

DIPLOMADO DE PROFUNDIZACION CISCO
PRUEBA DE HABILIDADES PRÁCTICAS CCNP

JOSE ALBERTO SALDAÑA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA y A DISTANCIA – UNAD

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BARRANCABERMEJA, SANTANDER

2023

DIPLOMADO DE PROFUNDIZACION CISCO
PRUEBA DE HABILIDADES PRÁCTICAS CCNP

NOMBRE

JOSE ALBERTO SALDAÑA

DIRECTOR

GERARDO GRANADOS ACUÑA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA y A DISTANCIA – UNAD

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BARRANCABERMEJA, SANTANDER

2023

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS	6
GLOSARIO	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCION	9
DESARROLLO DEL TRABAJO	10
Topología de la red	10
Tabla de direccionamiento	10
Parte 1: construir la red y configurar los ajustes básicos del dispositivo y el direccionamiento de la interfaz	11
Paso 1. Cablee la red como se muestra en la topología.....	11
Paso 2: Configure los ajustes básicos para cada dispositivo.....	12
Configuración y ajustes básicos en los switches	15
Parte 2: configurar VRF y enrutamiento estático.	25
2.1 Configuración VRF-Lite y VRFs en R1, R2 y R3, como se muestra en la topología del diagrama.	26
2.2 Configuración de las interfaces IPv4 e IPv6 en R1, R2 y R3 para cada	29
2.3 Configuración de las rutas estáticas predeterminadas que apuntan a R2, en R1 y R3.	36
2.4 Verificar la conectividad en VRF	39
Parte 3: Configuración de la capa 2.....	40
3.1 Desactivación de las interfaces sin uso en los switches D1, D2 y A1.....	41
3.2 Configuración de enlaces troncales para R1 y R3.	41
3.3 Configuración de Etherchannel en D1 y A1.	42
3.4 Configuración de los puertos de acceso para los hosts en los switches.....	43
3.5 Verificación de conectividad entre los hosts PC1 a PC2 y PC3 a PC4.....	44
Parte 4: Configuración de seguridad en la red.....	45

4.1 Configuración del modo EXE privilegiado en los dispositivos.....	46
4.2 Creación de cuenta para usuario local en los dispositivos.....	46
4.3 Creación de AAA y habilitación de seguridad por AAA.....	47
CONCLUSIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escenario 1	10
Figura 2.Simulación escenario GNS3	11
Figura 3.Configuración básica en R1	13
Figura 4.Configuración básica en R2.....	14
Figura 5.Configuración básica en R3.....	14
Figura 6.Configuración básica en D1	16
Figura 7.Configuración básica en D2.....	17
Figura 8.Configuración básica en A1	18
Figura 9.Configuración basica R1	19
Figura 10.Configuración básica R2.....	20
Figura 11.Configuración básica R3.....	20
Figura 12.Configuración básica D1	21
Figura 13.Configuración básica D2.....	22
Figura 14.Configuración básica A1	22
Figura 15. Direccionamiento en PC1	23
Figura 16. Direccionamiento en PC2	24
Figura 17. Direccionamiento en PC3	24
Figura 18. Direccionamiento en PC4	25
Figura 19.Router R1	27
Figura 20.Router R2	28
Figura 21.Router R3	29
Figura 22.Configuración Router R1	34
Figura 23.Configuración Router R2	35
Figura 24.Configuración Router R3	35
Figura 25.rutas estáticas R1	36
Figura 26.rutas estáticas R2	37
Figura 27.rutas estáticas R3	38
Figura 28.conectividad en VRF.....	39
Figura 29.conectividad en VRF.....	39
Figura 30.Prueba de conectividad desde PC1 a PC2 en IPv4-IPv6	45
Figura 31.Prueba de conectividad desde PC1 a PC2 en IPv4-IPv6	45
Figura 32.Información del router con AAA habilitado en R1.	49
Figura 33.Información del router con AAA habilitado en R2.	49
Figura 34.Información del router con AAA habilitado en R3.	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Direcciones de la red	10
Tabla 2. Tareas a realizar para la segunda parte.	26
Tabla 3 Listado de comandos para configuración de interfaces.	29
Tabla 4 Tareas de configuración para la conectividad final.	40
Tabla 5 Comandos para la desactivación de interfaces.....	41
Tabla 6 Comandos para la configuración de enlaces troncales.....	41
Tabla 7 Comandos para la configuración de Etherchannel.	42
Tabla 8 Comandos para la configuración de puertos de acceso.	43
Tabla 9 Tareas de configuración para la seguridad.	45
Tabla 10 Comandos para la configuración de EXE privilegiado	46
Tabla 11 Comandos para la creación de usuario local	46
Tabla 12 Comandos para la habilitación y autenticación por AAA.	47

GLOSARIO

Protocolo de enrutamiento: Es un conjunto de reglas que determinan cómo los datos se transmiten a través de una red. El protocolo de enrutamiento es responsable de decidir el mejor camino para enviar los datos desde su origen hasta su destino.

Switch: Es un dispositivo de red que se utiliza para conectar varios dispositivos en una red local. El switch actúa como un controlador de tráfico para la red y puede enviar datos entre dispositivos de manera eficiente.

Router: Es un dispositivo de red que se utiliza para conectar varias redes y proporcionar una ruta para que los datos viajen de una red a otra. El router es responsable de tomar decisiones de enrutamiento y enviar los datos en el camino más eficiente.

Networking: Es la práctica de conectar dispositivos de hardware y software para crear una red de computadoras. La networking es una disciplina importante en la informática y se utiliza para conectar y comunicar dispositivos en empresas, hogares y otras organizaciones.

Protocolo BGP: Border Gateway Protocol (BGP) es un protocolo de enrutamiento utilizado para intercambiar información de enrutamiento entre diferentes sistemas autónomos en una red de internet. BGP es un protocolo complejo y altamente configurable utilizado por proveedores de servicios de internet y grandes redes empresariales.

NTP: Network Time Protocol (NTP) es un protocolo utilizado para sincronizar la hora en los dispositivos de una red. NTP es utilizado por los dispositivos de la red para asegurar que todos estén sincronizados en la misma hora.

STP: Spanning Tree Protocol (STP) es un protocolo utilizado para evitar bucles en una red de computadoras. STP funciona al bloquear selectivamente puertos de switch en la red para evitar que los datos se envíen en un bucle infinito.

RESUMEN

En esta evaluación de habilidades, se lleva a cabo la configuración multi-VRF (Virtual Routing and Forwarding) en una red de dispositivos Cisco, con el objetivo de soportar dos grupos de usuarios: "Usuarios Generales" y "Usuarios Especiales". Esta configuración se enfoca en permitir la accesibilidad completa entre los dispositivos de la red, mientras que los dos grupos de usuarios deben permanecer aislados entre sí, sin posibilidad de comunicación. Para lograr esto, se requiere una configuración cuidadosa de la conmutación y el enrutamiento en la red, utilizando protocolos y técnicas avanzadas de red, como VLAN (Virtual LAN) y ACL (Access Control Lists), así como también la implementación de políticas de enrutamiento y seguridad. Una vez finalizada la configuración, se realizan pruebas exhaustivas para asegurarse de que la red cumpla con las especificaciones proporcionadas y que los dispositivos funcionen según lo requerido.

Palabras clave: CISCO, CCNP, Conmutación, Enrutamiento, Redes, Multi-VRF.

ABSTRACT

In this skills assessment, the multi-VRF (Virtual Routing and Forwarding) configuration is carried out in a network of Cisco devices, with the aim of supporting two groups of users: "General Users" and "Special Users". This configuration focuses on allowing full accessibility between the devices on the network, while the two groups of users must remain isolated from each other, with no possibility of communication. Achieving this requires careful configuration of switching and routing in the network, using advanced networking protocols and techniques, such as VLANs (Virtual LANs) and ACLs (Access Control Lists), as well as implementation of routing policies and security. After the configuration is complete, extensive testing is performed to ensure that the network meets the specifications provided and that the devices function as required.

Keywords: CISCO, CCNP, Switching, Routing, Networks, Multi-VRF.

INTRODUCCION

En la presente prueba de habilidades, se aborda un desafío en la configuración de redes de comunicaciones, específicamente en la implementación de una configuración multi-VRF (Virtual Routing and Forwarding) para soportar dos grupos de usuarios: "Usuarios Generales" y "Usuarios Especiales", los cuales deben estar separados mediante el uso de VLANs. Para lograrlo, se realizan ajustes básicos en la configuración de los dispositivos de red, incluyendo la asignación de direccionamiento IP a las interfaces que alimentan los segmentos de red. Luego, se procede a la configuración de los VRF-Lite en los tres enrutadores de la red y se realiza la asignación de las rutas estáticas adecuadas para permitir la admisión de accesibilidad de un extremo a otro, verificando la conectividad mediante el uso de comandos de ping desde R3 a cada VRF.

El objetivo final de la prueba es asegurar la accesibilidad completa de un extremo a otro en la red, mientras que los dos grupos de usuarios permanecen aislados entre sí, sin posibilidad de comunicación. Para ello, se realiza una verificación exhaustiva de las configuraciones, asegurándose de que cumplan con las especificaciones proporcionadas y que los dispositivos funcionen según lo requerido para resolver la problemática propuesta.

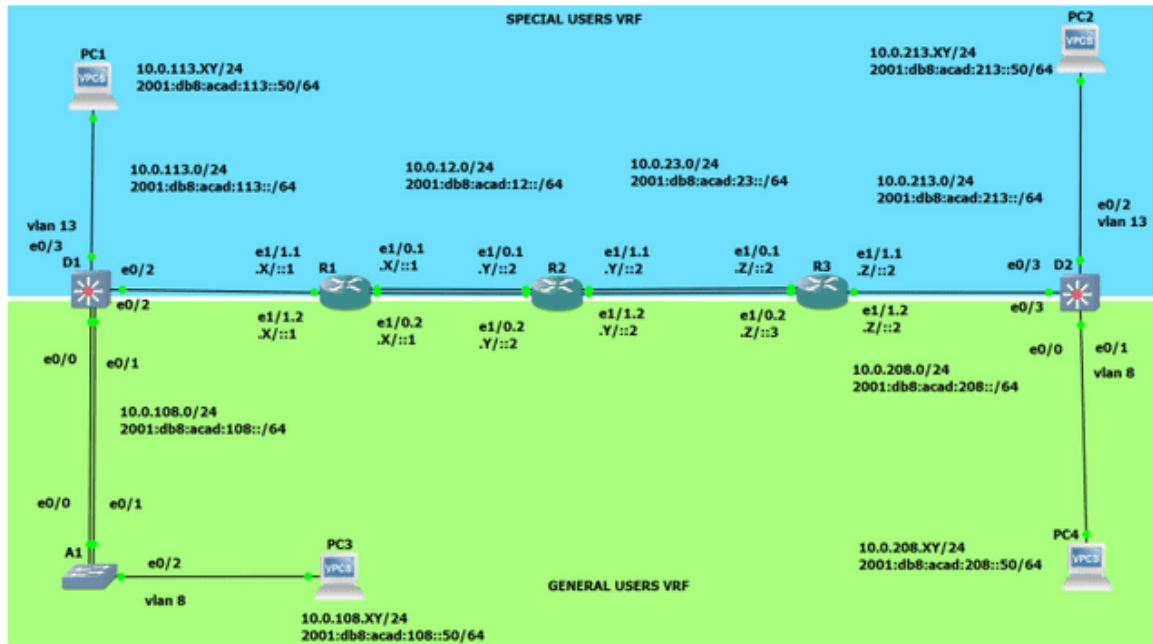
En resumen, la prueba de habilidades de configuración multi-VRF es un proceso desafiante que requiere un alto nivel de conocimientos y habilidades en el campo de las redes de comunicaciones. Es necesario comprender a fondo los conceptos de enrutamiento, conmutación, VLANs, VRFs, direccionamiento IP y seguridad de red, así como la capacidad de aplicarlos en la configuración de dispositivos de red. Con la finalidad de lograr una red de comunicaciones segura, escalable y eficiente.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Topología de la red

Figura 1. Escenario 1

Topología de la Red:



Fuente: Paso 6 informe de avance

Tabla de direccionamiento

Tabla 1. Direcciones de la red

Device	Interface	IPv4 Address	IPv6 Address	IPv6 Link-Local
R1	E1/0.1	10.0.12.9/24	2001:dby:acad:12::1/64	fe0::1:1
	E1/0.2	10.0.12.9/24	2001:dby:acad:12::1/64	fe0::1:2
	E1/1.1	10.0.113.9/24	2001:dby:acad:113::1/64	fe0::1:3
	E1/1.2	10.0.10y.9/24	2001:dby:acad:10y::1/64	fe0::1:4
R2	E1/0.1	10.0.12.y/24	2001:dby:acad:12::2/64	fe0::2:1
	E1/0.2	10.0.12.y/24	2001:dby:acad:12::2/64	fe0::2:2
	E1/1.1	10.0.23.y/24	2001:dby:acad:23::2/64	fe0::2:3

	E1/1.2	10.0.23.y/24	2001:dby:acad:23::2/64	fey0::2:4
R3	E1/0.1	10.0.23.0/24	2001:dby:acad:23::3/64	fey0::3:1
	E1/0.2	10.0.23.0/24	2001:dby:acad:23::3/64	fey0::3:2
	E1/1.1	10.0.213.0/24	2001:dby:acad:213::1/64	fey0::3:3
	E1/1.2	10.0.20y.0/24	2001:dby:acad:20y::1/64	fey0::3:4
PC1	NIC	10.0.113.9y/24	2001:dby:acad:113::50/64	EUI-64
PC2	NIC	10.0.213.9y/24	2001:dby:acad:213::50/64	EUI-64
PC3	NIC	10.0.10y.9y/24	2001:dby:acad:10y::50/64	EUI-64
PC4	NIC	10.0.20y.9y/24	2001:dby:acad:20y::50/64	EUI-64

Nota: las letras “X, Y, Z” corresponden a los últimos tres dígitos de su número de cédula

