IMPLEMENTACIÓN IPSEC VPN

ACTIVIDAD 06

FRANCISCO JAVIER CRUZ JUAREZ - 177622

SEGURIDAD INFORMATICA

MAESTRO: SERVANDO LOPEZ CONTRERAS

Índice

1. Introducción

En el presente documento se detalla la configuración y validación de una red privada virtual (VPN) de sitio a sitio utilizando el protocolo **IPsec**. El proyecto simula la interconexión de dos redes locales (LAN) a través de una infraestructura de red pública (ISP), garantizando la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos mediante técnicas avanzadas de cifrado.

2. Objetivos Principales

- **Habilitación de Servicios de Seguridad:** Activar el paquete de licencias securityk9 en routers Cisco 1941 para permitir funciones criptográficas.
- **Establecimiento de Conectividad Base:** Configurar el direccionamiento IP y rutas estáticas hacia el ISP para permitir el alcance entre los gateways de cada sitio.
- **Implementación de Túnel IPsec:** Configurar las fases 1 (ISAKMP) y 2 (IPsec) para establecer un túnel seguro entre R1 y R3.
- **Verificación de Tráfico Seguro:** Validar mediante pruebas de ping y comandos de diagnóstico que el tráfico entre las redes 192.168.1.0 y 192.168.3.0 viaja encriptado.

3. Desarrollo Técnico

Paso 1: Crear la Topología

Coloca los siguientes dispositivos en el lienzo de Packet Tracer:

- **Routers:** 3 unidades del modelo **1941**. (Nómbralos R1, ISP y R3).
- **Switches:** 2 unidades del modelo **2960**.
- **PCs:** 2 unidades (PC-A y PC-C).

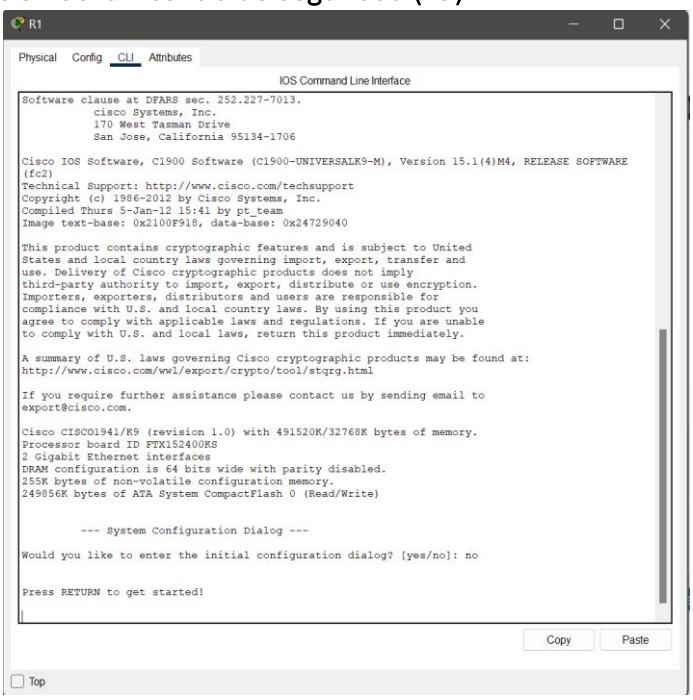
Conexiones:

- Usa cable cruzado (o automático) para conectar los Routers entre sí por sus puertos **GigabitEthernet 0/0**.
- Conecta los Routers a los Switches por **GigabitEthernet 0/1**.
- Conecta las PCs a los Switches por **FastEthernet**.

Paso 2: Configuración de Direcciones IP

Para que la VPN funcione, primero necesitamos "alcanzabilidad" básica. Entra a la consola (CLI) de cada dispositivo y aplica estos comandos:

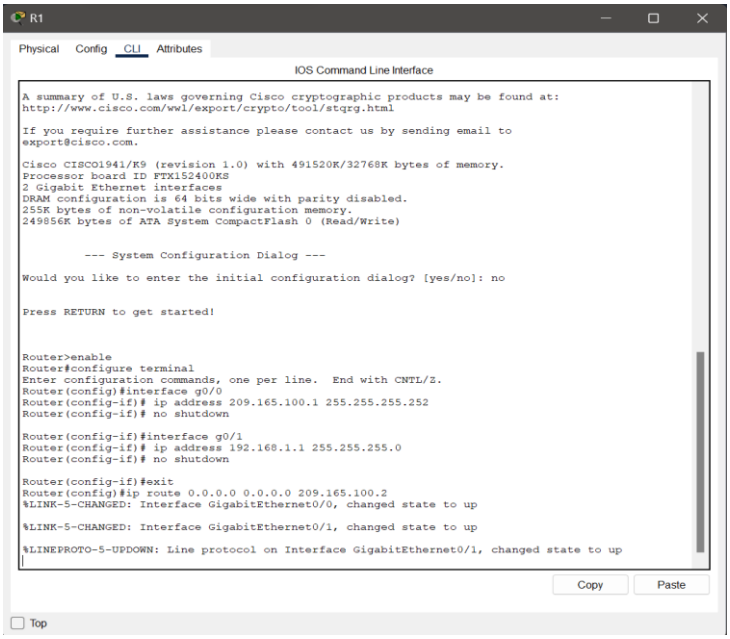
Evidencia 1: Activación de la Licencia de Seguridad (K9)



- **Descripción Técnica:** Se realizó la activación del paquete de seguridad securityk9 en el router Cisco 1941. Este paso es indispensable en la carrera de ITI para habilitar el motor criptográfico del IOS, permitiendo el uso de comandos crypto necesarios para túneles VPN. La captura muestra la aceptación de los términos de la licencia de evaluación de 60 días.
- **Código Utilizado:**

```
Router(config)# license boot module c1900 technology-package
#eConfirmar con "yes" la aceptación de términos
Router# write memory
Router# reload
```

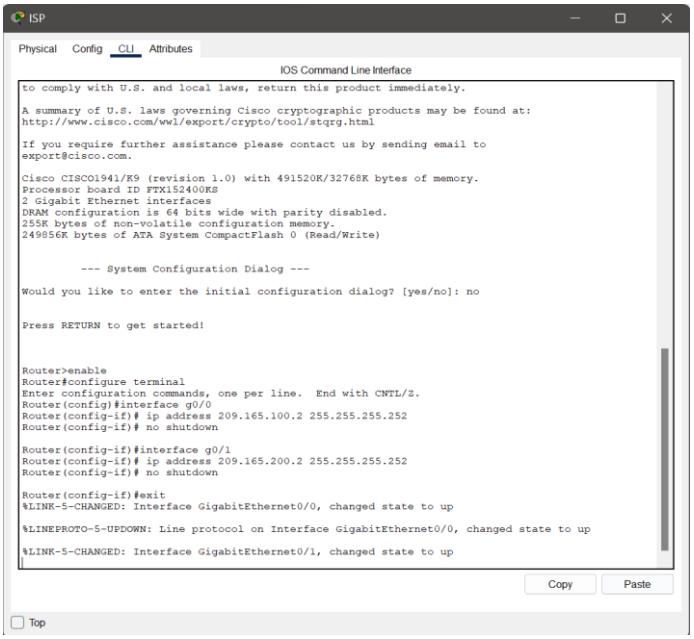
Evidencia 2: Configuración de Interfaces y Ruteo Estático en R1



