills incorporating three Cisco routers, three layer 2 switches to communicate four physical terminals through the indicated network equipment, adding a network topology that includes two virtual LAN networks, the first network called "Special-Users" through Vlan 13 and the second network called "General-Users" through Vlan 8. Due to the above, PC1 and PC2 will be associated with Vlan 13, while PC3 and PC4 will be associated with Vlan 8, linking through the switching of the corresponding routing; As is logical, the two networks are virtually separated and will not be able to communicate with each other, despite physically sharing the same communication equipment, making data traffic and system security more efficient.

Keywords: CISCO, CCNP, Routing, Swicthing, Network, Electronics.

INTRODUCCIÓN

Progresar significa avanzar para mejorar determinados procedimientos que permitan la optimización de un proceso o corregir la manera de implementar un sistema para obtener excelentes resultados, y esto se hace evidente con el progreso de la humanidad y la tecnología. A medida que la industria 4.0 sigue avanzando y con ello todos los sistemas domésticos, personales e industriales los cuales utilizan las comunicaciones como base fundamental de los procesos, se hace necesario incorporar labores de ingeniería que permitan mejorar y a la vez generar confiabilidad en dichos sistemas manteniendo eficiencia optimizando los proyectos desde el punto de vista financiero.

Teniendo en cuenta lo anterior, las comunicaciones deben estar preparadas para enfrentar las exigencias actuales de los sistemas de control, automatización y transmisión entre otros, los cuales requieren sistemas robustos, rápidos y confiables pero que al mismo tiempo optimicen los recursos presupuestales que permitan ejecutar un proyecto sostenible. Al implementar una red de comunicaciones desde cero con routers y switches de capa 2 se podrá demostrar que se puede diseñar redes Lan virtuales junto a redes VRF o routers virtuales dentro de los mismos equipos físicos para optimizar el flujo, control y seguridad de una red sin incrementar los costos y sin adquirir equipos adicionales.

Finalmente se podrá evidenciar la importancia de la lista de direccionamiento IP para crear las rutas, los enlaces troncales, las VLan's y los VRF. Se podrá evidenciar el proceso que se debe realizar en cada dispositivo para crear los accesos de usuario con su nivel de privilegio y correspondiente seguridad para incrementar la confiabilidad del sistema.

1. IMPLEMENTACIÓN DE ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES

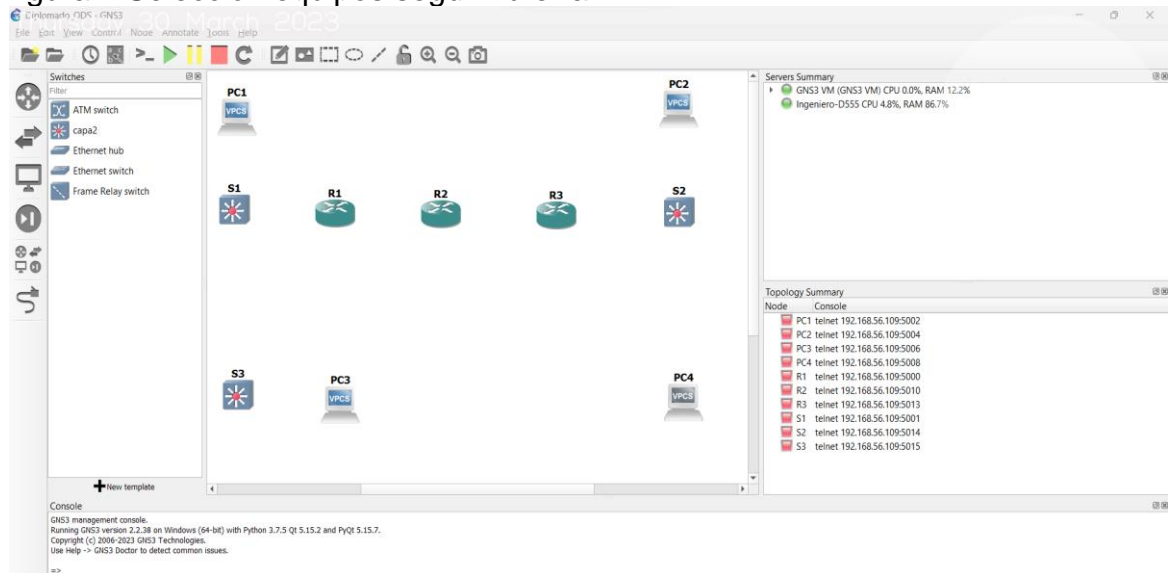
La arquitectura propuesta en el escenario indicado contempla una topología de red LAN Ethernet en cobre tipo árbol compuesta por tres router's, tres switches de red capa 2 y cuatro terminales personales o PC's, los cuales se conectan con patch cord UTP categoría 6.

Esta implementación se realiza de forma virtual a través del simulador GNS3 (Graphic Network Simulator-3) soportado por la máquina virtual Oracle VM Virtual Box de tal manera que permita manipular de forma virtual los puertos necesarios para toda la simulación. A continuación, se ilustra el paso a paso para implementar la arquitectura de comunicaciones en el simulador:

1.1 INSTALACIÓN DE EQUIPOS

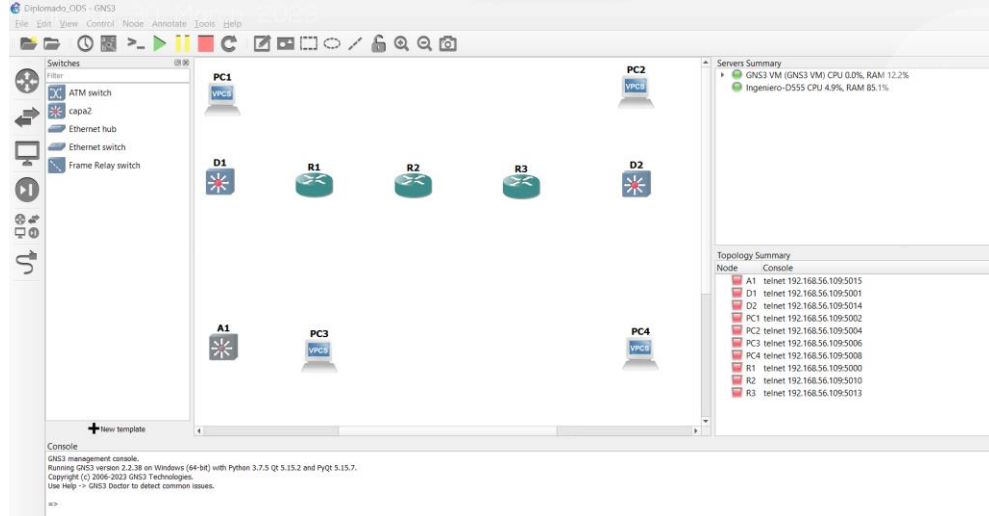
Como se puede observar en la Figura 1, se incorporan al simulador los equipos requeridos y se ubican de forma espacial para mayor facilidad al momento de conectarlos.

Figura 1 Selección equipos según librería.



Fuente: elaboración propia.

Figura 2 Renombre de etiquetas en equipos.



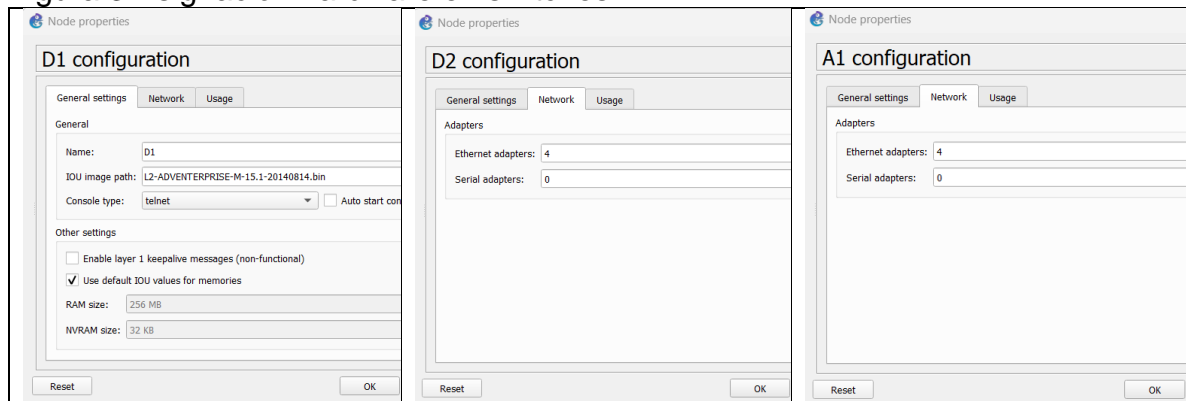
Fuente: elaboración propia.

1.2 CONFIGURACIÓN INICIAL DE LOS EQUIPOS

Una vez se completa esta etapa de la implementación se procede a configurar el hardware de los routers y switches de tal manera que permita instalar la cantidad y tipo de puertos requeridos.

1.2.1 Configuración inicial switches. Se asignan cuatro adaptadores ethernet a los switches de capa dos D1, D2 y A1:

Figura 3 Asignación hardware en switches.



Fuente: elaboración propia.

Luego se procede a realizar la configuración inicial de cada equipo a través de la consola y los comandos cisco requeridos:

Configuración por consola para el switch D1

```
IOU1#enable //habilita el dispositivo
IOU1#configure terminal //habilita el modo configuración
IOU1(config)#hostname D1 //Cambia la nomenclatura del equipo
D1(config)#ip routing //Habilita el enrutamiento IP
D1(config)#ipv6 unicast-routing // habilita el enrutamiento de paquetes unicast
D1(config)#no ip domain lookup
D1(config)#banner motd # D1, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #
D1(config)#line con 0 //Selecciona la línea de consola 0
D1(config-line)#exec-timeout 0 0 //Configuración de tiempo de espera infinito
D1(config-line)#logging synchronous
D1(config-line)#exit
D1(config)#vlan 8 //Asigna número red de área local virtual 8
D1(config-vlan)#name General-Users //Asigna nombre a Vlan 8
D1(config-vlan)#exit
D1(config)#vlan 13 //Asigna número red de área local virtual 13
D1(config-vlan)#name Special-Users //Asigna nombre a Vlan 13
D1(config-vlan)#exit //Comando de salida nivel
```

Configuración por consola para el switch D2

```
D2#enable
D2#configure terminal
D2(config)#hostname D2
D2(config)#ip routing
D2(config)#ipv6 unicast-routing
D2(config)#no ip domain lookup
D2(config)#no ip domain lookup
D2(config)#banner motd # D2, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #
D2(config)#line con 0
D2(config-line)#exec-timeout 0 0
D2(config-line)#logging synchronous
D2(config-line)#exit
D2(config)#vlan 8
D2(config-vlan)#name General-Users
D2(config-vlan)#exit
D2(config)#vlan 13
D2(config-vlan)#name Special-Users
D2(config-vlan)#exit
```

