Definición de túneles cifrados con OpenVPN

CDA 2018/19

2 de noviembre de 2018

Índice

1. Descripción

Ejemplo de uso del software de VPN (*Virtual Private Network*) **openVPN**.

- Definición de un tunel OpenVPN en modo *road-warrior*

Recursos complementarios

- OpenVPN: https://openvpn.net/

2. Entorno de prácticas

2.1. Software de virtualización VIRTUALBOX

En estas prácticas se empleará el software de virtualización VIRTUALBOX para simular los equipos GNU/Linux sobre los que se realizarán las pruebas.

- Página principal: `http://virtualbox.org`
- Más información: `http://es.wikipedia.org/wiki/Virtualbox`

2.2. Imágenes a utilizar

1. Scripts de instalación
   - para GNU/Linux: ejercicio-dmz-openvpn.sh
     `alumno@pc: $ sh ejercicio-dmz-openvpn.sh`
   - para MS windows: ejercicio-dmz-openvpn.ps1
     `Powershell.exe -executionpolicy bypass -file ejercicio-dmz-openvpn.ps1`

   Notas:
   - Se pedirá un identificador (sin espacios) para poder reutilizar las versiones personalizadas de las imágenes creadas (usad por ejemplo el nombre del grupo de prácticas o el login LDAP)
   - En ambos scripts la variable `$DIR_BASE` especifica donde se descargarán las imágenes y se crearán las MVs.
     Por defecto en GNU/Linux será en `$HOME/CDA1819` y en Windows en `C:/CDA1819`.
     Puede modificarse antes de lanzar los scripts para hacer la instalación en otro directorio más conveniente (disco externo, etc)
   - Es posible descargar las imágenes comprimidas manualmente (o intercambiarlas con USB), basta descargar los archivos con extensión `.vdi.zip` de `http://ccia.esei.uvigo.es/docencia/CDA/1819/practicas/` y copiarlos en el directorio anterior (`$DIR_BASE`) para que el script haga el resto.
   - Si no lo hacen desde el script anterior, se pueden arrancar las instancias VIRTUALBOX desde el interfaz gráfico de VirtualBOX o desde la línea de comandos con `VBoxManage startvm <nombre MV>_<id>`
2. Imágenes descargadas
   - **base_cda.vdi** (0,65 GB comprimida, 2,9 GB descomprimida): Imagen genérica (común a todas las MVs) que contiene las herramientas a utilizar
     Contiene un sistema Debian 9 con herramientas gráficas y un entorno gráfico ligero LXDE (*Lighweight X11 Desktop Environment*) [LXDE].
   - **swap1GB.vdi**: Disco de 1 GB formateado como espacio de intercambio (SWAP)
3. Usuarios configurados e inicio en el sistema
   - Usuarios disponibles

login	password
root	purple
usuario	usuario

   - Acceso al entorno gráfico una vez logueado (necesario para poder copiar y pegar desde/hacia el anfitrión)