- **Descripción Técnica**: En esta captura se observa la configuración inicial del Router R1 en el modo de configuración global. Se asignaron direcciones IP a dos interfaces: la GigabitEthernet0/0 (interfaz WAN) con la IP pública 209.165.100.1 y la GigabitEthernet0/1 (interfaz LAN) con la IP privada 192.168.1.1. Finalmente, se configuró una ruta estática predeterminada hacia el salto del ISP (209.165.100.2) para permitir que el router pueda enviar tráfico hacia redes externas y establecer el túnel VPN.
- **Código Utilizado**:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface g0/0
Router(config-if)#ip address 209.165.100.1 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#interface g0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.100.2
```

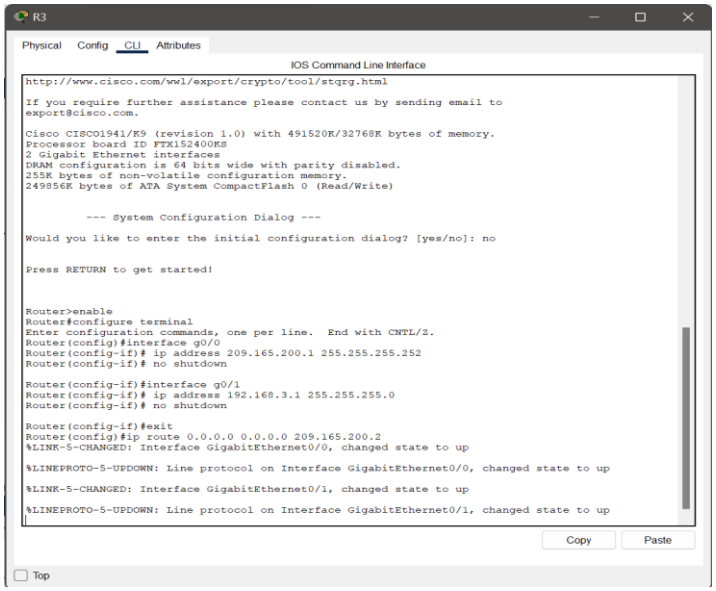
Evidencia 3: Configuración de interfaces en el Router ISP



- **Descripción Técnica:** En esta ventana del CLI, se observa la asignación de direcciones IP en las dos interfaces que conectan con los routers perimetrales:
- **Interfaz GigabitEthernet0/0**: Se configuró con la IP 209.165.100.2 para establecer el enlace con el Router R1.
- **Interfaz GigabitEthernet0/1**: Se configuró con la IP 209.165.200.2 para establecer el enlace con el Router R3.
- **Activación**: Se utilizó el comando no shutdown en ambas interfaces, lo que provocó el cambio de estado a **up** (activo), permitiendo el flujo de datos físico.
- **Código Utilizado:**

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface g0/0
Router(config-if)#ip address 209.165.100.2 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface g0/1
Router(config-if)#ip address 209.165.200.2 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

Evidencia 4: Configuración inicial de interfaces y ruteo en el Router R3



- **Descripción Técnica:** En esta ventana del CLI, se observa la configuración de las dos interfaces principales y la salida a internet:
- **Interfaz GigabitEthernet0/0 (WAN)**: Se configuró con la IP pública 209.165.200.1 y una máscara de subred /30 (255.255.255.252) para conectarse directamente al ISP.
- **Interfaz GigabitEthernet0/1 (LAN)**: Se configuró con la IP privada 192.168.3.1 y una máscara /24 (255.255.255.0), actuando como la puerta de enlace (Gateway) para la PC-C.
- **Ruta Estática Predeterminada**: Se aplicó el comando ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.200.2, indicando que todo el tráfico que no sea local debe enviarse hacia la IP del ISP para poder alcanzar el otro extremo de la VPN.
- **Código Utilizado:**

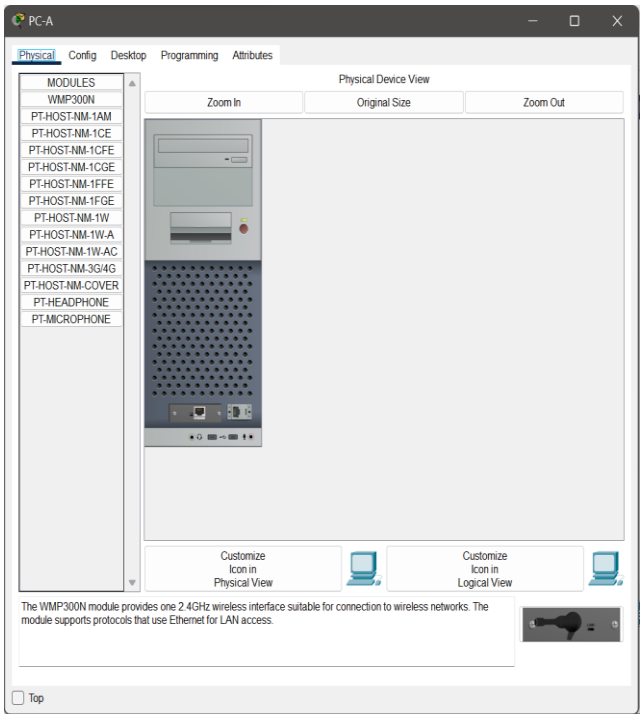
```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface g0/0
Router(config-if)#ip address 209.165.200.1 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface g0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.200.2
```

Paso 3: Configurar las PCs

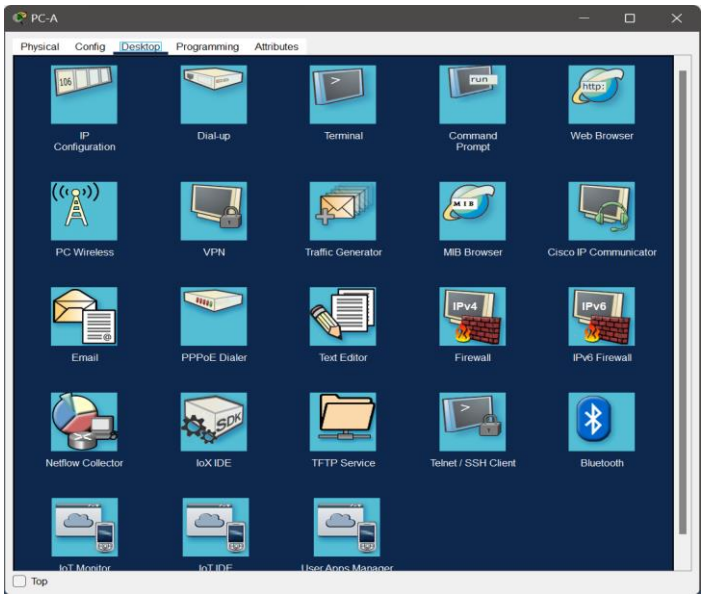
Evidencia 5: Acceso y Ejecución de Pruebas de Red en PC-A

- **Descripción del Proceso:**

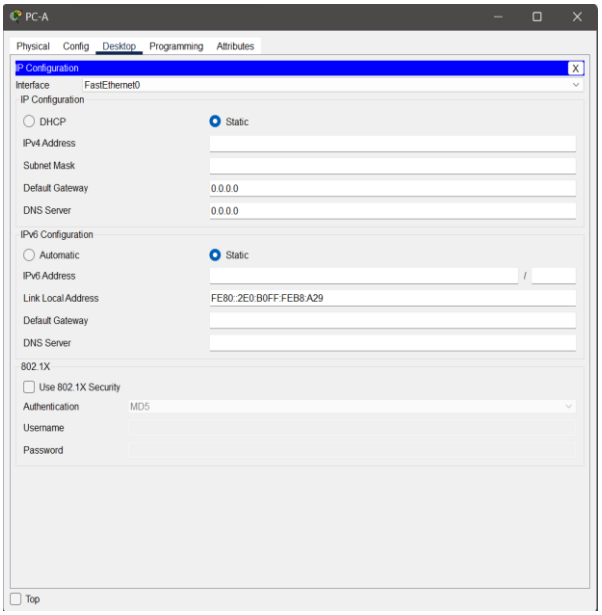
1. **Se inicia haciendo clic izquierdo sobre el icono de la PC-A en la topología.**



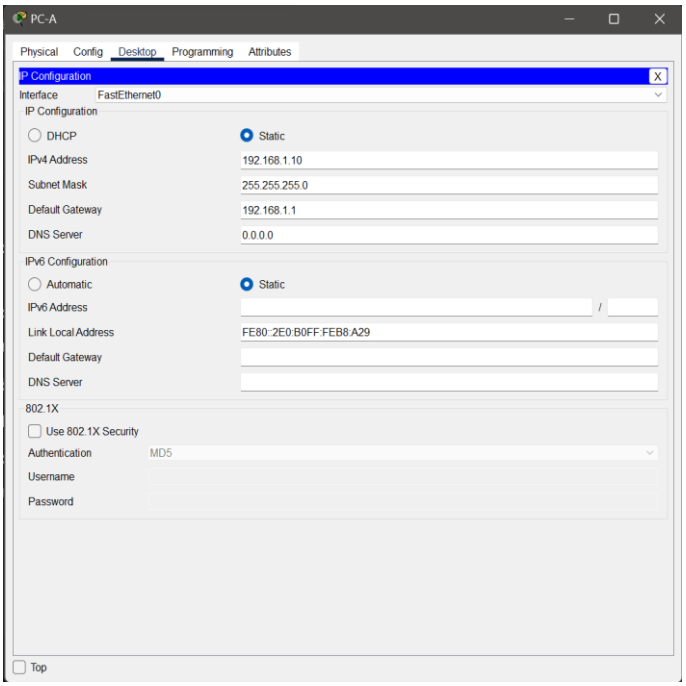
2. **En la ventana que aparece, se selecciona la pestaña superior Desktop.**



3. **Posteriormente, se entra a la opción IP Configuration. Es aquí donde se definen los parámetros de red necesarios para que el equipo se comunique con su puerta de enlace (R1).**



4. **Se selecciona el modo Static y se ingresan los datos correspondientes a la LAN 1.**

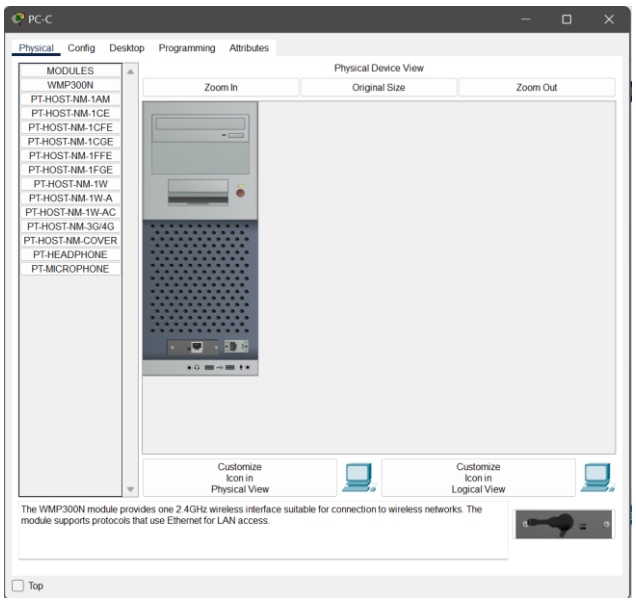


- **Detalle Técnico de la Configuración:**
- **IP Address: 192.168.1.10 (Dirección única de la PC en la red local).**
- **Subnet Mask: 255.255.255.0 (Máscara de clase C).**
- **Default Gateway: 192.168.1.1 (Dirección de la interfaz g0/1 del Router R1).**

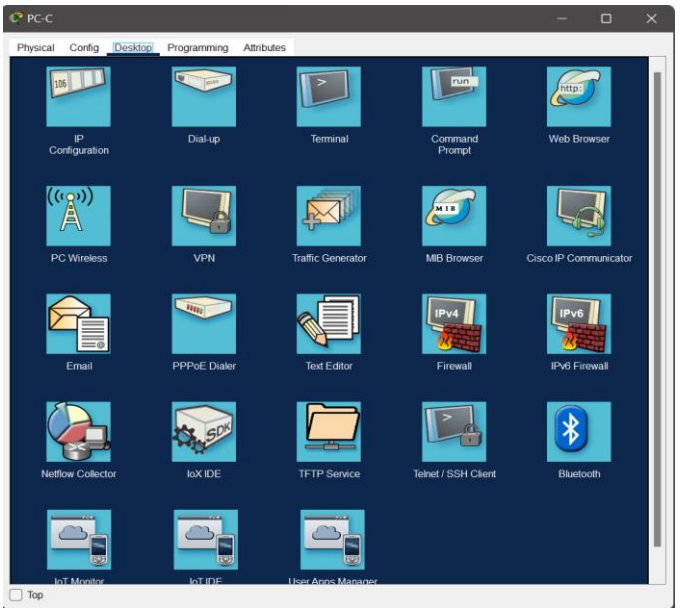
Evidencia 6: Configuración de Direccionamiento IP en PC-C