Configuración por consola para el switch A1

```
A1#enable
```

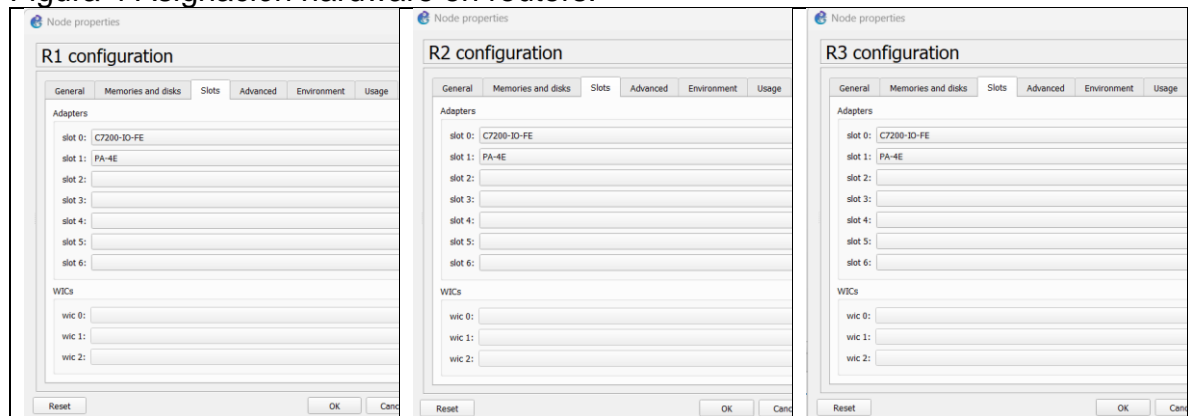
```

A1#configure terminal
A1(config)#hostname A1
A1(config)#ipv6 unicast-routing
A1(config)#no ip domain lookup
A1(config)#banner motd # A1, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #
A1(config)#line con 0
A1(config-line)#exec-timeout 0 0
A1(config-line)#logging synchronous
A1(config-line)#exit
A1(config)#vlan 8
A1(config-vlan)#name General-Users
A1(config-vlan)#exit

```

1.2.2 Configuración inicial Routers. En los routers R1, R2 y R3 se configura el Slot 0 con el módulo C7200-IO-FE o controlador I/O con un puerto Fast Ethernet y el Slot 1 con el módulo PA-4E que cuenta con 4 Puertos IEEE 802.3 en 10Base T Ethernet con conector RJ45.

Figura 4 Asignación hardware en routers.



Fuente: elaboración propia.

Luego se procede a realizar la configuración inicial de cada equipo a través de la consola y los comandos cisco requeridos:

```

Configuración por consola para el router R1
R1#enable
R1#configure terminal
R1(config)#hostname R1
R1(config)#ipv6 unicast-routing

```

```
R1(config)#no ip domain lookup
R1(config)#line con 0
R1(config-line)#exec-timeout 0 0
R1(config-line)#logging synchronous
R1(config-line)#exit
```

Configuración por consola para el router R2

```
R2#enable
R2#configure terminal
R2(config)#hostname R2
R2(config)#no ip domain lookup
R2(config)#line con 0
R2(config-line)#exec-timeout 0 0
R2(config-line)#logging synchronous
R2(config-line)#exit
```

Configuración por consola para el router R3

```
R3#enable
R3#configure terminal
R3(config)#hostname R3
R3(config)#ipv6 unicast-routing
R3(config)#no ip domain lookup
R3(config)#line con 0
R3(config-line)#exec-timeout 0 0
R3(config-line)#logging synchronous
R3(config-line)#exit
```

1.2.3 Configuración computadores PC. Para la configuración de los equipos PC solo se requiere incorporar el direccionamiento IPV4 y el direccionamiento IPV6 de acuerdo con la tabla de direccionamiento indicada.

Configuración IP para PC1

```
PC1: ip 10.0.113.86 10.0.113.8
PC1: ip 2001:db8:acad:113::50/64
```

Figura 5 Configuración PC1.

```
PC1> show
NAME      IP/MASK      GATEWAY      MAC      LPORT  RHOST:PORT
PC1      10.0.113.86/24  10.0.113.8  00:50:79:66:68:00  20032  127.0.0.1:20033
          fe80::250:79ff:fe66:6800/64
          2001:db8:acad:113::50/64
```

Fuente: elaboración propia.

Configuración IP para PC2
PC2: ip 10.0.213.86 10.0.213.2
PC2: ip 2001:db8:acad:213::50/64

Figura 6 Configuración PC2.

```
PC2> show
NAME      IP/MASK      GATEWAY      MAC          LPORT  RHOST:PORT
PC2       10.0.213.86/24  10.0.213.2   00:50:79:66:68:01  20034  127.0.0.1:20035
          fe80::250:79ff:fe66:6801/64
          2001:db8:acad:213::50/64
```

Fuente: elaboración propia.

Configuración IP para PC3
PC3: ip 10.0.108.86 10.0.108.8
PC3: ip 2001:db8:acad:108::50/64

Figura 7 Configuración PC3.

```
PC3> show
NAME      IP/MASK      GATEWAY      MAC          LPORT  RHOST:PORT
PC3       10.0.108.86/24  10.0.108.8   00:50:79:66:68:02  20036  127.0.0.1:20037
          fe80::250:79ff:fe66:6802/64
          2001:db8:acad:108::50/64
```

Fuente: elaboración propia.

Configuración IP para PC4
PC4: ip 10.0.208.86 10.0.208.2
PC4: ip 2001:db8:acad:208::50/64

Figura 8 Configuración PC4.

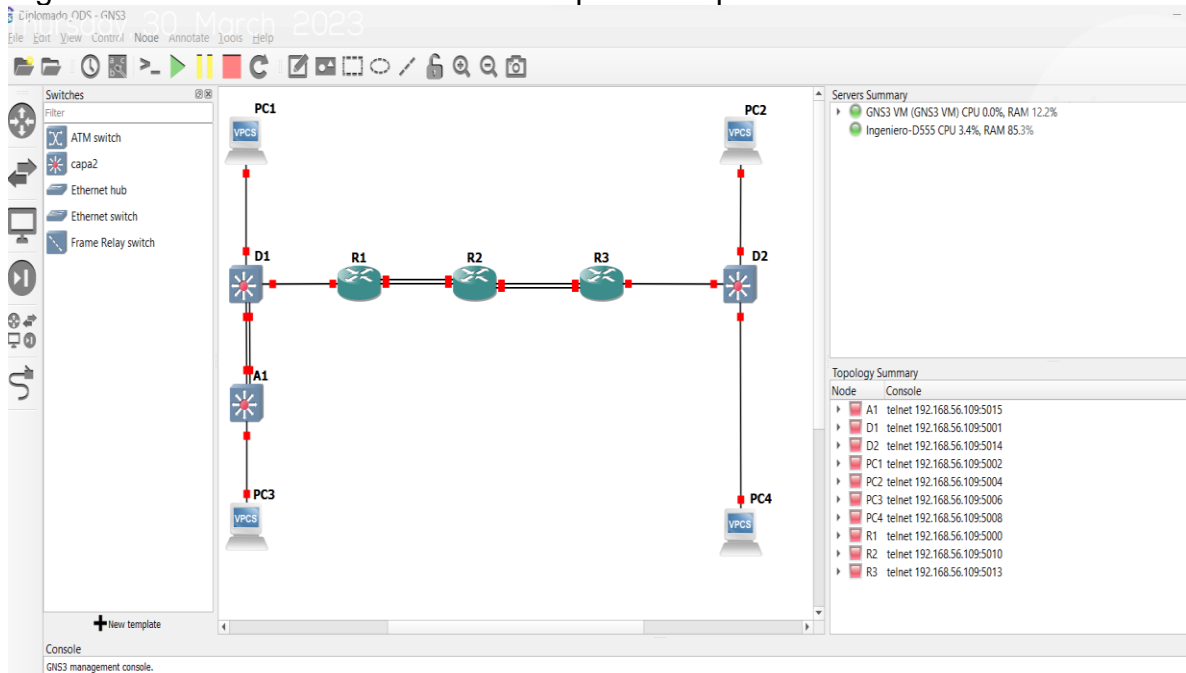
```
PC4> show
NAME      IP/MASK      GATEWAY      MAC          LPORT  RHOST:PORT
PC4       10.0.208.86/24  10.0.208.2   00:50:79:66:68:03  20038  127.0.0.1:20039
          fe80::250:79ff:fe66:6803/64
          2001:db8:acad:208::50/64
```

Fuente: elaboración propia.

1.3 CONECTORIZACIÓN DE EQUIPOS

De forma inicial se realiza la conectorización de patch cord tal como se observa en la siguiente figura:

Figura 9 Conexiones de acuerdo con el puerto disponible.



Fuente: elaboración propia.

Cuando se conecta los equipos por primera vez a través de los correspondientes patch cord se garantiza la disponibilidad de puertos para implementar la red, sin embargo, las conexiones con los routers se deben realizar de forma organizada acorde a la asignación de puertos según la “Tabla 1 Lista de direccionamiento para la red”. Lo indicado anteriormente se gestiona debido a que es una red que se implementa con equipos routers y las correspondientes redes VRF (Virtual Routing Forwarding) que permitirán controlar el tráfico de datos de forma eficiente, con diferenciación de permisos de ingreso con las correspondientes Vlan’s.

Nota: En la “Tabla 1 Lista de direccionamiento para la red” , los literales X, Y, Z corresponden a los siguientes números: X=8, Y=6, Z=2.

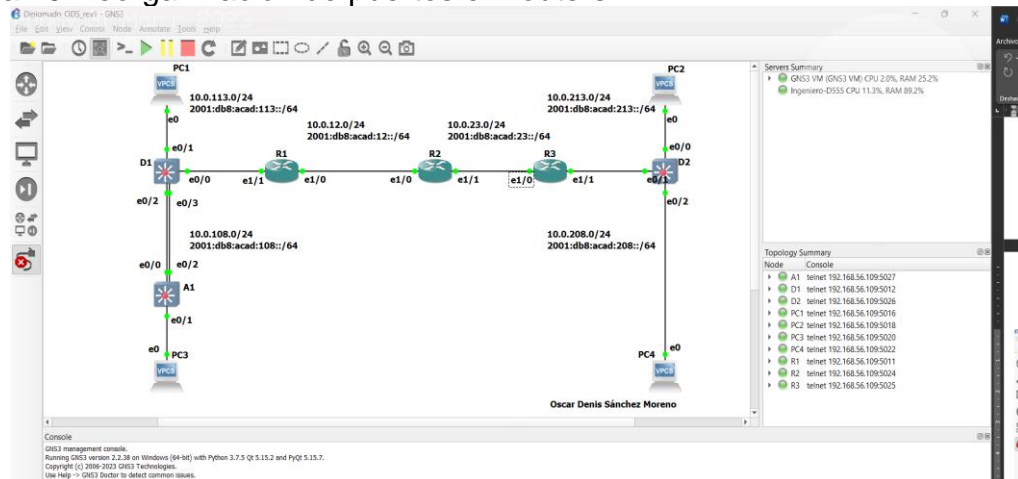
Tabla 1 Lista de direccionamiento para la red.