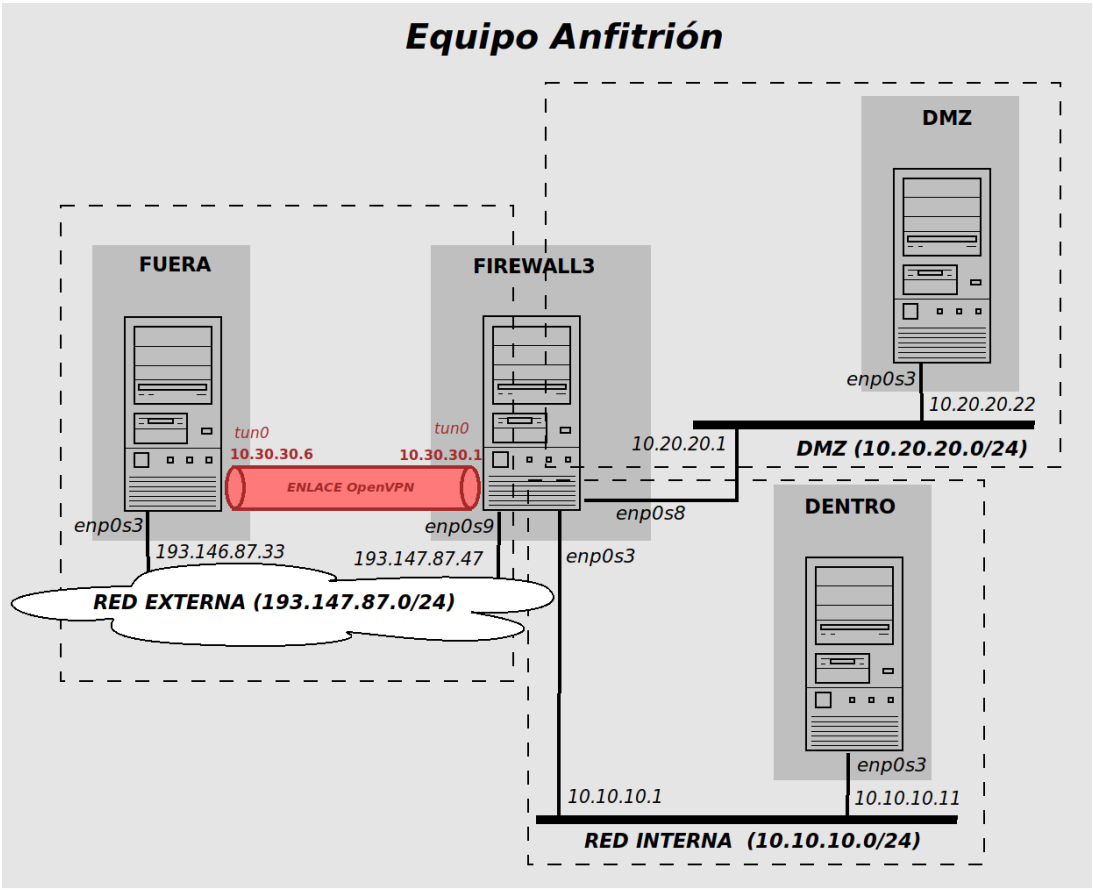
     `root@datos:~# startx`

   - Habilitar copiar y pegar desde/hacia el anfitrión en el menú `Dispositivos -> Portapapeles compartido -> bidir`
     de la ventana de la máquina virtual.

2.3. Máquinas virtuales y redes creadas

Una vez ejecutado el script se habrán definido las 3 redes y los 4 equipos virtualizados donde se realizarán los ejercicios:

- Red interna (10.10.10.0 ... 10.10.10.255): máquina **dentro** (enp0s3) + interfaz enp0s3 de **firewall3**
- Red DMZ (10.20.20.0 ... 10.20.20.255): máquina **dmz** (enp0s3) + interfaz enp0s8 de **firewall3**
- Red externa (193.147.87.0 ... 193.147.87.255): máquina **fuera** (enp0s3) + interfaz enp0s9 de **firewall3**



2.4. Pasos previos (preparación del entorno)

1. PREVIO 1: Habilitar el acceso como usuario `root` en el servidor SSH de la máquina **firewall3** [**10.10.10.1, 10.20.20.1, 193.147.87.47**] y reiniciar el servicio

   ```
   firewall3:~# nano /etc/ssh/sshd_config
   ...
   PermitRootLogin yes
   ...

   firewall3:~# service sshd restart
   ```

2. PREVIO 2. Establecer tráfico a través de la máquina **firewall3** [**10.10.10.1, 10.20.20.1, 193.147.87.47**]

   a) **Opción 1:** si se ha retomado la práctica 3 "Definición de zonas desmilitarizadas con Shorewall"