- **Descripción del Proceso:**

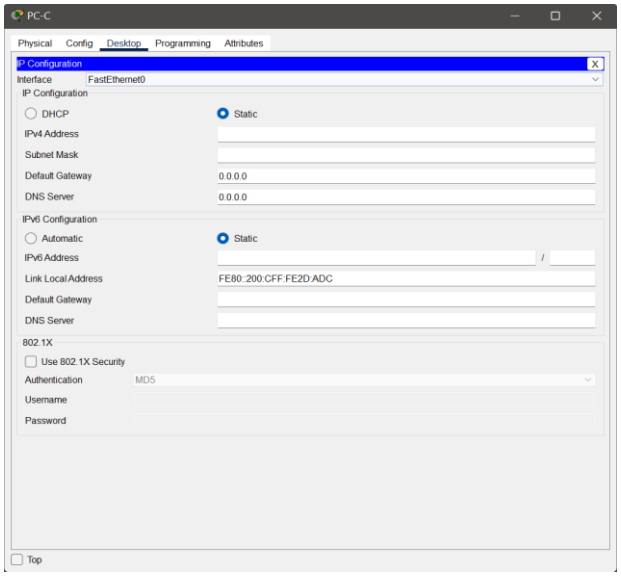
1. **Se inicia haciendo clic izquierdo sobre el icono de la PC-c en la topología.**



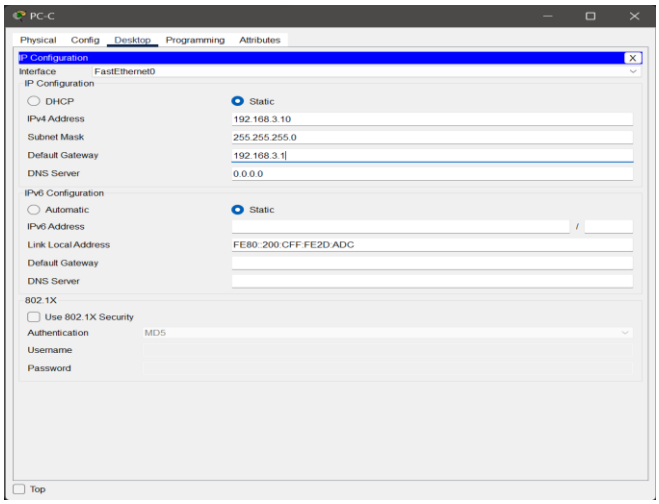
2. **En la ventana que aparece, se selecciona la pestaña superior Desktop.**



3. **Posteriormente, se entra a la opción IP Configuration. Es aquí donde se definen los parámetros de red necesarios para que el equipo se comunique con su puerta de enlace (R3).**



4. **Se selecciona el modo Static y se ingresan los datos correspondientes a la LAN 3.**

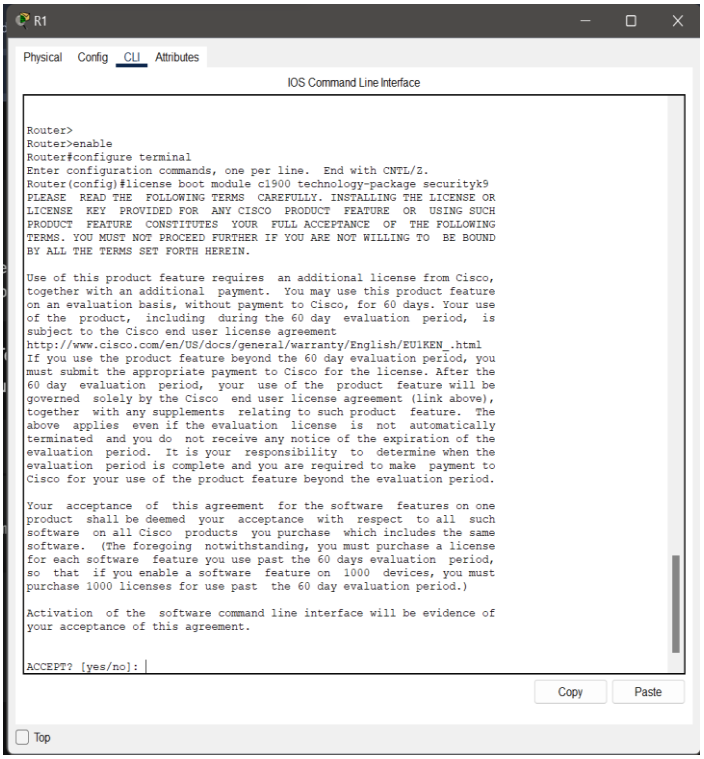


- **Detalle Técnico de la Configuración:**

- **IP Address: 192.168.3.10**
- **Subnet Mask: 255.255.255.0**
- **Default Gateway: 192.168.3.1 (IP de la interfaz G0/1 del Router R3).**

Paso 4: Activación de Licencias de Seguridad R1 Y R3

Evidencia 7: Activación de Licencias de Seguridad R1



- **Descripción Técnica:** En esta ventana del CLI del Router R1, se observa el proceso de actualización del software para soportar seguridad avanzada:

1. **Comando de Activación:** Se ejecutó license boot module c1900 technology-package securityk9, el cual prepara al router para cargar el conjunto de características de seguridad en el próximo reinicio.

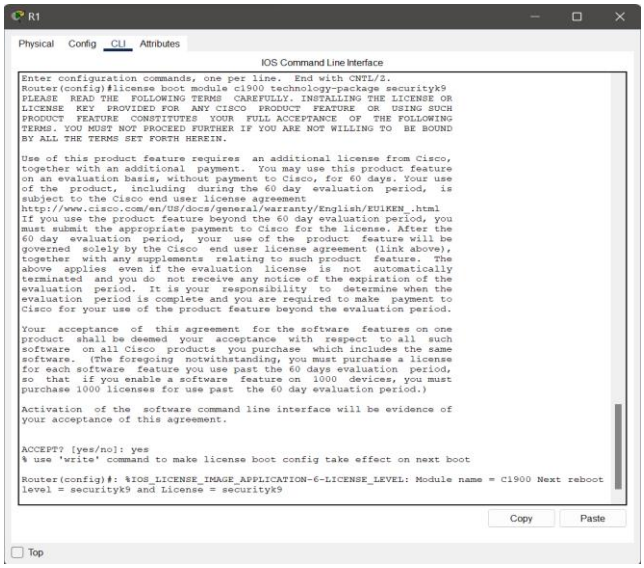
2. **Acuerdo de Licencia:** El sistema despliega el EULA (End User License Agreement), donde se detallan los términos legales y las restricciones de exportación para el uso de tecnología criptográfica.

3. **Aceptación:** ¿La captura termina en el prompt ACCEPT? [yes/no]: donde el administrador debe confirmar la aceptación para proceder con la instalación de la licencia de evaluación.

- **Código Utilizado:**

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#license boot module c1900 technology-package securityk9
# Al aparecer el texto de la licencia, escribir "yes" para confirmar
ACCEPT? [yes/no]: yes
Router(config)#exit
Router#write memory
Router#reload
```