Device	Interface	IPv4 Address	IPv6 Address	IPv6 Link-Local
R1	E1/0.1	10.0.12.X/24	2001:db8:acad:12::1/64	fe80::1:1
	E1/0.2	10.0.12.X/24	2001:db8:acad:12::1/64	fe80::1:2
	E1/1.1	10.0.113.X/24	2001:db8:acad:113::1/64	fe80::1:3
	E1/1.2	10.0.108.X/24	2001:db8:acad:108::1/64	fe80::1:4
R2	E1/0.1	10.0.12.Y/24	2001:db8:acad:12::2/64	fe80::2:1
	E1/0.2	10.0.12.Y/24	2001:db8:acad:12::2/64	fe80::2:2
	E1/1.1	10.0.23.Y/24	2001:db8:acad:23::2/64	fe80::2:3
	E1/1.2	10.0.23.Y/24	2001:db8:acad:23::2/64	fe80::2:4
R3	E1/0.1	10.0.23.Z/24	2001:db8:acad:23::3/64	fe80::3:1
	E1/0.2	10.0.23.Z/24	2001:db8:acad:23::3/64	fe80::3:2
	E1/1.1	10.0.213.Z/24	2001:db8:acad:213::1/64	fe80::3:3
	E1/1.2	10.0.208.Z/24	2001:db8:acad:208::1/64	fe80::3:4
PC1	NIC	10.0.113.XY/24	2001:db8:acad:113::50/64	EUI-64
PC2	NIC	10.0.213.XY/24	2001:db8:acad:213::50/64	EUI-64
PC3	NIC	10.0.108.XY/24	2001:db8:acad:108::50/64	EUI-64
PC4	NIC	10.0.208.XY/24	2001:db8:acad:208::50/64	EUI-64

Fuente: escenario 1 prueba de habilidades diplomado CCNP

Se analiza la asignación de puertos y las rutas que se deben implementar y se procede a conectorizar los patch cord, ver la siguiente imagen:

Figura 10 Reorganización de puertos en routers.



Fuente: elaboración propia.

2. DESARROLLO VRF VIRTUAL ROUTING FORWARDING

VRF es una tecnología concebida para crear dos o más sistemas de enrutamiento virtuales al interior de un mismo router físico generando redes independientes que incluso pueden tener el mismo direccionamiento IP al interior de cada red sin generar ningún conflicto. Existen muchas ventajas en un sistema de red con este tipo de soluciones ya que permite mejorar la funcionalidad del sistema al separar y segmentar las rutas con un mismo equipo router físico, mantiene separado el tráfico de distintos clientes utilizando el mismo hardware y genera mayor seguridad dentro de la red al estar segmentado.

Se crearon dos VRF que soportan direccionamiento IPv4 e IPv6 en este sistema:

- General-Users.
- Special-Users.

Por tanto, esta configuración se realiza al interior de cada router a través de la consola de la siguiente manera:

2.1 CONFIGURACIÓN VRF EN ROUTER R1

```
R1#configure terminal
R1(config)#vrf definition Special-Users
R1(config-vrf)#address-family ipv4
R1(config-vrf-af)#address-family ipv6
R1(config-vrf-af)#exit
R1(config-vrf)#vrf definition General-Users
R1(config-vrf)#address-family ipv4
R1(config-vrf-af)#address-family ipv6
R1(config-vrf-af)#exit
R1(config-vrf)#exit
R1(config)#exit
R1#wr
```

Figura 11 Configuración VRF en R1.

```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#vrf definition Special-Users
R1(config-vrf)#address-family ipv4
R1(config-vrf-af)#address-family ipv6
R1(config-vrf-af)#exit
R1(config-vrf)#vrf definition General-Users
R1(config-vrf)#address-family ipv4
R1(config-vrf-af)#address-family ipv6
R1(config-vrf-af)#exit
R1(config-vrf)#exit
R1(config)#exit
R1#
*Mar 31 13:53:13.995: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#wr
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
[OK]
R1#
```

Fuente: elaboración propia.

2.2 CONFIGURACIÓN VRF EN ROUTER R2

```
R2#configure terminal
R2(config)#vrf definition Special-Users
R2(config-vrf)#address-family ipv4
R2(config-vrf-af)#address-family ipv6
R2(config-vrf-af)#exit
R2(config-vrf)#vrf definition General-Users
R2(config-vrf)#address-family ipv4
R2(config-vrf-af)#address-family ipv6
R2(config-vrf-af)#exit
R2#wr
```

Figura 12 Configuración VRF en R2.

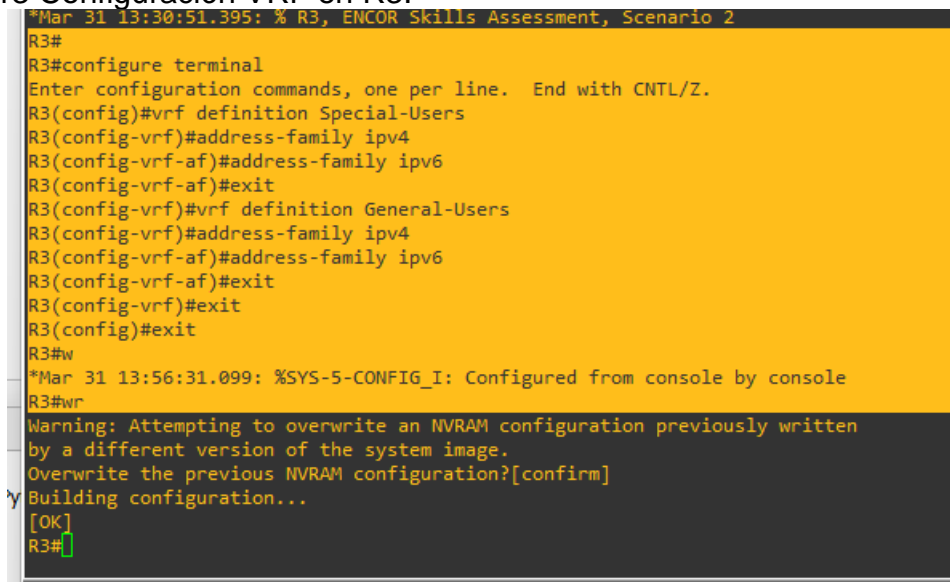
```
R2(config)#exit
R2#
*Mar 31 13:52:10.863: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#vrf definition Special-Users
R2(config-vrf)#address-family ipv4
R2(config-vrf-af)#address-family ipv6
R2(config-vrf-af)#exit
R2(config-vrf)#vrf definition General-Users
R2(config-vrf)#address-family ipv4
R2(config-vrf-af)#address-family ipv6
R2(config-vrf-af)#exit
R2(config-vrf)#exit
R2(config)#exit
R2#wr
*Mar 31 13:53:46.391: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#wr
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
[OK]
R2#
```

Fuente: elaboración propia.

2.3 CONFIGURACIÓN VRF EN ROUTER R3

```
R3#configure terminal
R3(config)#vrf definition Special-Users
R3(config-vrf)#address-family ipv4
R3(config-vrf-af)#address-family ipv6
R3(config-vrf-af)#exit
R3(config-vrf)#vrf definition General-Users
R3(config-vrf)#address-family ipv4
R3(config-vrf-af)#address-family ipv6
R3(config-vrf-af)#exit
R3(config-vrf)#exit
R3(config)#exit
R3#wr
```

Figura 13 Configuración VRF en R3.



```
*Mar 31 13:30:51.395: % R3, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2
R3#
R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#vrf definition Special-Users
R3(config-vrf)#address-family ipv4
R3(config-vrf-af)#address-family ipv6
R3(config-vrf-af)#exit
R3(config-vrf)#vrf definition General-Users
R3(config-vrf)#address-family ipv4
R3(config-vrf-af)#address-family ipv6
R3(config-vrf-af)#exit
R3(config-vrf)#exit
R3(config)#exit
R3#wr
*Mar 31 13:56:31.099: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#wr
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
[OK]
R3#
```

Fuente: elaboración propia.

2.4 CONFIGURACIÓN DIRECCIONAMIENTO IP EN CADA VRF CON R1

Una vez creada las dos VRF, se procede con encapsulación dot1q, asignar el direccionamiento IPv4 e IPv6 a cada puerto del router R1 según tabla y habilitar las correspondientes interfaces:

Tabla 2 Lista de direccionamiento para VRF en router R1.

Device	Interface	IPv4 Address	IPv6 Address	IPv6 Link-Local
R1	E1/0.1	10.0.12.X/24	2001:db8:acad:12::1/64	fe80::1:1
	E1/0.2	10.0.12.X/24	2001:db8:acad:12::1/64	fe80::1:2
	E1/1.1	10.0.113.X/24	2001:db8:acad:113::1/64	fe80::1:3
	E1/1.2	10.0.108.X/24	2001:db8:acad:108::1/64	fe80::1:4

Fuente: escenario 1 prueba de habilidades diplomado CCNP

```
R1(config-if)#int E1/0.1
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R1(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R1(config-subif)#ip address 10.0.12.8 255.255.255.0
R1(config-subif)#ipv6 address fe80::1:1 link-local
R1(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:12::1/64
R1(config-subif)#no shutdown
```

```
R1(config)#int E1/0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#int E1/0.2
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R1(config-subif)#vrf forwarding General-Users
R1(config-subif)#ip address 10.0.12.8 255.255.255.0
R1(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:12::1/64
R1(config-subif)#ipv6 address fe80::1:2 link-local
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
```

```
R1(config)#int E1/1
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#int E1/1.1
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R1(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R1(config-subif)#ip address 10.0.113.8 255.255.255.0
R1(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:113::1/64
R1(config-subif)#ipv6 address fe80::1:3 link-local
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
```

```
R1(config)#int E1/1.2
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R1(config-subif)#vrf forward General-Users
R1(config-subif)#ip address 10.0.108.8 255.255.255.0
R1(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:108::1/64
```

```

R1(config-subif)#ipv6 address fe80::1:4 link-local
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit

```

Figura 14 Implementación IP en cada VRF en R1.

```

R1
R1(config-subif)#ipv6 address fe80::1:1 link-local
R1(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:12::1/64
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#EXIT
R1(config-subif)#
R1(config)#
R1#
*Mar 31 14:47:17.991: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#int E1/0.2
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1#CONFIGURE TERMINAL
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#int E1/0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#int E1/0.2
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R1(config-subif)#vrf forwarding General-Users
R1(config-subif)#ip address 10.0.12.8 255.255.255.0
R1(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:12::1/64
R1(config-subif)#ipv6 address fe80::1:2 link-local
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
R1(config)#int E1/1
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Mar 31 14:54:35.619: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet1/1, changed state to up
*Mar 31 14:54:36.619: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/1, changed state to up
R1(config-if)#int E1/1.1
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R1(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R1(config-subif)#ip address 10.0.113.8 255.255.255.0
R1(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:113::1/64
R1(config-subif)#ipv6 address fe80::1:3 link-local
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
R1(config)#int E1/1.2
R1(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R1(config-subif)#vrf forward General-Users
R1(config-subif)#ip address 10.0.108.8 255.255.255.0
R1(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:108::1/64
R1(config-subif)#ipv6 address fe80::1:4 link-local
R1(config-subif)#no shutdown
R1(config-subif)#exit
R1(config)#
R1#
*Mar 31 14:57:03.907: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#

```

Fuente: elaboración propia.