   1) Deshabilitar el filtrado de Shorewall
      `firewall3:~#  shorewall clear`
   2) Habilitar la redirección de tráfico
      `firewall3:~#  echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward`

   b) **Opción 2:** si se ha iniciado la práctica desde cero

   1) Habilitar la redirección de tráfico
      `firewall3:~#  echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward`

3. **Tarea 1** [**escaneo inicial**]: (a incluir en la memoria entregable) Escaneo desde la máquina **fuera** para verificar los servicios accesibles inicialmente

   - desde `fuera`:

     ```
     fuera:~# nmap -T4 10.10.10.11
     fuera:~# nmap -T4 10.20.20.22
     fuera:~# nmap -T4 193.147.87.47
     ```

3. Ejercicio: Uso de enlaces cifrados OpenVPN

Se desarrollará un ejercicio de creación de enlaces OpenVPN, donde se creará un enlace cifrado OpenVPN desde un equipo de la red externa y se revisará su integración en el firewall con DMZ configurado con Shorewall.

3.1. Parte 1: Creación de un enlace OpenVPN

Se creará un enlace cifrado OpenVPN desde la máquina externa **fuera (193.147.87.33)** a la máquina **firewall3 (193.147.87.47)**. Se usará un esquema SSL completo

Usaremos el modo de funcionamiento de OpenVPN *"roadwarrior"*, donde un servidor OpenVPN crea enlaces cifrados para equipos autorizados situados en redes externas.

- La autenticación se realizará mediante **certificados digitales** (la otra posibilidad sería emplear cifrado simétrico con claves secretas estáticas preacordadas)
- A las máquinas que se conecten por VPN se les asignarán direcciones IP del rango **10.30.30.0/24**, donde la máquina **firewall3** (el servidor OpenVPN) tendrá la IP **10.30.30.1**

Certificados y claves necesarias:

- Para el servidor:
  - certificado digital de clave pública de la Autoridad Certificadora (CA) reconocida por ambos participantes: `ca.crt` [certificado raíz autofirmado]
  - clave privada del servidor: `firewall3.key`
  - certificado digital de clave pública del servidor: `firewall3.crt` (emitido por la CA)
  - parámetros para intercambio de clave Diffie-Hellam: `dh2048.pem`
- Para cada uno de los clientes que se conecten con OpenVPN:
  - certificado digital de calve pública de la Autoridad Certificadora reconocida por ambos participantes: `ca.crt` [certificado raíz autofirmado]
  - clave privada del cliente: `fuera.key`
  - certificado digital de clave pública del cliente: `fuera.crt` (emitido por la CA)

3.1.1. Creación de la CA y de los certificados de servidor y clientes

La distribución de OpenVPN incluye un conjunto de scripts para implantar una CA básica

1. Crear la "autoridad certificadora" (CA) en el firewall
   Ir al directorio `easy-rsa` donde residen los scripts y las claves de la CA

   ```
   firewall3:~# cd /usr/share/easy-rsa/
   ```

   Editar datos generales de nuestra red

   ```
   firewall3:/usr/share/easy-rsa/#  nano vars
   ...
   export KEY_COUNTRY=es
   export KEY_PROVINCE=ourense
   export KEY_CITY=ourense
   export KEY_ORG=cda
   export KEY_EMAIL=cda@cda.net
   ...
   ```

   Inicializar la CA y generar su par de claves

```
firewall3:/usr/share/easy-rsa/# cp openssl-1.0.0.cnf openssl.cnf
firewall3:/usr/share/easy-rsa/# source vars
firewall3:/usr/share/easy-rsa/# ./clean-all
firewall3:/usr/share/easy-rsa/# ./build-ca
```

Cuando se nos pregunte por "COMMON_NAME:" poner `CA_pruebas`

2. Crear el certificado del equipo "servidor" OpenVPN

```
firewall3:/usr/share/easy-rsa/# ./build-key-server firewall3
```

Cuando se nos pregunte por "COMMON_NAME:" poner el nombre de dominio completo del servidor OpenVPN (en este caso, `firewall3.cda.net`)

- **Importante:** En este caso es relevante indicar adecuadamente este parámetro, puesto que el cliente OpenVPN rechazará conexiones contra servidores cuyo nombre de dominio no encaje con el nombre de dominio presente en el "COMMON_NAME" de su certificado de servidor (el certificado "identifica" al servidor).

