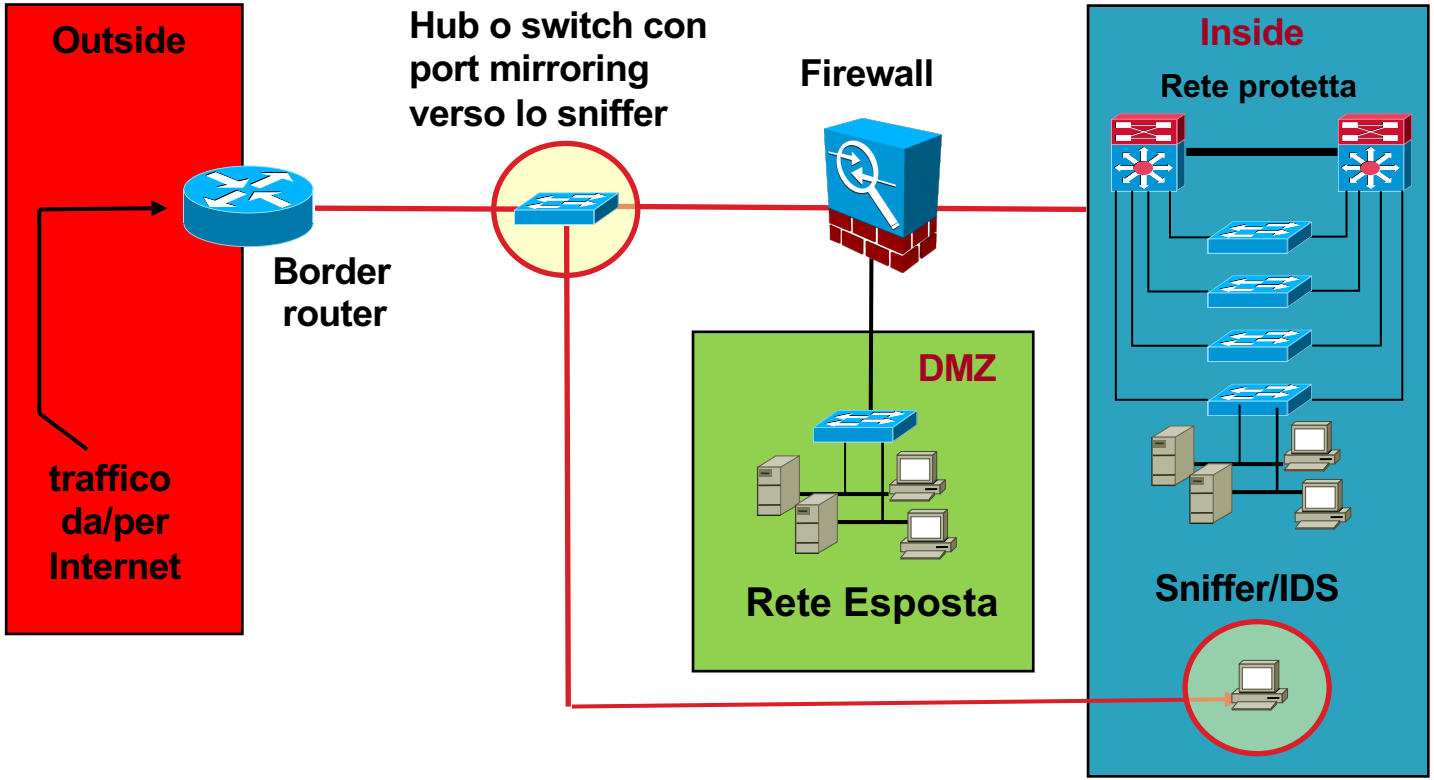
Politiche di sicurezza e Controllo Accessi

Francesco Palmieri

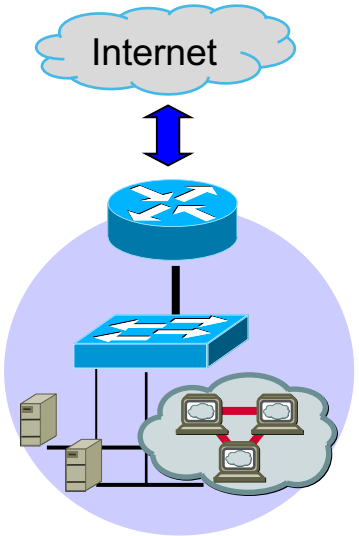
fpalmieri@unisa.it

Architettura di riferimento



Router di frontiera

- Il router di frontiera il primo sbarramento della propria rete
  - difficile l'aggiramento da parte dell' end-user.
- Permette di centralizzare un buon numero di controlli di sicurezza.
- Fondamentale la sua protezione
  - una compromissione può aprire laccesso alla rete interna;
  - una inadeguata politica di filtraggio può esporre la stessa ad attacchi;
  - la corruzione delle tabelle di routing può provocare disservizi e accesso non autorizzato a dati.
- Un router correttamente configurato può minimizzare effetti derivanti da siti interni compromessi da attacchi.



Firewall

- Firewall è un termine inglese dal significato originario di muro tagliafuoco
- E’ il principale componente attivo di difesa perimetrale
- Ha compiti di security enforcing, nel senso più ampio del termine, con lo scopo di controllare il traffico fra due o più reti:
  - permettendo solo quello autorizzato dalla politica di sicurezza
  - rilevando e segnalando eventuali tentativi di violazione della politica di sicurezza
  - svolgendo eventualmente funzioni aggiuntive di auditing e accounting
  - Può anche svolgere funzioni di collegamento tra due o più segmenti di rete.

Perché installare un firewall

- Per implementare una politica di sicurezza:
  - In grado di permettere l'accesso controllato ai sistemi o servizi di una rete protetta:
    - Solo agli utenti autorizzati
    - Solo ai sistemi autorizzati
  - In grado di permettere agli utenti e sistemi di una rete protetta di accedere in maniera controllata ai sistemi e servizi di una rete non protetta:
    - solo se il rischio è accettabile
    - registrando le attività

Firewall: Vantaggi

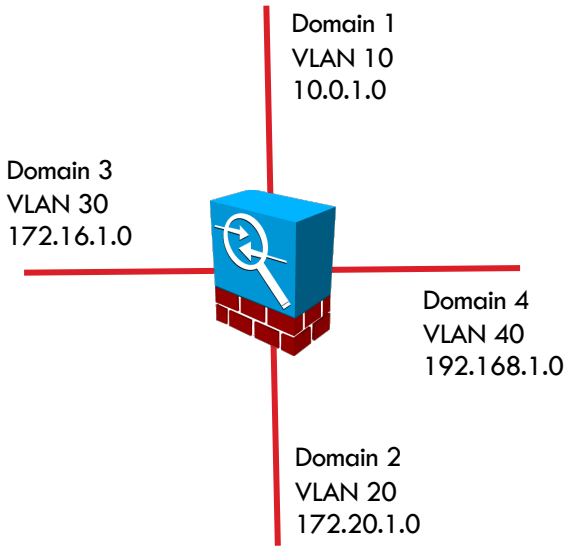
- Centralizzazione delle politiche di sicurezza
  - Può tradursi in un Single point of failure (può essere uno svantaggio)
- Sistema specializzato in grado di ottimizzare le operazioni di filtraggio del traffico (tramite HW opportuno)
- Possibilità di ispezionare il traffico fino al livello di applicazione
- Controllo “stateful” delle sessioni

Firewall: Svantaggi

- Difficoltà con protocolli non banali
- Prestazioni/throughput
  - Può trasformarsi in un bottleneck
  - la percezione dell'utente può essere negativa
- Gestione complessa
  - configurazione
  - Verifica e analisi dei log
- Senso eccessivo di fiducia e insicurezza interna
- Costi elevati in caso di prestazioni oltre il Gigabit

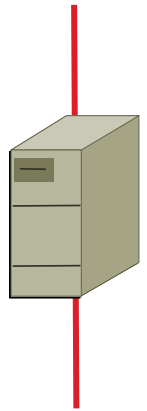
Implementazione e funzioni di base

- Network device con almeno 2 interfacce di rete
- Ogni interfaccia individua un **dominio di sicurezza distinto** su un segmento (VLAN) diverso
- Può effettuare remapping indirizzi (NAT)
- Filtra traffico fra le diverse zone/domini tramite regole predefinite (politiche controllo accessi)
- Può mediare l'accesso a specifiche applicazioni a scopo di controllo ed ispezione
  - Proxy
  - Content filtering (filtraggio selettivo su base contenuti)
  - Deep packet Inspection e analisi del traffico
  - Limitazione in banda



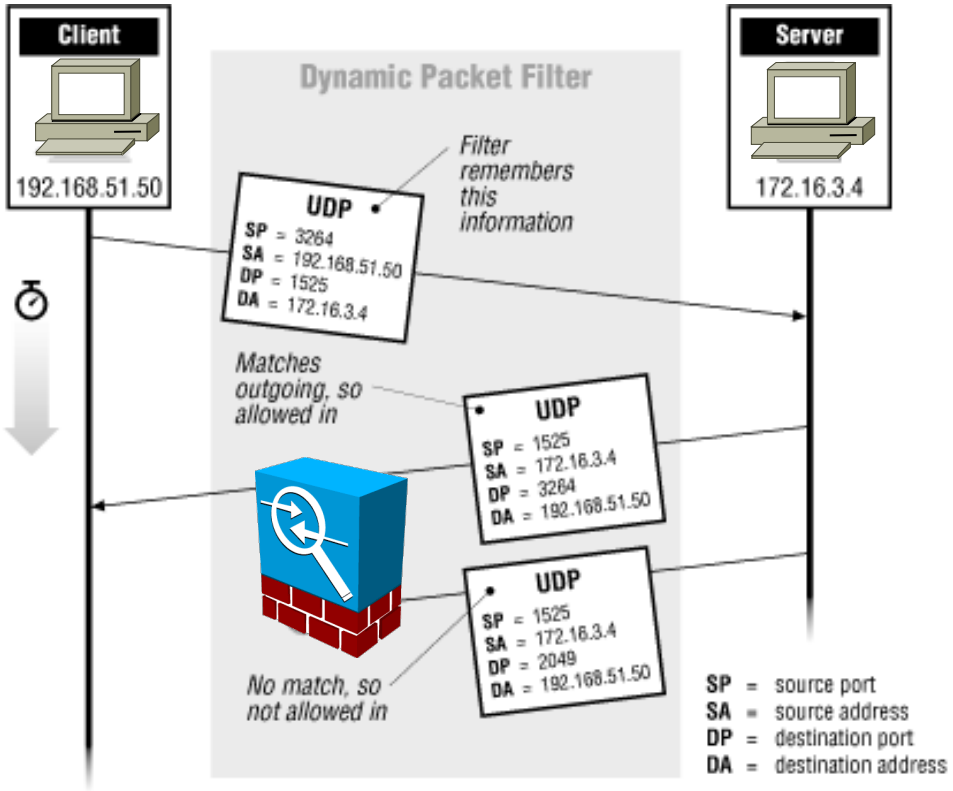
Firewall hardware e Software

- **Firewall Hardware:**
  - componente passivo che opera una difesa perimetrale basandosi su specifici dispositivi di inspection e filtraggio implementati in ASIC
  - Rigidità operativa/Limitata flessibilità
- **Firewall Software :**
  - software che viene installato direttamente su HW COTS general purpose o in cloud in logica NFV
  - Prestazioni drasticamente inferiori
  - esegue anche un controllo a livello programma
  - Estremamente flessibile e configurabile



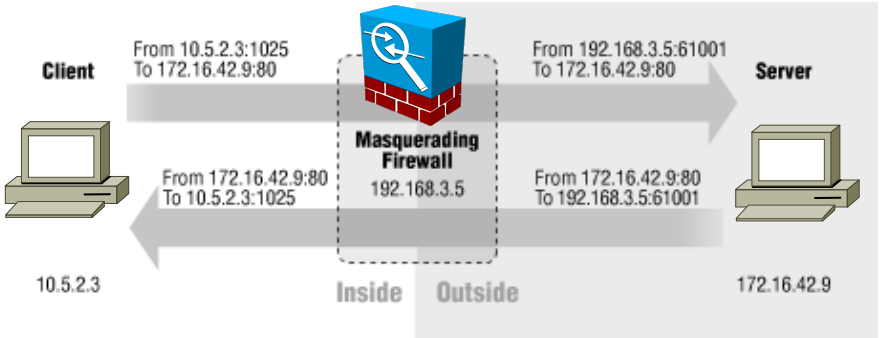
Firewall: azioni possibili

- Accettare il pacchetto
- Scartare il pacchetto (non avvisa il mittente)
- Rifiutare il pacchetto (avvisa il mittente, es. ICMP port unreachable)
- NAT
- Log (remoto?)
- Filtri dinamici (controllati da IDS)
- Default deny/default permit



NAT e sicurezza

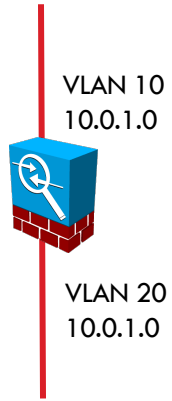
- Il NAT non è un meccanismo di sicurezza (anche se c'è qualche vantaggio)
  - In presenza di overload effort aggiuntivo per identificare le reali origini
- Non c'è controllo del traffico sui singoli indirizzi
- Senza specifiche ACL si accede comunque agli indirizzi interni
- Il NAT può diventare una vulnerabilità esplorabile da insiders per un DoS:
  - Scansione Massiva per saturare la NAT table
  - Il garbage collection e l'aging delle entries saturano la CPU
  - Il blocco (per filtraggio) dell'indirizzo di NAT in overload blocca l'intera rete



Firewall: modalità operative

- Un firewall può operare in due modalità:
  - Routed: Opera a livello 3, segmenta reti diverse su base indirizzi IP
  - Trasparente: Opera a livello 2, segmenta su base MAC address
- Un firewall routed si presenta come un dispositivo di livello 3 e ha bisogno di un indirizzo/rete IP su ogni interfaccia
  - Instrada il traffico IP/IPv6 fra le varie interface
  - Supporta I più comuni prorocolli di routing

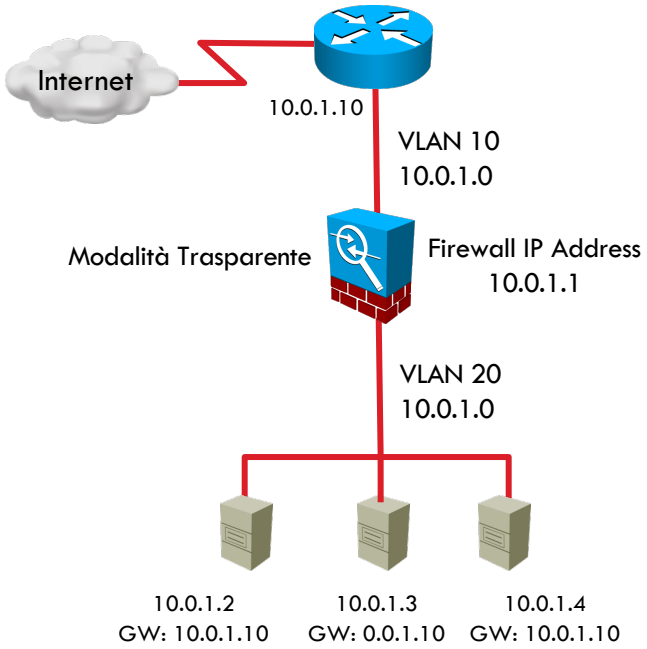
Modalità Routed
o L3 firewall



Modalitò Trasparente
o L2 firewall

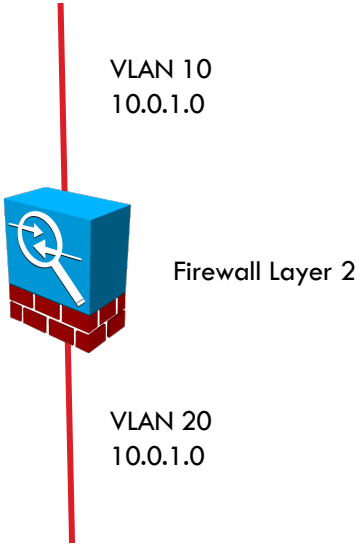
Modalità Trasparente

- Il traffico Layer 3 deve essere esplicitamente permesso per attraversare il firewall
- I segmenti connessi alle interfacce devono essere sulla stessa subnet di livello 3
- L'IP del firewall non deve essere configurato come default gateway per i dispositivi connessi.
- I dispositivi devono puntare al router che sta avanti al firewall (attraversato trasparentemente)
- Ogni interfaccia individua comunque un segmento/VLAN differente anche se associate alla stessa rete IP