2.5 CONFIGURACIÓN DIRECCIONAMIENTO IP EN CADA VRF CON R2

Una vez creada las dos VRF , se procede con encapsulación dot1q, asignar el direccionamiento IPv4 e IPv6 a cada puerto del router R2 según tabla y habilitar las correspondientes interfaces:

Tabla 3 Lista de direccionamiento para VRF en router R2.

R2	E1/0.1	10.0.12.Y/24	2001:db8:acad:12::2/64	fe80::2:1
	E1/0.2	10.0.12.Y/24	2001:db8:acad:12::2/64	fe80::2:2
	E1/1.1	10.0.23.Y/24	2001:db8:acad:23::2/64	fe80::2:3
	E1/1.2	10.0.23.Y/24	2001:db8:acad:23::2/64	fe80::2:4

Fuente: escenario 1 prueba de habilidades diplomado CCNP

```
R2#configure terminal
R2(config)#int E1/0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
R2(config-if)#int E1/0.1
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R2(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R2(config-subif)#ip address 10.0.12.6 255.255.255.0
R2(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:12::2/64
R2(config-subif)#ipv6 address fe80::2:1 link-local
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
```

```
R2(config)#int E1/0.2
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R2(config-subif)#vrf forwarding General-Users
R2(config-subif)#ip address 10.0.12.6 255.255.255.0
R2(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:12::2/64
R2(config-subif)#ipv6 address fe80::2:2 link-local
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
```

```
R2(config)#int E1/1
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#int E1/1.1
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R2(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R2(config-subif)#ip address 10.0.23.6 255.255.255.0
R2(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:23::2/64
R2(config-subif)#ipv6 address fe80::2:3 link-local
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
```

```
R2(config)#int E1/1.2
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R2(config-subif)#vrf forwarding General-Users
```

```

R2(config-subif)#ip address 10.0.23.6 255.255.255.0
R2(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:23::2/64
R2(config-subif)#ipv6 address fe80::2:4 link-local
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit.

```

Figura 15 Implementación IP en cada VRF en R2.

```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#int E1/0
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
*Mar 31 14:55:23.131: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet1/0, changed state to up
*Mar 31 14:55:24.131: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/0, changed state to up
R2(config-if)#int E1/0.1
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R2(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R2(config-subif)#ip address 10.0.12.6 255.255.255.0
R2(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:12::2/64
R2(config-subif)#ipv6 address fe80::2:1 link-local
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
R2(config)#int E1/0.2
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R2(config-subif)#vrf forwarding General-Users
R2(config-subif)#ip address 10.0.12.6 255.255.255.0
R2(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:12::2/64
R2(config-subif)#ipv6 address fe80::2:2 link-local
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
R2(config)#int E1/1
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#
*Mar 31 14:57:21.395: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet1/1, changed state to up
*Mar 31 14:57:22.395: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/1, changed state to up
R2(config-if)#int E1/1.1
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R2(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R2(config-subif)#ip address 10.0.23.6 255.255.255.0
R2(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:23::2/64
R2(config-subif)#ipv6 address fe80::2:3 link-local
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
R2(config)#int E1/1.2
R2(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R2(config-subif)#vrf forwarding General-Users
R2(config-subif)#ip address 10.0.23.6 255.255.255.0
R2(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:23::2/64
R2(config-subif)#ipv6 address fe80::2:4 link-local
R2(config-subif)#no shutdown
R2(config-subif)#exit
R2(config)#exit
R2#
*Mar 31 14:59:13.515: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#
R2#

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool

© 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Fuente: elaboración propia.

2.6 CONFIGURACIÓN DIRECCIONAMIENTO IP EN CADA VRF CON R3

Una vez creada las dos VRF , se procede con encapsulación dot1q, asignar el direccionamiento IPv4 e IPv6 a cada puerto del router R3 según tabla y habilitar las correspondientes interfaces:

Tabla 4 Lista de direccionamiento para VRF en router R3.

R3	E1/0.1	10.0.23.Z/24	2001:db8:acad:23::3/64	fe80::3:1
	E1/0.2	10.0.23.Z/24	2001:db8:acad:23::3/64	fe80::3:2
	E1/1.1	10.0.213.Z/24	2001:db8:acad:213::1/64	fe80::3:3
	E1/1.2	10.0.208.Z/24	2001:db8:acad:208::1/64	fe80::3:4

Fuente: escenario 1 prueba de habilidades diplomado CCNP

```
R3#configure terminal
R3(config)#int E1/0
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#int E1/0.1
R3(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R3(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R3(config-subif)#ip address 10.0.23.2 255.255.255.0
R3(config-subif)#ipv6 address fe80::3:1 link-local
R3(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:23::3/64
R3(config-subif)#no shutdown
R3(config-subif)#exit

R3(config)#int E1/0.2
R3(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R3(config-subif)#vrf forwarding General-Users
R3(config-subif)#ip address 10.0.23.2 255.255.255.0
R3(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:23::3/64
R3(config-subif)#ipv6 address fe80::3:2 link-local
R3(config-subif)#no shutdown
R3(config-subif)#exit

R3(config)#int E1/1
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#interface E1/1.1
R3(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R3(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R3(config-subif)#ip address 10.0.213.2 255.255.255.0
R3(config-subif)#ipv6 address fe80::3:3 link-local
R3(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:213::1/64
```

```

R3(config-subif)#no shutdown
R3(config-subif)#exit
R3(config)#int E1/1.2
R3(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R3(config-subif)#vrf forward General-Users
R3(config-subif)#ip address 10.0.208.2 255.255.255.0
R3(config-subif)#ipv6 address fe80::3:4 link-local
R3(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:208::1/64
R3(config-subif)#no shutdown
R3(config-subif)#exit
R3(config)#exit

```

Figura 16 Implementación IP en cada VRF en R3.

```

R3#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#int E1/0
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#
*Mar 31 14:58:36.187: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet1/0, changed state to up
*Mar 31 14:58:37.187: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/0, changed state to up
R3(config-if)#int E1/0.1
R3(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R3(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R3(config-subif)#ip address 10.0.23.2 255.255.255.0
R3(config-subif)#ipv6 address fe80::3:1 link-local
R3(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:23::3/64
R3(config-subif)#no shutdown
R3(config-subif)#exit
R3(config)#int E1/0.2
R3(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R3(config-subif)#vrf forwarding General-Users
R3(config-subif)#ip address 10.0.23.2 255.255.255.0
R3(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:23::3/64
R3(config-subif)#ipv6 address fe80::3:2 link-local
R3(config-subif)#no shutdown
R3(config-subif)#exit
R3(config)#int E1/1
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#
*Mar 31 15:00:43.567: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet1/1, changed state to up
*Mar 31 15:00:44.567: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/1, changed state to up
R3(config-if)#interface E1/1.1
R3(config-subif)#encapsulation dot1Q 13
R3(config-subif)#vrf forwarding Special-Users
R3(config-subif)#ip address 10.0.213.2 255.255.255.0
R3(config-subif)#ipv6 address fe80::3:3 link-local
R3(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:213::1/64
R3(config-subif)#no shutdown
R3(config-subif)#exit
R3(config)#int E1/1.2
R3(config-subif)#encapsulation dot1Q 8
R3(config-subif)#vrf forwarding General-Users
R3(config-subif)#ip address 10.0.208.2 255.255.255.0
R3(config-subif)#ipv6 address fe80::3:4 link-local
R3(config-subif)#ipv6 address 2001:db8:acad:208::1/64
R3(config-subif)#no shutdown
R3(config-subif)#exit
R3(config)#exit
R3#
*Mar 31 15:02:38.867: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#

```

Fuente: elaboración propia.

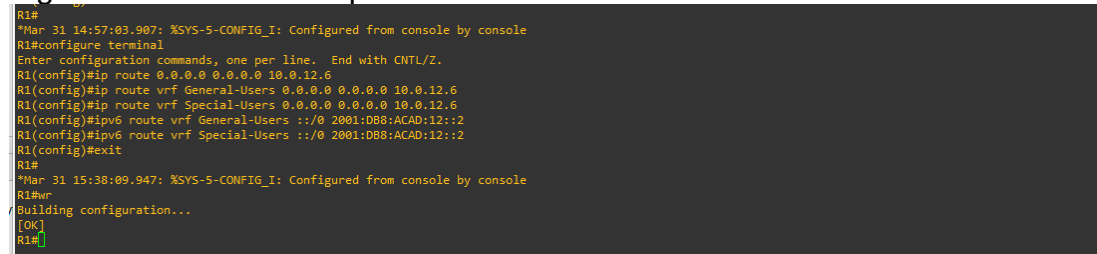
2.7 CONFIGURACIÓN DE RUTA ESTÁTICA

Una vez creadas y configuradas las VRF en su totalidad se procede a definir la ruta estática entre router R1, R2 y R3 a través de la ruta estática predeterminada apuntando a R2, de esa manera se garantiza que las dos VRF quedan operativas entre los tres routers. A continuación, la configuración de esta ruta a través de cada consola:

2.7.1 Configuración de ruta estática predeterminada en R1. A continuación, los comandos de configuración:

```
R1#configure terminal
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
R1(config)#ip route vrf General-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
R1(config)#ip route vrf Special-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
R1(config)#ipv6 route vrf General-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:12::2
R1(config)#ipv6 route vrf Special-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:12::2
R1(config)#exit
R1#wr
```

Figura 17 Ruta estática predeterminada en R1.