Se solicitará una contraseña para proteger el fichero con la clave privada. Dado que OpenVPN se iniciará como un script de arranque en `/etc/init.d/` se dejará en blanco para que no se bloquee el inicio del servidor.

Crear parámetros de intercambio de clave (Diffie-Hellmann)

```
firewall3:/usr/share/easy-rsa/# ./build-dh
```

Totas las claves generadas (fichero con el certificado digital firmado por la CA [extensión `.crt`] + fichero con la respectiva clave privada [extensión `.key`]) se crean en el directorio `/usr/share/easy-rsa/keys/`

3. Crear el certificado del equipo "cliente" OpenVPN

```
firewall3:/usr/share/easy-rsa/# ./build-key fuera
```

Cuando se nos pregunte por "COMMON_NAME:" poner un nombre identificativo del cliente OpenVPN (en este caso, `fuera`)

Se solicitará una contraseña para proteger el fichero con la clave privada. Dado que OpenVPN se iniciará como un script de arranque en `/etc/init.d/` se dejará en blanco para que no se bloquee el inicio del cliente.

Otra alternativa a los scripts `easy-rsa` es usar la herramienta gráfica `TinyCA` que ofrece un interfaz gráfico sobre openSSL para la gestión de autoridades de certificación y la generación de certificados digitales.

```
firewall3:~# tinyca2 &
```

3.1.2. Configuración y creación del enlace OpenVPN

1. Configuración del servidor: en la máquina **firewall3**
   - Copiar las claves/certificados necesarios al directorio `/etc/openvpn` :

     ```
     firewall3:~# cd /etc/openvpn
     firewall3:/etc/openvpn# cp /usr/share/easy-rsa/keys/ca.crt .
     firewall3:/etc/openvpn# cp /usr/share/easy-rsa/keys/firewall3.crt .
     firewall3:/etc/openvpn# cp /usr/share/easy-rsa/keys/firewall3.key .
     firewall3:/etc/openvpn# cp /usr/share/easy-rsa/keys/dh2048.pem .
     ```

   - EXTRA: Crear una clave secreta para la autenticación HMAC (*hash-based message authentication code*) de los paquetes SSL

     ```
     firewall3:~# openvpn --genkey --secret ta.key
     ```

   - Crear el fichero de configuración del servidor:
     Se usará como base el ejemplo disponible en `/usr/share/doc/openvpn/examples/sample-config-files/`

     ```
     firewall3:/etc/openvpn# cp /usr/share/doc/openvpn/examples/sample-config-files/server.conf.gz  .
     firewall3:/etc/openvpn# gunzip server.conf.gz
     ```

Editar los parámetros concretos para nuestros túneles VPN:

```
firewall3:/etc/openvpn# nano server.conf
ó
firewall3:/etc/openvpn# leafpad server.conf &
```

Parámetros destacados (con "→" se señalan los cambios efectuados para nuestro ejemplo):

```
     port 1194     ## puerto por defecto del servidor OpenVPN
     proto udp     ## protocolo por defecto del servidor OpenVPN
     dev tun       ## tipo de dispositivo de red virtual (= tarjeta de red "software") a través
                   ##    del cual se accederá al tunel cifrado establecido
     ...
->   ca   /etc/openvpn/ca.crt           ## parametros de cifrado
->   cert /etc/openvpn/firewall3.crt
->   key  /etc/openvpn/firewall3.key
     ...
->   dh   /etc/openvpn/dh2048.pem
     ...
->   server 10.30.30.0 255.255.255.0          ## rango de direcciones a asignar a los clientes
                                               ##    OpenVPN que se vayan conectando
     ...
->   push "route 10.10.10.0 255.255.255.0"    ## configuración de las rutas a establecer (''empujar'') en los
->   push "route 10.20.20.0 255.255.255.0"    ##    clientes para las conexiones cifradas que se vayan creando
                                               ##    en nuestro caso son las rutas hacia las 2 redes (interna
                                               ##    y dmz) gestionadas por firewall3
     ...
->   tls-auth ta.key 0
     ...
```