Evidencia 8: finalización exitosa R1



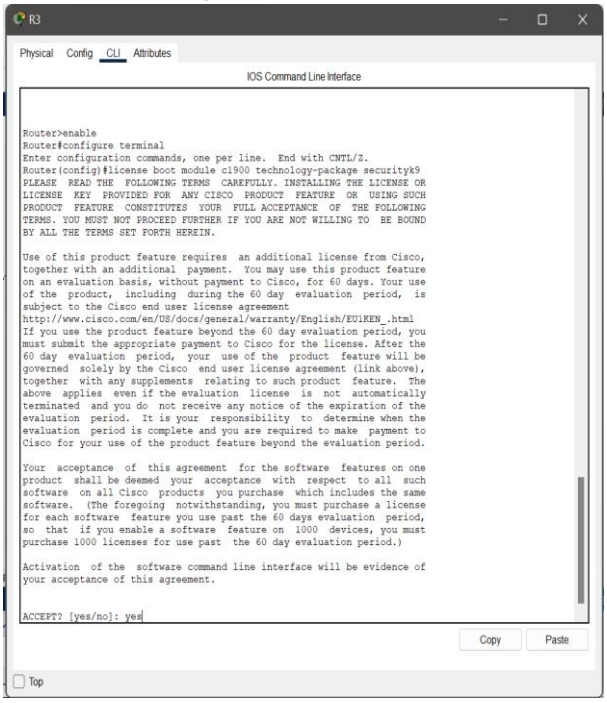
Descripción Técnica

En esta ventana del CLI, se observa el cierre del proceso legal y técnico de licenciamiento:

- **Aceptación de Términos**: ¿El administrador ingresó el comando yes en respuesta a la pregunta ACCEPT? [yes/no]: Esto indica la conformidad con el contrato de licencia de Cisco para el uso de funciones criptográficas.
- **Confirmación del Sistema**: El router genera un mensaje de registro (%IOS_LICENSE_IMAGE_APPLICATION-6-LICENSE_LEVEL) informando que el nivel de licencia para el módulo C1900 cambiará a **securityk9**.
- **Condición de Aplicación**: El sistema especifica que este cambio tendrá efecto en el **próximo arranque** (Next reboot level = securityk9).
- **Código Utilizado**:

```
Router(config)# license boot module c1900 technology-package securityk9
# ... (Lectura de términos)
ACCEPT? [yes/no]: yes
# El sistema confirma la programación del cambio:
# % use 'write' command to make license boot config take effect on next boot
Router(config)# exit
Router# write memory
Router# reload
```

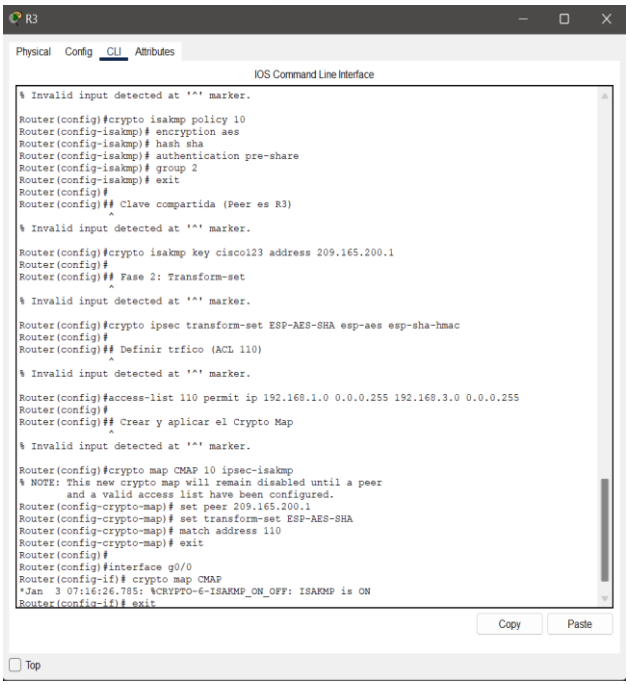
Evidencia 9: Activación de Licencias de Seguridad R3



- **Descripción Técnica:** En esta ventana del CLI de R3, se observa la parte final del proceso de licenciamiento
- **Aceptación de Términos**: Al igual que en R1, se ingresó el comando yes para aceptar el contrato de licencia de uso de Cisco para funciones de seguridad.
- **Sincronización de Extremos:** Este paso es vital porque un túnel VPN no puede establecerse si uno de los routers no soporta los algoritmos de cifrado (como AES o SHA) definidos en la política ISAKMP.
- **Estado Programado:** Al aceptar, el router queda listo para activar el paquete securityk9 tras guardar la configuración y realizar un reinicio.
- **Código Utilizado:**

```
R3>enable
R3#configure terminal
R3(config)#license boot module c1900 technology-package securityk9
# ... (Lectura de términos del EULA)
ACCEPT? [yes/no]: yes
R3(config)#exit
R3#write memory
R3#reload
```

Evidencia 10: Lógica de seguridad aplicada al Router R3 para establecer el túnel con el Router R1.