```
R1#
*Mar 31 14:57:03.907: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
R1(config)#ip route vrf General-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
R1(config)#ip route vrf Special-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
R1(config)#ipv6 route vrf General-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:12::2
R1(config)#ipv6 route vrf Special-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:12::2
R1(config)#exit
R1#
*Mar 31 15:38:09.947: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#wr
Building configuration...
[OK]
R1#
```

Fuente: elaboración propia.

2.7.2 Configuración de ruta estática predeterminada en R2. A continuación, los comandos de configuración:

```
R2#configure terminal
R2(config)#ip route vrf General-Users 10.0.113.0 255.255.255.0 10.0.12.8
R2(config)#ip route vrf General-Users 10.0.208.0 255.255.255.0 10.0.23.2
R2(config)#ip route vrf Special-Users 10.0.113.0 255.255.255.0 10.0.12.8
R2(config)#ip route vrf Special-Users 10.0.213.0 255.255.255.0 10.0.23.2
R2(config)#$vrf General-Users 2001:db8:acad:108::/64 2001:db8:acad:12::1
R2(config)#$vrf General-Users 2001:db8:acad:208::/64 2001:db8:acad:23::3
R2(config)#$vrf Special-Users 2001:db8:acad:113::/64 2001:db8:acad:12::1
R2(config)#$vrf Special-Users 2001:db8:acad:213::/64 2001:db8:acad:23::3
R2(config)#exit
R2#wr
```

Figura 18 Ruta estática predeterminada en R2.

```
R2#
*Mar 31 14:59:13.515: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#
R2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ip route vrf General-Users 10.0.113.0 255.255.255.0 10.0.12.8
R2(config)#ip route vrf General-Users 10.0.208.0 255.255.255.0 10.0.23.2
R2(config)#ip route vrf Special-Users 10.0.113.0 255.255.255.0 10.0.12.8
R2(config)#ip route vrf Special-Users 10.0.213.0 255.255.255.0 10.0.23.2
R2(config)#svrf General-Users 2001:db8:acad:108::/64 2001:db8:acad:12::1
R2(config)#svrf General-Users 2001:db8:acad:208::/64 2001:db8:acad:23::3
R2(config)#svrf Special-Users 2001:db8:acad:113::/64 2001:db8:acad:12::1
R2(config)#svrf Special-Users 2001:db8:acad:213::/64 2001:db8:acad:23::3
R2(config)#exit
R2#
*Mar 31 15:35:23.927: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#wr
Building configuration...
[OK]
R2#
```

Fuente: elaboración propia.

2.7.3 Configuración de ruta estática predeterminada en R3. A continuación, los comandos de configuración:

```
R3#configure terminal
R3(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.23.6
R3(config)#ip route vrf General-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.23.6
R3(config)#ip route vrf Special-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.23.6
R3(config)#ipv6 route vrf General-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:23::2
R3(config)#ipv6 route vrf Special-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:23::2
R3(config)#exit
R3#wr
```

Figura 19 Ruta estática predeterminada en R3.

```
R3(config)#ip route vrf General-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.23.6
R3(config)#ip route vrf Special-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.23.6
R3(config)#ipv6 route vrf General-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:23::2
R3(config)#ipv6 route vrf Special-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:23::2
R3(config)#exit
R3#wr
*Mar 31 15:44:00.123: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#wr
Building configuration...
[OK]
R3#
R3#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Fuente: elaboración propia.

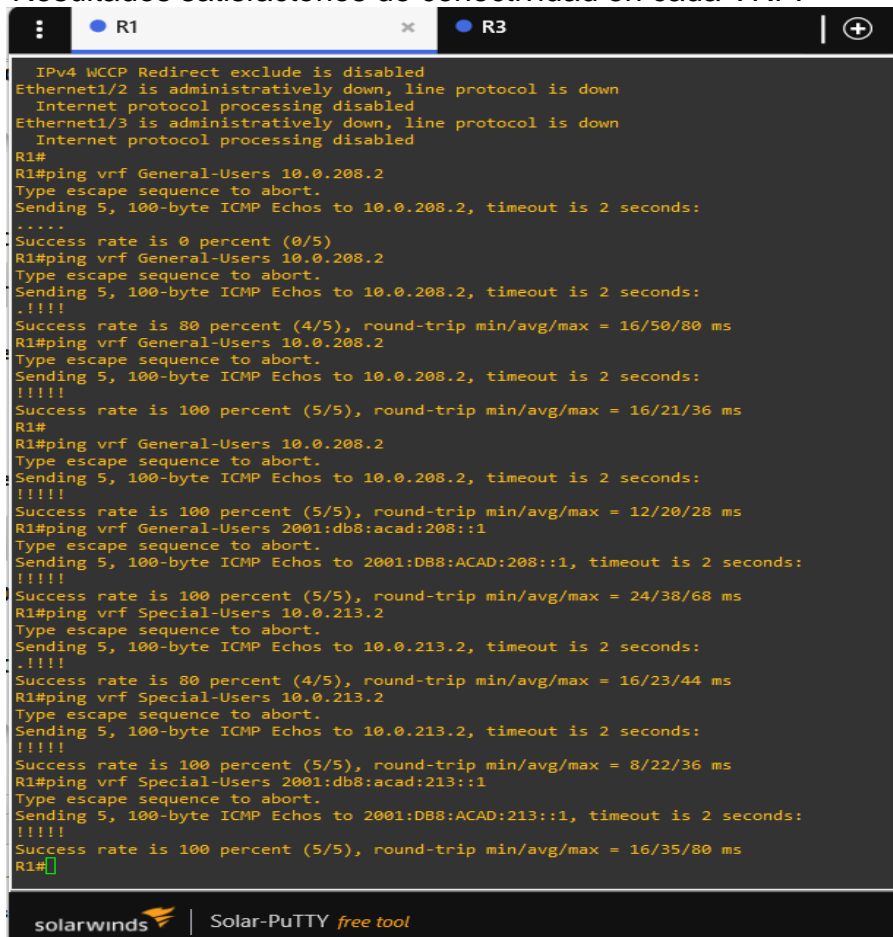
2.8 COMPROBACIÓN DE CONECTIVIDAD EN CADA VRF

De acuerdo a la parametrización realizada en cada uno de los routers se garantiza la conectividad en la ruta estática definida desde el router R1 hasta el router R3, debido a lo anterior a continuación se ejecutan comandos de conectividad desde la consola R1:

```
ping vrf General-Users 10.0.208.2
ping vrf General-Users 2001:db8:acad:208::1
ping vrf Special-Users 10.0.213.2
ping vrf Special-Users 2001:db8:acad:213::1
```

Como se esperaba, los resultados de conectividad son satisfactorios de acuerdo a la siguiente figura:

Figura 20 Resultados satisfactorios de conectividad en cada VRF.



```
IPV4 WCCP Redirect exclude is disabled
Ethernet1/2 is administratively down, line protocol is down
Internet protocol processing disabled
Ethernet1/3 is administratively down, line protocol is down
Internet protocol processing disabled
R1#
R1#ping vrf General-Users 10.0.208.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.208.2, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 0 percent (0/5)
R1#ping vrf General-Users 10.0.208.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.208.2, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 16/50/80 ms
R1#ping vrf General-Users 10.0.208.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.208.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/21/36 ms
R1#
R1#ping vrf General-Users 10.0.208.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.208.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 12/20/28 ms
R1#ping vrf General-Users 2001:db8:acad:208::1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:DB8:ACAD:208::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 24/38/68 ms
R1#ping vrf Special-Users 10.0.213.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.213.2, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 16/23/44 ms
R1#ping vrf Special-Users 10.0.213.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.0.213.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/22/36 ms
R1#ping vrf Special-Users 2001:db8:acad:213::1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:DB8:ACAD:213::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/35/80 ms
R1#
```

Fuente: elaboración propia.

2.9 COMPROBACIÓN DE CONFIGURACIÓN EN CADA VRF

Comandos de verificación:

- show ip vrf interfaces

Comandos de verificación de rutas estáticas:

- show run | inc route

Figura 21 Verificación configuración VRF en R1.

```
R1#show ip vrf interfaces
Interface          IP-Address      VRF              Protocol
Et1/0.2           10.0.12.8      General-Users    up
Et1/1.2           10.0.108.8     General-Users    up
Et1/0.1           10.0.12.8      Special-Users    up
Et1/1.1           10.0.113.8     Special-Users    up
R1#
R1#
R1#
R1#
R1#show run | inc route
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
ip route vrf General-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
ip route vrf Special-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.6
ipv6 route vrf General-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:12::2
ipv6 route vrf Special-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:12::2
R1#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 22 Verificación configuración VRF en R2.

```
R2#show ip vrf interfaces
Interface          IP-Address      VRF              Protocol
Et1/0.2           10.0.12.6      General-Users    up
Et1/1.2           10.0.23.6      General-Users    up
Et1/0.1           10.0.12.6      Special-Users    up
Et1/1.1           10.0.23.6      Special-Users    up
R2#
R2#
R2#
R2#show run | inc route
ip route vrf General-Users 10.0.113.0 255.255.255.0 10.0.12.8
ip route vrf General-Users 10.0.208.0 255.255.255.0 10.0.23.2
ip route vrf Special-Users 10.0.113.0 255.255.255.0 10.0.12.8
ip route vrf Special-Users 10.0.213.0 255.255.255.0 10.0.23.2
ipv6 route vrf General-Users 2001:DB8:ACAD:108::/64 2001:DB8:ACAD:12::1
ipv6 route vrf Special-Users 2001:DB8:ACAD:113::/64 2001:DB8:ACAD:12::1
ipv6 route vrf General-Users 2001:DB8:ACAD:208::/64 2001:DB8:ACAD:23::3
ipv6 route vrf Special-Users 2001:DB8:ACAD:213::/64 2001:DB8:ACAD:23::3
R2#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 23 Verificación configuración VRF en R3.

```
R3#Show ip vrf interfaces
Interface          IP-Address      VRF              Protocol
Et1/0.2            10.0.23.2      General-Users    up
Et1/1.2            10.0.208.2     General-Users    up
Et1/0.1            10.0.23.2      Special-Users    up
Et1/1.1            10.0.213.2     Special-Users    up
R3#
R3#
R3#
R3#show run | inc route
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.23.6
ip route vrf General-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.23.6
ip route vrf Special-Users 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.23.6
ipv6 route vrf Special-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:23::2
ipv6 route vrf General-Users ::/0 2001:DB8:ACAD:23::2
R3#
```

Fuente: elaboración propia.

En cada equipo se procede a ejecutar los comandos indicados, con el comando “show ip vrf interfaces” e puede evidenciar el puerto asociado al direccionamiento y su red VRF correspondiente y con el comando “show run | inc route” se verifica el enrutamiento definido para activar el enlace correcto. Como se puede evidenciar, la configuración VRF realizada en los tres Router R1, R2 y R3 esta correcta y funcional dejando este enlace listo para la siguiente etapa del proyecto el cual consiste en habilitar la conexión con los equipos de capa 2 y las correspondientes terminales de usuario.