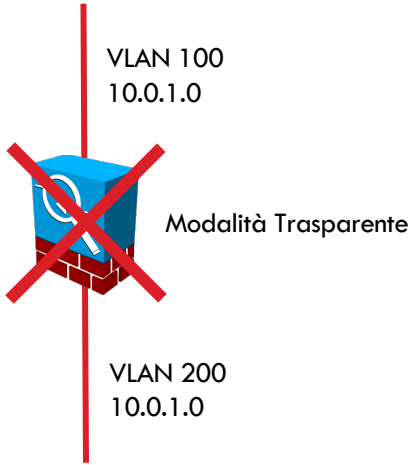
Benefici di un Firewall Trasparente

- Flessibile, integrato e facile da gestire:
  - Reindirizzamento a livello IP non necessario
  - Nessun NAT da configurare
  - Non si possono verificare problemi di instradamento e undirizzamento
- Totalmente invisibile dall'esterno
- Maggiore robustezza



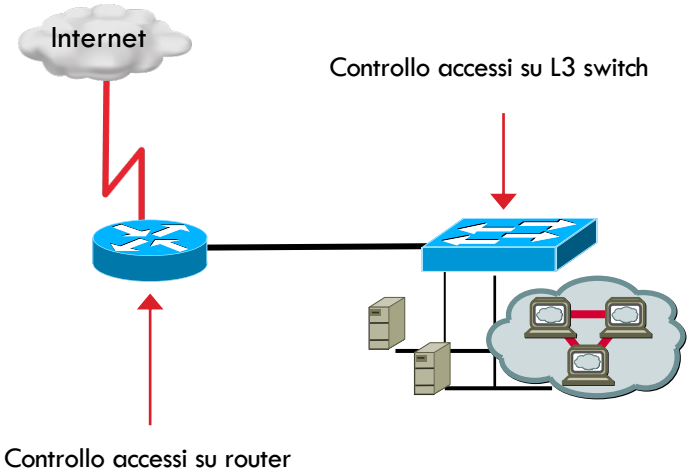
Funzionalità non supportate

- Le seguenti funzionalità non sono tipicamente supportate da un firewall in modalità trasparente:
  - NAT
  - Protocolli di routing (es. OSPF, RIP, BGP)
  - IP/IPv6
  - DHCP relay
  - QoS
  - Multicast
  - Terminazione VPN



Filtraggio sul bordo: controlli su border router

- Router e Switch Layer 3 rendono disponibili semplici meccanismi di controllo accessi
  - Stateless
  - IP address e TCP/UDP Port based
- L'uso di controlli complessi con un notevole numero di clausole di filtraggio comporta comunque un certo aggravio prestazionalea carico della CPU nell'attività di forwarding



- Accettabile se Router o Switch L3 gestiscono meccanismi di controllo accessi in Hardware
- Dispositivi già presenti in ogni rete che la partizionano in maniera naturale

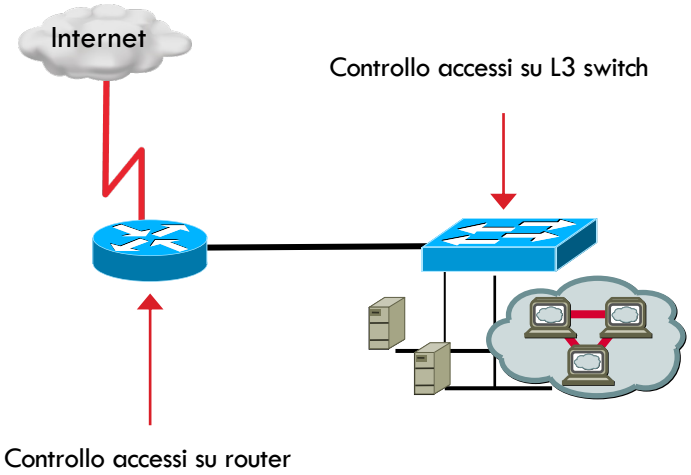
Filtraggio su border router: Pro e Contro

Meccanismo principale di protezione:

- ACL statiche

Pro

- Buone prestazioni
- Trasparenza
- Basso costo (eventualmente nullo)

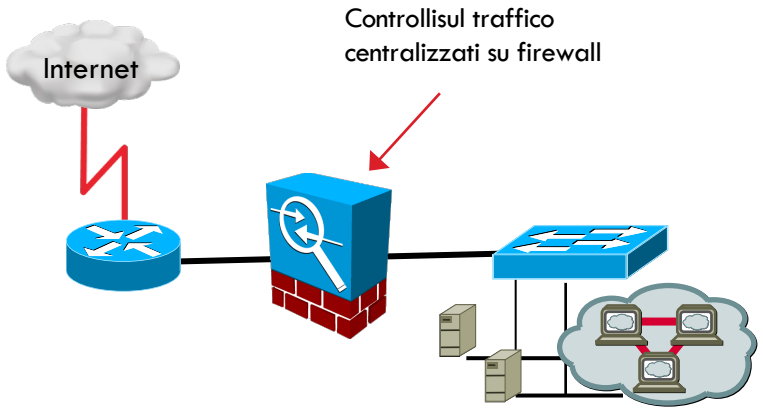


Contro

- Molti protocolli non sono gestibili
- Nessun controllo sui dati (payload) e lo stato delle sessioni

Filtraggio sul bordo: controlli su firewall

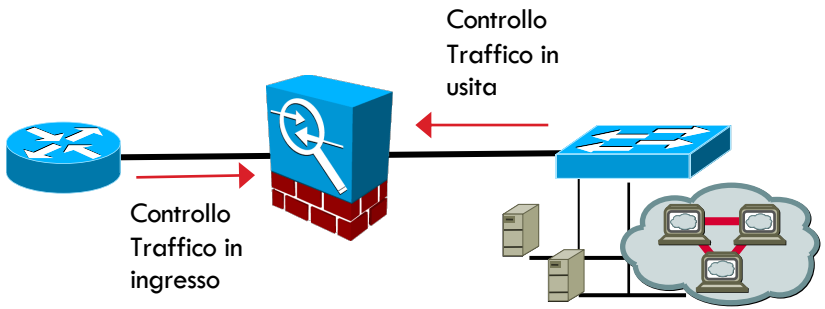
- L'introduzione di un firewall scarica la CPU di router o switch L3 dalla valutazione dei controlli
- La centralizzazione delle politiche di controllo sul firewall costituisce un significativo vantaggio gestionale:
  - riduce la complessità della configurazione
  - centralizza la gestione delle logiche e problematiche di filtraggio
  - Permette di proteggere simultaneamente migliaia di macchine



- Questa politica non scala in presenza di grandi volumi di traffico e diventa un collo di bottiglia prestazionale che può essere sfruttato per creare DoS

Dove effettuare il filtraggio

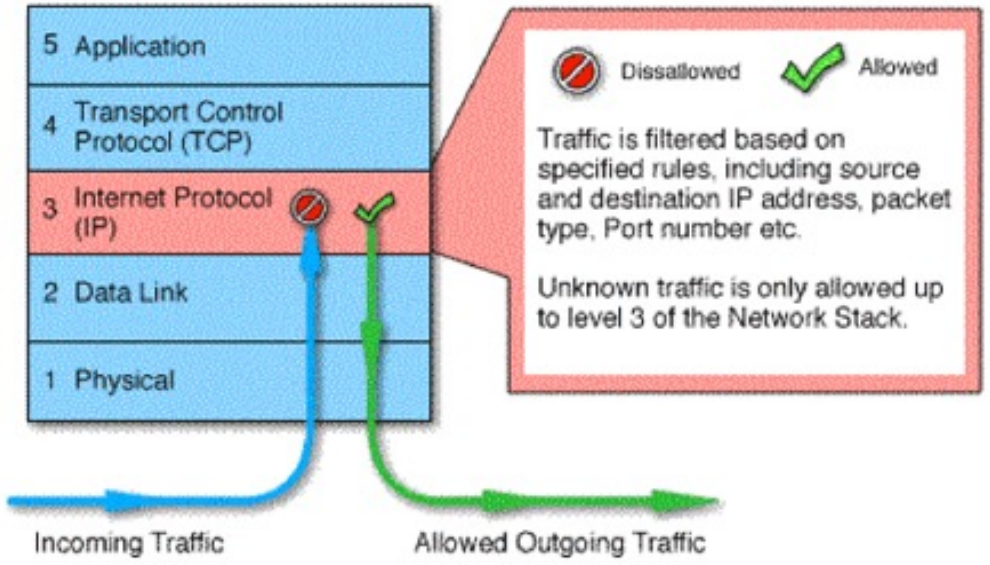
- In ingresso
  - so da quale interfaccia arriva il pacchetto
  - proteggo la rete locale
- In uscita
  - controllo anche il traffico generato localmente
  - blocco ciò che non deve uscire



- I controlli vanno localizzati **più vicino possibile all'origine** del traffico

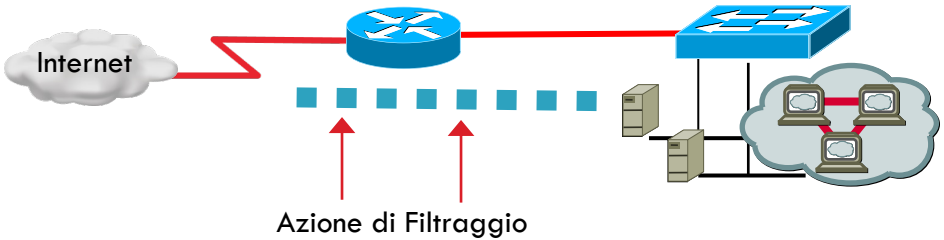
Parametri di filtraggio

- Header IP
  - mittente
  - destinatario
  - protocollo
  - flags, opzioni (source routing, frammentazione…)
- Header TCP/UDP
  - porta mittente
  - porta destinataria
  - flags TCP (SYN, ACK)



Filtraggio stateless

- Solo su base IP (sorgente e destinazione), porta TCP/UDP e protocollo
- Controllo effettuato indipendentemente pacchetto per pacchetto
- Non ha alcuna percezione del flusso dei pacchetti che fanno parte di una connessione end to end
- I pacchetti possono provenire anche da interfacce diverse da quella su cui escono (tollerata l'asimmetria)



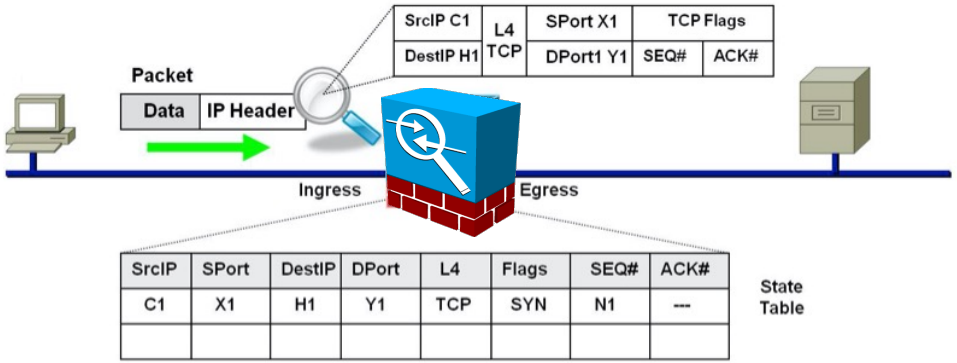
Limitazioni del Filtraggio Stateless

- Nelle connessioni TCP, le porte con numeri inferiori a 1024 sono assegnate permanentemente a servizi “noti” erogati da specifiche applicazioni server
  - 20, 21 per ftp, 23 per telnet, 25 per smtp, 80 per http…
- I clients che si connettono a tali server usano porte mumerate da 1024 a 16383
  - Tali porte vengono quindi usati quali destinazioni per il recapito del traffici di ritorno
- Cosa dovrebbe fare un firewall se vede, ad esempio, una richiesta in arrivo alla porta 1234 di alcuni client?
  - Deve farlo passare dato che potrebbe essere la risposta di un server in una connessione precedentemente stabilita ...
  - ... Oppure potrebbe essere traffico dannoso …
- **Non è possible saperlo** senza mantenere lo stato per ogni connessione

Filtraggio Stateful

- quando viene stabilita una connessione, se le regole di filtraggio non la bloccano, allora le informazioni relative ad essa diventano entry di una *tabella di stato*.
- successivi pacchetti in ingresso saranno valutati in base all'appartenenza ad una delle connessioni presenti nella tabella (session filtering).
- quando la connessione è conclusa, la entry nella tabella sarà cancellata, per evitare che questa si riempia completamente informazioni riguardanti la connessione che verranno memorizzate :

  - identificatore univoco sessione
  - stato connessione (*handshaking*, *established*, *closing*)
  - informazioni sequenzialità pacchetti
  - Indirizzi IP host sorgente e destinazione
  - interfacce di rete utilizzate



Session Filtering

- Ogni decisione (**permit** o **deny**) viene presa separatamente per ciascun pacchetto, ma nel contesto di una connessione
  - Se è relativo a una nuova connessione, ne va verificata l'ammissibilità sulla base delle politiche di sicurezza configurate
  - Se viceversa è parte di una connessione esistente, la stessa va cercata nella tabella delle connessioni, aggiornandone lo stato, se necessario
    - A questo punto è possible consentire il traffico in entrata verso una porta con numero elevato solo se è stata stabilita una connessione a quella porta
- I protocolli stateless (UDP) e ICMP sono difficili da filtrare
  - La politica di filtraggio di base è negare tutto ciò che non è consentito
  - Ci vuole attenzione nel filtrare il traffico di protocolli servizio come ICMP
- I filtri possono essere bypassati utilizzando meccanismi di tunneling

Esempio: tabella di stato delle connessioni

Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	Connection State
192.168.1.100	1030	210.9.88.29	80	Established
192.168.1.102	1031	216.32.42.123	80	Established
192.168.1.101	1033	173.66.32.122	25	Established
192.168.1.106	1035	177.231.32.12	79	Established
223.43.21.231	1990	192.168.1.6	80	Established
219.22.123.32	2112	192.168.1.6	80	Established
210.99.212.18	3321	192.168.1.6	80	Established
24.102.32.23	1025	192.168.1.6	80	Established
223.212.212	1046	192.168.1.6	80	Established

Limitazioni del Packet Filtering

- Non è possible bloccare attacchi application-specific
  - Per esempio, in presenza di un buffer overflow in una routine di URL decoding il firewall non sarà in grado di bloccare uno specific pattern di attacco
- Non sono previsti meccanismi di autenticazione a livello utente
  - … ad eccezione di una banale autenticazione basata sull'indirizzo IP (spoofabile)
  - manca qualsiasi funzionalità di livello più alto del livello 3 (e in parte del livello 4)
- Il meccanismo è vulnerabile a semplici attacchi layer 3 (ad es. spoofing)
  - L'unica soluzione è l'enforcing di specifiche regole anti-spoofing (vedremo più avanti)
- Una configurazione errata può facilmente portare a compromissione completa della sicurezza di un dominio protetto via packet filtering

Politiche di filtraggio

- Alla base di ogni politica di filtraggio finalizzata al controllo degli accessi va fatta un'attenta valutazione preliminare:
  - **Chi ha bisogno di accedere?**
  - **Quando e come?**
  - **Da dove?**
  - **Con quale decorrenza?**
  - **Di quali servizi ha bisogno?**
  - **Che protocolli usa?**
  - **Che QoS richiede?**

Politiche di filtraggio

Un firewall (o un router) può operare in due modalità diametralmente opposte :

- *Deny All:* Tutto ciò che non è specificatamente permesso è negato. Elevata Sicurezza
- *Allow All:* Tutto ciò che non è specificatamente negato è permesso Facilità di gestione

La seconda policy si usa poco in ambiti di sicurezza, tuttavia è molto utilizzata per troubleshooting e traffic shaping.

Deny All

Tutto ciò che non è specificatamente permesso è negato

- Blocca tutto il traffico e ciascun servizio deve essere implementato caso per caso
- Politica maggiormente conservativa in termini di protezione
- si limita il numero di scelte disponibili all'utente

Allow all

Tutto ciò che non è specificatamente negato è permesso

- Inoltra tutto il traffico e ciascun servizio dannoso deve essere chiuso caso per caso
- L'amministratore di rete ha difficoltà sempre maggiore nel garantire la sicurezza man mano che la rete cresce.