CC: 1096214980

X: 9

Y: 8

Z: 0

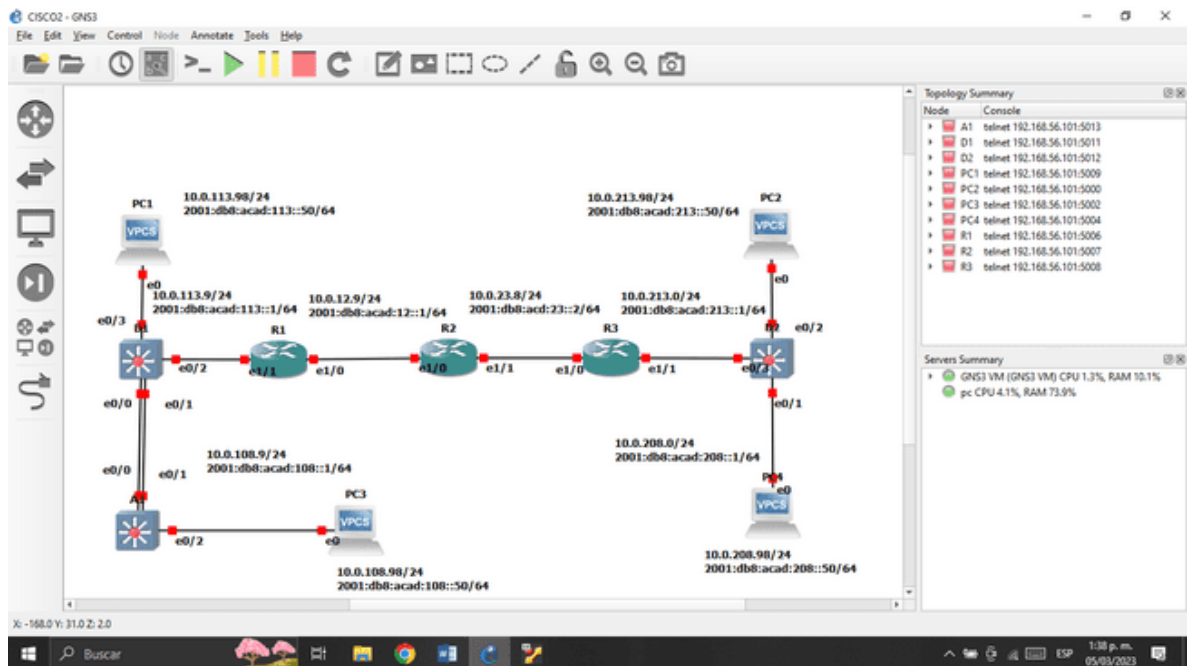
Parte 1: construir la red y configurar los ajustes básicos del dispositivo y el direccionamiento de la interfaz

En la Parte 1, se configura la topología de la red y se configura los ajustes básicos.

Paso 1. Cablee la red como se muestra en la topología.

Conecte los dispositivos como se muestra en el diagrama de topología y cablee según sea necesario.

Figura 2.Simulación escenario GNS3



Fuente: Autoría Propia

Paso 2: Configure los ajustes básicos para cada dispositivo.

Ingrese al modo de configuración global en cada uno de los dispositivos y aplique la configuración básica. Las configuraciones de inicio para cada dispositivo se proporcionan a continuación.

a. Ingrese al modo de configuración global en cada uno de los dispositivos y aplique la configuración básica.