3. CONFIGURACIÓN CAPA 2

Para esta etapa del trabajo se implementa la configuración de los switches capa 2 para que enlacen la comunicación con los dispositivos finales presentados en la arquitectura de comunicaciones.

3.1 DESHABILITAR LAS INTERFACES DE LOS SWITCHES D1, D2 Y A1

Procedimiento en D1:

shutdown ports

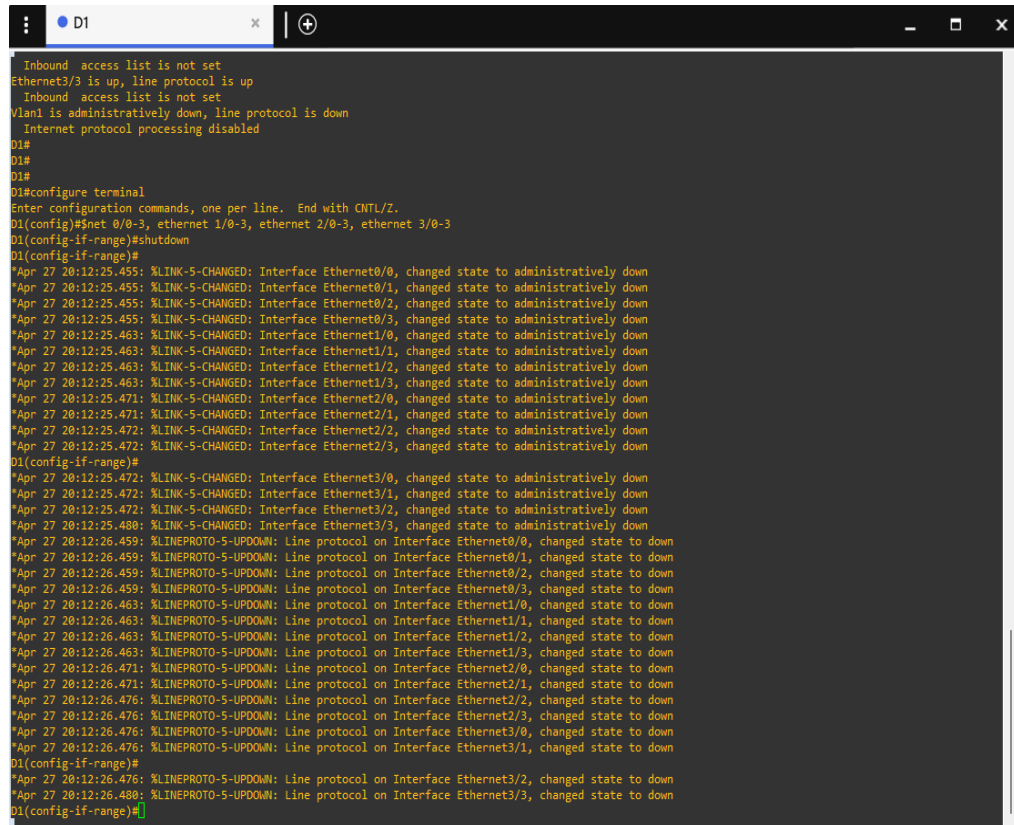
D1#configure terminal

D1(config)# interface range ethernet 0/0-3, ethernet 1/0-3, ethernet 2/0-3, ethernet 3/0-3

D1(config-if-range)#shutdown

Exit

Figura 24 Interfaces deshabilitadas en D1.



```
D1
Inbound access list is not set
Ethernet3/3 is up, line protocol is up
Inbound access list is not set
Vlan1 is administratively down, line protocol is down
Internet protocol processing disabled
D1#
D1#
D1#
D1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
D1(config)#shut 0/0-3, ethernet 1/0-3, ethernet 2/0-3, ethernet 3/0-3
D1(config-if-range)#shutdown
D1(config-if-range)#
*Apr 27 20:12:25.455: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/0, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.455: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/1, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.455: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/2, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.455: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/3, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.463: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/0, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.463: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/1, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.463: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/2, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.463: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/3, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.471: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet2/0, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.471: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet2/1, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.472: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet2/2, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.472: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet2/3, changed state to administratively down
D1(config-if-range)#
*Apr 27 20:12:25.472: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/0, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.472: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/1, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.472: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/2, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.472: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/3, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:25.480: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/3, changed state to administratively down
*Apr 27 20:12:26.459: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/0, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.459: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/1, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.459: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/2, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.459: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/3, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.463: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/0, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.463: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/1, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.463: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/2, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.463: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/3, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.471: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet2/0, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.471: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet2/1, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.476: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet2/2, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.476: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet2/3, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.476: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/0, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.476: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/1, changed state to down
D1(config-if-range)#
*Apr 27 20:12:26.476: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/2, changed state to down
*Apr 27 20:12:26.488: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/3, changed state to down
D1(config-if-range)#
```

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento en D2:

shutdown ports

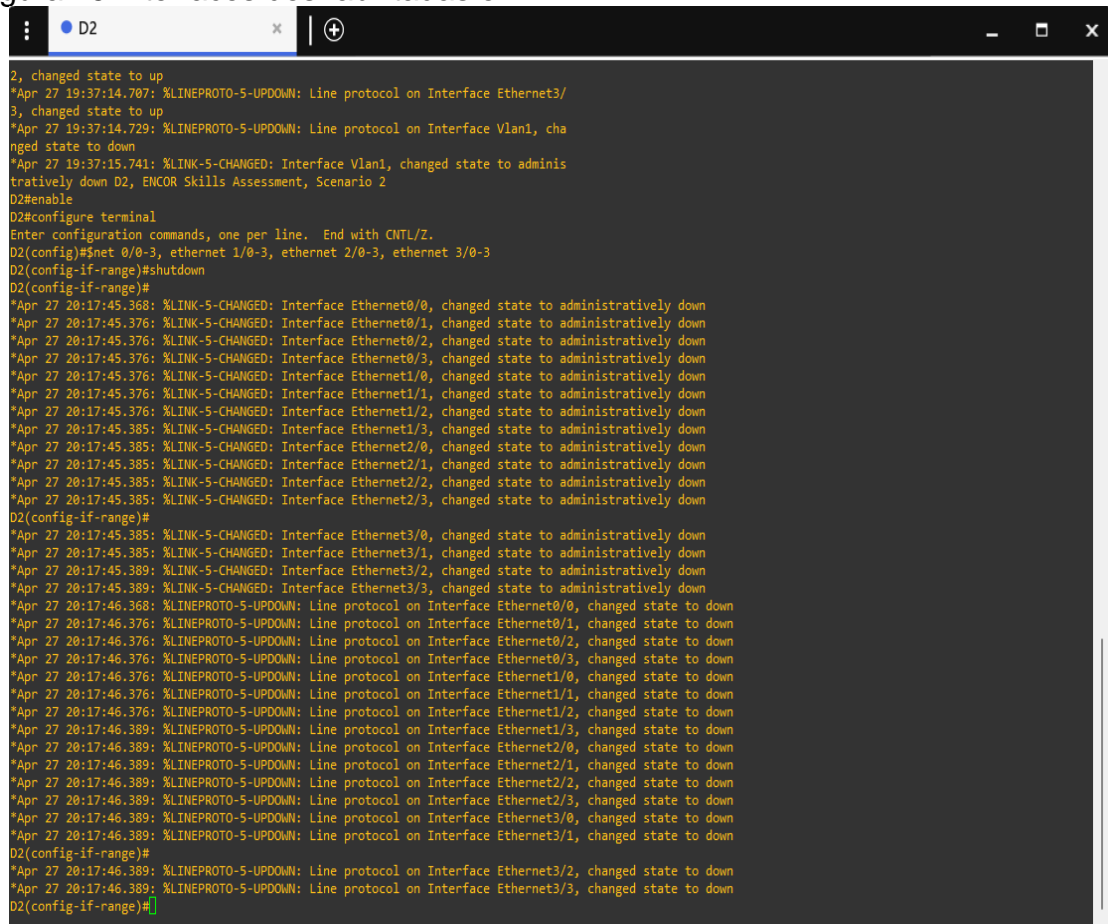
D2#configure terminal

D2(config)# interface range ethernet 0/0-3, ethernet 1/0-3, ethernet 2/0-3, ethernet 3/0-3

D2(config-if-range)#shutdown

Exit

Figura 25 Interfaces deshabilitadas en D2.



```
D2
2, changed state to up
*Apr 27 19:37:14.707: %LINK-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/
3, changed state to up
*Apr 27 19:37:14.729: %LINK-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan1, cha
nged state to down
*Apr 27 19:37:15.741: %LINK-5-CHANGED: Interface Vlan1, changed state to adminis
tratively down D2, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2
D2#enable
D2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
D2(config)#net 0/0-3, ethernet 1/0-3, ethernet 2/0-3, ethernet 3/0-3
D2(config-if-range)#shutdown
D2(config-if-range)#
*Apr 27 20:17:45.368: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/0, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.376: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/1, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.376: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/2, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.376: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet0/3, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.376: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/0, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.376: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/1, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.376: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/2, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.385: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet1/3, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.385: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet2/0, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.385: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet2/1, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.385: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet2/2, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.385: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet2/3, changed state to administratively down
D2(config-if-range)#
*Apr 27 20:17:45.385: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/0, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.385: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/1, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.389: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/2, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:45.389: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet3/3, changed state to administratively down
*Apr 27 20:17:46.368: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/0, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.376: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/1, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.376: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/2, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.376: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/3, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.376: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/0, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.376: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/1, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.376: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/2, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet1/3, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet2/0, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet2/1, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet2/2, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet2/3, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/0, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/1, changed state to down
D2(config-if-range)#
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/2, changed state to down
*Apr 27 20:17:46.389: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet3/3, changed state to down
D2(config-if-range)#
```

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento en A1

shutdown ports

A1#configure terminal

A1(config)# interface range ethernet 0/0-3, ethernet 1/0-3, ethernet 2/0-3, ethernet 3/0-3

A1(config-if-range)#shutdown

3.2 CONFIGURAR EL ENLACE TRONCAL

Configuración del enlace para los switches D1 y D2 para los routers R1 y R3 respectivamente.