- **Descripción Técnica**
  En esta ventana del CLI de **R3**, se observa la configuración detallada de las dos fases de IPsec y la definición del tráfico que debe ser protegido:

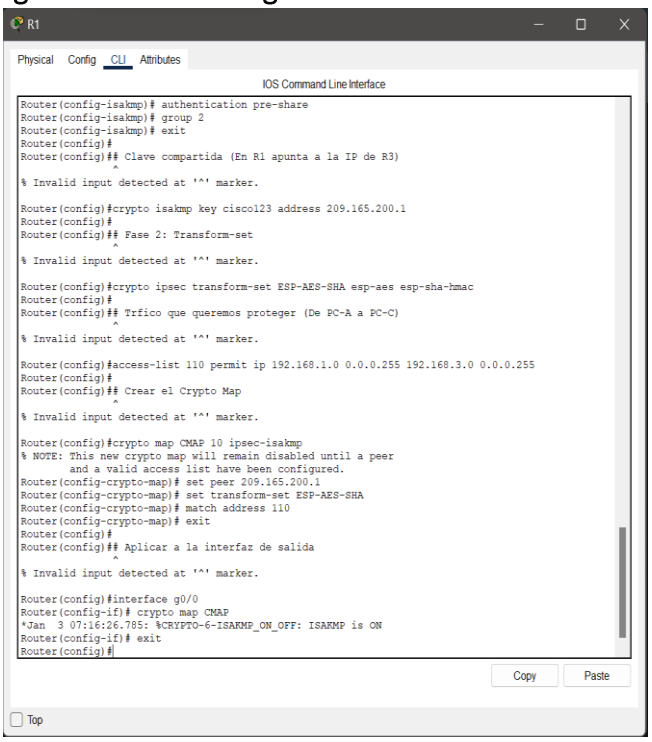
1. **Fase 1 (ISAKMP Policy)**: Se definieron los parámetros de seguridad para el intercambio de llaves, utilizando encriptación **AES**, hashing **SHA** y un grupo de Diffie-Hellman **2**. Se estableció la clave compartida (cisco123) para autenticarse con el Router R1 (209.165.100.1).
2. **Fase 2 (Transform-set)**: Se creó el conjunto de transformación llamado ESP-AES-SHA para encriptar los datos reales que viajen por el túnel.
3. **Definición de Tráfico (ACL 110)**: Se configuró una lista de acceso para permitir únicamente el tráfico que va desde la red local de R3 (192.168.3.0) hacia la red remota de R1 (192.168.1.0).

4. **Crypto Map**: Se unificaron todos los pasos anteriores en un mapa llamado CMAP y se aplicó a la interfaz de salida g0/0. El sistema confirma el éxito con el mensaje: ISAKMP is ON.

- **Código Utilizado:**

```
Router(config)# crypto isakmp policy 10
Router(config-isakmp)# encryption aes
Router(config-isakmp)# hash sha
Router(config-isakmp)# authentication pre-share
Router(config-isakmp)# group 2
Router(config-isakmp)# exit
Router(config)# crypto isakmp key cisco123 address 209.165.100.1
Router(config)# crypto ipsec transform-set ESP-AES-SHA esp-aes esp-sha-hmac
Router(config)# access-list 110 permit ip 192.168.3.0 0.0.0.255 192.168.1.0
Router(config)# crypto map CMAP 10 ipsec-isakmp
Router(config-crypto-map)# set peer 209.165.100.1
Router(config-crypto-map)# set transform-set ESP-AES-SHA
Router(config-crypto-map)# match address 110
Router(config-crypto-map)# exit
Router(config)# interface g0/0
Router(config-if)# crypto map CMAP
```

Evidencia 11: La configuración final de seguridad en el Router R1



Descripción Técnica

En esta ventana del CLI de **R1**, se detallan los pasos finales de la implementación de la VPN:

1. **Clave Compartida**: Se definió la crypto isakmp key cisco123 apuntando a la dirección IP pública de R3 (209.165.200.1) para la autenticación mutua de los dispositivos.

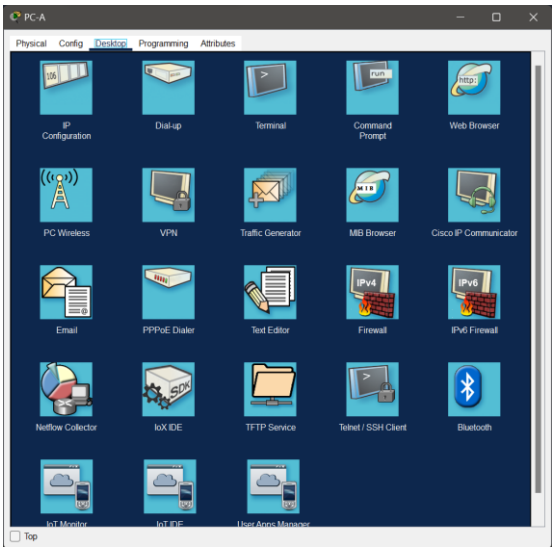
2. **Fase 2 (Transform-set)**: Se configuró el conjunto de transformación ESP-AES-SHA para el cifrado de datos.
3. **Definición de Tráfico de Interés**: Se configuró la **ACL 110** para identificar el tráfico que debe protegerse, permitiendo el flujo desde la LAN local de R1 (192.168.1.0) hacia la LAN remota de R3 (192.168.3.0).
4. **Aplicación del Crypto Map**: Se creó el mapa CMAP vinculando el par remoto, el conjunto de transformación y la lista de acceso. Finalmente, se aplicó a la interfaz de salida g0/0, tras lo cual el sistema generó el mensaje de confirmación: ISAKMP is ON, indicando que el servicio de intercambio de llaves está activo.

- **Código Utilizado:**

```
Router(config)# crypto isakmp key cisco123 address 209.165.200.1
Router(config)# crypto ipsec transform-set ESP-AES-SHA esp-aes esp-sha-hmac
Router(config)# access-list 110 permit ip 192.168.1.0 0.0.0.255 192.168.3.0
Router(config)# crypto map CMAP 10 ipsec-isakmp
Router(config-crypto-map)# set peer 209.165.200.1
Router(config-crypto-map)# set transform-set ESP-AES-SHA
Router(config-crypto-map)# match address 110
Router(config-crypto-map)# exit
Router(config)# interface g0/0
Router(config-if)# crypto map CMAP
```

Paso 5: Acceso a herramientas de red en la PC-A

Evidencia 12: Acceso a herramientas de red en la PC-A



- **Descripción del Proceso:**

1. **Navegación de Interfaz:** Tras haber verificado la parte física, se selecciona la pestaña superior Desktop (Escritorio) dentro de la ventana de configuración de la PC-A.