Router R1

hostname R1

ipv6 unicast-routing

no ip domain lookup

banner motd # R1, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #

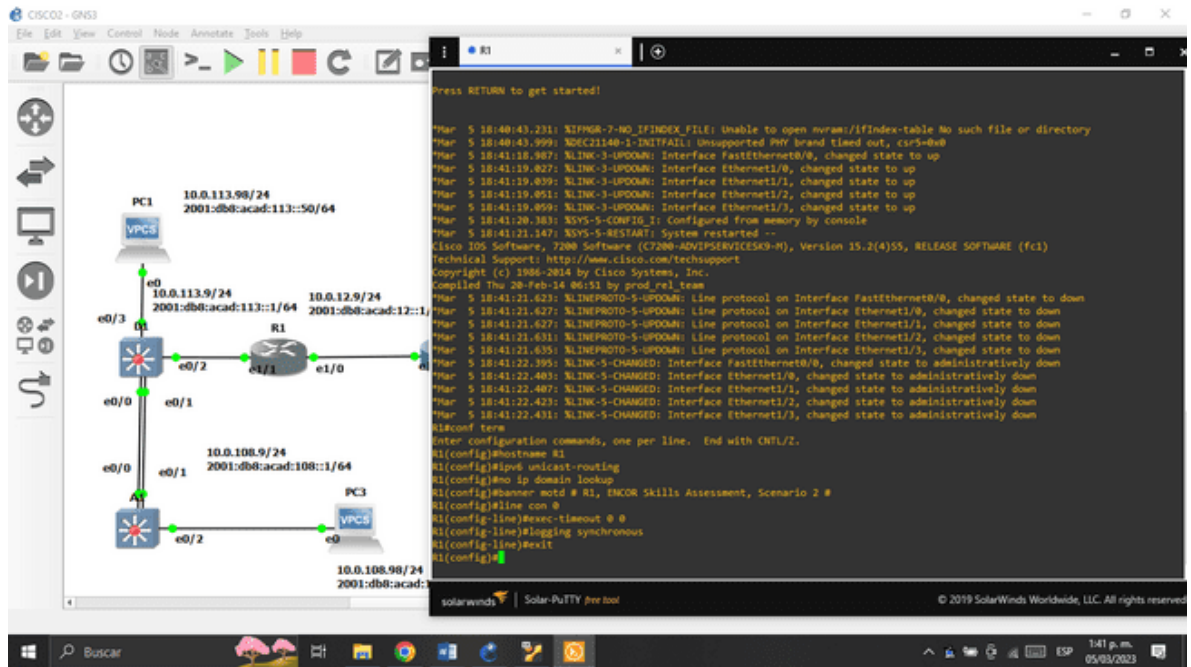
line con 0

exec-timeout 0 0

logging synchronous

exit

Figura 3. Configuración básica en R1



Fuente: Autoría Propia

Router R2

hostname R2

ipv6 unicast-routing

no ip domain lookup

banner motd # R2, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #

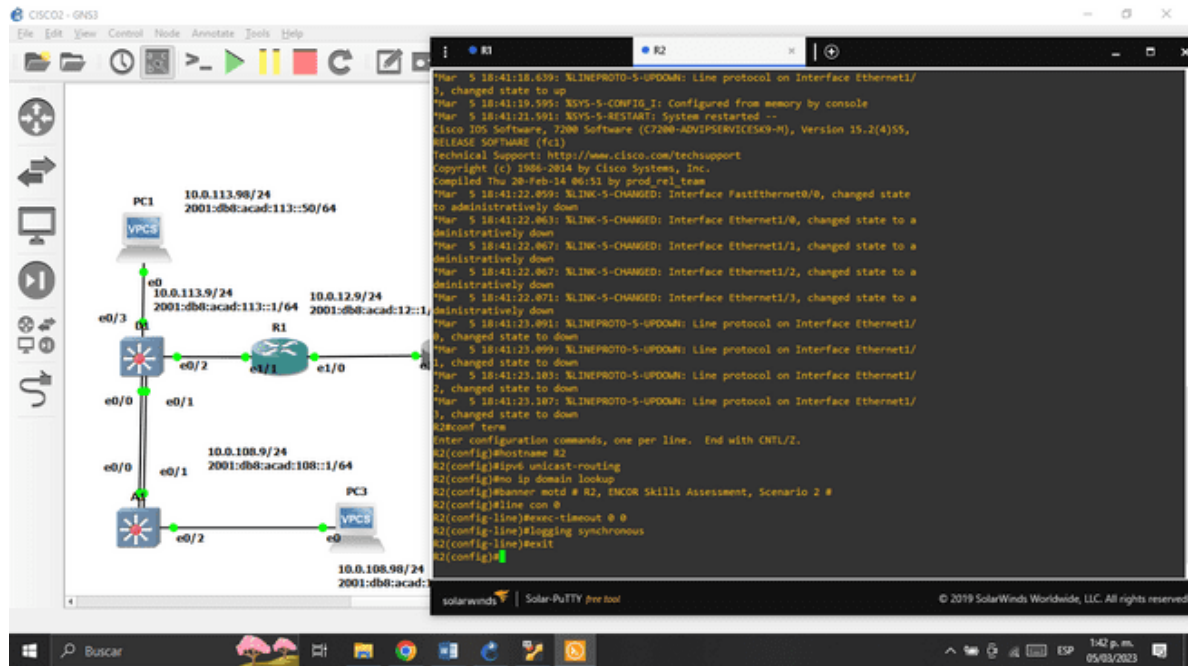
line con 0

exec-timeout 0 0

logging synchronous

exit

Figura 4. Configuración básica en R2



Fuente: Autoría Propia

Router R3

hostname R3

ipv6 unicast-routing

no ip domain lookup

banner motd # R3, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #

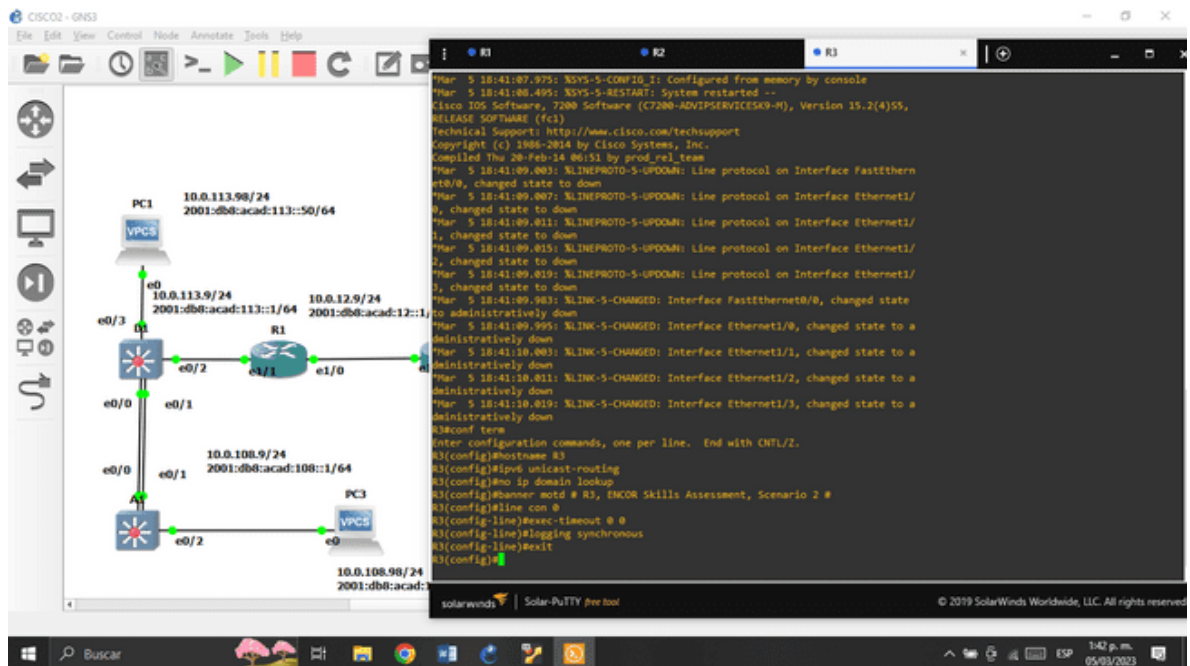
line con 0

exec-timeout 0 0

logging synchronous

exit

Figura 5. Configuración básica en R3



Fuente: Autoría Propia

Configuración y ajustes básicos en los switches

Switch D1

hostname D1

ip routing

ipv6 unicast-routing

no ip domain lookup

banner motd # D1, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #

line con 0

exec-timeout 0 0

logging synchronous

exit

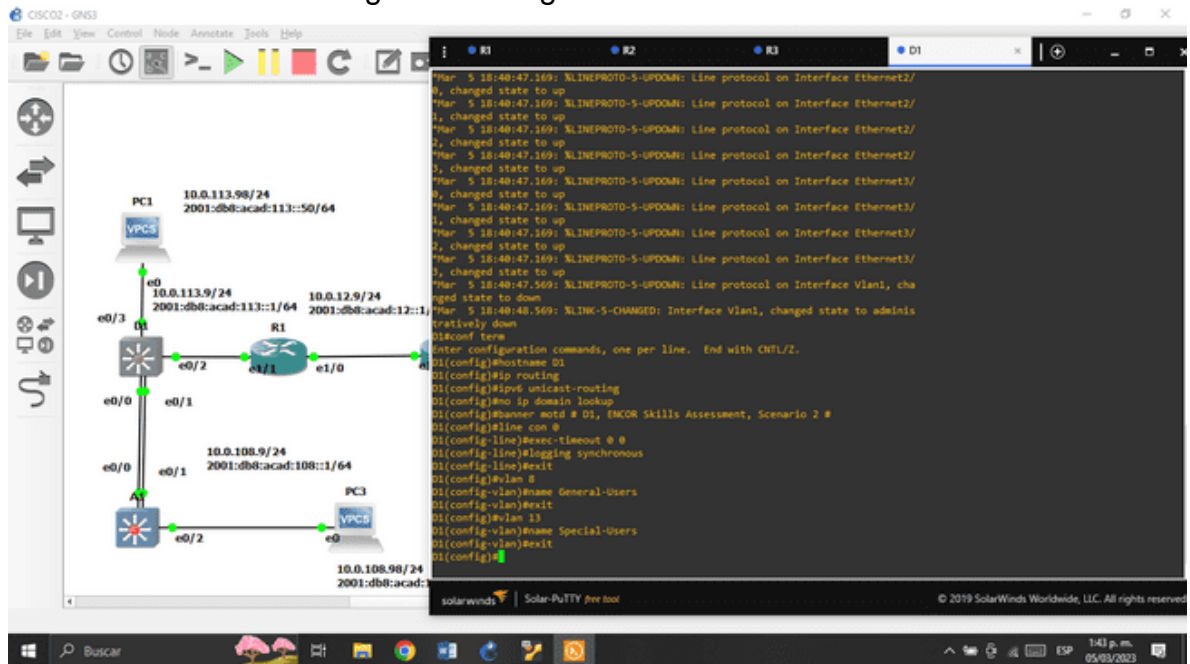
vlan 8

name General-Users

exit

```
vlan 13
name Special-Users
exit
```

Figura 6. Configuración básica en D1



Fuente: Autoría Propia

Switch D2

```
hostname D2
```

```
ip routing
```

```
ipv6 unicast-routing
```

```
no ip domain lookup
```

```
banner motd # D2, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #
```

```
line con 0
```

```
exec-timeout 0 0
```

```
logging synchronous
```

```
exit
```

```

vlan 8
name General-Users

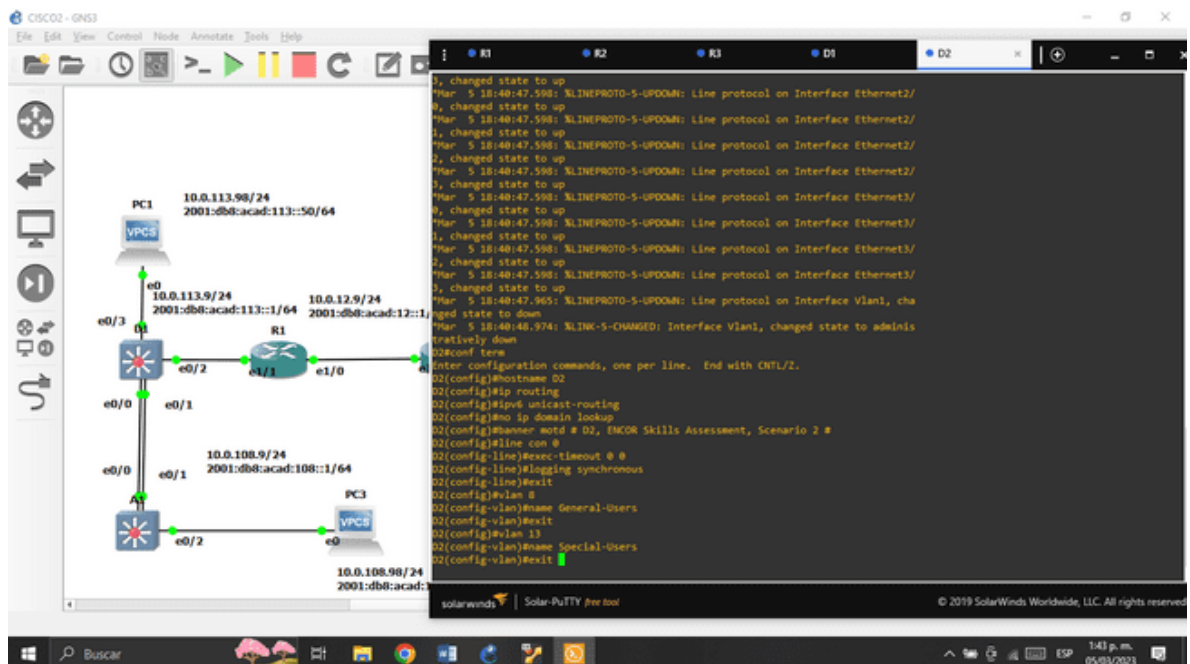
exit

vlan 13
name Special-Users

exit

```

Figura 7. Configuración básica en D2



Fuente: Autoría Propia

Switch A1

```

hostname A1

ipv6 unicast-routing

no ip domain lookup

banner motd # A1, ENCOR Skills Assessment, Scenario 2 #

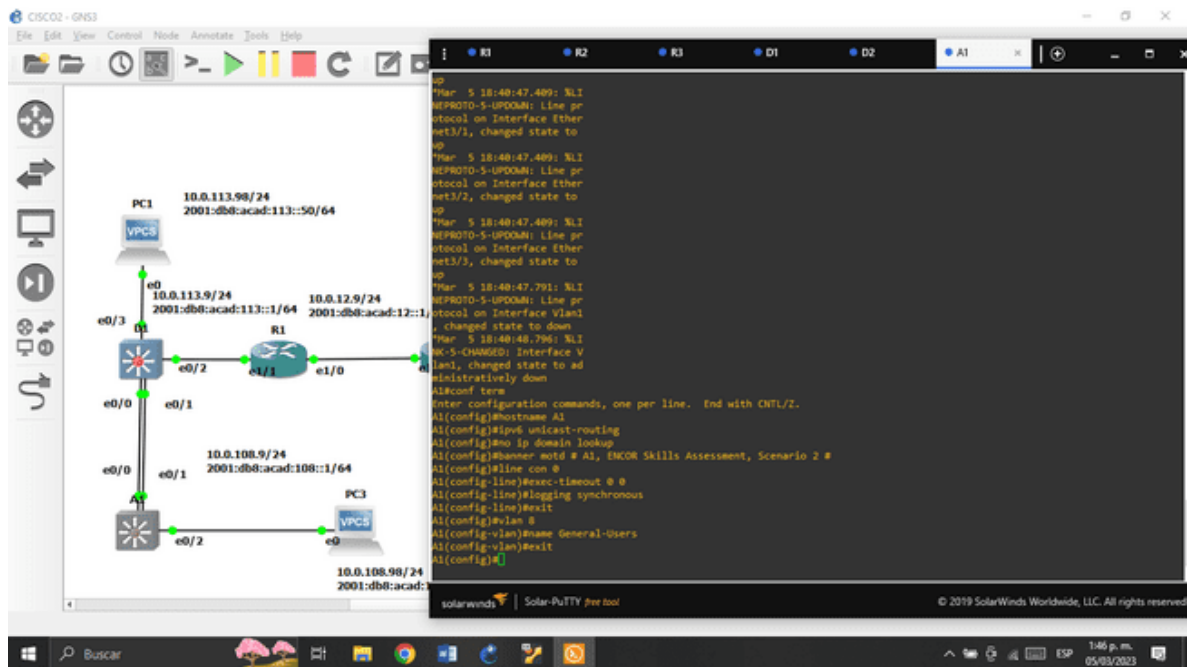
```

```

line con 0
exec-timeout 0 0
logging synchronous
exit
vlan 8
name General-Users
exit

```

Figura 8. Configuración básica en A1



Fuente: Autoría Propia

- Guarde las configuraciones en cada uno de los dispositivos.

Comando abreviado

Copy run st

R1#copy run st

Destination filename [startup-config]?

Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written by a different version of the system image.

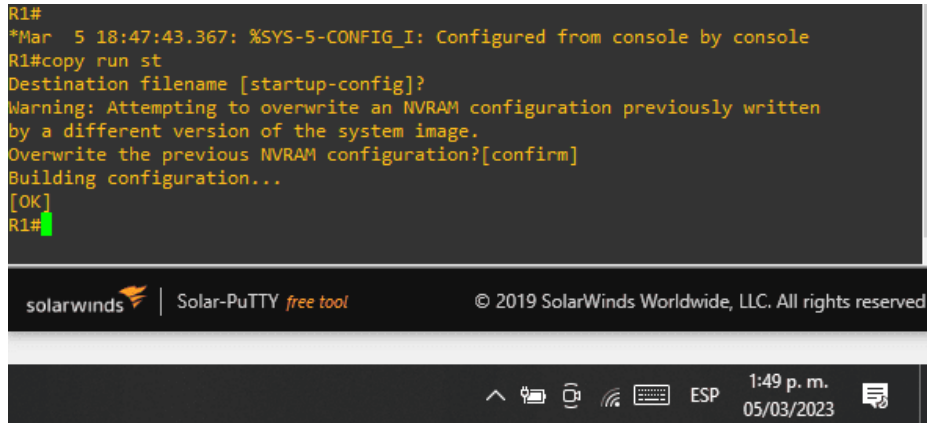
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]

Building configuration...

[OK]

R1#

Figura 9.Configuración basica R1



```
R1#
*Mar 5 18:47:43.367: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#copy run st
Destination filename [startup-config]?
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: Autoria propia

R2#copy run st

Destination filename [startup-config]?

Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.

Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]

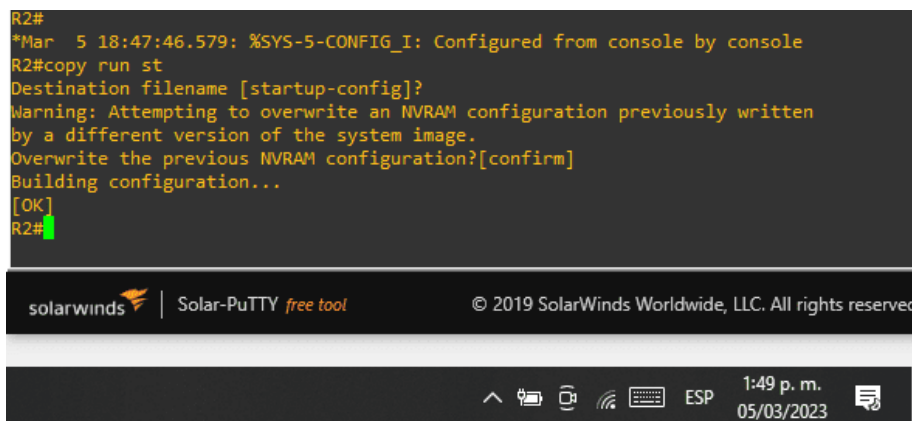
Building configuration...

[OK]

R2#

Figura 10. Configuración básica R2

```
R2#
*Mar 5 18:47:46.579: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#copy run st
Destination filename [startup-config]?
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#
```

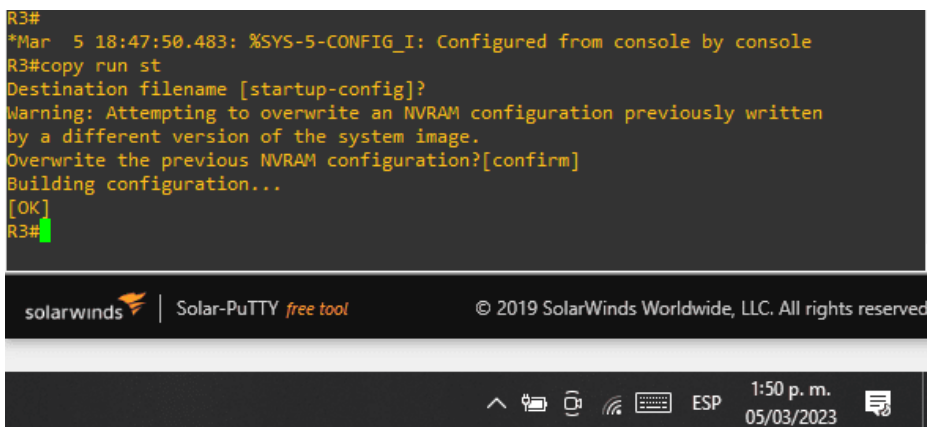


Fuente: Autoria propia

```
R3#copy run st
Destination filename [startup-config]?
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#
```

Figura 11. Configuración básica R3

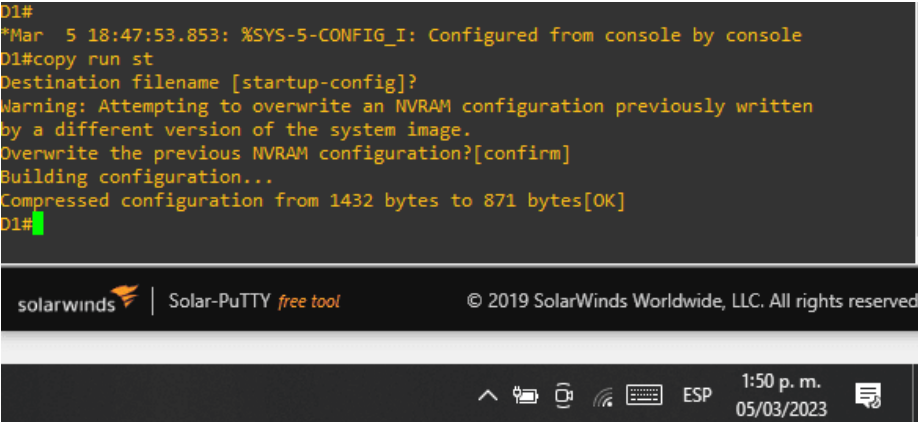
```
R3#
*Mar 5 18:47:50.483: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R3#copy run st
Destination filename [startup-config]?
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
[OK]
R3#
```



Fuente: Autoria propia

```
D1#copy run st
Destination filename [startup-config]?
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...
Compressed configuration from 1432 bytes to 868 bytes[OK]
D1#
```

Figura 12. Configuración básica D1



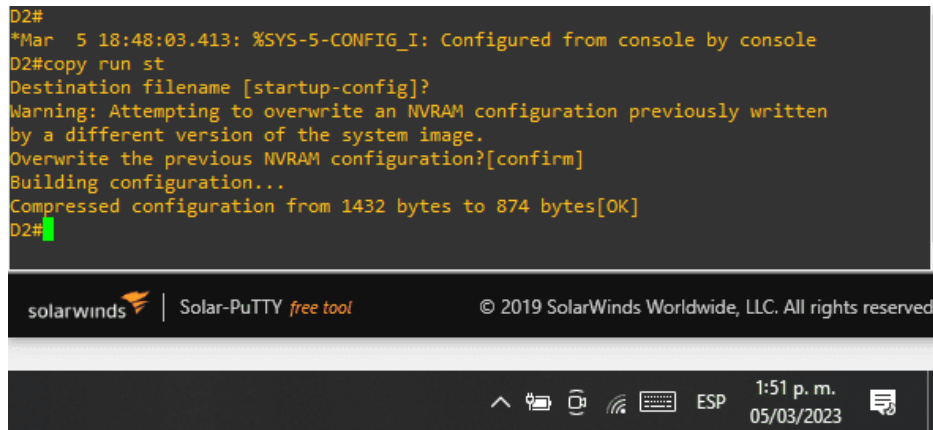
```
D1#
*Mar  5 18:47:53.853: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
D1#copy run st
Destination filename [startup-config]?
Warning: Attempting to overwrite an NVRAM configuration previously written
by a different version of the system image.
Overwrite the previous NVRAM configuration?[confirm]
Building configuration...
Compressed configuration from 1432 bytes to 871 bytes[OK]
D1#
```

Fuente: Autoria propia