Se configura y habilita las líneas de enlace troncal:

Desde el D1:

```
D1(config)#inter ethernet 0/0
D1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1Q
D1(config-if)#switchport mode trunk
D1(config-if)#switchport trunk allowed Vlan 13,8
D1(config-if)#no shutdown
D1(config-if)#exit
```

Desde el D2:

```
D2(config)#inter ethernet 0/1
D2(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1Q
D2(config-if)#switchport mode trunk
D2(config-if)#switchport trunk allowed Vlan 13,8
D2(config-if)#no shutdown
D2(config-if)#exit
```

3.3 CONFIGURACIÓN ETHERCHANNEL EN LOS SWITCHES D1 Y A1

En D1 se configuro y habilito:

- Interface e0/2-3
- Port Channel 1 using PAgP

```
D1(config)#interface range ethernet 0/2-3
D1(config-if-range)#switchport trunk encapsulation dot1Q
D1(config-if-range)#switchport mode trunk
D1(config-if-range)#channel-group 1 mode desirable
D1(config-if-range)#no shutdown
D1(config-if-range)#exit
```

Figura 26 Etherchannel configurado en switch D1.

```
D1(config)#interface range ethernet 0/2-3
D1(config-if-range)#switchport trunk encapsulation dot1Q
D1(config-if-range)#switchport mode trunk
D1(config-if-range)#channel-group 1 mode desirable
Creating a port-channel interface Port-channel 1

D1(config-if-range)#no shutdown
D1(config-if-range)#
*Apr 27 21:09:13.773: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/2, changed state to up
*Apr 27 21:09:13.773: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/3, changed state to up
D1(config-if-range)#exit
D1(config)#
D1(config)#
*Apr 27 21:09:24.628: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/3, changed state to up
*Apr 27 21:09:25.052: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/2, changed state to up
D1(config)#
```

Fuente: elaboración propia.

En A1 se configuro y habilito:

- Interface e0/1-2
- Port Channel 1 using PAgP

```
A1(config)#interface range ethernet 0/1-2
A1(config-if-range)#switchport trunk encapsulation dot1Q
A1(config-if-range)#switchport mode trunk
A1(config-if-range)#channel-group 1 mode desirable
A1(config-if-range)#no shutdown
A1(config-if-range)#exit
```

Figura 27 Etherchannel configurado en switch A1.

```
A1(config)#interface range ethernet 0/1-2
A1(config-if-range)#switchport trunk encapsulation dot1Q
A1(config-if-range)#switchport mode trunk
A1(config-if-range)#channel-group 1 mode desirable
Creating a port-channel interface Port-channel 1

A1(config-if-range)#no shutdown
A1(config-if-range)#
*Apr 27 21:15:19.643: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/1, changed state to up
*Apr 27 21:15:19.643: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/2, changed state to up
*Apr 27 21:15:20.648: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/1, changed state to up
*Apr 27 21:15:20.648: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/2, changed state to up
A1(config-if-range)#exit
A1(config)#
*Apr 27 21:15:26.460: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel1, changed state to up
A1(config)#
```

Fuente: elaboración propia.

3.4 CONFIGURACIÓN DE ACCESO

Se habilita el acceso a puertos en los switches D1, D2 y A1 para los equipos finales PC1, PC2, PC3 y PC4 de la siguiente manera:

En switch D1 para PC1:

Configure interface e0/1 as an access port in VLAN 13 and enable Portfast.

```
D1(config)#interface ethernet 0/1
D1(config-if)#switchport mode Access
D1(config-if)#switchport access vlan 13
D1(config-if)#spanning-tree portfast
D1(config-if)#no shutdown
D1(config-if)#exit
D1(config)#exit
D1#wr
```

Figura 28 Configuración de acceso a puertos en switch D1.

```
D1(config)#interface et
D1(config)#interface ethernet 0/1
D1(config-if)#switchport mode Access
D1(config-if)#switchport access vlan 13
D1(config-if)#spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to a single
  host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc... to this
  interface when portfast is enabled, can cause temporary bridging loops.
  Use with CAUTION

%Portfast has been configured on Ethernet0/1 but will only
  have effect when the interface is in a non-trunking mode.
D1(config-if)#no shutdown
D1(config-if)#
*Apr 27 21:25:35.531: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/1, changed state to up
*Apr 27 21:25:36.535: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/1, changed state to up
D1(config-if)#exit
D1(config)#wr
D1#
^
% Invalid input detected at '^' marker.

D1(config)#exit
D1#w
*Apr 27 21:26:19.069: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
D1#wr
Building configuration...
Compressed configuration from 2183 bytes to 1217 bytes[OK]
D1#
D1#
```

Fuente: elaboración propia.

En switch D2 para el PC2:

Configure interface e0/0 as an access port in VLAN 13 and enable Portfast.

```
D2(config)#interface ethernet 0/0
D2(config-if)#switchport mode Access
D2(config-if)#switchport access vlan 13
D2(config-if)#spanning-tree portfast
D2(config-if)#no shutdown
D2(config-if)#exit
D2#wr
```

En switch D2 para el PC4:

Configure interface e0/2 as an access port in VLAN 8 and enable Portfast.

```
D2(config)#interface ethernet 0/2
D2(config-if)#switchport mode Access
D2(config-if)#switchport access vlan 8
D2(config-if)#spanning-tree portfast
D2(config-if)#no shutdown
D2(config-if)#exit
D2(config)#exit
D2#wr
```

Figura 29 Configuración de acceso a puertos en switch D2.

```
D2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
D2(config)#interface ethernet 0/2
D2(config-if)#switchport mode Access
D2(config-if)#switchport access vlan 8
D2(config-if)#spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to a single
host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc... to this
interface when portfast is enabled, can cause temporary bridging loops.
Use with CAUTION

%Portfast has been configured on Ethernet0/2 but will only
have effect when the interface is in a non-trunking mode.
D2(config-if)#no shutdown
D2(config-if)#
*Apr 27 21:34:54.869: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/2, changed state to up
*Apr 27 21:34:55.869: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/2, changed state to up
D2(config-if)#exit
D2(config)#exit
D2#
*Apr 27 21:35:04.027: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
D2#wr
Building configuration...
Compressed configuration from 1982 bytes to 1118 bytes[OK]
D2#
```

Fuente: elaboración propia.

En switch A1:

Configure interface e0/0 as an access port in VLAN 8 and enable Portfast.

```
A1(config)#interface ethernet 0/0
A1(config-if)#switchport mode Access
A1(config-if)#switchport access vlan 8
A1(config-if)#spanning-tree portfast
A1(config-if)#no shutdown
A1(config-if)#exit
A1(config)#exit
A1#wr
```

Figura 30 Configuración de acceso a puertos en switch A1.

```
A1(config)#interface ethernet 0/0
A1(config-if)#switchport mode Access
A1(config-if)#switchport access vlan 8
A1(config-if)#spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to a single
  host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc... to this
  interface when portfast is enabled, can cause temporary bridging loops.
  Use with CAUTION

%Portfast has been configured on Ethernet0/0 but will only
  have effect when the interface is in a non-trunking mode.
A1(config-if)#no shutdown
A1(config-if)#
*Apr 27 21:37:20.901: %LINK-3-UPDOWN: Interface Ethernet0/0, changed state to up
*Apr 27 21:37:21.905: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Ethernet0/0, changed state to up
A1(config-if)#exit
A1(config)#exit
A1#
*Apr 27 21:37:33.429: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
A1#wr
Building configuration...
Compressed configuration from 2095 bytes to 1175 bytes[OK]
A1#
```

Fuente: elaboración propia.

3.5 COMPROBACIÓN CONFIGURACIÓN SWITCH D1

A continuación, se revisa la configuración realizada en el switch D1. Para esta verificación se ejecutan los comandos “show interfaces trunk”, “show etherchannel summary”, “show run interfaces”:

Figura 31 Show interfaces trunk en D1.

```
D1#show interfaces trunk

Port      Mode          Encapsulation  Status        Native vlan
Et0/0     on            802.1q         trunking     1
Po1       on            802.1q         trunking     1

Port      Vlans allowed on trunk
Et0/0     8,13
Po1       1-4094

Port      Vlans allowed and active in management domain
Et0/0     8,13
Po1       1,8,13

Port      Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Et0/0     8,13
Po1       1,8,13
D1#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 32 Show etherchannel summary en D1.

```
D1#show etherchannel summary
Flags: D - down          P - bundled in port-channel
       I - stand-alone  s - suspended
       H - Hot-standby (LACP only)
       R - Layer3       S - Layer2
       U - in use       f - failed to allocate aggregator

       M - not in use, minimum links not met
       u - unsuitable for bundling
       w - waiting to be aggregated
       d - default port

Number of channel-groups in use: 1
Number of aggregators:          1

Group  Port-channel  Protocol    Ports
-----+-----+-----+-----
1      Po1(SU)        PAgP        Et0/2(P)  Et0/3(P)

D1#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 33 Show run interfaces e0/0 D1.

```
D1#show run interface e0/0
Building configuration...

Current configuration : 139 bytes
!
interface Ethernet0/0
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport trunk allowed vlan 8,13
 switchport mode trunk
 duplex auto
end

D1#
```

Fuente: elaboración propia.

3.6 VERIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD ENTRE TODOS LOS PC'S

A continuación, se ilustran los resultados obtenidos en cada enlace:

3.6.1 From PC1, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC2. A continuación los resultados del comando ping:

A continuación, se emite el comando ping con el direccionamiento IP correspondiente al PC2 para verificar conectividad tanto en IPv4 e IPv6.

Figura 34 Confirmación de conectividad con PC2.

```
PC1> ping 10.0.213.86

84 bytes from 10.0.213.86 icmp_seq=1 ttl=61 time=61.028 ms
84 bytes from 10.0.213.86 icmp_seq=2 ttl=61 time=37.624 ms
84 bytes from 10.0.213.86 icmp_seq=3 ttl=61 time=42.719 ms
84 bytes from 10.0.213.86 icmp_seq=4 ttl=61 time=61.127 ms
84 bytes from 10.0.213.86 icmp_seq=5 ttl=61 time=43.458 ms

PC1> ping 2001:db8:acad:213::50/64

2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=1 ttl=58 time=59.275 ms
2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=2 ttl=58 time=49.410 ms
2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=3 ttl=58 time=47.008 ms
2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=4 ttl=58 time=52.453 ms
2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=5 ttl=58 time=41.287 ms
```

Fuente: elaboración propia.

3.6.2 From PC2, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC1. A continuación los resultados del comando ping:

A continuación, se emite el comando ping con el direccionamiento IP correspondiente al PC1 para verificar conectividad tanto en IPv4 e IPv6.

Figura 35 Confirmación de conectividad con PC1.

```
PC2> ping 10.0.113.86

84 bytes from 10.0.113.86 icmp_seq=1 ttl=61 time=43.499 ms
84 bytes from 10.0.113.86 icmp_seq=2 ttl=61 time=48.282 ms
84 bytes from 10.0.113.86 icmp_seq=3 ttl=61 time=48.353 ms
84 bytes from 10.0.113.86 icmp_seq=4 ttl=61 time=35.123 ms
84 bytes from 10.0.113.86 icmp_seq=5 ttl=61 time=55.706 ms

PC2> ping 2001:db8:acad:113::50/64

2001:db8:acad:113::50 icmp6_seq=1 ttl=58 time=46.044 ms
2001:db8:acad:113::50 icmp6_seq=2 ttl=58 time=55.548 ms
2001:db8:acad:113::50 icmp6_seq=3 ttl=58 time=60.856 ms
2001:db8:acad:113::50 icmp6_seq=4 ttl=58 time=47.705 ms
2001:db8:acad:113::50 icmp6_seq=5 ttl=58 time=54.482 ms
```

Fuente: elaboración propia.