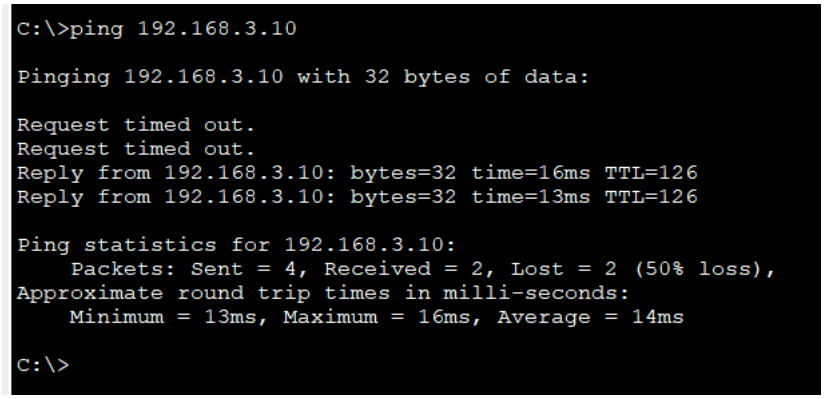
2. **Entorno de Aplicaciones:** Se despliega el panel de herramientas disponibles en el sistema operativo simulado de Packet Tracer.
3. **Selección de la Herramienta:** Se hace clic en el icono de Command Prompt (Símbolo del sistema). Esta es la aplicación fundamental para ejecutar comandos de diagnóstico de red como ping y tracert.
4. **Objetivo Técnico:** El acceso a esta terminal permitirá comprobar si la red local tiene salida hacia el router perimetral y si el tráfico puede alcanzar el extremo remoto (PC-C) a través del túnel IPsec previamente configurado.

- **Codigo Utilizado:**

```
# Para verificar la IP local configurada:
C:\> ipconfig

# Para probar la comunicación segura con la PC-C:
C:\> ping 192.168.3.10
```

Evidencia 13: Acceso a herramientas de red en la PC-A

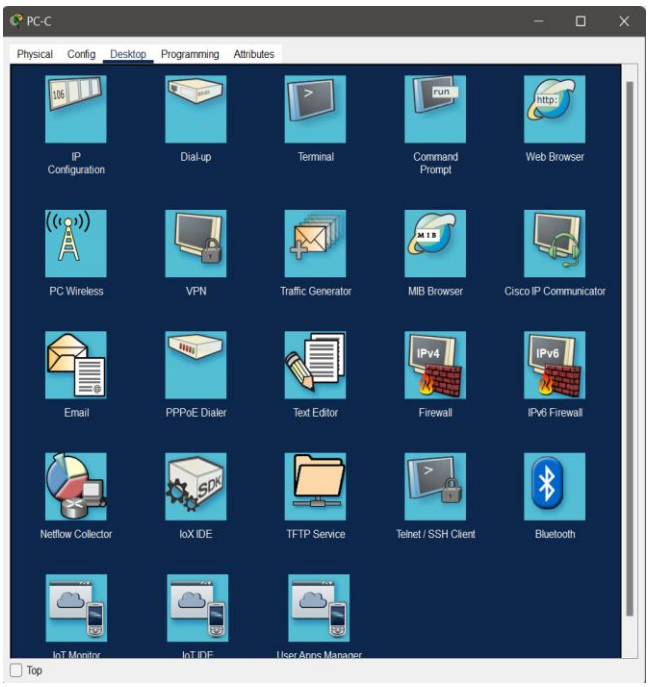


Descripción del Proceso

1. **Selección del Dispositivo: Se inicia haciendo clic izquierdo sobre el icono de la PC-A en la topología.**
2. **Navegación de Interfaz: Tras haber verificado la parte física, se selecciona la pestaña superior Desktop (Escritorio) dentro de la ventana de configuración.**
3. **Entorno de Aplicaciones: Se despliega el panel de herramientas disponibles, donde se visualizan iconos como "IP Configuration", "Terminal" y "Web Browser".**
4. **Selección de la Herramienta: Se hace clic en el icono de Command Prompt (Símbolo del sistema). Esta es la aplicación fundamental para ejecutar comandos de diagnóstico como ping.**

Paso 6: Validación final desde el extremo remoto PC-C

Evidencia 14: Validación final desde el extremo remoto PC-C



Descripción del Proceso

1. **Selección del Dispositivo:** Se hace clic izquierdo sobre la PC-C en la topología (extremo derecho).
2. **Navegación al Escritorio:** Dentro de la ventana de configuración, se selecciona la pestaña Desktop.
3. **Entorno de Aplicaciones:** Se visualiza el panel de herramientas disponibles para el usuario final en la red 192.168.3.0.
4. **Acceso a la Terminal:** Se selecciona el icono de Command Prompt. Desde aquí se realizará la prueba de fuego: enviar tráfico de regreso hacia la PC-A para asegurar que el túnel IPSec funciona correctamente en ambos sentidos.

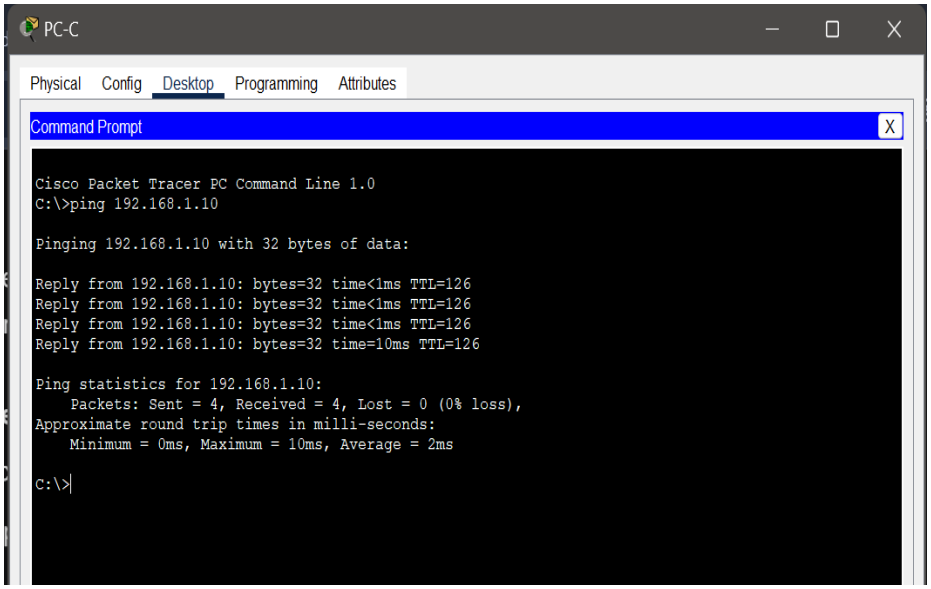
Objetivo Técnico de la Captura

En esta etapa, el entorno está listo para ejecutar el comando de diagnóstico final. Esto sirve para validar que la ACL 110 configurada en el Router R3 identifica correctamente el tráfico "interesante" y lo encapsula hacia el Router R1.