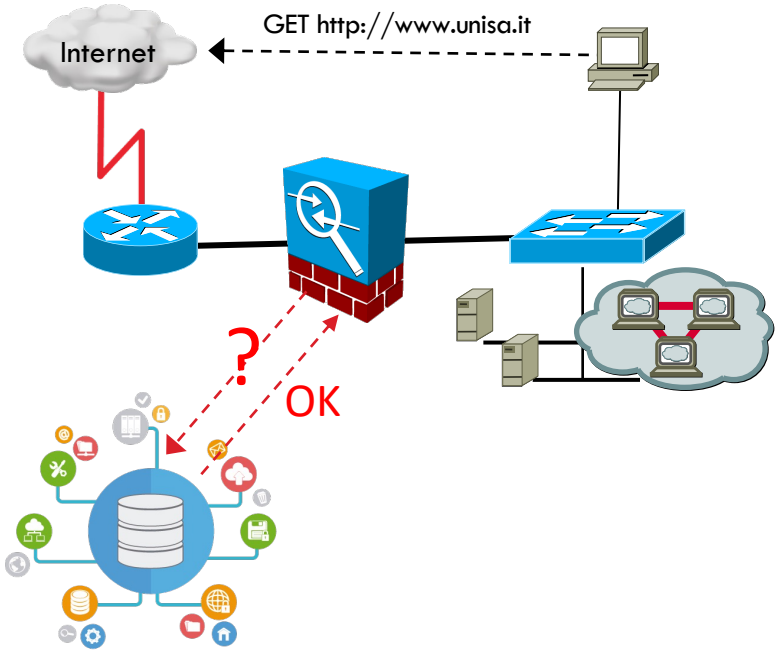
Filtraggio selettivo

Service	Port	Protocol
echo	7	TCP/UDP
discard	9	TCP/UDP
systat	11	TCP/UDP
daytime	13	TCP/UDP
netstat	15	TCP
quotd	17	TCP/UDP
chargen	19	TCP/UDP
ftp-data	20	TCP
ftp	21	TCP
ssh	22	TCP/UDP
telnet	23	TCP
smtp	25	TCP
time	37	TCP/UDP
rlp	39	TCP/UDP
whois	43	TCP/UDP
tacacs	49	TCP/UDP
domain	53	TCP
whois++	63	TCP/UDP
bootp	67-68	UDP
tftp	69	UDP
gopher	70	TCP
finger	79	TCP
http	80	TCP
link	87	TCP
supdup	95	TCP
pop2	109	TCP
pop3	110	TCP
sunrpc	111	TCP/UDP
auth	113	TCP/UDP
nntp	119	TCP
ntp	123	TCP/UDP
nbios-ns	137	TCP/UDP

Service	Port	Protocol
nbios-dgm	138	TCP/UDP
nbios-ssn	139	TCP/UDP
imap	143	TCP
NeWS	144	TCP
snmp	161	UDP
snmptrap	162	UDP
xdmcp	177	UDP
irc	194	TCP/UDP
wais/Z39.50	210	TCP
imap3	220	TCP
ldap	389	TCP/UDP
netware-ip	396	TCP/UDP
rmt	411	TCP
https	443	TCP
exec	512	TCP
biff	512	UDP
login	513	TCP
who	513	UDP
shell	514	TCP
syslog	514	UDP
printer	515	TCP/UDP
talk/ntalk	517-518	TCP/UDP
route	520	UDP
timed	525	TCP/UDP
uucp	540-541	TCP
mountd	635	TCP/UDP
wins	1512	TCP/UDP
radius-old	1645-1646	UDP
radius	1812-1813	UDP
openwin	2000	TCP
NFS	2049	TCP/UDP
X11	6000-6063	TCP

- E’ consigliabile bloccare oppure filtrare selettivamente i servizi tendenzialmente pericolosi
- Permetti in ingresso solo l’accesso ad un numero estremamente limitato di servizi esposti (e-mail, www, ftp) erogati solo da hosts specifici e eventualmente controllati

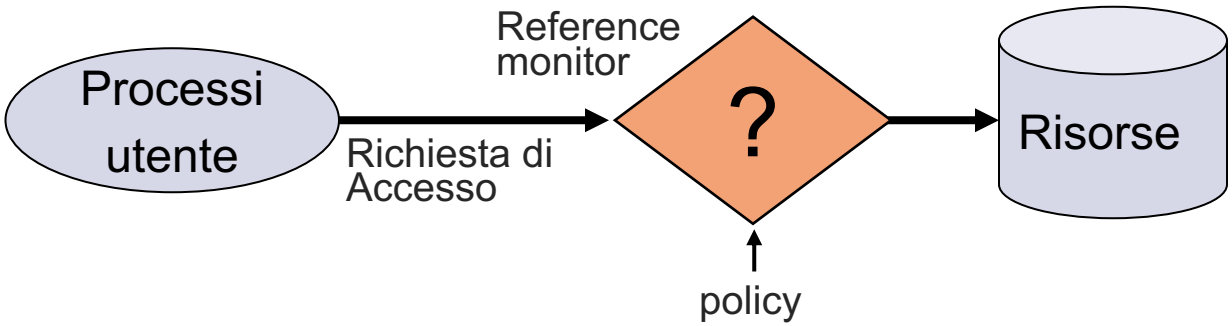
Content filtering



- Filtraggio di contenuti indesiderati, discutibili e dannosi attraverso l'ispezione delle URL
- Richiede l'uso di basi di conoscenza/risorse di terze parti sempre aggiornate:
  - DB di classificazione delle risorse
  - Motori di categorizzazione
- Il firewall esegue l'ispezione del payload e prima di ammettere la sessione verifica il tipo di contenuto rispetto alle politiche locali
  - per esempio: blocco contenuti relativi a gioco d'azzardo, droghe, generiche attività correlate al crimine

Controllo Accessi a livello utente

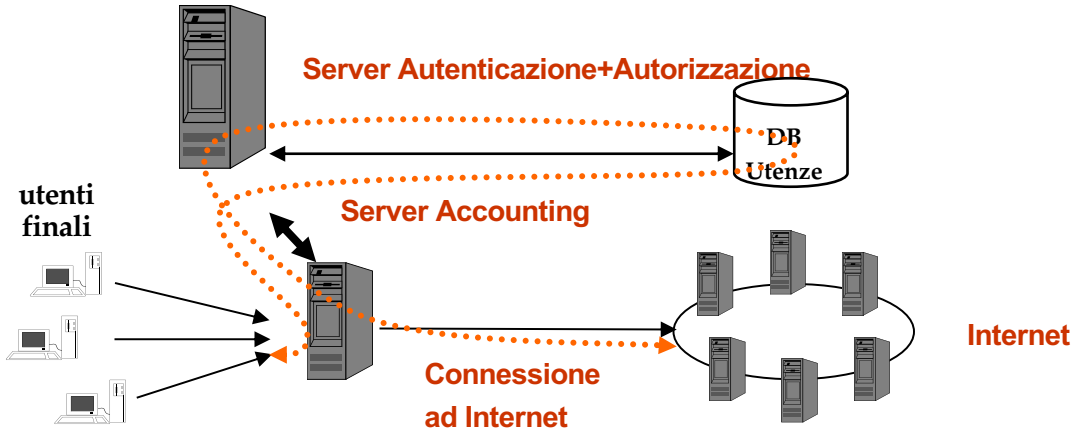
- Assunzioni
  - Il sistema deve conoscere chi è l'utente interessato (identificazione)
    - Autenticazione via username e password, o altre credenziali
  - Le richieste di access passano attraverso un "reference monitor" che è deputato a implmentare le policy
    - Non è consentito bypassare in alcun modo il reference monitor



Le Architetture AAA

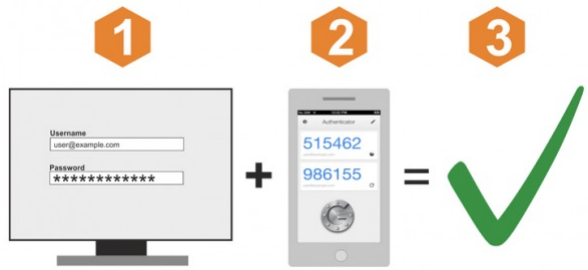
Autentication, Authorization, Accounting: sono architetture che si basano sulla separazione delle fasi di controllo accessi in:

- Authentication
  - Identificare l'utente in modo certo. (CHI)
- Authorization
  - Definire a quali risorse l'utente ha accesso. (DOVE)
- Accounting
  - Tenere traccia delle operazioni effettuate. (QUANDO)



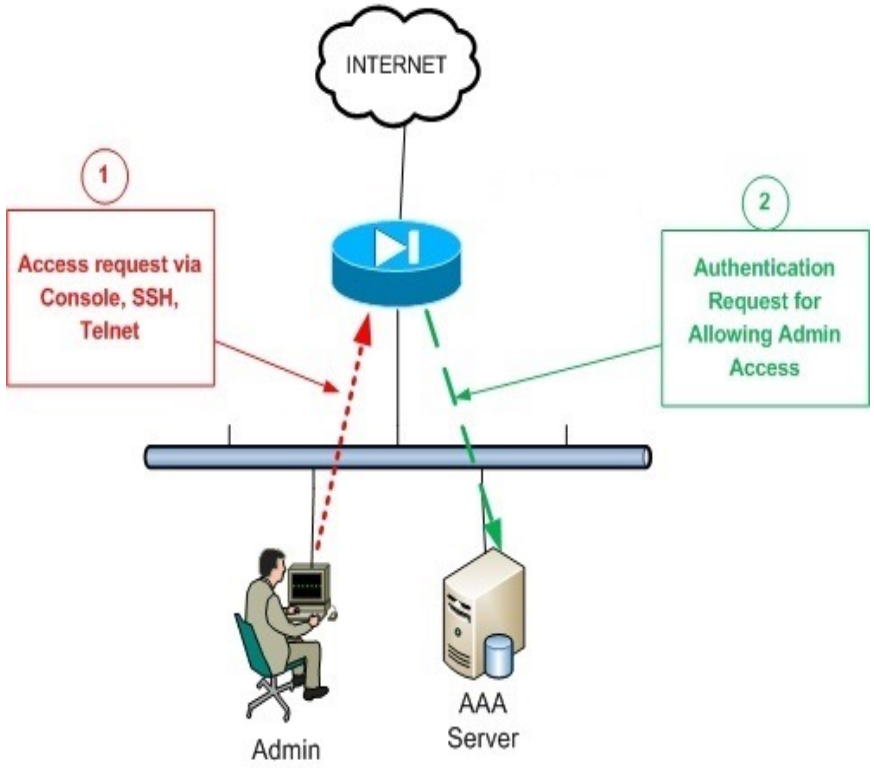
Autenticazione

- Occorre che l'utente dichiari la propria identità. Esempi:
  - username e password
  - Carta + PIN
- Scoraggiare gli scambi di identità
- Imporre il cambio periodico della password
- Imporre password difficili da indovinare



Autorizzazione

- Dopo aver identificato l'utente, questi non deve necessariamente aver libertà di movimento in ogni campo; avrà accesso ad alcune risorse, ma non ad altre.
- Es. un certo dipendente potrà accedere alla posta elettronica, navigare su Internet, ma non consultare il bilancio o aprire il database paghe.



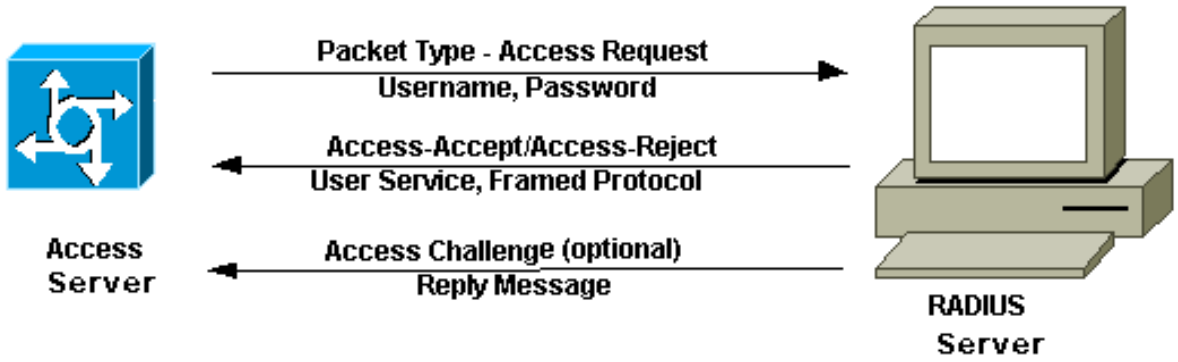
Accounting

- Conoscere le operazioni fatte da un utente non ha necessariamente scopi punitivi.
- Si raccolgono dati sull'uso delle risorse da parte dei vari settori dell'azienda e può servire a pianificare o rimandare aggiornamenti dei sistemi e aiuta ad indirizzare gli investimenti.
- Logging di specifiche operazioni
- Billing in modelli pay per use

RADIUS/TACACS+

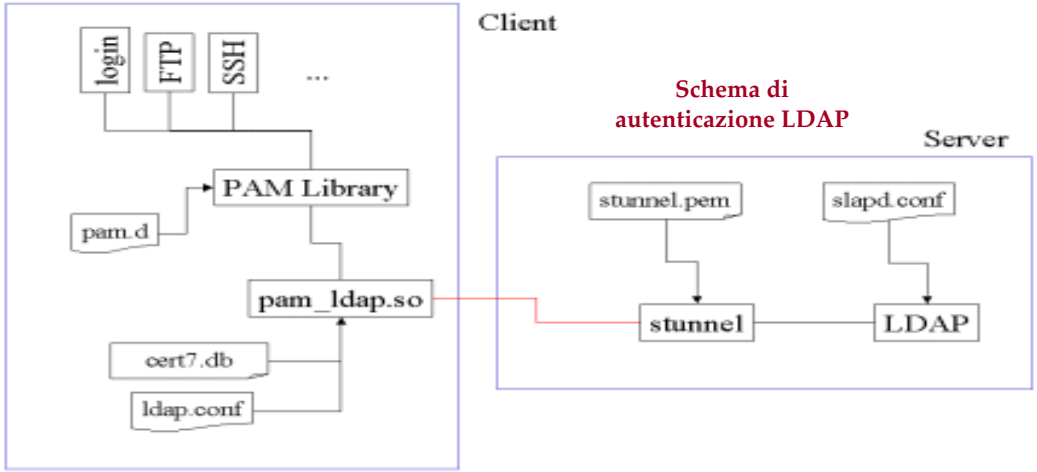
- Spesso all'estremità di questo processo di convalida è presente un server che supporta Remote Authentication Dial-In User Service, (RADIUS) o TACACS+ che sono protocolli di consolidamento e centralizzazione delle informazioni di convalida, autorizzazione e identificazione degli utenti remoti.

- In breve, RADIUS crea una posizione unica in cui tutti gli utenti remoti vengono analizzati e il server accetta o rifiuta un utente in base a criteri definiti.



RADIUS & LDAP

Il futuro di RADIUS è in realtà allineato con gli sviluppi sul fronte dei servizi di directory, che si stanno indirizzando verso Lightweight Directory Access Protocol (LDAP), uno standard per la creazione di directory di rete interoperabili.



Il Modello di Access Control

- Il concetto di protezione e controllo è rappresentato da una tripla:

$$M = (S, O, A)$$

Dove:

  - S = insieme di soggetti (entità attive); es. user, indirizzi IP, processi, dispositivi etc…;
  - O = insieme di oggetti (entità passive); es. file, interfacce da attraversare, memoria etc…;
  - A = insieme di regole che specificano i modi in cui i soggetti possono avere accesso agli oggetti

Nota: ogni soggetto può anche essere un oggetto

Access control matrix [Lampson]

Oggetti

Soggetti

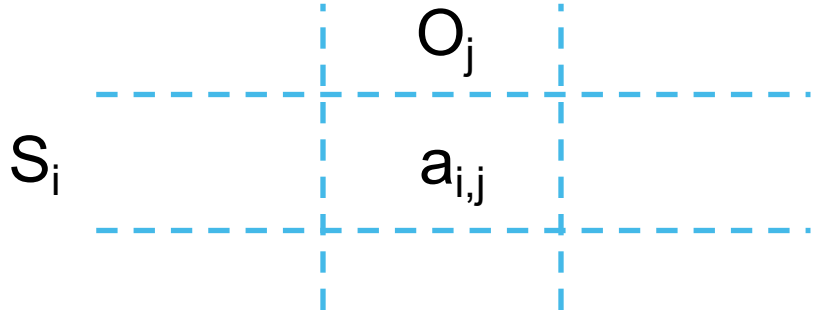
	File 1	File 2	File 3	…	File n
User 1	read	write	-	-	read
User 2	write	write	write	-	-
User 3	-	-	-	read	read
…					
User m	read	write	read	write	read

Il Modello (2)

- Nella matrice sono catturate tutte le relazioni tra le entità:

$$R \rightarrow A[s,o] \quad \text{dove} \quad s \in S, \quad o \in O$$

  - A [s,o] $\subseteq$ R;
  - A [s,o] → insieme di privilegi/diritti/azioni di s su o.