```
D2#copy run st
Destination filename [startup-config]?
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...
Compressed configuration from 1432 bytes to 873 bytes[OK]
```

Figura 13. Configuración básica D2

```
D2#
*Mar 5 18:48:03.413: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
D2#copy run st
Destination filename [startup-config]?
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...
Compressed configuration from 1432 bytes to 874 bytes[OK]
D2#
```

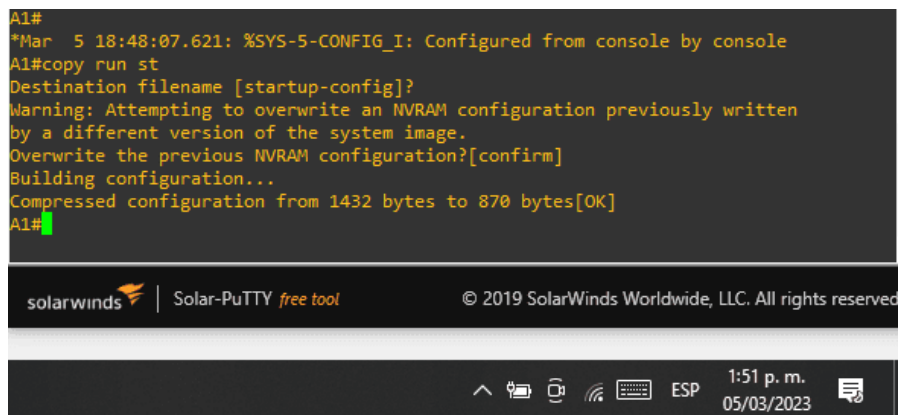


Fuente: Autoria propia

```
A1#copy run st
Destination filename [startup-config]?
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...
Compressed configuration from 1432 bytes to 868 bytes[OK]
```

Figura 14. Configuración básica A1

```
A1#
*Mar 5 18:48:07.621: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
A1#copy run st
Destination filename [startup-config]?
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...
Compressed configuration from 1432 bytes to 870 bytes[OK]
A1#
```



Fuente: Autoria propia

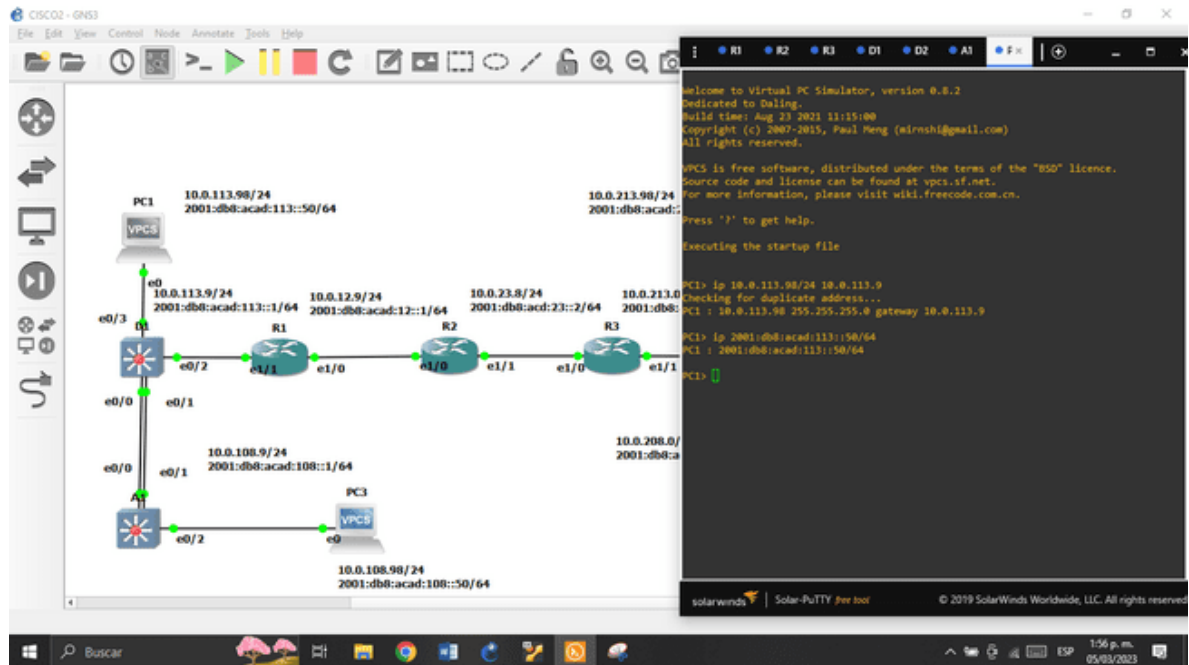
- Configure los PC1, PC2, PC3 y PC4 de acuerdo con la tabla de direccionamiento

PC1

ip 10.0.113.98/24 10.0.113.9

ip 2001:db8:acad:113::50/64

Figura 15. Direccionamiento en PC1



Fuente: Autoria propia

PC2

ip 10.0.213.98/24 10.0.213.0

ip 2001:db8:acad:213::50/64

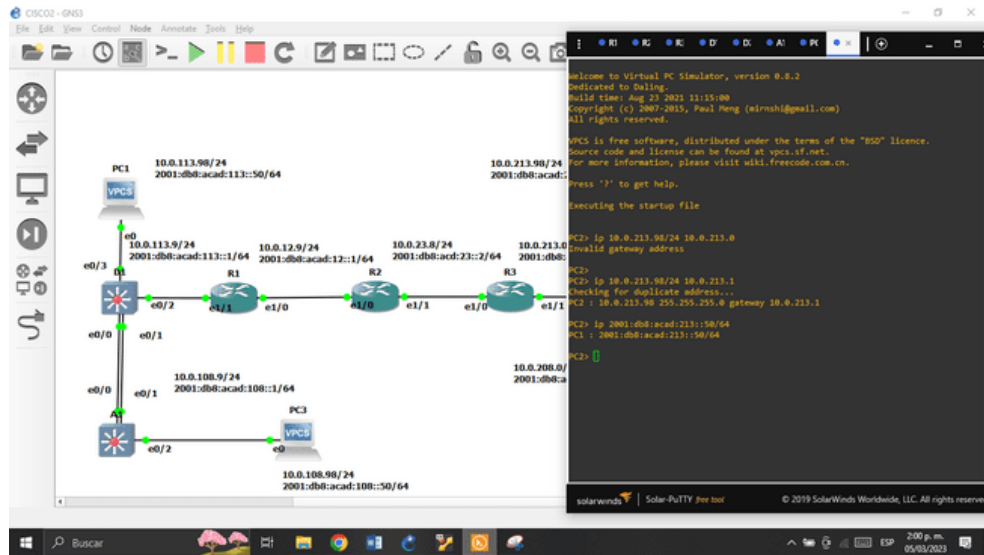
Lo anterior presenta Invalid gateway address 10.0.213.0

Cambio de dirección de puerta de enlace a 10.0.213.1

ip 10.0.213.98/24 10.0.213.1

ip 2001:db8:acad:213::50/64

Figura 16. Direccionamiento en PC2



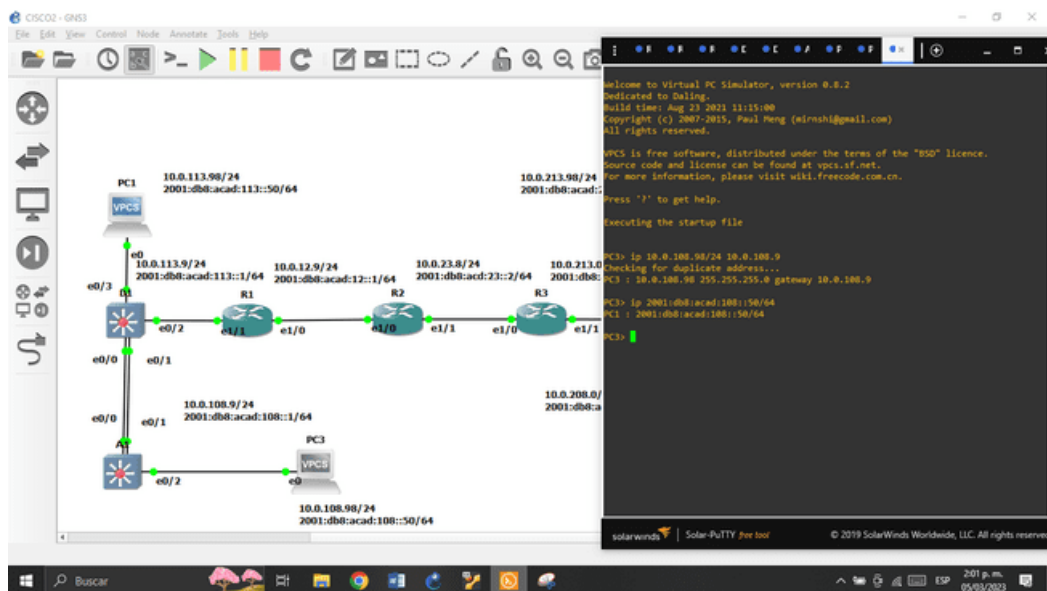
Fuente: Autoria propia

PC3

ip 10.0.108.98/24 10.0.108.9

ip 2001:db8:acad:108::50/64

Figura 17. Direccionamiento en PC3



Fuente: Autoria propia

PC4

ip 10.0.208.98/24 10.0.208.0

ip 2001:db8:acad:208::50/64

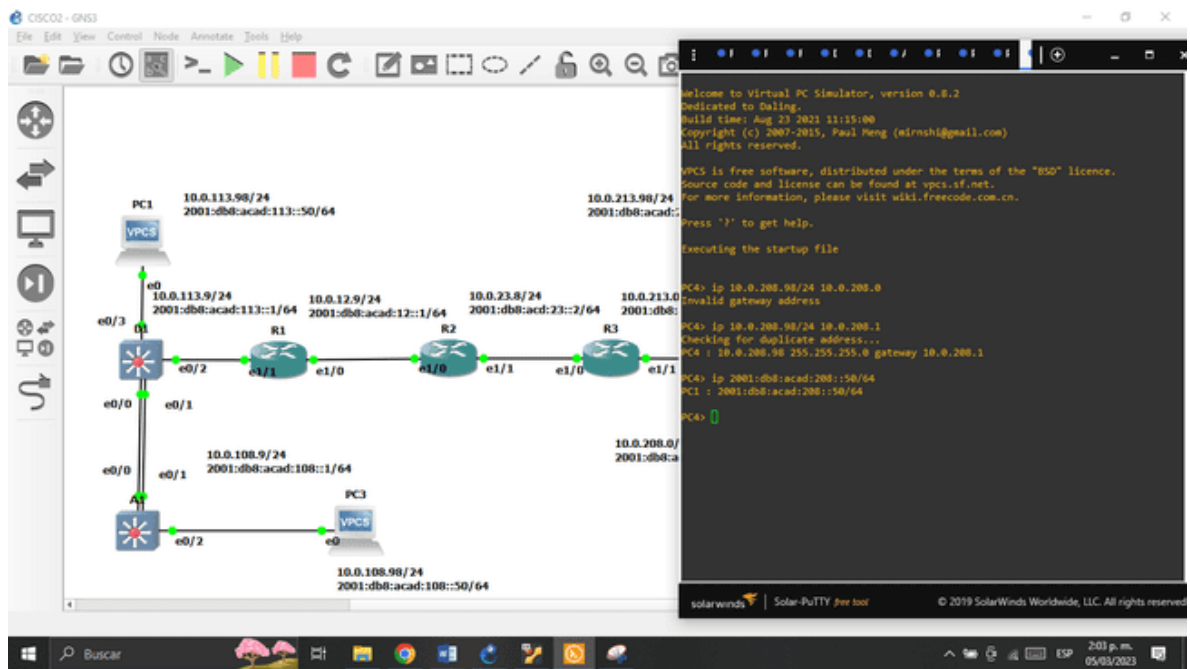
Lo anterior presenta Invalid gateway address 10.0.208.0

Cambio de dirección de puerta de enlace a 10.0.208.1

ip 10.0.208.98/24 10.0.208.1

ip 2001:db8:acad:208::50/64

Figura 18. Direccionamiento en PC4



Fuente: Autoria propia

Parte 2: configurar VRF y enrutamiento estático.

En esta parte de la evaluación de habilidades, configurará VRF-Lite en los tres enrutadores y las rutas estáticas adecuadas para admitir la accesibilidad de un extremo a otro. Al final de esta parte, R1 debería poder hacer ping a R3 en cada VRF.

Tabla 2. Tareas a realizar para la segunda parte.

Task#	Task	Specification
2.1	On R1, R2, and R3, configure VRF-Lite VRFs as shown in the topology diagram.	Configure two VRFs: <ul style="list-style-type: none"> • General-Users • Special-Users The VRFs must support IPv4 and IPv6.
2.2	On R1, R2, and R3, configure IPv4 and IPv6 interfaces on each VRF as detailed in the addressing table above.	All routers will use Router-On-A-Stick on their e1/1.x interfaces to support separation of the VRFs. Sub-interface 1: <ul style="list-style-type: none"> • In the Special Users VRF • Use dot1q encapsulation • IPv4 and IPv6 GUA and link-local addresses • Enable the interfaces Sub-interface 2: <ul style="list-style-type: none"> • In the General Users VRF • Use dot1q encapsulation • IPv4 and IPv6 GUA and link-local addresses • Enable the interfaces
2.3	On R1 and R3, configure default static routes pointing to R2.	Configure VRF static routes for both IPv4 and IPv6 in both VRFs.
2.4	Verify connectivity in each VRF.	From R1, verify connectivity to R3: <ul style="list-style-type: none"> • ping vrf General-Users 10.0.208.Z • ping vrf General-Users 2001:db8:acad:208::1 • ping vrf Special-Users 10.0.213.Z • ping vrf Special-Users 2001:db8:acad:213::1

2.1 Configuración VRF-Lite y VRFs en R1, R2 y R3, como se muestra en la topología del diagrama.

Configuración Router R1

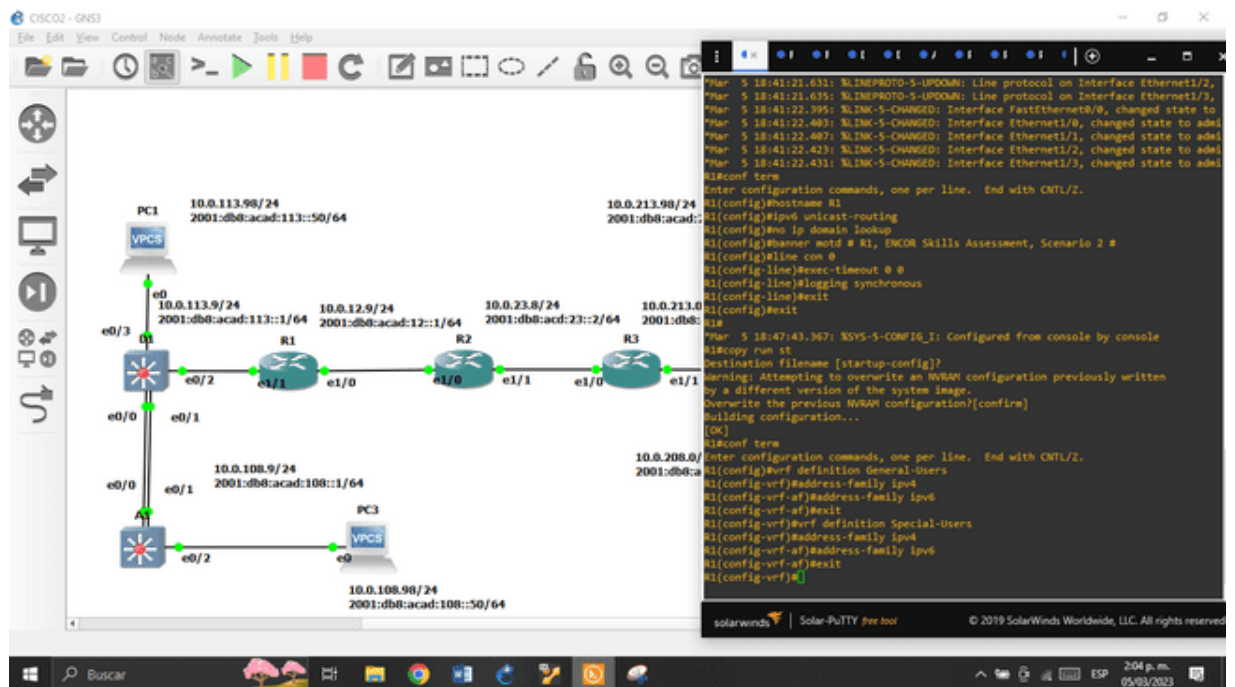
```
vrf definition General-Users
address-family ipv4
```