2. Configuración de los clientes: en la máquina **fuera (193.147.87.33)**

   - Copiar (mediante copia segura sobre SSH con `scp`) las claves/certificados necesarios al directorio `/etc/openvpn`

     ```
     fuera:# cd  /etc/openvpn
     fuera:/etc/openvpn# scp root@firewall3.cda.net:/usr/share/easy-rsa/keys/{ca.crt,fuera.crt,fuera.key} .
     ```

   - EXTRA: Copiar (mediante copia segura sobre SSH con `scp`) la clave secreta de autenticación de paquetes HMAC

     ```
     fuera:/etc/openvpn# scp root@firewall3.cda.net:/etc/openvpn/ta.key .
     ```

     Importante: Es necesario haber habilitado el *login* como `root` en la configuración del servidor SSH (ver PREVIO 1)

   - Crear el fichero de configuración del cliente
     Se usará como base el ejemplo disponible en `/usr/share/doc/openvpn/examples/sample-config-files/`

     ```
     fuera:/etc/openvpn# cp /usr/share/doc/openvpn/examples/sample-config-files/client.conf  .
     ```

     Editar los parámetros concretos para nuestros túneles VPN

     ```
     fuera:/etc/openvpn# nano client.conf
     ```

     Parámetros destacados (con "→" se señalan los cambios efectuados para nuestro ejemplo):

     ```
         client      ## indica que es la configuración para un cliente

         dev tun     ## tipo de dispositivo de red virtual (= tarjeta de red "software") a través
                     ##     del cual se accederá al tunel cifrado establecido con el servidor

     ->  remote 193.147.87.47 1194   ## dirección IP y puerto de escucha del servidor OpenVPN
                                     ##     con el que se establecerá el túnel cifrado

         ...
     ->  ca   /etc/openvpn/ca.crt    ## parametros de cifrado
     ->  cert /etc/openvpn/fuera.crt
     ->  key  /etc/openvpn/fuera.key
         ...
     ->  tls-auth ta.key 1
     ```

3. Crear el túnel OpenVPN

   Importante: antes de iniciar el tunel asegurar que en **firewall3** está activado el *IP forwading* y desactivadas las reglas `iptables` de Shorewall (ver PREVIO 2)

- Iniciar OpenVPN en servidor (**firewall3**), ejecutar:

  ```
  firewall3:~# systemctl restart openvpn@server.service
  ```

- Inicar OpenVPN en cliente (**fuera**), ejecutar:

  ```
  fuera:~# systemctl restart openvpn@client.service
  ```

En ambos extremos del túnel cifrado se crea un interfaz de red "virtual" `/dev/tun0` por el que se accede al enlace cifrado que conforma la red privada virtual.

- Un interfaz *tun* que simula un dispositivo de red a nivel IP, pero en lugar de enviar los paquetes IP dentro de tramas Ethernet sobre un cable de red, los encapsula dentro de los paquetes de una conexión TCP/IP establecida (comprobar con `ip addr`)
  - En nuestro caso se trata de una conexión SSL al puerto 1194 UDP de la máquina **firewall3**
- El enlace OpenVPN definirá la red **10.30.30.0/24**
  - El servidor tendrá la dir. IP **10.30.30.1**
  - A los clientes se les asignarán direcciones a partir de **10.30.30.6**
  - El *gateway* (puerta de enlace) de los clientes conectado por VPN será **10.30.30.5**, que reenvía a **10.30.30.1**