Il Modello (3)

- Quando viene creato un oggetto:
  - si aggiunge una colonna nella matrice di accesso;
  - il contenuto della nuova colonna è deciso al momento della creazione dell'oggetto;
- E' un **modello astratto**: il significato dei diritti può cambiare in base agli oggetti coinvolti
- Non è molto appropriata per l'implementazione diretta
- La matrice è sparsa e gli elementi possono essere vuoti; in questo caso può essere inefficiente

Implementazione

- **Access control list (ACL)**
  - Implementano colonne della matrice (associate alle risorse)

	File 1	File 2	…
User 1	read	write	-
User 2	write	write	-
User 3	-	-	read
…			
User m	Read	write	write

- **Capability Lists**
  - L'utente ottiene un "ticket" o **diritto** di accesso per ogni risorsa
  - Due varianti
    - Associano righe della matrice all'utente sotto il controllo dell'OS
    - Implementano ticket non falsificabili nello spazio utente

- Nella maggior parte dei casi reali I controlli vengono realizzati attraverso Access control lists
- Diversi sistemi implementano solo alcuni aspetti delle capability lists

ACL vs Capability Lists

- Access control list
  - Associano una lista con ogni oggetto
  - Controllo a livello utente/gruppo con la lista stessa
  - Basate sull'autenticazione: bisogna identificare l'utente

- Capabilities
  - Una Capability è un ticket (diritto) non falsificabile
    - Devono essere gestite a livello OS
    - Possono essere passate da un utente o processo a un altro
  - Il Reference monitor controlla i ticket
    - Non a bosogno di conoscere l'identità di un utente o processo

ACL e Capabilities

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
S1		O, R, W	O, R, W		W	
S2	O, R, W	R			O, R, W	
S3		R	R	O, R, W	R	O, R, W

CAPABILITY

S1 = {(f2, orw); (f3, orw); (f5, w)}

S2 = {(f1, orw); (f3, r); (f5, orw)}

S3 = {(f2, r); (f3, r); (f4, orw); (f5, r); (f6, orw)}

ACLs

F1 = {(s2, orw)}

F2 = {(s1, orw); (s2, r); (s3, r)}

F3 = {(s1, orw); (s3, r)}

F4 = {(s3, orw)}

F5 = {(s1, w); (s2, orw); (s3, r)}

F6 = {(s3, orw)}

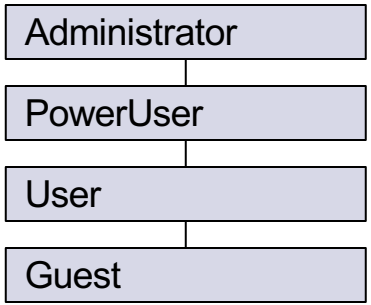
ACL vs Capabilities

- Delega
  - Capability: Un Processo può trasferire una capability al run time
  - ACL: Il propretrio di un oggetto può agiungere permessi alla lista
- Revoca
  - ACL: Eliminazione di un utente o gruppo dalla lista
  - Capability: Richiesta di riottenere (togliendola) una capability precedentemente concessa
    - Possibile in sistemi che implementano appropriati meccanismi di bookkeeping
    - Indirezione: una capability punta a un puntatore alla risorsa R interessata

If C -> P -> R, allora revoca la capability C ponendo P=0

Ruoli (o Gruppi)

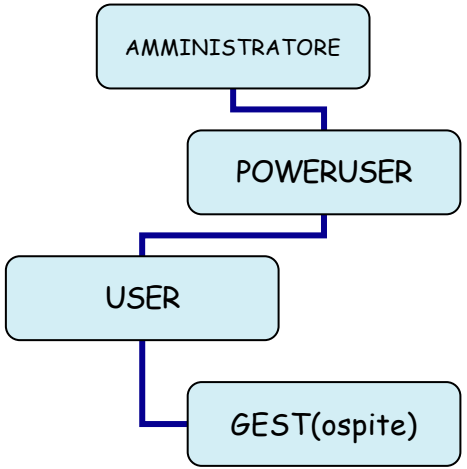
- Ruolo: insieme di utenti con specifiche attribuzioni
  - Sono il livello intermedio tra soggetti e oggetti:
  - Administrator, PowerUser, User, Guest
  - Assegnando permessi a specifici ruoli ogni utente ottiene il permesso



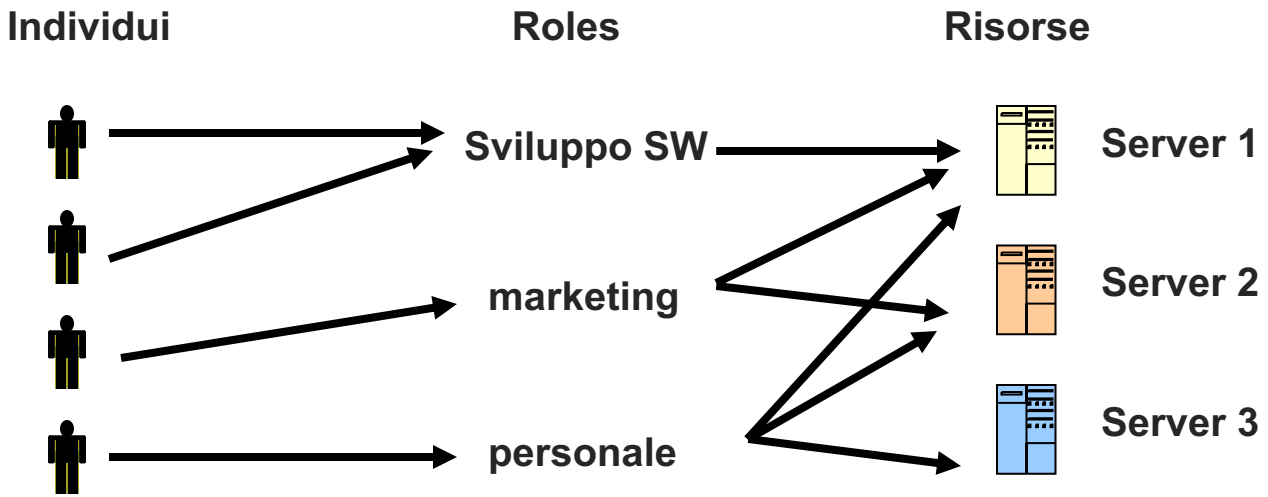
- Strutturati in gerararchia fra ruoli:
  - Ordinamento fra ruol annidati
  - Ogni ruolo ha I permessi dei ruoli sottostanti
  - Vanno specificati solo i nuovi permessi associati a ruoli superiori

Gerarchia Di Gruppi

- Anche le attribuzioni di sicurezza procedono in gerarchia
- Ogni gruppo ottiene i permessi del gruppo di livello inferiore;
- Permessi = <diritti, risorse>
- Gerarchia per diritti o risorse:
  - se l'utente ha diritti r, e r>s, allora l'utente ha diritti s;
  - Se l'utente ha accesso alla directory, l'utente ha accesso a ogni file della directory.



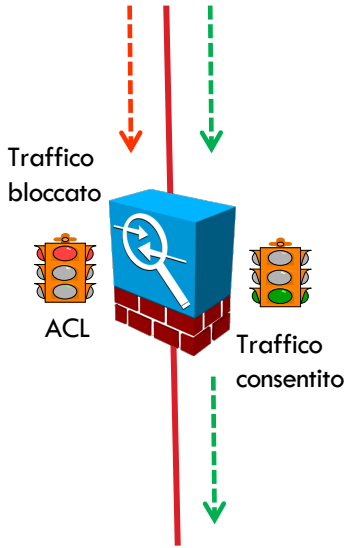
Role-Based Access Control



Vantaggio: gli utenti cambiano più frequentemente dei ruoli

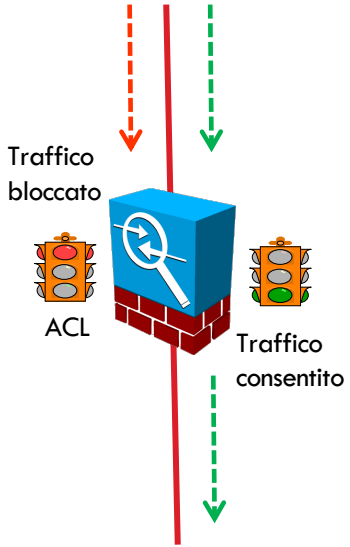
Meccanismi di filtraggio del traffico: ACL

- Il modo più semplice ed immediato per implementare schemi e politiche di sicurezza è il filtraggio del traffico **(packet filtering)** sui dispositivi di demarcazione (router. L3 switch o firewall)
- Tali dispositivi supportano **liste** di regole **di** filtraggio o **controllo accessi** (ACLs: Access control Lists)
- Ogni pacchetto ricevuto viene confrontato con ciascuna regola, **nell'ordine di apparizione** della stessa nella lista per deciderne l'**inoltro** o lo **scarto**
  - L'applicazione è su **base interfaccia**
  - Le azioni ammissibili sono **permit** (o **allow**) e **deny** (o **drop**)
  - La **direzione di applicazione** dei controlli (**ingresso** o **uscita**) è significativa e definisce la provenienza del traffico interessato



Meccanismi di filtraggio del traffico: ACL

- Filtraggio applicabile a livello di:
  - **datalink** (su base MAC address)
  - **rete** (su base IP)
  - **trasporto** (su base porta o protocollo)
- Gli elementi che possono essere oggetto di controllo sono:
  - indirizzi sorgente e destinazione (IP/IPv6 o MAC)
  - numeri porta (TCP o UDP)
  - protocollo (IP, TCP, etc.)
  - tipo messaggio ICMP
  - Data e ora

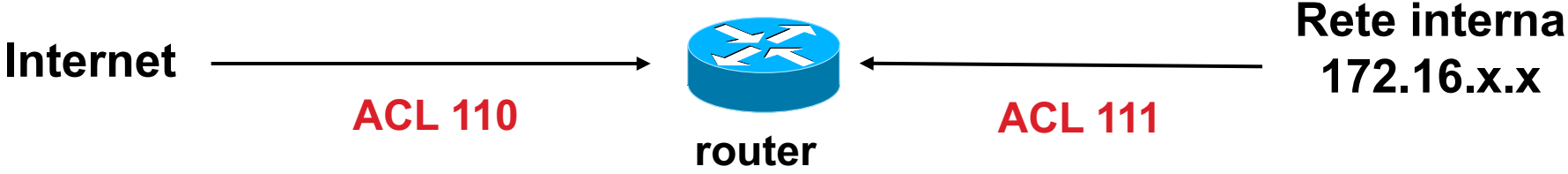


Sintassi ACL

- Una sola ACL può essere applicata a un'interfaccia in ciascuna specifica direzione (ingresso/uscita):

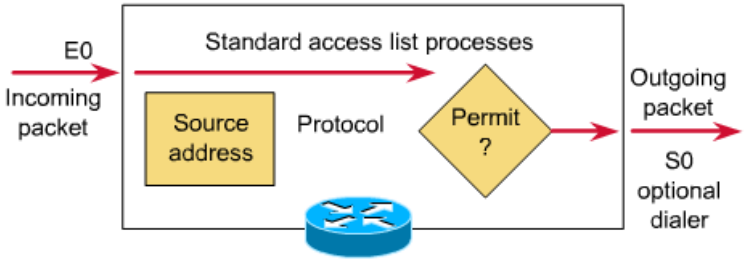
```
interface ethernet 0
  ip access-group 110 in
  ip access-group 111 out
```

- Negli esempi di seguito le ACL 110 e 111 sono applicate rispettivamente in ingresso e uscita sulla border interface che collega un router al mondo esterno

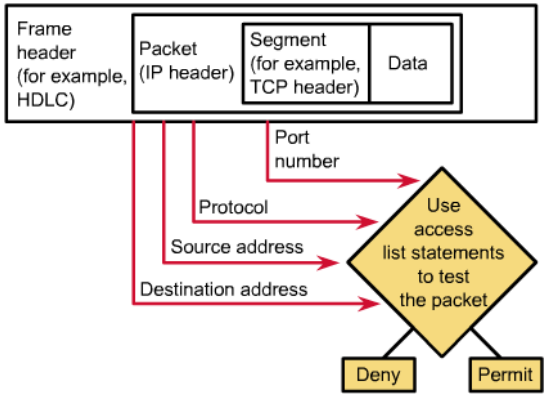


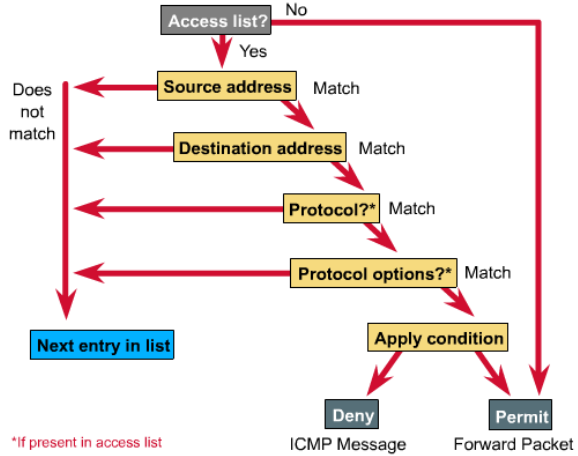
ACL - Generalità

- **ACL Standard**: Controllo accessi su base indirizzo sorgente (host/rete)

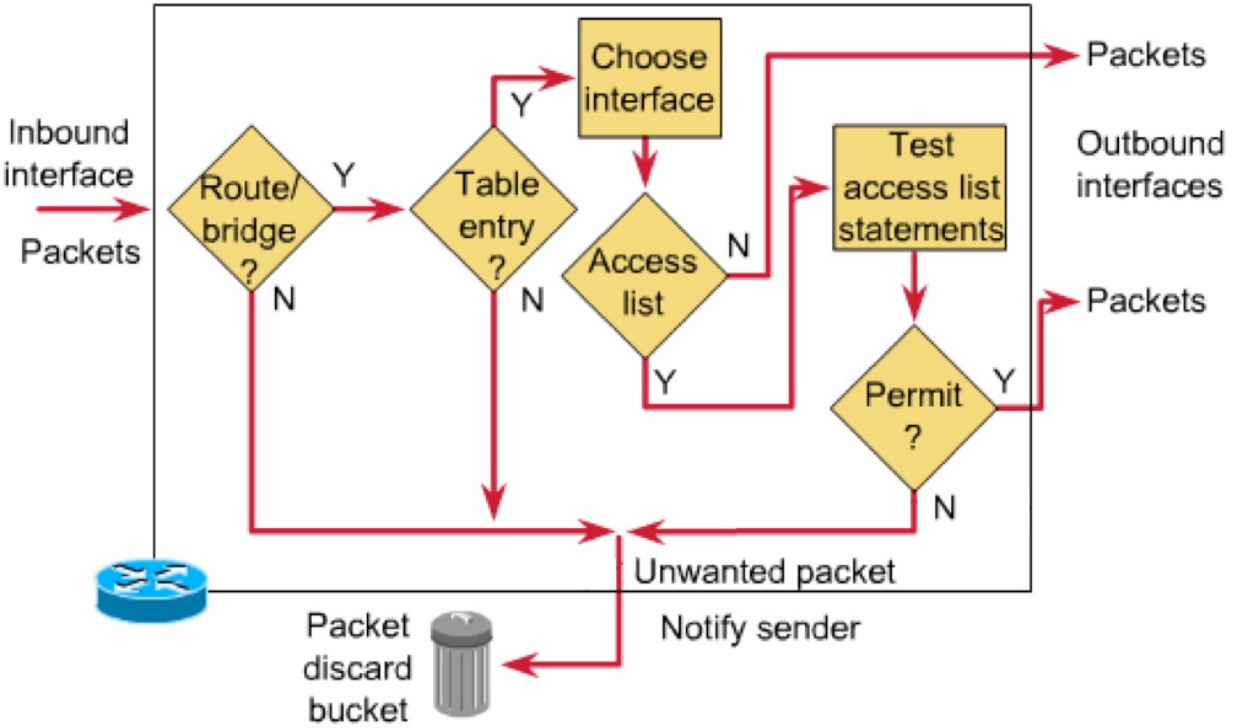


- **ACL Estese**: Controllo accessi su base indirizzo sorgente e destinazione, porta sorgente e destinazione e protocollo