3.6.3 From PC3, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC4. A continuación los resultados del comando ping:

Figura 36 Confirmación de conectividad con PC4.

```
PC3> ping 2001:db8:acad:208::50/64

2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=1 ttl=58 time=156.340 ms
2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=2 ttl=58 time=51.528 ms
2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=3 ttl=58 time=32.362 ms
2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=4 ttl=58 time=53.233 ms
2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=5 ttl=58 time=46.830 ms

PC4> ping 2001:db8:acad:108::50/64

2001:db8:acad:108::50 icmp6_seq=1 ttl=58 time=45.469 ms
2001:db8:acad:108::50 icmp6_seq=2 ttl=58 time=50.120 ms
2001:db8:acad:108::50 icmp6_seq=3 ttl=58 time=35.133 ms
2001:db8:acad:108::50 icmp6_seq=4 ttl=58 time=49.465 ms
2001:db8:acad:108::50 icmp6_seq=5 ttl=58 time=48.629 ms
```

Fuente: elaboración propia.

3.6.4 From PC1, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC3. Se confirma que no existe conectividad entre PC1 y PC2 con PC3 y PC4 ya que pertenecen a Vlan's diferentes.

Figura 37 Confirmación. No existe conectividad entre PC1 con PC3 y PC4.

```
PC1> ping 10.0.108.86

*10.0.12.6 icmp_seq=1 ttl=254 time=41.137 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.12.6 icmp_seq=2 ttl=254 time=30.145 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.12.6 icmp_seq=3 ttl=254 time=25.733 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.12.6 icmp_seq=4 ttl=254 time=21.633 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.12.6 icmp_seq=5 ttl=254 time=26.500 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC1> ping 2001:db8:acad:208::50/64

*2001:db8:acad:12::2 icmp6_seq=1 ttl=63 time=40.964 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)
*2001:db8:acad:12::2 icmp6_seq=2 ttl=63 time=22.994 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)
*2001:db8:acad:12::2 icmp6_seq=3 ttl=63 time=24.350 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)
*2001:db8:acad:12::2 icmp6_seq=4 ttl=63 time=24.751 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)
*2001:db8:acad:12::2 icmp6_seq=5 ttl=63 time=28.817 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)

PC1> █
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 38 Confirmación. No existe conectividad entre PC2 con PC3 y PC4.

```
PC2> ping 10.0.108.86

*10.0.23.6 icmp_seq=1 ttl=254 time=32.096 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.23.6 icmp_seq=2 ttl=254 time=25.173 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.23.6 icmp_seq=3 ttl=254 time=23.052 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.23.6 icmp_seq=4 ttl=254 time=24.538 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.23.6 icmp_seq=5 ttl=254 time=29.626 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC2> ping 2001:db8:acad:208::50/64

*2001:db8:acad:23::2 icmp6_seq=1 ttl=63 time=38.178 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)
*2001:db8:acad:23::2 icmp6_seq=2 ttl=63 time=29.003 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)
*2001:db8:acad:23::2 icmp6_seq=3 ttl=63 time=27.606 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)
*2001:db8:acad:23::2 icmp6_seq=4 ttl=63 time=20.033 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)
*2001:db8:acad:23::2 icmp6_seq=5 ttl=63 time=23.508 ms (ICMP type:1, code:0, No route to destination)

PC2> █
```

Fuente: elaboración propia.

De esta manera se garantiza la correcta conectividad entre los PC's asociados de acuerdo con su red de área local virtual, su direccionamiento y enrutamiento correspondiente.

4. CONFIGURACIÓN DE ETAPA DE SEGURIDAD

El objetivo de esta sección es configurar los diferentes mecanismos de seguridad en los dispositivos incorporados en la arquitectura de comunicaciones del proyecto. Debido a lo anterior se implementó la seguridad de cada dispositivo de la siguiente manera:

4.1 CONFIGURACIÓN DE MODO DE SEGURIDAD PRIVILEGIADA EXE

Configure an enable secret as follows en R1, R2, R3, D1, D2, A1:

- Algorithm type: SCRYPT
- Password: oscarsanchez862

Enable

Configure terminal

```
enable secret oscarsanchez862 //Habilita clave encriptada
```

```
banner motd #***DIPLOMADO OSCAR DENIS SANCHEZ***#
```

```
exit
```

```
disable
```

```
enable
```

4.2 CONFIGURACIÓN DE ACCESO LOCAL EN CADA DISPOSITIVO

Configure a local user R1, R2, R3, D1, D2, A1:

- Name: admin //Asigna nombre a usuario
- Privilege level: 15 //Asigna el máximo nivel de ingreso
- Algorithm type: SCRYPT
- Password: oscarsanchez862

enable

Configure terminal

```
username admin privilege 15 secret oscarsanchez862
```

```
do write
```

```
enable
```

configure terminal

```
line console 0
```

```
login local
```

```
exit
```

4.3 HABILITACIÓN DE LA AUTENTICACIÓN AAA

Enable AAA authentication using the local database on all lines R1, R2, R3, D1, D2, A1:

```
enable
configure terminal
aaa new-model // Proporciona un marco de seguridad y administración de acceso
basado en roles.
aaa authentication login default local
line console 0
login authentication default
exit.
```

4.4 COMPROBACIÓN SEGURIDAD EN DISPOSITIVOS

A continuación, se ejecuta el comando “show run | include aaa|username” para confirmar que la clave o password se encuentra encriptado, cuenta con permisos de nivel administrador No. 15 y que está activo el modo AAA:

Figura 39 Configuración seguridad en R1.

```
R1#
R1#show run | include aaa|username
aaa new-model
aaa authentication login default local
aaa session-id common
username admin privilege 15 secret 5 $1$t4/g$7k9zk2LrEEU0i3bryyJ/G0
R1#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 40 Configuración seguridad en R2.

```
R2#show run | include aaa|username
aaa new-model
aaa authentication login default local
aaa session-id common
username admin privilege 15 secret 5 $1$U8wd$AKIgdNYLrx56UZZgjz6qB/
R2#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 41 Configuración seguridad en R3.

```
R3#  
R3#show run | include aaa|username  
aaa new-model  
aaa authentication login default local  
aaa session-id common  
username admin privilege 15 secret 5 $1$59n1$Mo0baL7p9iDS0GEmrkhr1  
R3#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 42 Configuración seguridad en D1.

```
D1#show run | include aaa|username  
username admin privilege 15 secret 4 5aWpjci/JJ9l6jvNvoexX.bfMnktUIjcEV3nY07o93Y  
aaa new-model  
aaa authentication login default local  
aaa session-id common  
D1#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 43 Configuración seguridad en D2.

```
D2#show run | include aaa|username  
username admin privilege 15 secret 4 5aWpjci/JJ9l6jvNvoexX.bfMnktUIjcEV3nY07o93Y  
aaa new-model  
aaa authentication login default local  
aaa session-id common  
D2#
```

Fuente: elaboración propia.

Figura 44 Configuración seguridad en A1.

```
A1#show run | include aaa|username  
username admin privilege 15 secret 4 5aWpjci/JJ9l6jvNvoexX.bfMnktUIjcEV3nY07o93Y  
aaa new-model  
aaa authentication login default local  
aaa session-id common  
A1#
```

Fuente: elaboración propia.

Con este desarrollo finaliza la configuración de seguridad de cada dispositivo haciendo que el sistema sea confiable y que realiza de forma eficiente la conectorización de los equipos finales a la red y enrutamiento asignado.

5. CONCLUSIONES

Para optimizar los recursos presupuestales de un proyecto es necesario tener el conocimiento, la ingeniería y el alcance para seleccionar los equipos idóneos para implementar una red de comunicaciones, anticipándose al diseño final implementando redes VRF con sus correspondientes Vlan. Al diseñar una red con tecnología VRF se concluye que el diseño debe contar como base fundamental un listado de direccionamiento IP completo para facilitar la configuración del hardware y el software correspondiente, así como identificar de forma oportuna los segmentos de red requeridos durante la implementación. Este listado es fundamental para crear las rutas de los paquetes en cada red VRF lo que permitirá buscar posibles errores o problemas de comunicación que se presenten durante la implementación y las pruebas para puesta en servicio.

Durante la configuración de los equipos capa 2, D1 y D2, se evidencia la importancia de crear los enlaces troncales cuando se implementa más de una red de área local virtual o VLAN para obtener comunicación punto a punto con los routers R1 y R3 correspondientes y sus VRF, tal como lo pide la norma IEEE 802.1Q de lo contrario se tendrían que disponer de routers en cada enlace de Vlan's aumentando el costo del proyecto.

Para implementar sistemas redundantes o con mayor ancho de banda debido a la aplicación o tipo de confiabilidad se crea un etherchannel entre los switches capa 2 D1 y A1, se concluye que no solo es necesario realizar la doble conexión física entre los dos equipos, ya que además es necesario configurar esta conexión como etherchannel para evitar errores de comunicación al generar bucles indeseados, de esta manera se demuestra que una red se puede configurar de forma redundante o ampliar su ancho de banda sin tener que invertir económicamente en equipos adicionales o cambio de puertos para mayor velocidad.

Configurar la seguridad encriptada para cada dispositivo de red es esencial para mantener la confiabilidad del sistema y evitar que usuarios externos puedan leer dichas claves de acceso. Esta configuración, además de controlar el acceso se puede controlar los privilegios de cada usuario garantizando que diferentes usuarios tengan acceso a los equipos dependiendo de la competencia y responsabilidad dentro de la organización.

BIBLIOGRAFÍA

CISCO. (2020). Networking Academy CCNAv7. Obtenido de Networking Academy CCNAv7. <https://contenthub.netacad.com/itn?lng=es-XL>

EDGEWORTH, B., GARZA RIOS, B., GOOLEY, J., HUCABY, D. (2020). CISCO Press (Ed). Secure Access Control. CCNP and CCIE Enterprise Core ENCOR 350-401. <https://1drv.ms/b/s!AAIGg5JUqUBthk8>

MONTAÑO, L. C. (2018). Routing y Switching Cisco: Guía completa para la certificación CCNA 200-125, primera edición, Alfaomega.

NEUMANN, Jason C. (2015). The Book of GNS3: Build Virtual Network Labs Using Cisco, Juniper, and More. No Starch Press. ISBN 9781593276959. https://archive.org/details/thebookofgns3_201908