  Se puede comprobar la configura en ambos extremos con `ifconfig -a`
- En este caso las rutas hacia las dos "redes internas" (red dmz y red interna) se 'inyectan" en el cliente VPN al crear el tunel (comprobar con `ip route`)
  - La ruta por defecto de los equipos internos usa como *gateway* a **firewall3** que a su vez conoce la ruta hacia las máquinas clientes VPN
  - Por ello, en este caso concreto no es necesario indicar rutas adicionales para que los equipos **dentro** y **dmz** respondan y se comuniquen con los clientes OpenVPN
- En este momento, para el equipo firewall3 tendremos 4 redes
  - 10.10.10.0/24: red interna en el interfaz *enp0s3*
  - 10.20.20.0/24: red dmz en el interfaz *enp0s8*
  - 10.30.30.0/24: equipos externos conectados sobre VPN en el interfaz "virtual" *tun0*
  - red externa en el interfaz *enp0s9*

4. **Tarea 2** [**Comprobar el túnel creado**]

   Comprobar el acceso desde la máquina (**fuera**) a las 2 redes internas detrás de **firewall3**, que inicialmente no eran accesibles.

   - Desde fuera:

     ```
     fuera:~# nmap -T4 10.10.10.11     [escaneo de dentro]
     fuera:~# nmap -T4 10.20.20.22     [escaneo de dmz]
     ```

   - Otra opción: hacer una conexión `ssh` + comprobar con el comando `who` quien está conectado y desde dónde

     ```
     fuera:~# ssh  usuario1@10.10.10.11
     fuera:~# ssh  usuario1@10.20.20.22
     ```

3.2. Parte 2: Integración del enlace OpenVPN con Shorewall

Shorewall prevee la posibilidad de dar soporte a conexiones VPN. Veremos como integrar nuestro túnel openVPN en Shorewall

3.2.1. Preparación de Shorewall

1. **Opción 1:** si se ha retomado la práctica 3 "Definición de zonas desmilitarizadas con Shorewall"

   a) Se partirá de la configuración de Shorewall ya existente.

2. **Opción 2:** si se ha iniciado la práctica desde cero

   a) Completar los pasos 1 a 7 de la sección 3.3 de la práctica 3 "Definición de zonas desmilitarizadas con Shorewall"

3.2.2. Pasos a seguir

1. Crear una nueva zona (`road`) para los clientes conectado con OpenVPN en el fichero `/etc/shorewall/zones`

```
firewall3:/etc/shorewall# leafpad zones &

################################################################################
#ZONE   TYPE    OPTIONS                 IN                      OUT
#                                       OPTIONS                 OPTIONS
fw      firewall
net     ipv4
loc     ipv4
dmz     ipv4
road    ipv4
```

Nota: otra opción más directa sería habilitar una excepción para el tráfico openVPN (`puerto 1194 UDP`) en el fichero `/etc/shorewall/rules` y anadir el interfaz *tun0* a la zona `loc`

- De ese modo, todo el tráfico que llegará al forewall mediante los túneles OpenVPN se consideraría como perteneciente a la zona `loc` (red interna).

2. Asociar el interfaz *tun0* a la zona `road` en el fichero `/etc/shorewall/interfaces`

```
 firewall3:/etc/shorewall# leafpad interfaces &

################################################################################
?FORMAT 2
################################################################################
#ZONE   INTERFACE         OPTIONS
net     enp0s9            tcpflags,routefilter,norfc1918,nosmurfs,logmartians
loc     enp0s3            tcpflags,detectnets,nosmurfs
dmz     enp0s8            tcpflags,detectnets,nosmurfs
road    tun+
```

3. Definir las políticas y reglas que afectan a los clientes OpenVPN

   Haremos que los equipos conectados por openVPN (zona `road`) tengas las mismas restricciones/privilegios que los de la red interna (zona `loc`).