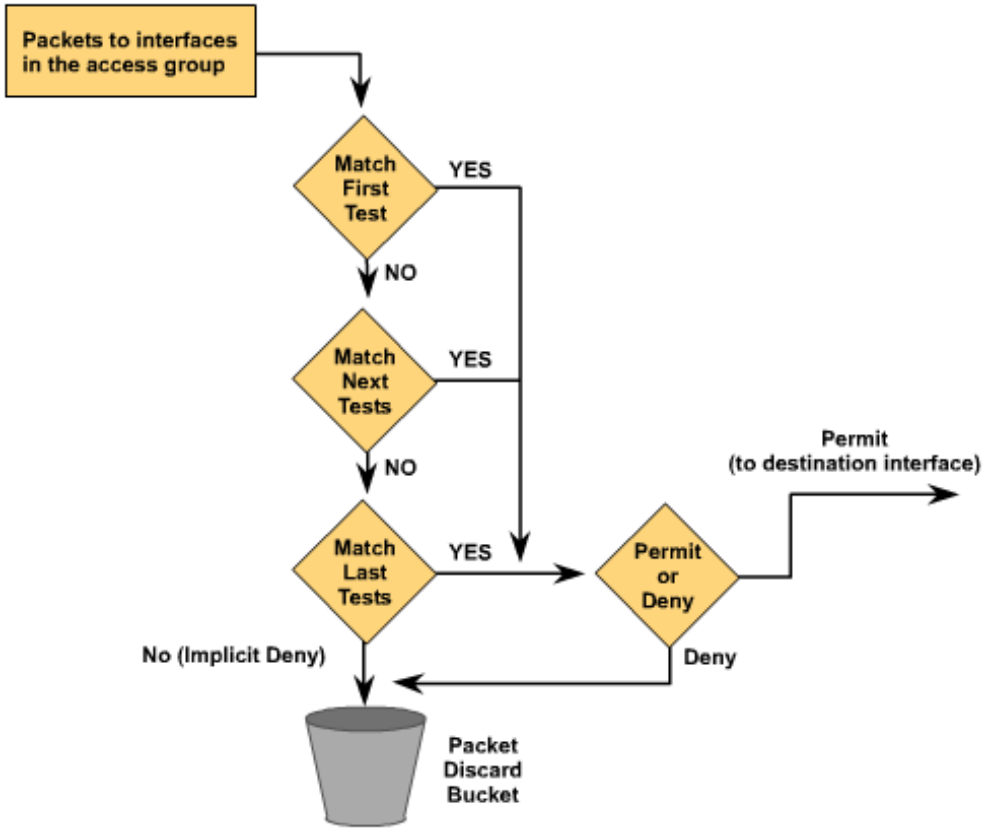




ACL - Funzionamento

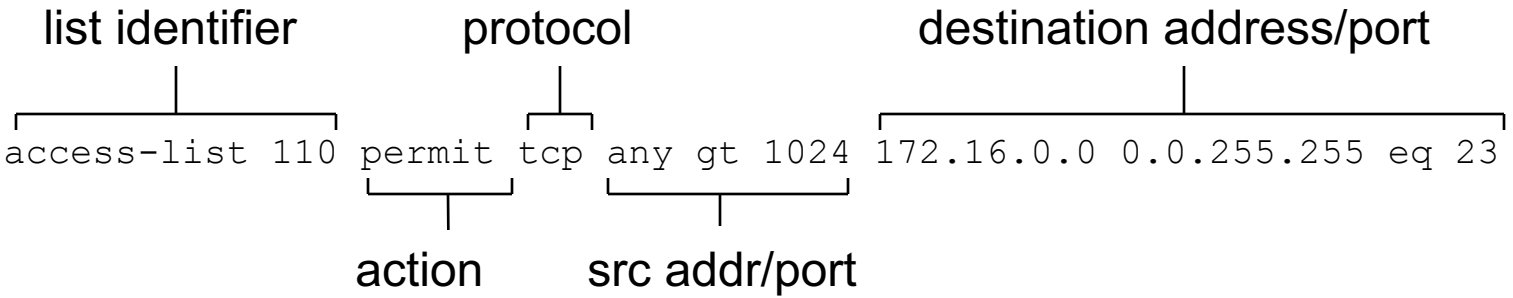


ACL – Test Regole



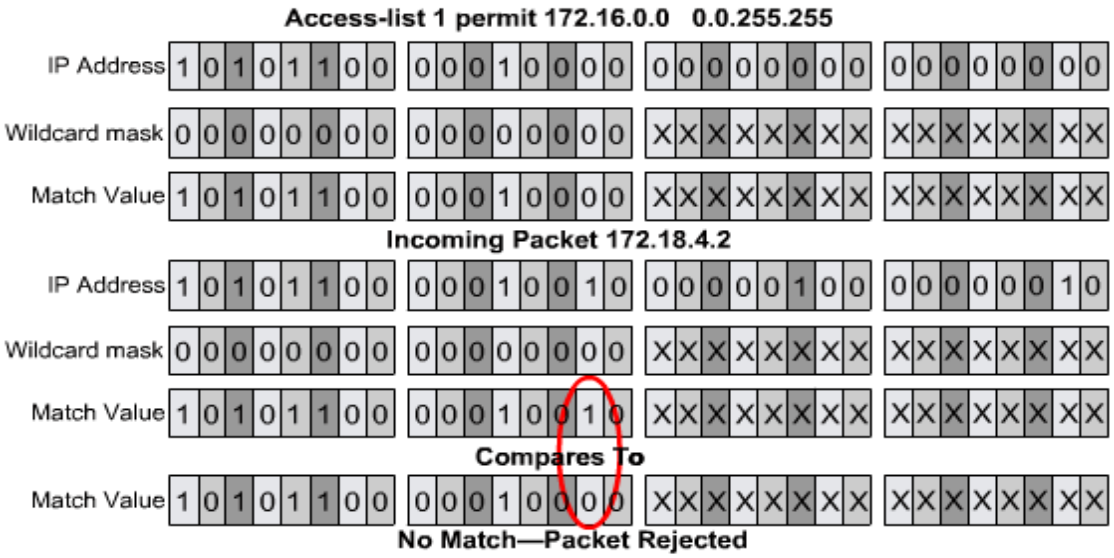
Sintassi ACL

- Una ACL è costituita da regole scandite in sequenza fino al primo match



- Le maschere associate agli indirizzi sono in formato “dotted mask inverso” oppure in formato “/msklen” (es. `0.0.0.255` equivale a `/24`)

Wildcard Masks



Sintassi ACL

- **Ricerca lunga**: la ricerca viene effettuata finché non c'è un matching (regola con permesso o negazione trovata) o finché la lista non è terminata;
- L'efficienza **dipende dall'ordine** : l'element di matching più frequente dovrebbe essere il primo nella lista
- La rimozione di un permesso potrebbe essere senza effetti
- L'opzione **any** sostituisce 0.0.0.0 come IP address e 255.255.255.255 come wildcard mask. Risulta in un matching con qualsiasi indirizzo confrontato.
- L'opzione **host** sostituisce 0.0.0.0 come mask. Questa mask richiede che tutti i bits dell' inirizzo corrispondano. Confronta esattamente un indirizzo.

Sintassi ACL

- Ogni ACL termina con una regola “`deny any any`” implicita
- E’ possibile usare operatori realzionali come: `eq neq, gt, lt:`

```
access-list 110 deny tcp 192.168.1.0 0.0.0.255 any eq www
access-list 110 deny tcp any eq ftp 192.168.1.25
```

- Si può associare alle ACL un nome logico

```
ip access-list extended allowt permit tcp host 192.132.34.17  any eq 23
```

- E’ possibile definire regole in ACL attivabili su base data/ora ,specificando un “time-range” di validità e uno scope periodico o assoluto

```
time-range no-http periodic weekdays 8:00 to 18:00
access-list 110 deny tcp any any eq http time-range no-http
```

Sintassi ACL

- La clausola “established” a fine regola identifica tutte le connessioni TCP che hanno superato la fase di setup (3 way handshake)

```
access-list 110 permit tcp any any estabilished
```

  - permette di bloccare tutto il traffico in arrivo dall’esterno, ad eccezione del traffico TCP di ritorno, dovuto ad una sessione TCP iniziata dall’interno.
  - verifica, sui pacchetti TCP in arrivo, la presenza dei flag TCP ACK o RST:

    - se sono presenti, il traffico viene permesso,
    - altrimenti si assume che il traffico sia stato generato dall’esterno e verrà bloccato.

ACLs su Linux: iptables

- ACL semplici possono essere implementati anche su Linux con iptables
- Iptables è usato per impostare, mantenere e ispezionare le regole di filtraggio dei pacchetti IPv4 o IPv6
- È possibile definire diverse tabelle
  - filter (default)
  - nat
  - mangle
  - Raw
- Ogni tabella contiene sia catene (chains) integrate che definite dall'utente
  - Ogni chain corrisponde a un elenco di regole che possono essere applicate in maniera opportuna
  - ogni regola specifica i criteri per un pacchetto e un target di azione associato, vale a dire cosa fare con un pacchetto che corrisponde allo schema

ACLs su Linux: iptables

- **filter:** tabella predefinita che contiene diverse chainsintegrate
  - **INPUT** (per i pacchetti provenienti dall'esterno destinati all'host)
  - **FORWARD** (per i pacchetti ricevcuti dall'esterno e instradati all'esterno)
  - **OUTPUT** (per i pacchetti generati localmente e diretti all'esterno)
- **nat**: gestisce a trasformazione dell'indirizzo (NAT) prima dell'instradamento, affinchè l'indirizzo IP di destinazione sia compatibile con la tabella di routing locale. Contiene tre catene integrate:
  - **PREROUTING** (per alterare i pacchetti non appena arrivano),
  - **OUTPUT** (per alterare i pacchetti generati localmente prima del routing)
  - **POSTROUTING** (per alterare i pacchetti appena stanno per uscire)
- **mangle**: Modifica dell'intestazione TCP o modifica della QoS prima del routing
- **raw**: utilizzato principalmente per la configurazione di eccezioni rispetto al tracciamento delle connessioni

ACLs su Linux: iptables

- ogni regola specifica i criteri che un pacchetto deve rispettare e un conseguenziale trattamento (target)
  - se il pacchetto non rispetta una specifica regola, viene esaminata la regola successiva nella catena
  - viceversa in presenza di una corrispondenza, il pacchetto viene trattato in base al valore del target

- Possibili target per definie il trattamento di un pacchetto sono:
  - accept = consenti il passaggio
  - drop = scarta il pacchetto
  - return = smette di attraversare questa catena e riprende alla regola successiva nella catena precedente (chiamante)

Sintassi ACL: iptables

- Possibile creare user-defined chain (analoghe ad ACL) assegnandogli un nome

```
iptables –N acl111
```

- … e applicarle su specifiche interfacce di ingresso e/o uscita

```
iptables -A FORWARD -i eth1 -o eth0 -j acl110
```

- Una politica di default può essere specificata per ciascuna chain (deny any any)

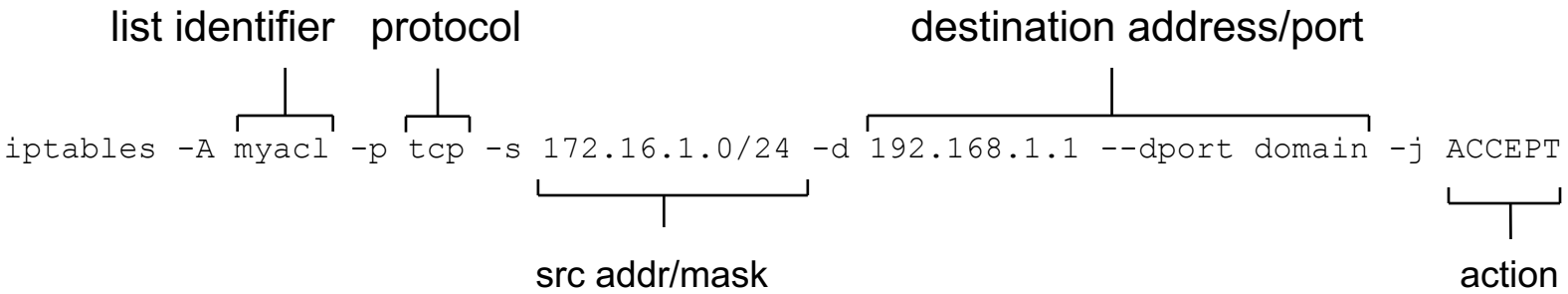
```
iptables -P FORWARD DROP
```

- I parametri più comuni sono:

```
-p (--protocol) protocol
-s (--source) address[/mask]
-i (--in-interface) name
-o (--out-interface) name
--sport port
--dport port
-j (--jump) target
```

Sintassi ACL: iptables

- La sintassi è intuitiva e basata sulla tradizionale shell command-line

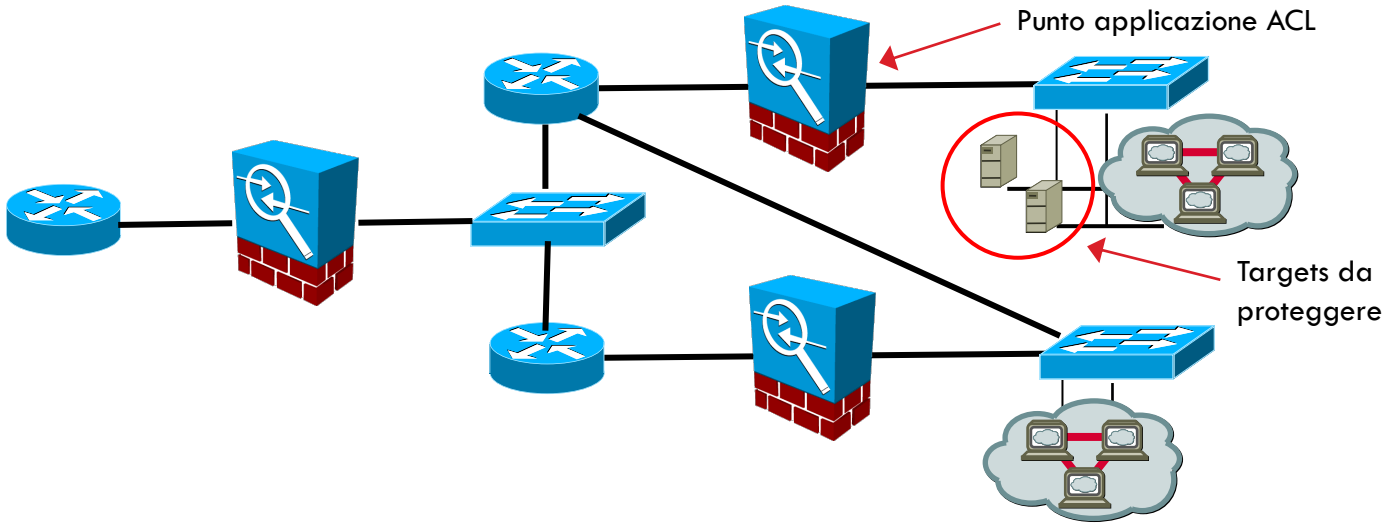


- Come nelle ACLs cisco-like è disponibile la clausula “established”

```
iptables -A acl110 -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
```

Posizionamento ACL

- Le ACL vanno predisposte quanto più possibile **prossime all'obiettivo** da proteggere
- Ciò permette di **restringere le dimensioni del dominio di sicurezza** in modo da **incrementare l'efficacia** delle politiche di filtraggio implementate e rendere la soluzione più **scalabile**



ACL su switch

- Si può filtrare a livello 2 autorizzando ad es. un solo host a uscire da una porta

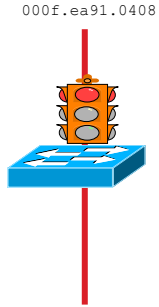
```
mac access-list mac-01                    interface eth 1
  permit host 00c0.4f00.0407 any             mac port access-group mac-01 in
```

```
iptables -A FORWARD -i eth1 -m mac --mac-source 00:C0:4F:00:04:07 -j ACCEPT
```

- Può essere utile bloccare completamente il mac di un host compromesso

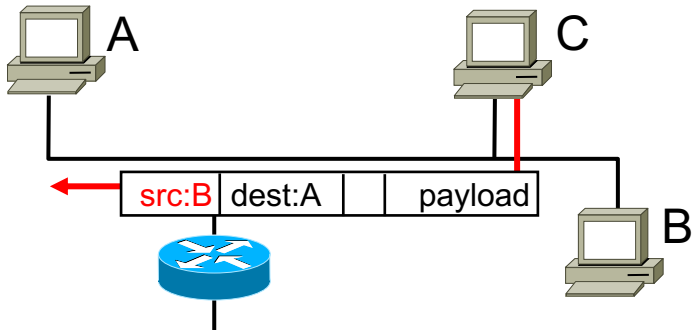
```
mac-address-table static 000f.ea91.0408 vlan 1 drop
```

```
iptables -A FORWARD -m mac --mac-source 00:0F:EA:91:04:08 -j DROP
```