```

address-family ipv6
exit
vrf definition Special-Users
address-family ipv4
address-family ipv6
exit

```

Figura 19.Router R1



Fuente: Autoria propia

Configuración Router R2

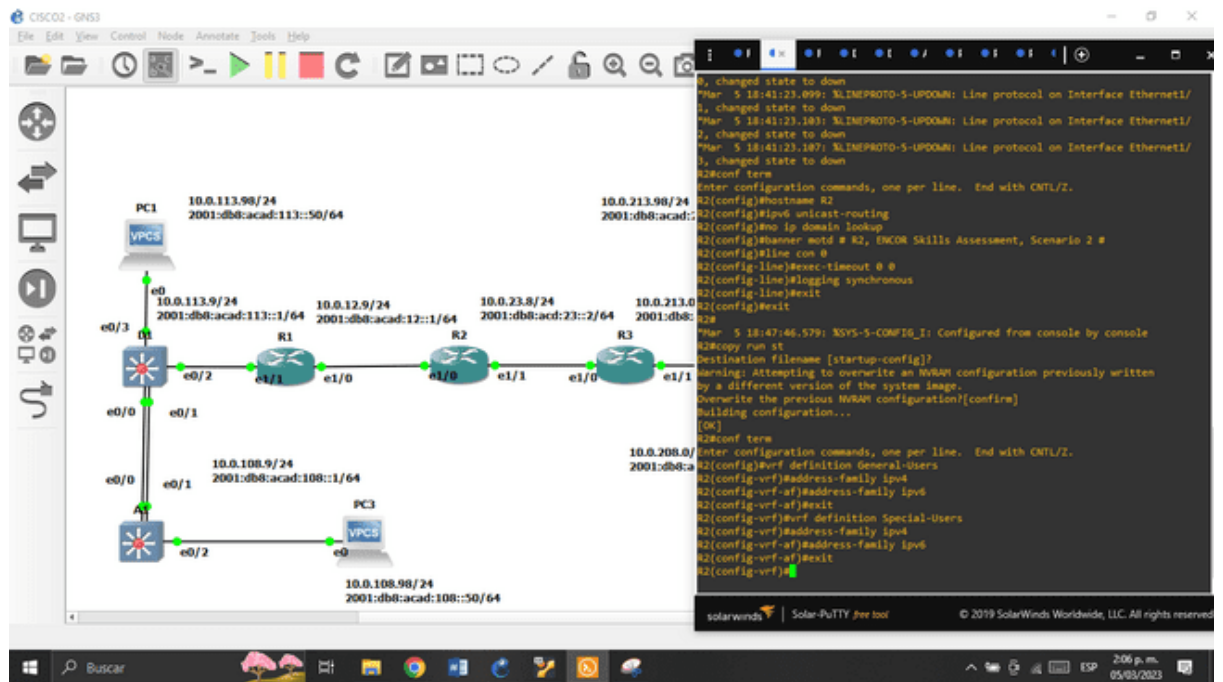
```

vrf definition General-Users
address-family ipv4
address-family ipv6

```

exit
vrf definition Special-Users
address-family ipv4
address-family ipv6
exit

Figura 20.Router R2



Fuente: Autoria propia

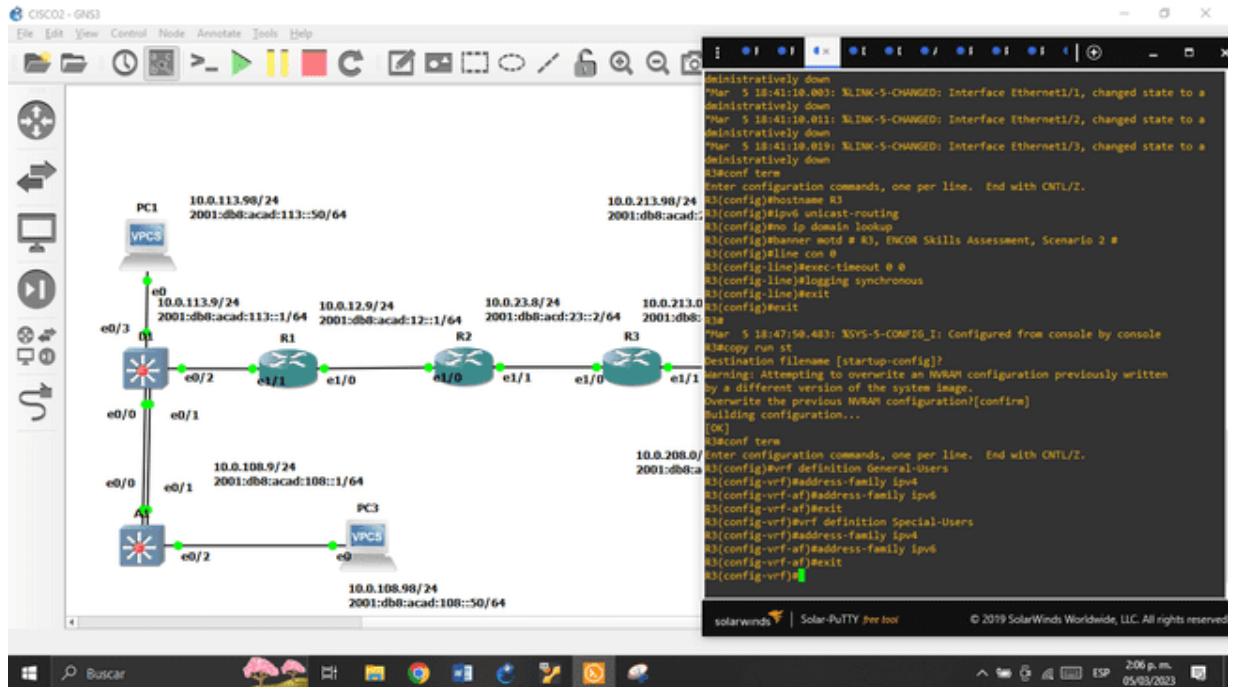
Configuración Router R3

vrf definition General-Users
address-family ipv4
address-family ipv6
exit
vrf definition Special-Users
address-family ipv4

address-family ipv6

exit

Figura 21.Router R3



Fuente: Autoria propia

2.2 Configuración de las interfaces IPv4 e IPv6 en R1, R2 y R3 para cada

VRF como esta detallada en la tabla 1 de direccionamiento.

Tabla 3 Listado de comandos para configuración de interfaces.

Configuración Router R1	Descripción
interface e1/0.1	Configuración de la sub-interface e1/0.1
encapsulation dot1q 13	Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q
vrf forwarding Special-Users	Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR Special-Users.
ip address 10.0.12.9 255.255.255.0	Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz.

<pre> ipv6 address fe80::1:1 link- local ipv6 address 2001:db8:acad:12::1/64 no shutdown exit interface e1/0.2 encapsulation dot1q 8 vrf forwarding General-Users ip address 10.0.12.9 255.255.255.0 ipv6 address fe80::1:2 link- local ipv6 address 2001:db8:acad:12::1/64 no shutdown exit interface e1/0 no ip address no shutdown exit interface e1/1.1 encapsulation dot1q 13 vrf forwarding Special-Users ip address 10.0.113.9 255.255.255.0 ipv6 address fe80::1:3 link- local ipv6 address 2001:db8:acad:113::1/64 no shutdown exit interface e1/1.2 encapsulation dot1q 8 vrf forward General-Users ip address 10.0.108.9 255.255.255.0 </pre>	<pre> Configuración de la sub-interface e1/0.2 Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR General-Users. Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz Configuración de la sub-interface e1/1.1 Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR Special-Users. Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz. Configuración de la sub-interface e1/1.2 Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR General-Users. Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz. </pre>
--	--

```
ipv6 address fe80::1:4 link-  
local  
ipv6 address  
2001:db8:acad:108::1/64  
no shutdown  
exit
```

```
interface e1/1  
no ip address  
no shutdown  
exit
```

Configuración Router R2

```
interface e1/0.1  
encapsulation dot1q 13  
vrf forwarding Special-Users  
ip address 10.0.12.8  
255.255.255.0  
ipv6 address fe80::2:1 link-  
local  
ipv6 address  
2001:db8:acad:12::2/64  
no shutdown  
exit
```

```
interface e1/0.2  
encapsulation dot1q 8  
vrf forwarding General-Users  
ip address 10.0.12.8  
255.255.255.0  
ipv6 address fe80::2:2 link-  
local  
ipv6 address  
2001:db8:acad:12::2/64  
no shutdown  
exit
```