   - Fichero `/etc/shorewall/policy`

     Habilitar el acceso a la zona interna (`loc`) desde los equipos que lleguen a través del túnel OpenVPN (zona `road`)

```
firewall3:/etc/shorewall# leafpad policy &

################################################################################
#SOURCE         DEST            POLICY          LOG LEVEL       LIMIT:BURST
loc             all             DROP
net             all             DROP
dmz             all             DROP

road            loc             ACCEPT

# THE FOLLOWING POLICY MUST BE LAST
all             all             REJECT          info
```

   - Fichero `/etc/shorewall/rules`

     Replicar las entradas correspondientes a la zona `loc`, cambiando su campo zona de `loc` a `road`.

     Nota: esto es una simplificación para acelerar el desarrollo del ejemplo. En un entorno real, puede no ser necesario/razonable que los equipos de los usuarios "itinerantes" se equiparen en cuanto a restricciones de acceso con los equipos internos (especialmente si el único mecanismo de autenticación es el uso exclusivo de certificados digitales de clientes).

```
firewall3:/etc/shorewall# leafpad rules &

...
SSH(ACCEPT)      road            $FW
SSH(ACCEPT)      road            dmz
...
ACCEPT           road            net              tcp     80,443
ACCEPT           road            net              tcp     22
...
ACCEPT           road            dmz:10.20.20.22  tcp     80,443
ACCEPT           road            dmz:10.20.20.22  tcp     25,110
ACCEPT           road            dmz              tcp     22
...

DNS(ACCEPT)      road            net
...
```

4. Dar de alta el tunel OpenVPN `/etc/shorewall/tunnels`

   ```
   firewall3:/etc/shorewall# leafpad tunnels &

   #TYPE                  ZONE    GATEWAY         GATEWAY-ZONE
   openvpnserver:1194     net     0.0.0.0/0
   ```

5. Comprobar la configuración del firewall y el funcionamiento del tunel OpenVPN
   - Recompilar y arrancar el cortafuegos generado por Shorewall con las nuevas configuraciones

     ```
     firewall3~# shorewall start
     ```

   - Reiniciar el servidor OpenVPN en `firewall3`

     ```
     firewall3:~# systemctl restart openvpn@server.service
     ```

   - Arrancar el cliente OpenVPN en `fuera`

     ```
     fuera:~# systemctl restart openvpn@client.service
     ```

   - **Tarea 3 [Comprobar integración con Shorewall]:** Repetir las comprobaciones realizadas en el punto *(4)* del apartado 3.1.2 y documentar los resultados obtenidos.
     - En concreto, con NMAP se puede comprobar que desde el equipo `fuera` se tiene acceso a los mismos servicios de las redes interna y DMZ que en el caso de equipos de la red interna.

       ```
       fuera~# nmap -T4 10.10.10.11
       fuera~# nmap -T4 10.20.20.22
       ```

4. Documentación a entregar

Esquema propuesto

- Descripción **breve** del ejercicio realizado
- Detallar la situación inicial del la red del ejemplo (escaneos de **Tarea 1** [**escaneo inicial**])
- Detallar las comprobaciones realizadas en el punto *(4)* del apartado 3.1.2 y documentar los resultados obtenidos después de aplicar la configuración inicial de OpenVPN (**Tarea 2** [**comprobar tunel creado**])
- Detallar las comprobaciones realizadas en el punto *(5)* del apartado 3.2.2 y documentar los resultados obtenidos después de integrar el enlace con Shorewall (**Tarea 3** [**comprobar integración shorewall**])
- Describir cómo es el flujo de paquetes que tiene lugar en las pruebas realizadas desde la máquina **fuera** en la **Tarea 3** y cómo les afectan las reglas de enrutado establecidas en la máquina **firewall3**.
- Conclusiones: detallar los problemas encontrados, posibles mejoras o alternativas, impresiones sobre la idoneidad de las herramientas, etc

Entrega: FAITIC

Fecha límite: `18/11/2018`