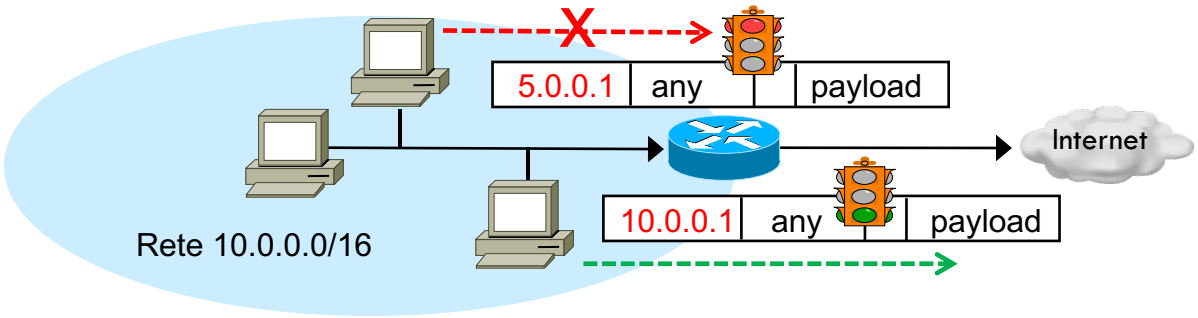
Spoofing dell'indirizzo IP

- L'indirizzo IP sorgente è attualmente l'**unico** meccanismo **di identificazione della provenienza** disponibile su Internet
- La **falsificazione** di tale dato è alla base di buona parte degli attacchi e delle azioni ostili
- Lo **spoofing** consiste nella falsificazione dell'indirizzo sorgente
  - Qualsiasi utente è in grado di generare pacchetti IP con un valore qualsiasi dei campi previsti dalla struttura protocollare
  - Pertanto è immediato cambiare l'indirizzo sorgente de pacchetti IP per impedire qualsiasi formad identificazione
  - Il risultato è che C nel'attaccare A assume l'identità di B



Filtraggio in Ingresso

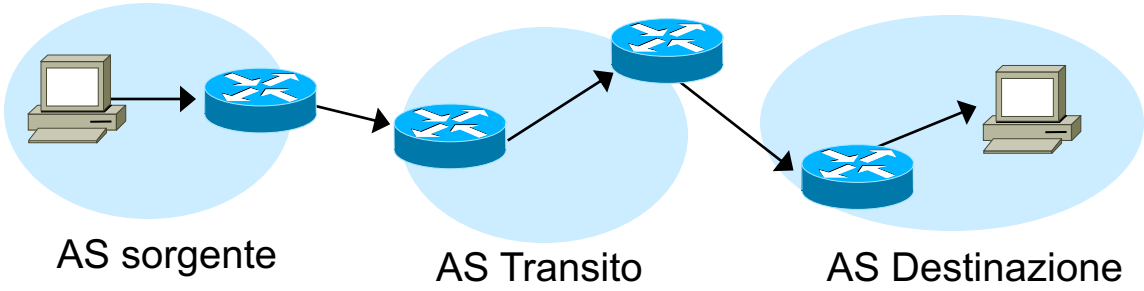
- Soluzione: controllo ed enforcing della correttezza dell'origine dei pacchetti generati



- Politica di filtraggio in ingresso (RFC 2827, 2000): Un router di bordo inoltra esclusivamente i pacchetti con indirizzi sorgente legittimi

Problemi pratici di realizzazione

- E’ necessario che lo facciano tutt le organizzazioni coinvolte e gli gli ISP di transito
- Il tutto si basa su una ogica di collaborazione e fiducia a livello globale
  - Se il 10% degli ISPs non lo implementa $\Rightarrow$ inefficace
- Altra soluzione: enforcing/validazione IP sorgenti a livello AS peering



- Un pacchetto può transitare solo se l’AS di transito valida la sorgente

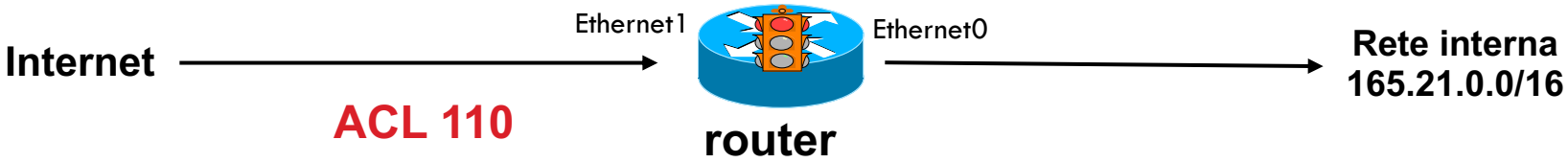
Anti-Spoofing in ingresso

- Il modo più semplice di proteggersi è quello di scartare tutto il traffico in ingresso con indirizzi sorgente inammissibili rispetto alla provenienza

```
interface ethernet 1
      ip access-group 110 in
```

```
# blocca traffico spoof entrante da eth1
  iptables -A FORWARD -i eth1 …
```

- Blocca tutto il traffico con indirizzi origine 165.21.0.0/16 se provenienti dall'esterno (sono i miei indirizzi interni!)



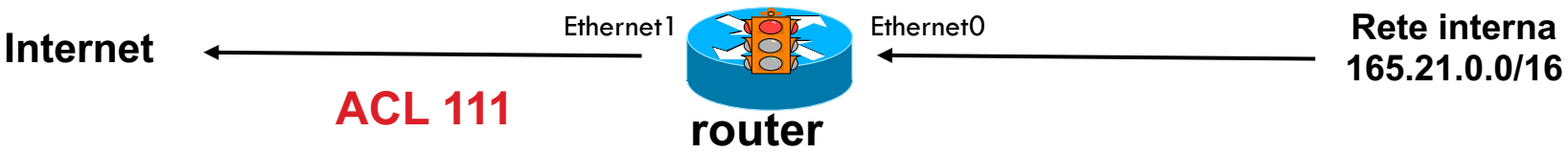
Anti-Spoofing in uscita

- Per prevenire inoltre spoofing, volontari o involontari, dall'interno della propria rete verso l'esterno, analoghe misure di filtraggio vanno applicate in uscita

```
interface ethernet 1
      ip access-group 111 out
```

```
# non inoltrare il traffico spoof da eth0
   iptables -A FORWARD -i eth0 …
```

- Blocca qualsiasi pacchetto in uscita con indirizzo di origine che non ricade nella rete 165.21.0.0/16



Anti-Spoofing ACL (ingresso/uscita)

Anti spoofing in ingresso

! Blocca i traffico dall'esterno con indirizzi sorgente interni:

```
access-list 110 deny ip 165.21.0.0 0.0.255.255 any log
access-list 110 permit ip any any
```

iptables -A FORWARD -i eth1 -s 165.21.0.0 /16 -j DROP

Anti spoofing in uscita

! Blocca il traffico uscente con IP sorgente estranei:

```
access-list 111 permit ip 165.21.0.0 0.0.255.255 any
access-list 111 deny ip any any log
```

iptables -A FORWARD -i eth0 -s ! 165.21.0.0 /16 -j DROP

Anti-Spoofing: indirizzi riservati

Address Block	Name	RFC
0.0.0.0/8	"This host on this network"	[RFC1122], Section 3.2.1.3
10.0.0.0/8	Private-Use	[RFC1918]
100.64.0.0/10	Shared Address Space	[RFC6598]
127.0.0.0/8	Loopback	[RFC1122], Section 3.2.1.3
169.254.0.0/16	Link Local	[RFC3927]
172.16.0.0/12	Private-Use	[RFC1918]
192.0.0.0/24 [2]	IETF Protocol Assignments	[RFC6890], Section 2.1
192.0.0.0/29	IPv4 Service Continuity Prefix	[RFC7335]
192.0.0.8/32	IPv4 dummy address	[RFC7600]
192.0.0.9/32	Port Control Protocol Anycast	[RFC7723]
192.0.0.10/32	Traversal Using Relays around NAT Anycast	[RFC8155]
192.0.0.170/32, 192.0.0.171/32	NAT64/DNS64 Discovery	[RFC7050], Section 2.2
192.0.2.0/24	Documentation (TEST-NET-1)	[RFC5737]
192.31.196.0/24	AS112-v4	[RFC7535]
192.52.193.0/24	AMT	[RFC7450]
192.88.99.0/24	Deprecated (6to4 Relay Anycast)	[RFC7526]
192.168.0.0/16	Private-Use	[RFC1918]
192.175.48.0/24	Direct Delegation AS112 Service	[RFC7534]
198.18.0.0/15	Benchmarking	[RFC2544]
198.51.100.0/24	Documentation (TEST-NET-2)	[RFC5737]
203.0.113.0/24	Documentation (TEST-NET-3)	[RFC5737]
240.0.0.0/4	Reserved	[RFC1112], Section 4
255.255.255.255/32	Limited Broadcast	[RFC8190] [RFC919], Section 7

Filtraggio anti-spoofing indirizzi riservati

In aggiunta alle tecniche di anti spoofing di base sopra citate è opportuno filtrare in ingresso (ed eventualmente in uscita)gli indirizzi riservati (RFC 1918) o non correttamente instradabili

```
! Blocca i traffico dall'esterno con indirizzi IP non instradabili:
access-list 110 deny ip 10.0.0.0    0.255.255.255 any log
access-list 110 deny ip 172.16.0.0  0.15.255.255  any log
access-list 110 deny ip 192.168.0.0 0.0.255.255   any log
access-list 110 deny ip 127.0.0.0   0.255.255.255 any log
access-list 110 permit ip any any


interface Serial0/1
          ip access-group 110 in
```

Oppure rigirare tutto il traffico inammissibile sulla null interface

```
ip route 10.0.0.0    255.0.0.0    null0
ip route 172.16.0.0  255.240.0.0  null0
ip route 192.168.0.0 255.255.0.0  null0
```

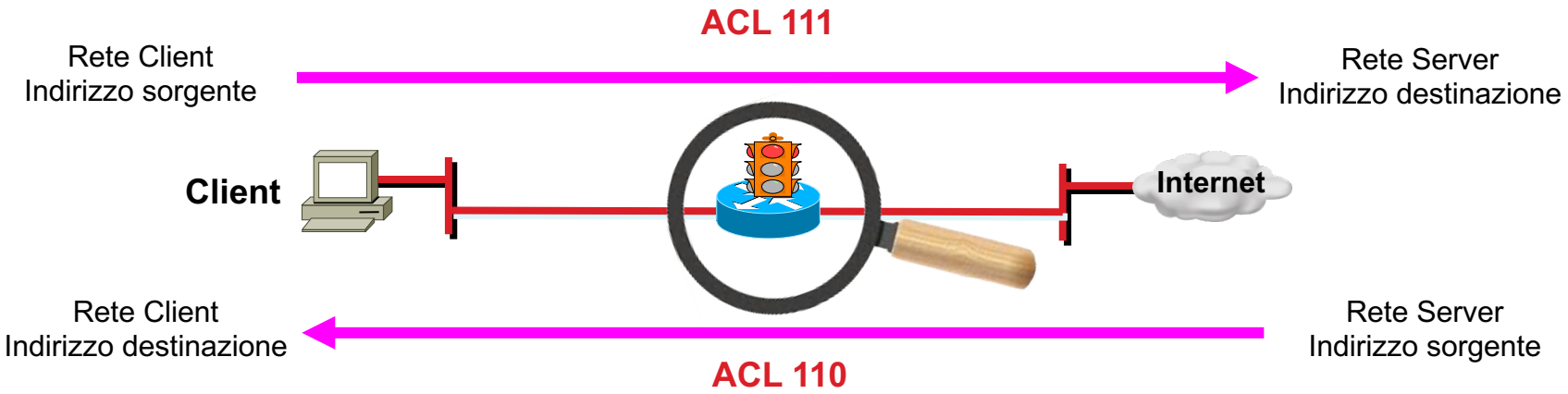
Definizione di una semplice politica di controllo accessi

Esempio (in uno scenario SOHO)

- Consenti in uscita la fruizione di tutti i servizi TCP (www, e-mail, telnet, etc.) – Full Internet access
- Permetti in ingresso solo l'accesso ad un numero estremamente limitato di servizi TCP (e-mail, www) erogati solo da hosts specifici e controllati
- Consenti in ingresso il solo traffico relativo alle sessioni aperte dall'interno (attenzione a ftp!)
- Consenti Ping e Traceroute dall'interno e non dall'esterno
- Consenti in maniera controllata i meccanismi DNS

Dove applicare i controlli?

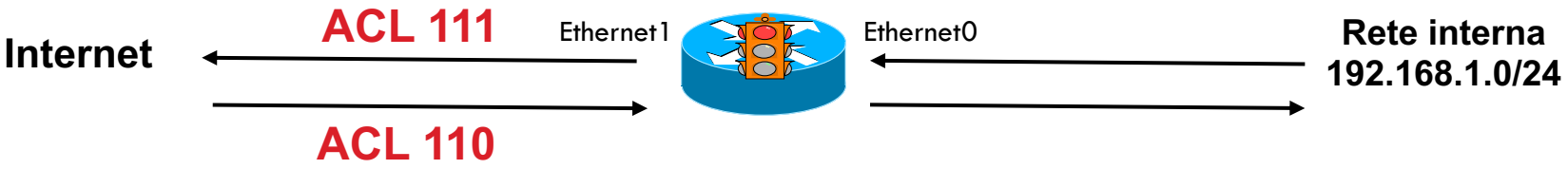
- Il filtraggio tramite ACL è praticabile su qualsiasi dispositivo di confine
- Nel nostro semplice esempio è efficace agire a livello del “border router”, che separa i due domini di sicurezza distinti (inside, outside) e sui cui è possibile controllare in maniera centralizzata i flussi di traffico che attraversano tali domini.
- Ci bastano 2 ACL (110 e 111) da applicare rispettivamente in ingresso e uscita



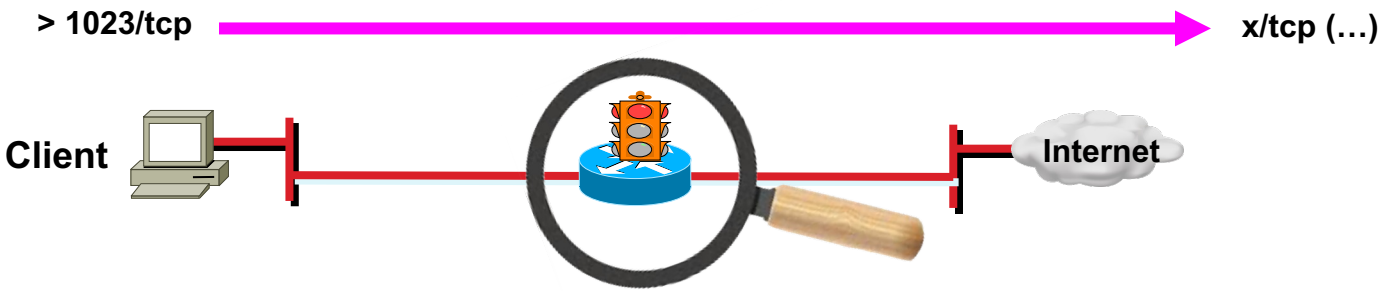
Applicazione dei controlli

```
interface ethernet 1
    ip access-group 110 in
    ip access-group 111 out
```

```
iptables -P FORWARD DROP
iptables –N acl110
iptables –N acl111

iptables -A FORWARD -i eth1 -o eth0 -j acl110
iptables -A FORWARD -i eth0 -o eth1 -j acl111
```



Traffico consentito in uscita

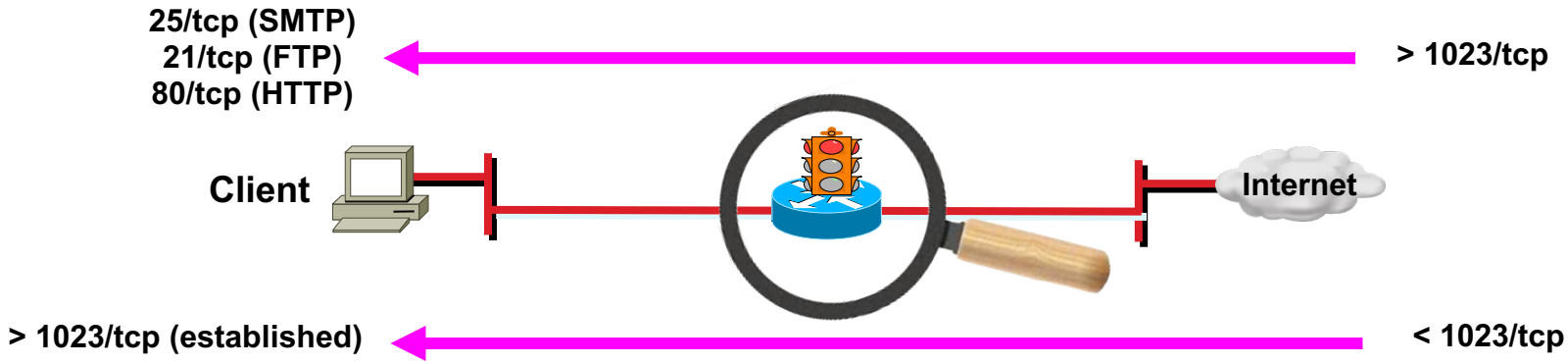


- Qualsiasi connessione TCP in uscita è consentita senza alcuna restrizione
- Le connessioni UDP e raw sono implicitamente bloccate

```
access-list 111 permit tcp 192.168.1.0 0.255.255.255 any
```

```
iptables -A acl111 -p tcp -s 192.168.1.0/24 -j ACCEPT
```