```
interface e1/0  
no ip address
```

Descripción

Configuración de la sub-interface e1/0.1
Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q
Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR Special-Users.
Asignación de la dirección IPv4.
Asignación de la dirección IPv6.
Activación de la interfaz.

Configuración de la sub-interface e1/0.2
Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q
Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR General-Users.
Asignación de la dirección IPv4.
Asignación de la dirección IPv6.
Activación de la interfaz

Configuración de la sub-interface e1/1.1
Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q
Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR Special-Users.

<pre>no shutdown exit interface e1/1.1 encapsulation dot1q 13 vrf forwarding Special-Users ip address 10.0.23.8 255.255.255.0 ipv6 address fe80::2:3 link- local ipv6 address 2001:db8:acad:23::2/64 no shutdown exit interface e1/1.2 encapsulation dot1q 8 vrf forwarding General-Users ip address 10.0.23.8 255.255.255.0 ipv6 address fe80::2:4 link- local ipv6 address 2001:db8:acad:23::2/64 no shutdown exit interface e1/1 no ip address no shutdown exit</pre>	<pre>Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz. Configuración de la sub-interface e1/1.2 Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR General-Users. Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz.</pre>
--	---

Configuración Router R3

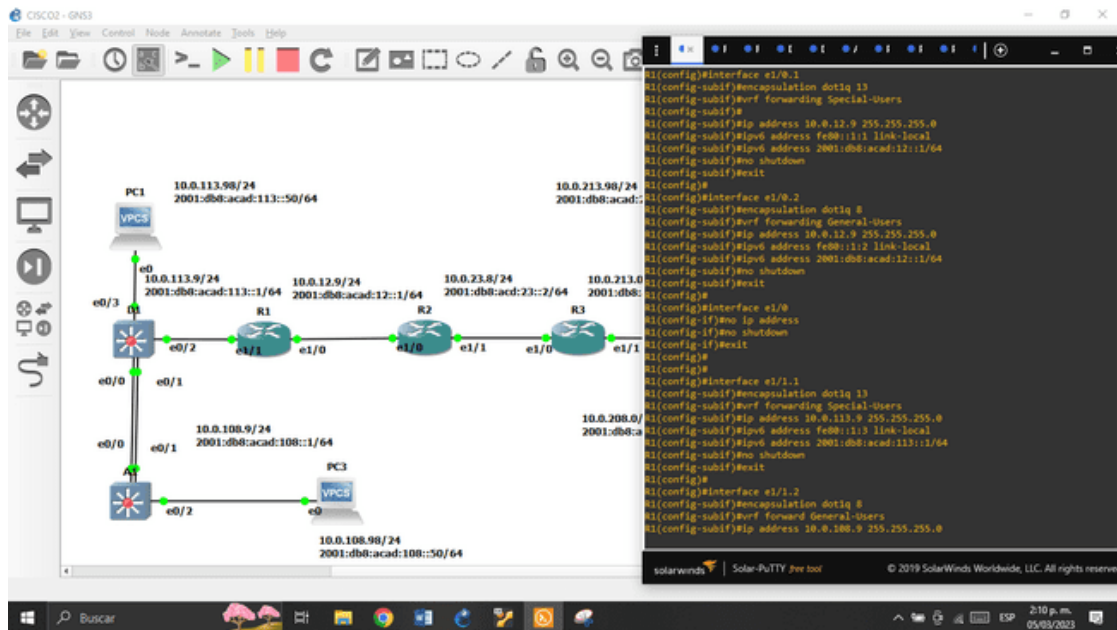
Descripción

<pre>Interface e1/0.1 encapsulation dot1q 13 vrf forwarding Special-Users ip address 10.0.23.1 255.255.255.0 ipv6 address fe80::3:1 link- local</pre>	<pre>Configuración de la sub-interface e1/0.1 Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR Special-Users. Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz.</pre>
---	---

<pre> ipv6 address 2001:db8:acad:23::3/64 no shutdown exit </pre>	<pre> Configuración de la sub-interface e1/0.2 Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR General-Users. </pre>
<pre> interface e1/0.2 encapsulation dot1q 8 vrf forwarding General-Users ip address 10.0.23.1 255.255.255.0 ipv6 address fe80::3:2 link- local ipv6 address 2001:db8:acad:23::3/64 no shutdown exit </pre>	<pre> Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz </pre>
<pre> interface e1/0 no ip address no shutdown exit </pre>	<pre> Configuración de la sub-interface e1/1.1 Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR Special-Users. Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz. </pre>
<pre> interface e1/1.1 encapsulation dot1q 13 vrf forwarding Special-Users ip address 10.0.213.1 255.255.255.0 ipv6 address fe80::3:3 link- local ipv6 address 2001:db8:acad:213::1/64 no shutdown exit </pre>	<pre> Configuración de la sub-interface e1/1.2 Encapsulamiento en protocolo IEEE 802.1Q Se crea la instancia para la tabla de enrutamiento de la VFR General-Users. Asignación de la dirección IPv4. Asignación de la dirección IPv6. Activación de la interfaz. </pre>
<pre> interface e1/1.2 encapsulation dot1q 8 vrf forward General-Users ip address 10.0.208.1 255.255.255.0 ipv6 address fe80::3:4 link- local ipv6 address 2001:db8:acad:208::1/64 no shutdown exit </pre>	

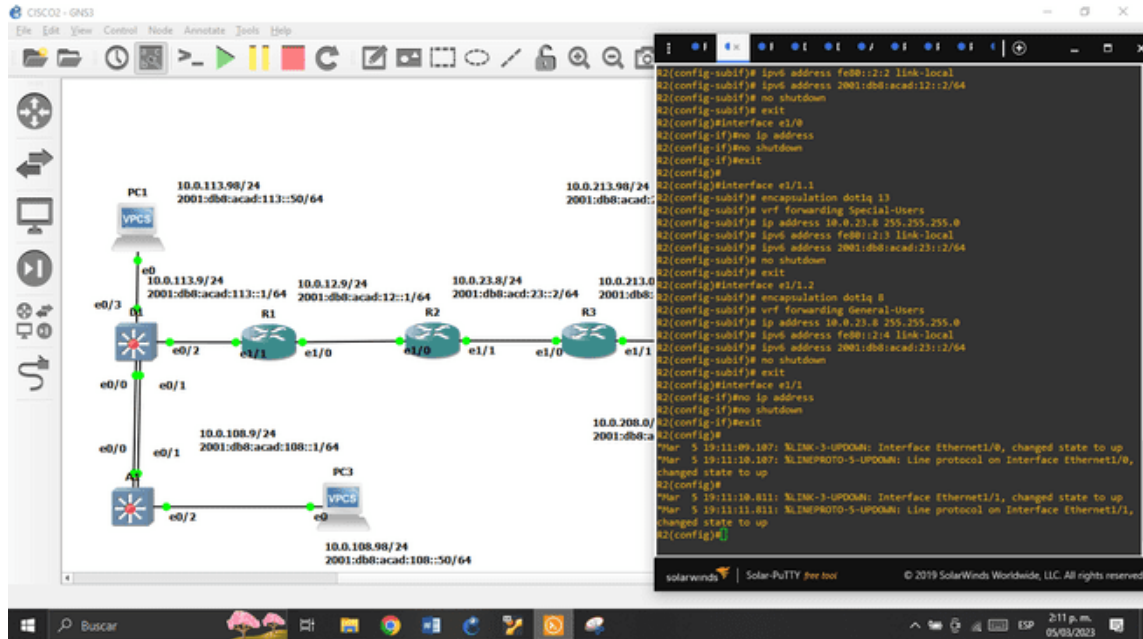
interface e1/1
no ip address
no shutdown
exit

Figura 22. Configuración Router R1



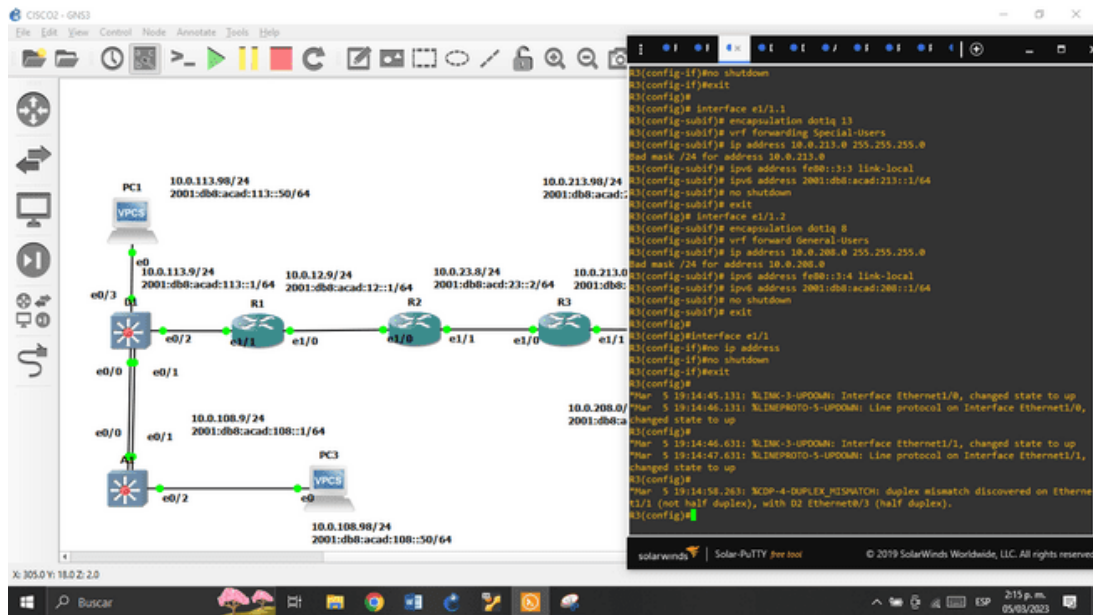
Fuente: Autoria propia

Figura 23. Configuración Router R2



Fuente: Autoría propia

Figura 24. Configuración Router R3



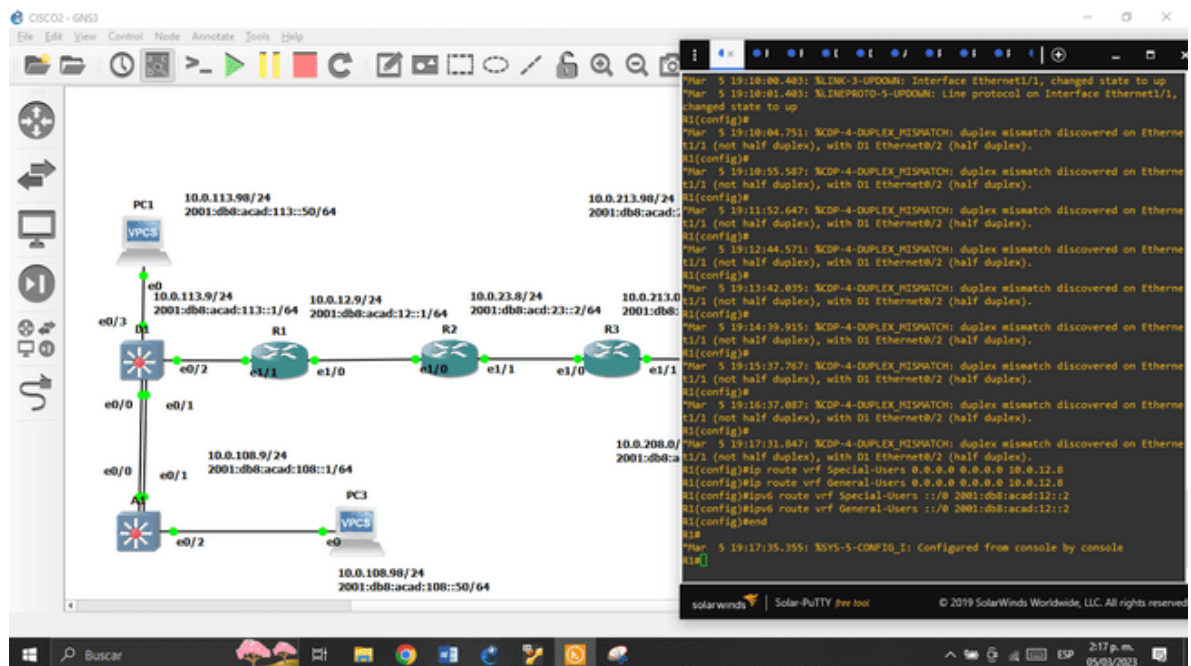
Fuente: Autoría propia

2.3 Configuración de las rutas estáticas predeterminadas que apuntan a R2, en R1 y R3.

Para el router R1

```
ip route vrf Special-Users 10.0.23.0 255.255.255.0 10.0.12.8
ip route vrf Special-Users 10.0.213.0 255.255.255.0 10.0.12.8
ipv6 route vrf Special-Users 2001:db8:acad:23::1/64 2001:db8:acad:12::2
ipv6 route vrf Special-Users 2001:db8:acad:213::1/64 2001:db8:acad:12::2
ip route vrf General-Users 10.0.23.0 255.255.255.0 10.0.12.8
ip route vrf General-Users 10.0.208.0 255.255.255.0 10.0.12.8
ipv6 route vrf General-Users 2001:db8:acad:23::2/64 2001:db8:acad:12::2
ipv6 route vrf General-Users 2001:db8:acad:208::2/64 2001:db8:acad:12::2
exit
```

Figura 25.rutas estáticas R1

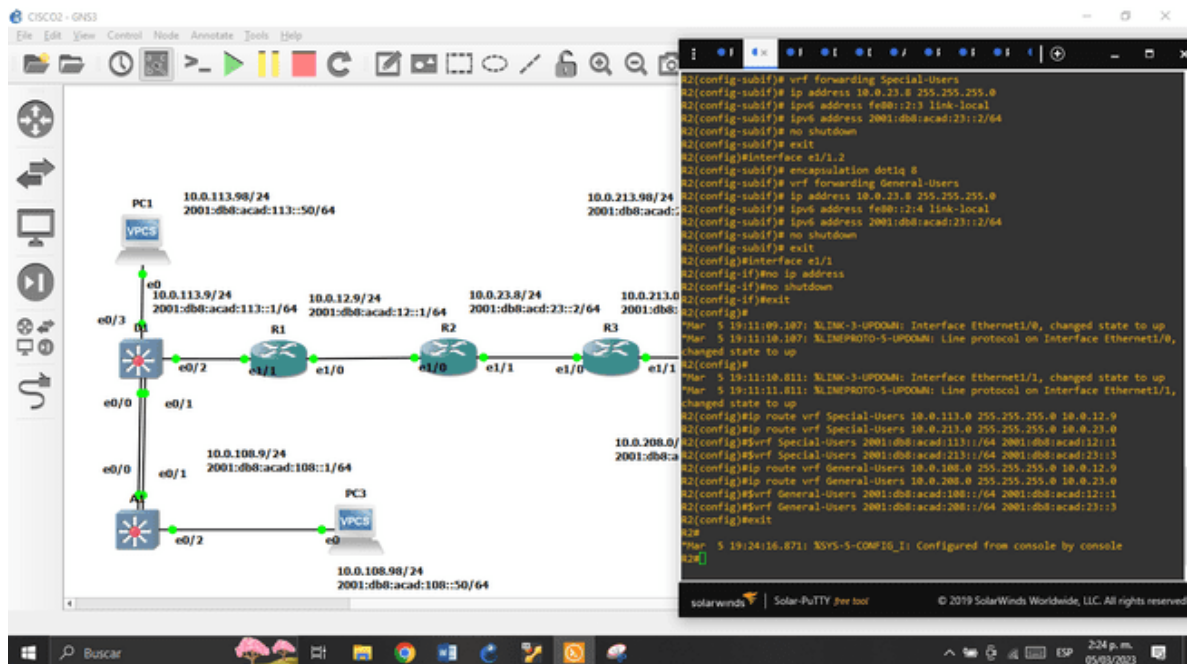


Fuente: Autoria propia

Para el router R2