Valores a validar en el siguiente paso:

- IP de origen (PC-C): 192.168.3.10
- IP de destino (PC-A): 192.168.1.10

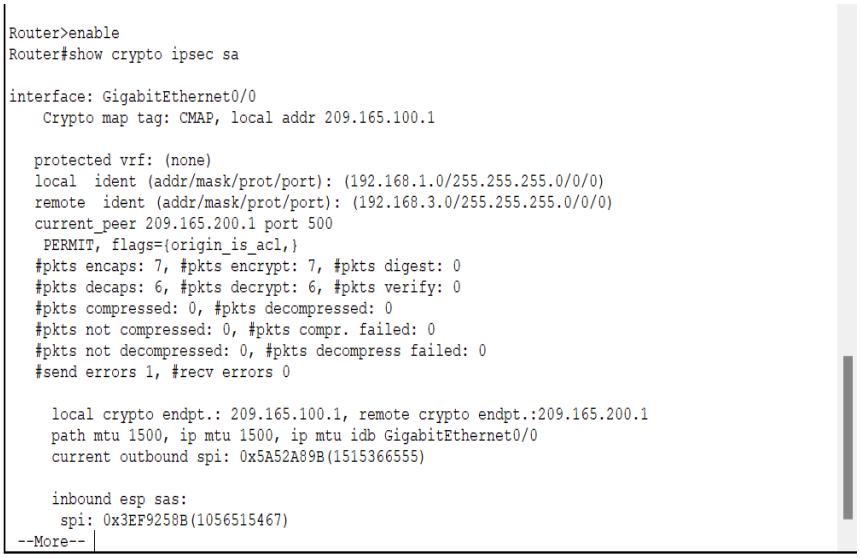
Evidencia 15: Interfaz Física de PC-C



- **Descripción del Proceso**:
    1. Se inicia haciendo clic izquierdo sobre el icono de la **PC-C** en el área de trabajo (lado derecho de la topología).
    2. Al abrirse la ventana, se visualiza por defecto la pestaña **Physical**, donde se muestra el chasis de la computadora.
    3. En esta vista se valida que el equipo esté encendido y que el cable de red esté conectado correctamente al puerto FastEthernet.
- **Valores de Referencia**:
    - **IP Address**: 192.168.3.10.
    - **Default Gateway**: 192.168.3.1.

Paso 7: Verificación final de la seguridad del túnel

Evidencia 16: Verificación final de la seguridad del túnel



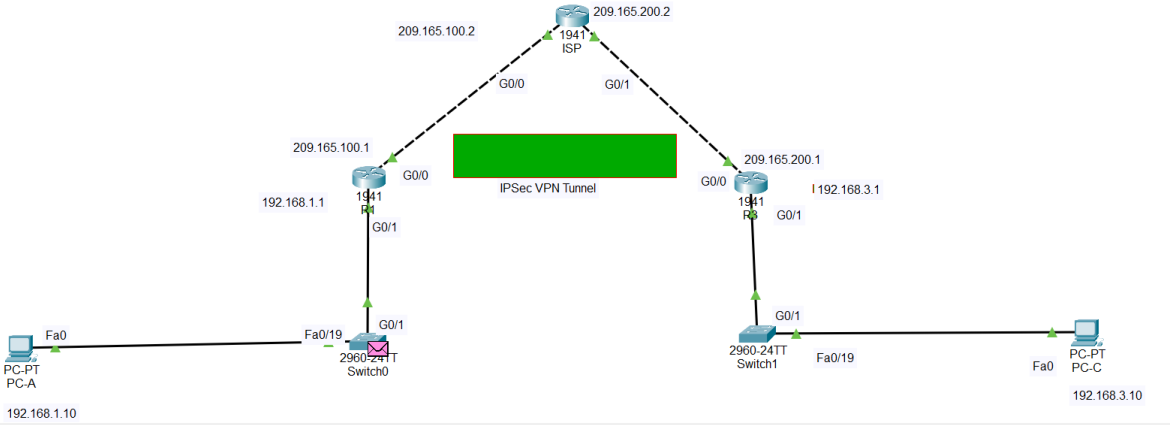
Descripción Técnica: Esta captura muestra la ejecución del comando de diagnóstico avanzado en el Router R1 para auditar el estado de la Asociación de Seguridad (SA) de IPsec. Los puntos clave que validan el éxito de la práctica son:

- **Identificación del Túnel:** Se confirma que el tráfico "protegido" corresponde al flujo entre la red local 192.168.1.0/24 (origen) y la red remota 192.168.3.0/24 (destino).
- **Puntos Finales (Endpoints):** Se identifica correctamente al par remoto con la dirección IP pública 209.165.200.1 (Router R3) a través del puerto 500.
- **Prueba de Cifrado Real:** La evidencia más importante son los contadores de paquetes: se registran 7 paquetes encapsulados y encriptados (#pkts encaps: 7, #pkts encrypt: 7) y 6 paquetes recibidos y descifrados (#pkts decaps: 6, #pkts decrypt: 6). Esto demuestra que el ping realizado anteriormente no viajó como texto plano, sino que fue procesado por el motor de seguridad del router.
- **Protocolo de Seguridad:** Se confirma el uso de ESP (Encapsulating Security Payload) mediante la presencia de los identificadores de seguridad de entrada y salida (inbound/outbound esp sas).
- **Código Utilizado:**

```
Router>enable
Router#show crypto ipsec sa
# Este comando permite visualizar los contadores de encriptación
# y confirmar que el túnel está procesando tráfico de forma segura.
```

Paso 8: Visualización de la Topología Final

Evidencia 17: Visualización de la Topología Final



Descripción del Proceso:

1. Se muestra la vista general del área de trabajo en Cisco Packet Tracer con la topología completamente operativa.
2. **La red se compone de tres segmentos principales:** la LAN 1 (Sitio R1), la Nube/ISP (Sitio Central) y la LAN 3 (Sitio R3).
3. Se integró un elemento gráfico (rectángulo verde) etiquetado como "IPSec VPN Tunnel" para representar la conexión lógica segura que se estableció entre los routers perimetrales a través de la infraestructura pública.

Análisis Técnico de la Red:

- **Estado de los Enlaces:** Todos los indicadores de las interfaces (triángulos verdes) se encuentran en estado UP, lo que confirma que la capa física y de enlace de datos está funcionando correctamente.
- **Direccionamiento:** Se validan las puertas de enlace (192.168.1.1 y 192.168.3.1) y las IPs de los terminales (192.168.1.10 y 192.168.3.10) que fueron configuradas en los pasos previos.
- **Simulación de Tráfico:** Se observa un sobre de color rosa en el Switch0, indicando que hay tráfico de red activo fluyendo hacia el túnel para ser encapsulado por el Router R1.

Conclusión

Con la implementación de este proyecto, se logró interconectar dos redes privadas geográficamente distribuidas de manera segura. Mediante la configuración de políticas ISAKMP y el uso de IPSec, se garantizó la confidencialidad e integridad de los datos, demostrando que es posible utilizar una red pública (ISP) para el transporte de información sensible sin comprometer la seguridad de la organización.