Traffico consentito in ingresso



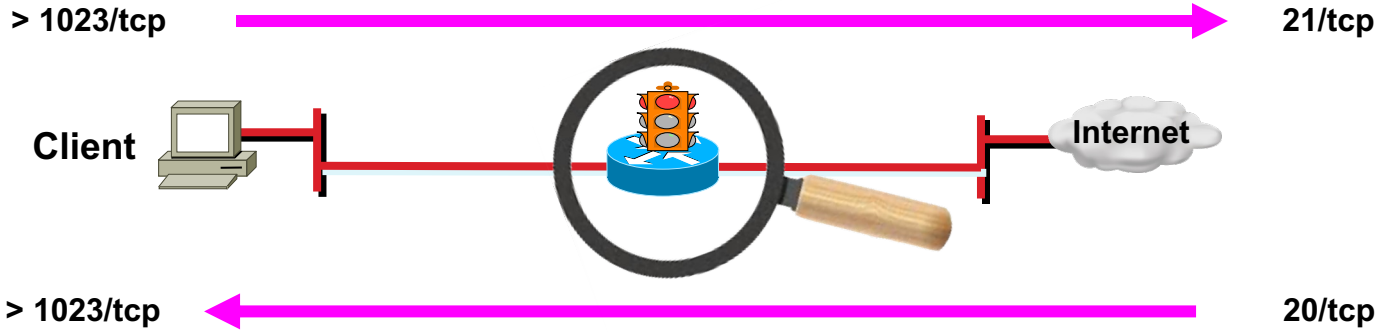
- L'accesso ai servizi interni va controllato con la massima attenzione e consentito solo verso gli hosts erogatori di servizi
- Va consentito il traffico in ingresso a ritroso (da outside a inside) solo se relativo a connessioni già aperte dall'interno (established)

Traffico consentito in ingresso

```
! Blocco spoofing in ingresso
access-list 110 deny ip 192.168.1.0 0.0.0.255 any
! Accesso TCP verso i soli servizi ufficiali
access-list 110 permit tcp any host 192.168.1.1 eq 25
access-list 110 permit tcp any host 192.168.1.1 eq 21
access-list 110 permit tcp any host 192.168.1.1 eq 80
! Solo traffico TCP di ritorno di sessioni aperte dall'interno
access-list 110 permit tcp any 192.168.1.0 0.0.0.255 established
```

```
iptables -A acl110  -s 192.168.1.0/24 -j DROP
iptables -A acl110 -p tcp -d 192.168.1.1 --dport www -j ACCEPT
iptables -A acl110 -p tcp -d 192.168.1.1 --dport smtp -j ACCEPT
iptables -A acl110 -p tcp -d 192.168.1.1 --dport ftp -j ACCEPT
iptables -A acl110 -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
```

Problemi con FTP

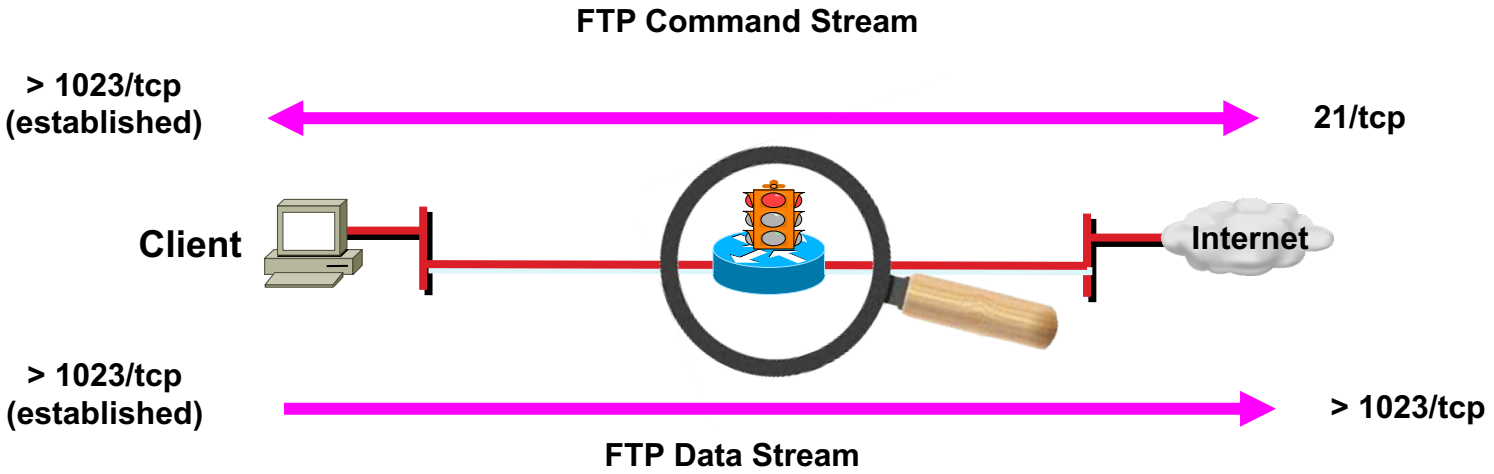


- Dopo aver aperto dall'interno la connessione al canale di controllo è necessario per ciascun trasferimento garantire la possibilità di aprire a ritroso le connessioni dati

```
access-list 110 permit tcp any eq 20 192.168.1.0 0.0.0.255 gt 1023
```

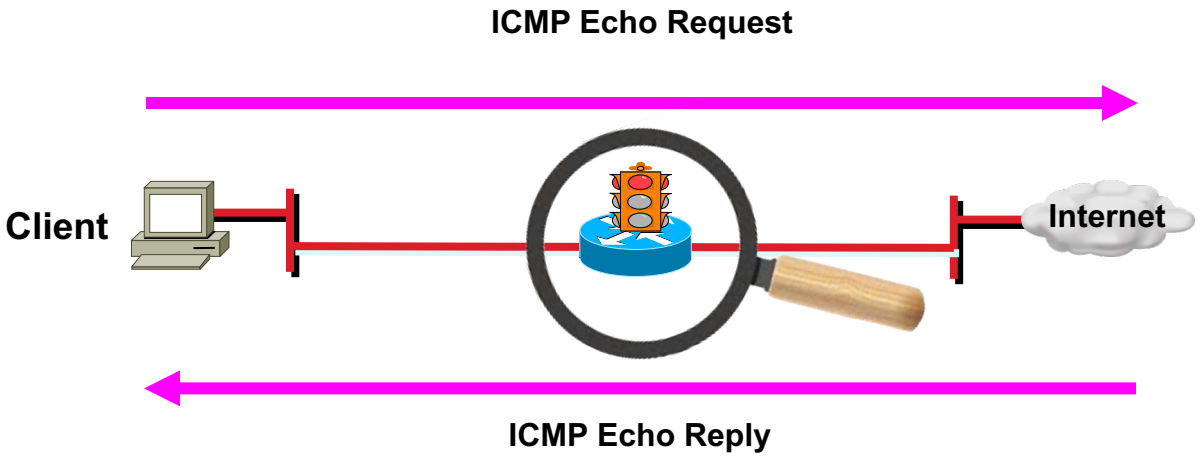
```
iptables -A acl110 -p tcp --match multiport –sport 20 --dports 1024:65535 -j ACCEPT
```

FTP in modalità passiva



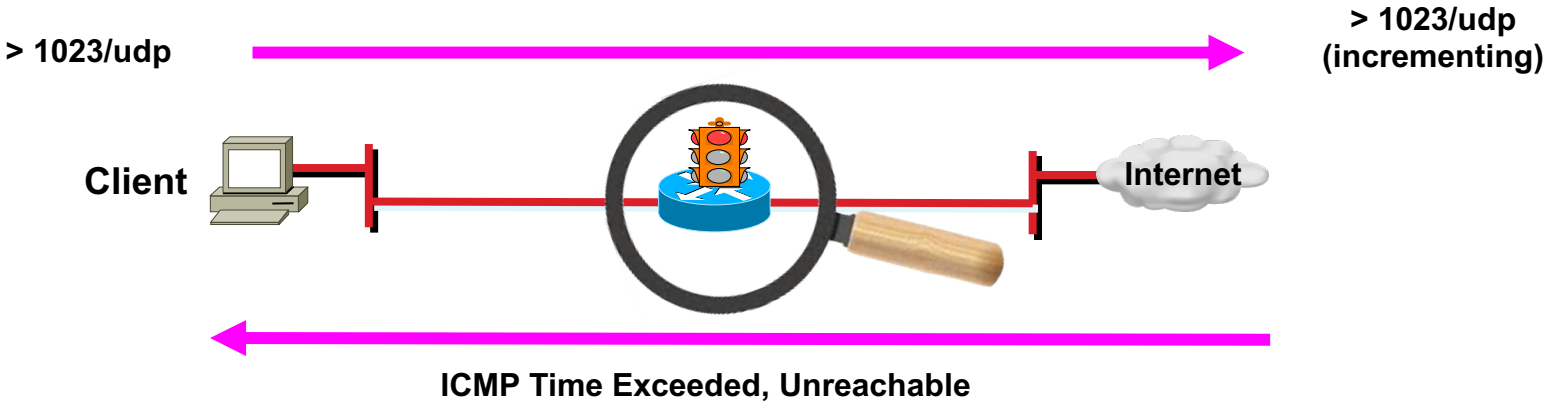
- L'FTP in modalità passiva elimina la necessità di accedere alla porta 20 a ritroso e risolve il problema a monte
- Per prevenire il problema è possibile usare un firewall (fa "stateful" filtering)

Ping



- Per garantire la funzionalità del `ping` iniziato dall'interno è necessario consentire a ritroso i messaggi *ICMP echo reply* in risposta a quelli di *echo request*
- Il `ping` iniziato dall'esterno è inibito

Traceroute



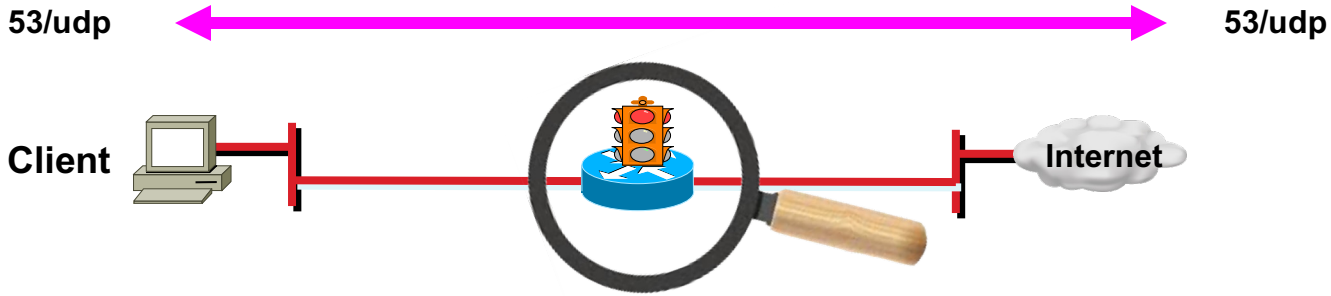
- Per garantire la funzionalità del `traceroute` iniziato dall'interno è necessario consentire a ritroso i messaggi *ICMP time exceeded* (step intermedi) e quelli di *ICMP port unreachable* (condizione finale)
- Il `traceroute` iniziato dall'esterno è inibito

Ping e Traceroute

```
access-list 110 permit icmp any 192.168.1.0 0.0.0.255  echo-reply
access-list 110 permit icmp any 192.168.1.0 0.0.0.255  time-exceeded
access-list 110 permit icmp any 192.168.1.0 0.0.0.255  unreachable

access-list 111 permit icmp 192.168.1.0 0.0.0.255 any echo
access-list 111 permit udp  192.168.1.0 0.0.0.255 gt 1023 any gt 1023
```

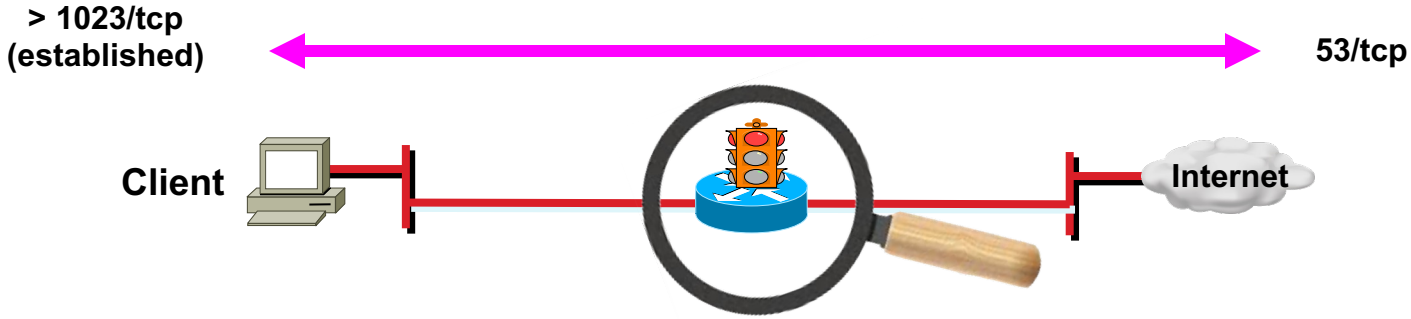
```
iptables -A acl110 -p icmp --icmp-type echo-reply -s 0/0 -d 192.168.1.0/24 -j ACCEPT
iptables -A acl110 -p icmp --icmp-type destination-unreachable -s 0/0 -d 192.168.1.0/24 -j ACCEPT
iptables -A acl110 -p icmp --icmp-type time-exceeded -s 0/0 -d 192.168.1.0/24 -j ACCEPT

iptables -A acl111 -p icmp --icmp-type echo-request -s 192.168.1.0/24 j ACCEPT
iptables -A acl111 -p udp --match multiport —sports 1024:65535 --dports 1024:65535 -j ACCEPT
```

DNS: Query



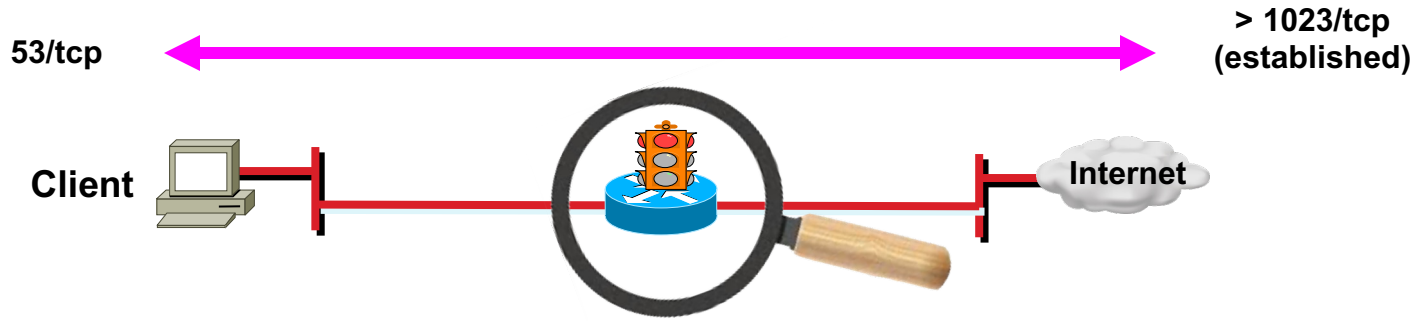
- Vanno garantite richieste e risposte DNS (messaggi UDP nelle due direzioni verso la porta 53)

DNS: risposte bulk



- … analogo discorso vale per le risposte bulk su sessioni TCP (solo se iniziati dall'interno)
- In ogni caso le query dall'esterno basate su TCP/53 vanno bloccate
- Il tutto va ammesso solo verso il DNS server

DNS: Trasferimenti di zona



- … nonché nella doirezione opposta per i trasferimenti di zona su sessioni TCP
- I trasferimenti vanno consentiti solo agli hosts autorizzati

DNS: regole di filtraggio

```
! Risposte o richieste  DNS al resolver interno
access-list 110 permit udp any host 192.168.1.1 eq 53
! Zone transfers
access-list 110 permit tcp host 172.16.1.1 host 192.168.1.1 eq 53

! Server to server queries
access-list 111 permit udp host 192.168.1.1 eq 53 any eq 53
```

```
iptables -A acl110 -p udp -d 192.168.1.1 --dport domain -j ACCEPT
iptables -A acl110 -p tcp -s 1172.16.1.1 -d 192.168.1.1 --dport domain -j ACCEPT

iptables -A acl111 -p udp -s 192.168.1.1 --sport 53 --dport 53 -j ACCEPT
```

Strategie per il Controllo Accessi

- Privilegio minimo (least privilege)
- **Creazione punto di strozzatura (choke point)**
- **Difesa in profondità (defense in depth)**
- Rinforzare l'anello più debole (weakest link)

Privilegio minimo – least privilege

- Strategia basata su principio del “need to know”
- Ogni oggetto (utente, rete remota, amministratore, programma, sistema, ecc…) dovrebbe avere solo i privilegi necessari e sufficienti al suo compito… ma non di più!
- Molti dei problemi relativi alla sicurezza derivano dalla non applicazione di questa regola
- Non è sempre di facile applicazione, specialmente per quanto riguarda gli utenti

Difesa in profondità – defense in depth

- La strategia di base è:
  - Non dipendere da un solo meccanismo di sicurezza, per quanto forte possa sembrare
  - Introduce il concetto di “Ridondanza” nella Security
    - Aumentando il numero dei punti di controllo
    - Perimetri annidati
- Non garantisce una protezione impenetrabile, ma aiuta a minimizzare il rischio
- Per assicurarsi sicurezza e disponibilità è necessario creare diversi livelli di protezione:
  - Un approccio a più livelli offre la protezione più completa.
  - Se un livello è compromesso i rimanenti continueranno a garantire la protezione dell’asset interessato
  - La stratificazione crea una catena di molteplici punti di difesa che si coordinano per prevenire gli attacchi.