```
ip route vrf Special-Users 10.0.113.0 255.255.255.0 10.0.12.9
ip route vrf Special-Users 10.0.213.0 255.255.255.0 10.0.23.1
ipv6 route vrf Special-Users 2001:db8:acad:113::/64 2001:db8:acad:12::1
ipv6 route vrf Special-Users 2001:db8:acad:213::/64 2001:db8:acad:23::3
ip route vrf General-Users 10.0.108.0 255.255.255.0 10.0.12.9
ip route vrf General-Users 10.0.208.0 255.255.255.0 10.0.23.1
ipv6 route vrf General-Users 2001:db8:acad:108::/64 2001:db8:acad:12::1
ipv6 route vrf General-Users 2001:db8:acad:208::/64 2001:db8:acad:23::3
exit
```

Figura 26.rutas estáticas R2

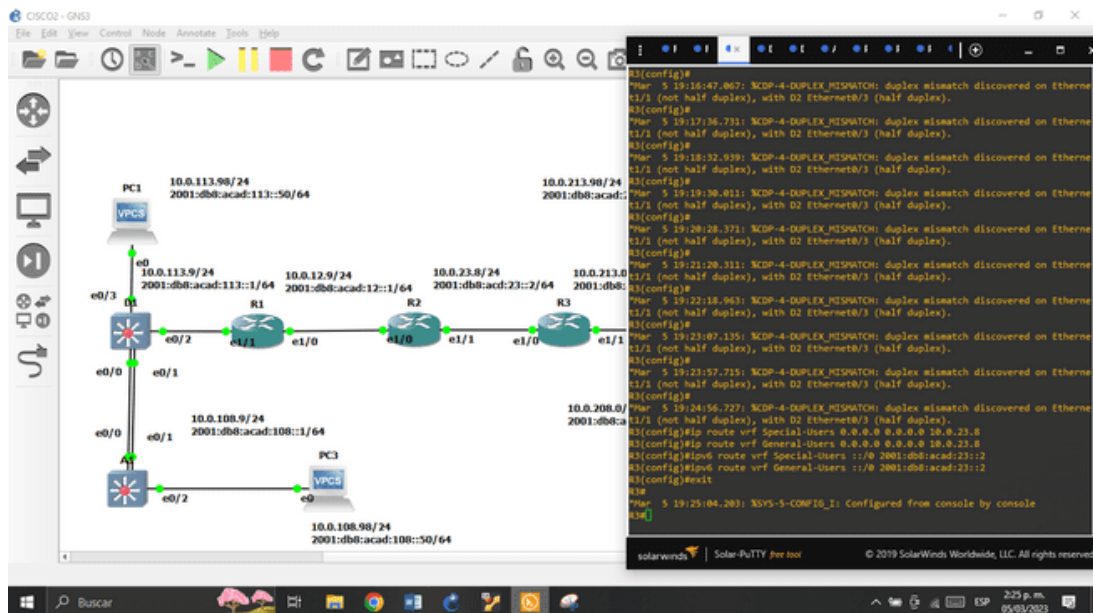


Fuente: Autoria propia

R3

```
ip route vrf Special-Users 10.0.12.0 255.255.255.0 10.0.23.8
ip route vrf Special-Users 10.0.113.0 255.255.255.0 10.0.23.8
ip route vrf General-Users 10.0.12.0 255.255.255.0 10.0.23.8
ip route vrf General-Users 10.0.108.0 255.255.255.0 10.0.23.8
ipv6 route vrf Special-Users 2001:db8:acad:12::1/64 2001:db8:acad:23::2
ipv6 route vrf Special-Users 2001:db8:acad:113::1/64 2001:db8:acad:23::2
ipv6 route vrf General-Users 2001:db8:acad:12::1/64 2001:db8:acad:23::2
ipv6 route vrf General-Users 2001:db8:acad:108::1/64 2001:db8:acad:23::2
exit
```

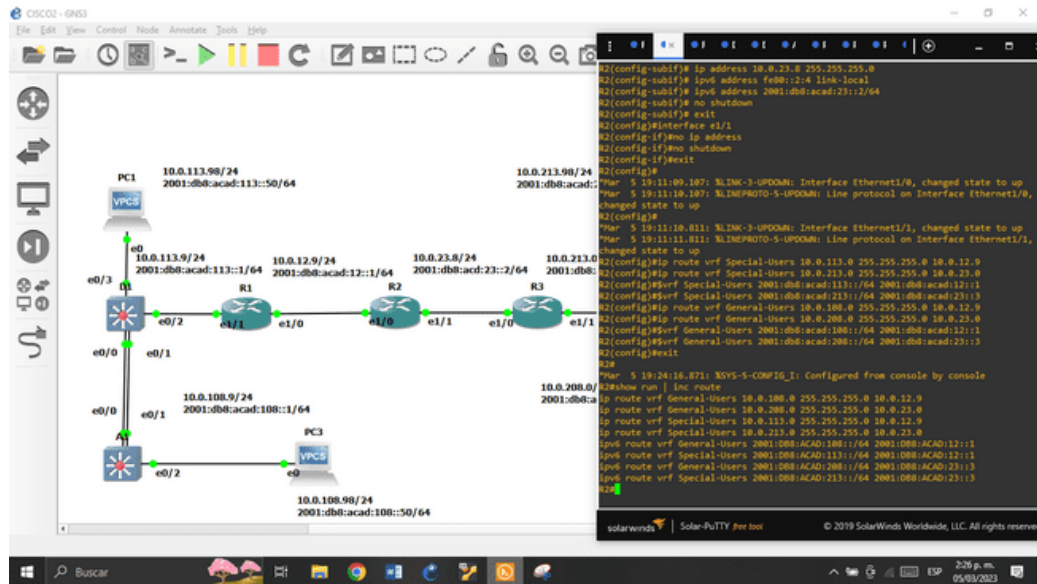
Figura 27.rutas estáticas R3



Fuente: Autoría propia

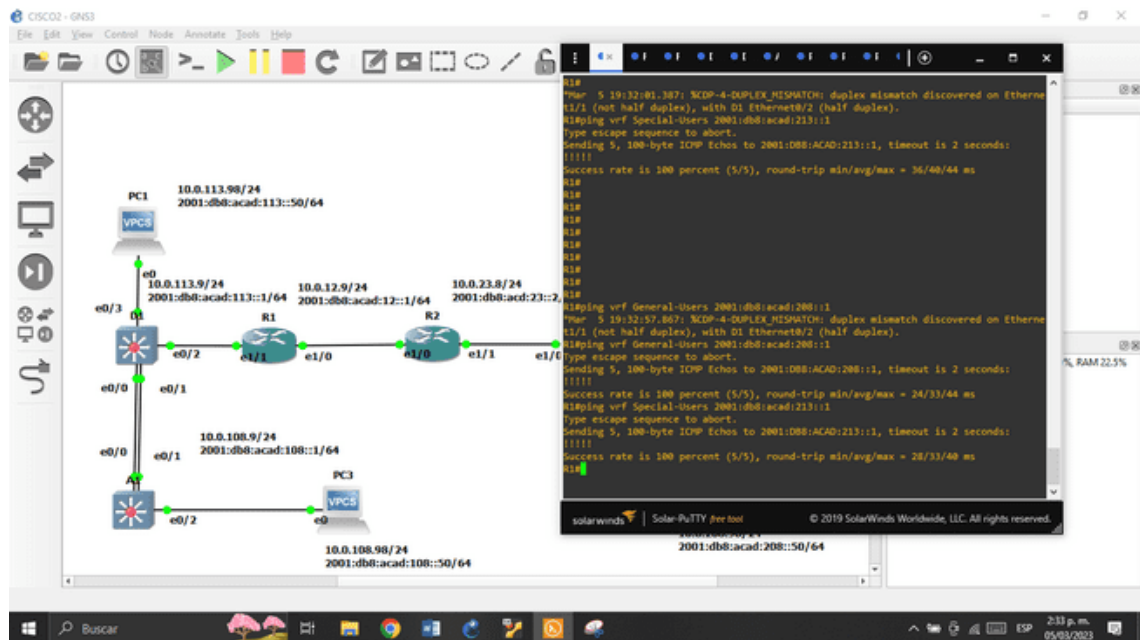
2.4 Verificar la conectividad en VRF

Figura 28.conectividad en VRF



Fuente: Autoría propia

Figura 29.conectividad en VRF



Fuente: Autoría propia

Parte 3: Configuración de la capa 2.

Las tareas para llevar a cabo entre los dispositivos para soportar conectividad final son:

Tabla 4 Tareas de configuración para la conectividad final.

Task#	Task	Specification
3.1	On D1, D2, and A1, disable all interfaces.	
3.2	On D1 and D2, configure the trunk links to R1 and R3.	Configure and enable the e0/3 link as a trunk link.
3.3	On D1 and A1, configure the EtherChannel.	On D1, configure and enable: <ul style="list-style-type: none"> • Interface e0/0 and e0/1 • Port Channel 1 using PAgP On A1, configure and enable: <ul style="list-style-type: none"> • Interface E0/0 and E0/1 • Port Channel 1 using PAgP
3.4	On D1, D2, and A1, configure access ports for PC1, PC2, PC3, and PC4.	Configure and enable the access ports as follows: <ul style="list-style-type: none"> • On D1, configure interface E0/3 as an accessport in VLAN 13 and enable Portfast. • On D2, configure interface E0/2 as an accessport in VLAN 13 and enable Portfast. • On D2, configure interface E0/1 as an accessport in VLAN 8 and enable Portfast. • On A1, configure interface E0/2 as an accessport in VLAN 8 and enable Portfast.
3.5	Verify PC to PC connectivity.	From PC1, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC2. From PC3, verify IPv4 and IPv6 connectivity to PC4.

3.1 Desactivación de las interfaces sin uso en los switches D1, D2 y A1.

Tabla 5 Comandos para la desactivación de interfaces.

Dispositivos y Comandos	Descripción
Configuración en A1 conf t interface range e3/0-3,e2/0-3,e1/0-3 shutdown exit	interface range: Rango de las interfaces que se desean. shutdown: Apaga la interfaz especificada exit: Salir de consola
Configuración en D1 conf t interface range e1/0-3,e2/0-3,e3/0-3 shutdown exit	interface range: Rango de las interfaces que se desean. shutdown: Apaga la interfaz especificada exit: Salir de consola
Configuración en D2 conf t interface range e1/0-3,e2/0-3,e3/0-3 shutdown exit	interface range: Rango de las interfaces que se desean. shutdown: Apaga la interfaz especificada exit: Salir de consola

Autoría. Propia.

3.2 Configuración de enlaces troncales para R1 y R3.

Tabla 6 Comandos para la configuración de enlaces troncales.

Dispositivos y Comandos	Descripción
Configuración en D1 interface range e0/2 switchport trunk encapsulation dot1q switchport mode trunk no shutdown exit	interface range: Rango de las interfaces que se desean. switchport trunk encapsulation dot1q: Asigna el tipo de encapsulación para el modo troncal

	switchport mode trunk: Activa el modo troncal en la interfaz no shutdown: Activa la interfaz especificada exit: Salir de consola
Configuración en D2 interface range e0/3 switchport trunk encapsulation dot1q switchport mode trunk no shutdown exit	interface range: Rango de las interfaces que se desean. switchport trunk encapsulation dot1q: Asigna el tipo de encapsulación para el modo troncal switchport mode trunk: Activa el modo troncal en la interfaz no shutdown: Activa la interfaz especificada exit: Salir de consola

Autoria. Propia.

3.3 Configuración de Etherchannel en D1 y A1.

Tabla 7 Comandos para la configuración de Etherchannel.

Dispositivos y Comandos	Descripción
Configuración en D1 interface range e0/0-1 switchport trunk encapsulation dot1q switchport mode trunk channel-group 1 mode desirable no shutdown	interface range: Rango de las interfaces que se desean. switchport trunk encapsulation dot1q: Asigna el tipo de encapsulación para el modo troncal switchport mode trunk: Activa el modo troncal en la interfaz channel-group 1 mode desirable: Asigna los puertos agrupados en modo activo para negociar con paquetes PAgP no shutdown: Activa la interfaz especificada
Configuración en A1 interface range e0/0-1	interface range: Rango de las interfaces que se desean.

switchport trunk encapsulation dot1q switchport mode trunk channel-group 1 mode desirable no shutdown	switchport trunk encapsulation dot1q: Asigna el tipo de encapsulación para el modo troncal switchport mode trunk: Activa el modo troncal en la interfaz channel-group 1 mode desirable: Asigna los puertos agrupados en modo activo para negociar con paquetes PAgP no shutdown: Activa la interfaz especificada
--	---

Autoria. Propia.

3.4 Configuración de los puertos de acceso para los hosts en los switches.

Tabla 8 Comandos para la configuración de puertos de acceso.

Dispositivos y Comandos	Descripción
Configuración en D1	
interface range e0/3 switchport mode access switchport access vlan 13 spanning-tree portfast no shutdown	interface range: Rango de las interfaces que se desean. switchport mode access: Asigna el puerto en modo acceso. switchport access vlan #: Asigna la vlan especificada en modo acceso. spanning-tree portfast: Asigna protección por BPDU empleando puerto de tipo rapido. no shutdown: Activa la interfaz especificada
Configuración en D2	
interface range e0/2 switchport mode access switchport access vlan 13 spanning-tree portfast no shutdown exit interface range e0/1 switchport mode access switchport access vlan 8 spanning-tree portfast	interface range: Rango de las interfaces que se desean. switchport mode access: Asigna el puerto en modo acceso. switchport access vlan #: Asigna la vlan especificada en modo acceso. spanning-tree portfast: Asigna protección por BPDU empleando puerto de tipo rapido. no shutdown: Activa la interfaz especificada

no shutdown

Configuración en A1

interface range e0/2
switchport mode access
switchport access vlan 8
spanning-tree portfast
no shutdown

interface range: Rango de las interfaces que se desean.
switchport mode access: Asigna el puerto en modo acceso.
switchport access vlan #: Asigna la vlan especificada en modo acceso.
spanning-tree portfast: Asigna protección por BPDU empleando puerto de tipo rapido.
no shutdown: Activa la interfaz especificada

Autoria. Propia.

3.5 Verificación de conectividad entre los hosts PC1 a PC2 y PC3 a PC4.

Con las configuraciones para conectividad final, se observan las pruebas para IPv4, IPv6 desde PC1 a PC2 y PC3 a PC4 como se requiere:

Figura 30. Prueba de conectividad desde PC1 a PC2 en IPv4-IPv6.

```
VPCS> show
NAME IP/MASK GATEWAY MAC LPORT RHOST:PORT
VPCS1 10.0.113.98/24 10.0.113.9 00:50:79:66:68:03 20038 127.0.0.1:20039
fe80::250:79ff:fe66:6803/64
2001:db8:acad:113::50/64

VPCS> ping 10.0.213.98

84 bytes from 10.0.213.98 icmp_seq=1 ttl=61 time=72.256 ms
84 bytes from 10.0.213.98 icmp_seq=2 ttl=61 time=42.798 ms
84 bytes from 10.0.213.98 icmp_seq=3 ttl=61 time=51.987 ms
84 bytes from 10.0.213.98 icmp_seq=4 ttl=61 time=63.578 ms
84 bytes from 10.0.213.98 icmp_seq=5 ttl=61 time=63.792 ms

VPCS> ping 2001:db8:acad:213::50

2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=1 ttl=58 time=74.558 ms
2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=2 ttl=58 time=53.846 ms
2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=3 ttl=58 time=53.308 ms
2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=4 ttl=58 time=53.792 ms
2001:db8:acad:213::50 icmp6_seq=5 ttl=58 time=39.672 ms

VPCS> []
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, L.P. All rights reserved. 10:08 p. m. 19/04/2023

Fuente: Autoria propia

Figura 31. Prueba de conectividad desde PC3 a PC4 en IPv4-IPv6.

```

VPCS> show
NAME      IP/MASK      GATEWAY      MAC          LPORT  RHOST:PORT
VPCS1    10.0.108.98/24  10.0.108.9   00:50:79:66:68:01  20034  127.0.0.1:20035
         fe80::250:79ff:fe66:6801/64
         2001:db8:acad:108::50/64

VPCS> ping 10.0.208.98

84 bytes from 10.0.208.98 icmp_seq=1 ttl=61 time=204.639 ms
84 bytes from 10.0.208.98 icmp_seq=2 ttl=61 time=50.190 ms
84 bytes from 10.0.208.98 icmp_seq=3 ttl=61 time=44.631 ms
84 bytes from 10.0.208.98 icmp_seq=4 ttl=61 time=53.363 ms
84 bytes from 10.0.208.98 icmp_seq=5 ttl=61 time=42.553 ms

VPCS> ping 2001:db8:acad:208::50

2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=1 ttl=58 time=139.696 ms
2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=2 ttl=58 time=55.607 ms
2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=3 ttl=58 time=53.331 ms
2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=4 ttl=58 time=63.975 ms
2001:db8:acad:208::50 icmp6_seq=5 ttl=58 time=62.303 ms

VPCS> [

```

Fuente: Autoria propia

Parte 4: Configuración de seguridad en la red.

Las tareas para llevar a cabo entre los dispositivos para garantizar seguridad en la red son:

Tabla 9 Tareas de configuración para la seguridad.

Task#	Task	Specification
4.1	On all devices, secure privileged EXE mode.	Configure an enable secret as follows: <ul style="list-style-type: none"> Algorithm type: SCRYPT Password: nombrestudianteXYZ.
4.2	On all devices, create a local user account.	Configure a local user: <ul style="list-style-type: none"> Name: admin Privilege level: 15 Algorithm type: SCRYPT Password: nombrestudianteXYZ.
4.3	On all devices, enable AAA and enable AAA authentication.	Enable AAA authentication using the localdatabase on all lines.

4.1 Configuración del modo EXE privilegiado en los dispositivos.

Tabla 10 Comandos para la configuración de EXE privilegiado

Dispositivos y Comandos	Descripción
Configuración en R1	
enable algorithm-type scrypt secret josesaldana980 exit	enable algorithm-type scrypt secret josesaldana980: Cifra y habilita con el algoritmo la contraseña josesaldana980 exit: Salir de consola
Configuración en R2	
enable algorithm-type scrypt secret josesaldana980 exit	enable algorithm-type scrypt secret josesaldana980: Cifra y habilita con el algoritmo la contraseña josesaldana980 exit: Salir de consola
Configuración en R3	
enable algorithm-type scrypt secret josesaldana980 exit	enable algorithm-type scrypt secret josesaldana980: Cifra y habilita con el algoritmo la contraseña josesaldana980 exit: Salir de consola

4.2 Creación de cuenta para usuario local en los dispositivos.

Tabla 11 Comandos para la creación de usuario local

Dispositivos y Comandos	Descripción
Configuración en R1	
username admin privilege 15 algorithm-type SCRYPT secret josesaldana980 exit	username admin privilege 15 algorithm-type SCRYPT secret josesaldana980: Cifra y habilita con el algoritmo específico, la contraseña josesaldana980 para el usuario admin con privilegio de nivel 15 exit: Salir de consola

Configuración en R2

```
username admin privilege 15
algorithm-type SCRYPT secret
josesaldana980
exit
```

```
username admin privilege 15
algorithm-type SCRYPT secret
josesaldana980: Cifra y habilita con
el algoritmo específico, la
contraseña josesaldana980 para el
usuario admin con privilegio de nivel
15
exit: Salir de consola
```

Configuración en R3

```
username admin privilege 15
algorithm-type SCRYPT secret
josesaldana980
exit
```

```
username admin privilege 15
algorithm-type SCRYPT secret
josesaldana980: Cifra y habilita con
el algoritmo específico, la
contraseña josesaldana980 para el
usuario admin con privilegio de nivel
15
exit: Salir de consola
```

Autoría. Propia.

4.3 Creación de AAA y habilitación de seguridad por AAA.

Tabla 12 Comandos para la habilitación y autenticación por AAA.

Dispositivos y Comandos	Descripción
Configuración en R1	
aaa new-model aaa authentication login default local exit	aaa new-model: Establece el uso de listas para el método de autenticación por AAA. aaa authentication login default local: Establece la autenticación por AAA cuando se inicia sesión exit: Salir de consola
Configuración en R2	
aaa new-model aaa authentication login default local exit	aaa new-model: Establece el uso de listas para el método de autenticación por AAA. aaa authentication login default local: Establece la autenticación por AAA cuando se inicia sesión exit: Salir de consola

Configuración en R3

```
aaa new-model
aaa authentication login default local
exit
```

aaa new-model: Establece el uso de listas para el método de autenticación por AAA.
aaa authentication login default local: Establece la autenticación por AAA cuando se inicia sesión
exit: Salir de consola

Autoria. Propia.

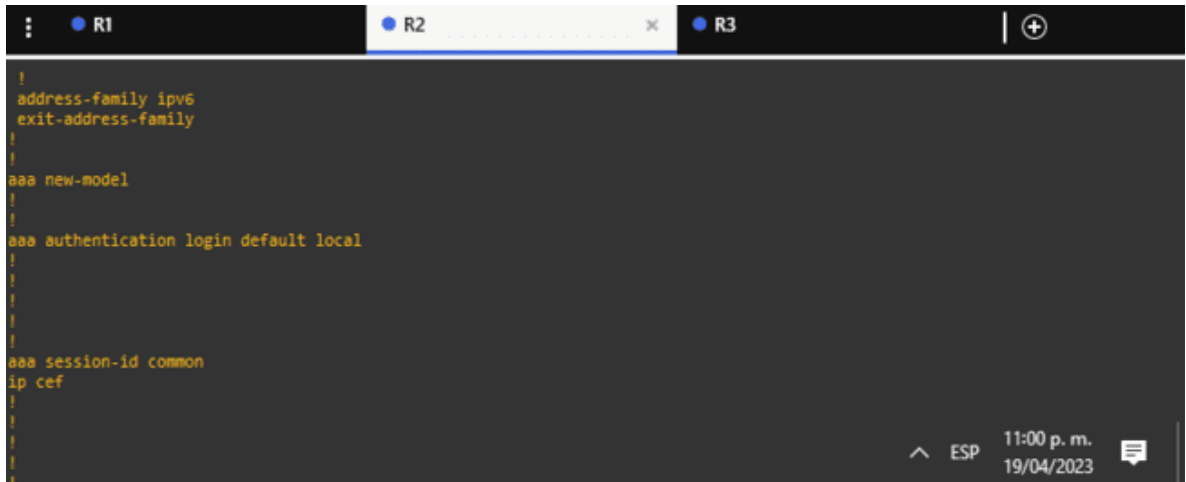
Para observar que el servicio por autenticación AAA se encuentra configurado en los routers se emplea el comando “show run”.

Figura 32. Información del router con AAA habilitado en R1.

```
exit-address-family
|
address-family ipv6
exit-address-family
|
|
aaa new-model
|
|
aaa authentication login default local
|
|
|
|
aaa session-id common
ip cef
|
|
|
```

Fuente: Autoria propia.

Figura 33. Información del router con AAA habilitado en R2.

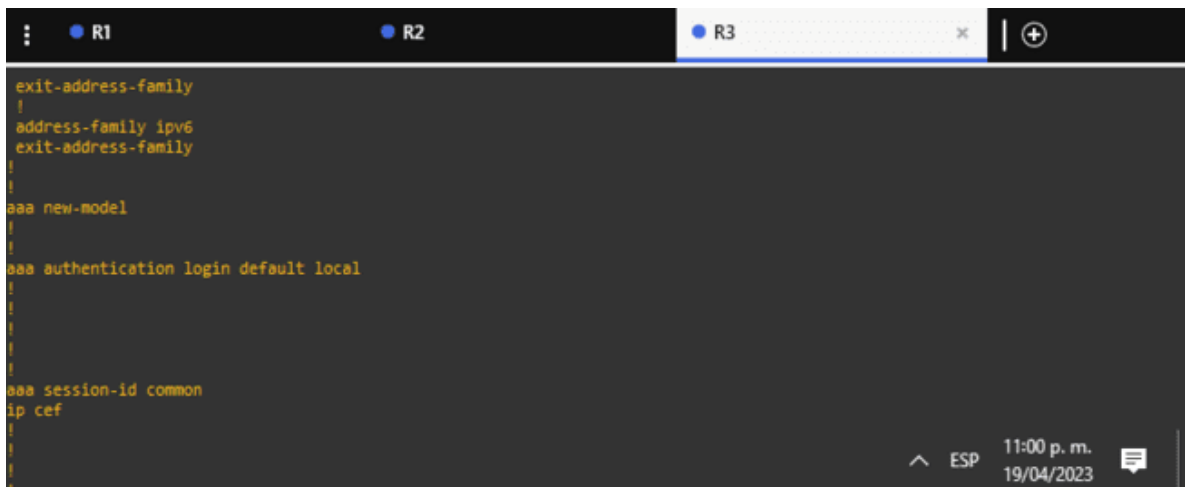


```
!
address-family ipv6
exit-address-family
!
aaa new-model
!
aaa authentication login default local
!
!
!
aaa session-id common
ip cef
!
!
```

ESP 11:00 p. m. 19/04/2023

Fuente: Autoria propia.

Figura 34. Información del router con AAA habilitado en R3.



```
exit-address-family
!
address-family ipv6
exit-address-family
!
aaa new-model
!
aaa authentication login default local
!
!
!
aaa session-id common
ip cef
!
!
```

ESP 11:00 p. m. 19/04/2023

Fuente: Autoria propia.

CONCLUSIONES

La implementación de una configuración multi-VRF es una tarea compleja, que requiere un conocimiento profundo de las redes de comunicaciones y la capacidad de aplicar los conceptos de enrutamiento, conmutación, VLANs, direccionamiento IP y seguridad de red en la configuración de los dispositivos de red.

La implementación de políticas de enrutamiento y seguridad de red adecuadas es fundamental para garantizar la accesibilidad completa de un extremo a otro en la red, al mismo tiempo que se mantienen aislados los grupos de usuarios que deben permanecer separados.

La verificación exhaustiva de las configuraciones es esencial para garantizar el correcto funcionamiento de los dispositivos de red y la solución de la problemática propuesta, y debe ser una tarea constante en la administración y mantenimiento de las redes de comunicaciones.

A partir de estos enrutamientos virtuales y reenvío o VRF, permiten también constatar como se pueden emplear tablas de enrutamiento simultáneas que son independientes que permiten implementar una misma dirección IP a dos interfaces en un enrutador al mismo tiempo, cosa que no es posible con direccionamiento básico y que puede ser factible al no contar con protocolos de gestión de direccionamiento como DHCP u otros y que a partir de esto, se puede detallar como puede llegar a ser implementado en aplicaciones de gestión humana como proveedoras de servicios de internet o segregación de servicios tipo VOID, geolocalización u otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CARISIO, M.E. VRF: Enrutamiento virtual. [Sitio web] Consultado el 18 de abril de 2023, Obtenido de: <https://blog.mdcloud.es/vrf-que-es-y-las-ventajas-de-un-enrutamiento-virtual/>

CISCO SYSTEMS. (s.f.). Configuring VRF Lite. Recuperado el 2 de marzo de 2023, de <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/multi-protocol-label-switching-mpls/47811-config-vrf-lite-00.html>

CISCO SYSTEMS. (s.f.). Virtual Routing and Forwarding. Recuperado el 2 de marzo de 2023, de <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/ip-routing/118997-technote-vrf-00.html>

MARSHALL, V.I. Cisco VRF Virtual Routing and Forwarding. [Sitio web] Consultado el 18 de abril de 2023, Obtenido de: <https://study-ccnp.com/cisco-vrf-virtual-routing-forwarding/>

PERLMAN, R. (2013). Interconnections: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols. Addison-Wesley Professional.

TANENBAUM, A. S., & Wetherall, D. (2011). Redes de computadoras. Pearson Educación.