Difesa in profondità – defense in depth

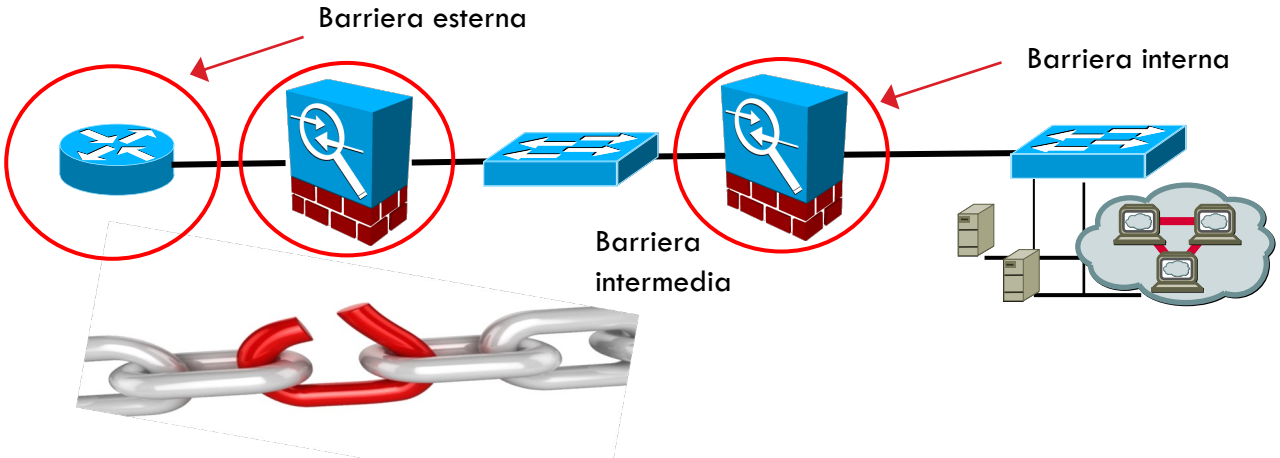
- Diversity: variare icontrolli e le procedure a diversi livelli.
  - La violazione di un livello di sicurezza non compromette l'intero sistema
  - Un'organizzazione può utilizzare diversi algoritmi di crittografia o sistemi di autenticazione per proteggere i dati in diversi stati
  - In una catena di apparati conviene utilizzare soluzioni di vendor deversi
- La complessità non garantisce necessariamente la sicurezza.
  - Se il processo o la tecnologia usata sono troppo complessi, possono verificarsi errori di configurazione
  - La semplicità può effettivamente migliorare la disponibilità.

Punto di strozzatura – choke point

- Un choke point forza gli attaccanti ad utilizzare un “canale” di accesso stretto e facilmente controllabile.
  - Riduce la superficie di attacco minimizzandola teoricamente a un solo punto di controllo
  - Rende più semplice la sorveglianza
  - Ma ciò non è sempre facile da realizzare…

L’anello più debole – weakest link

- In presenza di multipli punti di security enforcement che lavorano in logica annidata (catena di security enforcement)
  - Ricordarsi sempre che “la catena è forte quanto il suo anello più debole”
  - In altre parole: non sottovalutare nessun componente della “catena di sicurezza”
  - Rinforzare l’anello più debole



Gestione ridondanza

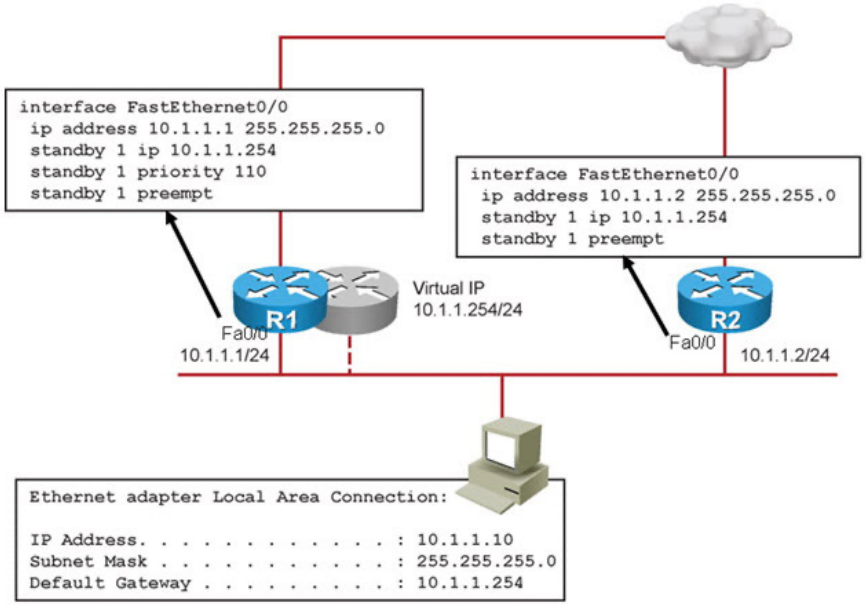
- È necessario identificare tutti i single point of failure (SPOF).
- I SPOF sono gli anelli deboli della catena della sicurezza che possono portare a gravi compromissioni o interruzioni di servizio.
- In presenza di un SPOF lo stesso va ridondato se la sua funzione è critica in modo che la politica di sicurezza non si basi su un singolo elemento.

First Hop redundancy Protocols

- I protocolli FHRP sono fondamentali nel garantire alta disponibilità ai nostri punti di controllo.
  - I client e i server normalmente puntano a un singolo gateway predefinito e perdono la connettività ad altre sottoreti se il loro gateway non funziona.
  - I FHRP forniscono funzionalità di gateway predefinita ridondante trasparente per gli host finali basati sull'assegnazione di un indirizzo IP virtuale e di un corrispondente indirizzo MAC virtuale.
  - azioni come il failover e il bilanciamento del carico rimangano completamente trasparenti per gli host.
- Esempi di FHRP includono:
  - Hot Standby Router Protocol (HSRP) - Cisco
  - Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) - Standard IETF
  - Gateway Load Balancing Protocol (GLBP) - Cisco

First Hop redundancy Protocols

- I meccanismi di base sono:
  - Elezione di un singolo router/fw che controlla l'indirizzo IP virtuale
  - Monitoraggio della disponibilità del router/fw attivo (hearthbeat)
  - Determinare se il controllo degli indirizzi IP e MAC virtuali deve essere passato a un altro router
  - Gli indirizzi IP e MAC virtuali non sono associati a un dispositivo particolare, ma controllato da un master all'interno di un gruppo di router/fw che partecipano allo schema di ridondanza/bilanciamento



Architetture per il controllo degli accessi

I più comuni modelli-layout architetturali sono:

- Schemi single-box, essenzialmente basati sulla strategia choke point
  - Dual Homed Host
  - Screening Router
- Schemi multibox, basati sulla logica di difesa in profondità:
  - Screened Host Architecture
  - Screened Subnet Architecture

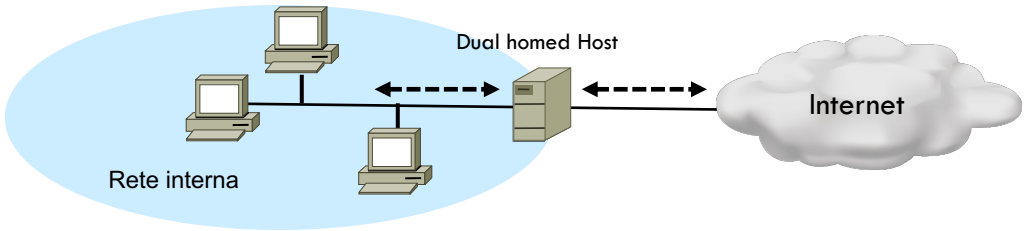
Architetture Single-box

- Vantaggi:
  - facilità di configurazione (ma ovviamente richiedono ugualmente un’attenta pianificazione);
  - economicità

- Svantaggi:
  - tutta la sicurezza dipende da un solo punto (single point of failure)
  - funzionalità ridotte
  - Limitata scalabilità

Dual-homed Host

- Host dotato di due schede di rete collegate a segmenti di rete differenti
- IP diverso su ciascuna interfaccia. L'instradamento è disabilitato evitando che i pacchetti IP vengano direttamente instradati da una rete all'altra
  - la comunicazione tra interno ed esterno avviame esclusivamente con la mediazione del dual-homed host.
  - Il livello di controllo è molto alto, a costo, ovviamente, delle prestazioni
- unico punto di contatto tra due domini che non si parlano a livello di rete
  - Utenti posti su domini distinte possono usufruire di una applicazione posta sul dual-homed host stesso
  - Se tale applicazione lo consente, le reti possono anche condividere dati.
  - I due domini possono essere interconnessi in modalità proxy
- Tutto ciò accade senza che vi sia un effettivo interscambio di pacchetti tra rete esterna e interna

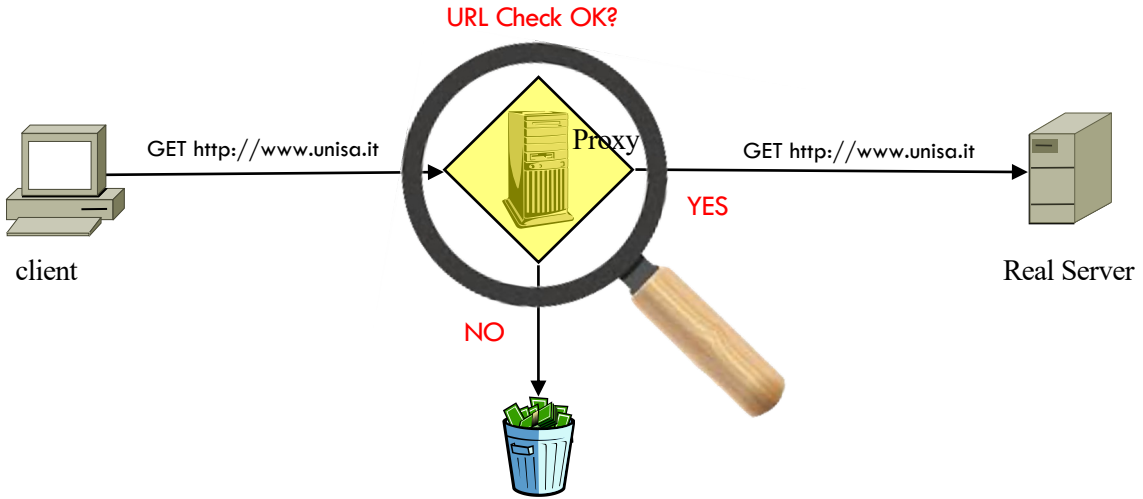


Svantaggi

- Un dual homed host è molto probabilmente meno sicuro in quanto maggiormente vulnerabile di un router o di un firewall (ad esempio agli attacchi DoS).
- Per fornire i servizi desiderati all'interno è necessario:
  - permettere agli utenti di collegarsi alla macchina
    - assolutamente sconsigliato per motivi di sicurezza)
  - far ricorso al proxying
    - non è sempre possibile
- Inoltre, se si vogliono fornire dei servizi all'esterno:
  - devono girare localmente sul dual homed host
    - altamente sconsigliabile, visto che si tratta dell'unica difesa disponibile.

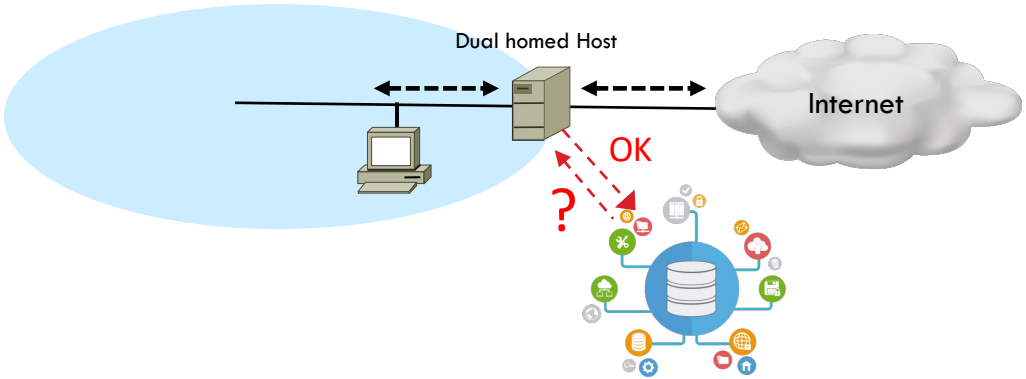
Proxy

- Ogni richiesta fatta da un client sulla rete interna viene valutata dal proxy e, se rispetta certe regole, viene rigirata al server, altrimenti viene scartata.
- La risposta del server reale viene inviata al proxy server che la rigira al client.
- Un solo host collegato ad Internet ma che faccia da tramite tra gli host interni ed il mondo esterno in modo (quasi) trasparente può essere di grande aiuto sia alla sicurezza che alle prestazioni



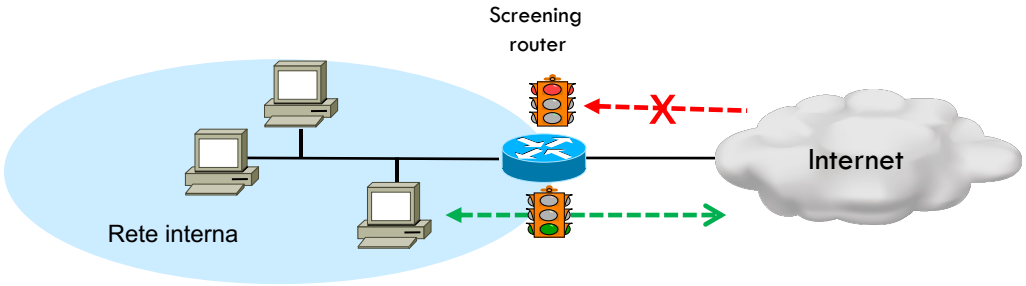
Vantaggi e svantaggi dei Proxy

- Permettono un ottimo servizio di logging
- Consentono meccanismi di content filtering
- Ritardo tra l'introduzione di nuovi servizi Internet e la disponibilità del servizio proxy relativo
- I servizi proxy possono richiedere diversi server per ogni servizio
- Alcuni servizi Internet non sono gestibili da proxy
- I servizi proxy non proteggono dalle debolezze dei protocolli



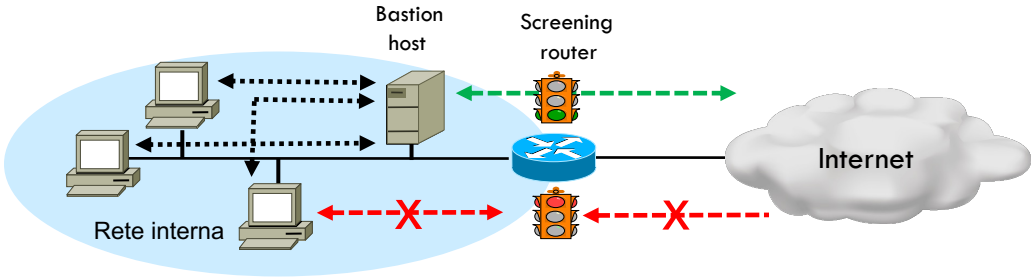
Architettura Screening Router

- Lo screening router consente a host esterni di comunicare con la rete interna in maniera controllata
  - Bloccando o autorizzando il passaggio dei pacchetti in ragione delle specifiche policy di sicurezza implementate
  - E' l'architettura di protezione più comune ed economica in cui la sicurezza del dominio si basa su un solo componente perimetrale
  - le possibiltà di filtraggio sono alquanto rigide
  - soluzione adatta se la rete da proteggere ha già un buon grado di sicurezza
- E' un chocke point, permettendo di centralizzare i controlli sollo screening router
  - Una volta compromesso lo screening router salta irrimediabilmente la sicurezza dell'intero dominio



Architettura Screened Host

- Lo screening router permette agli host esterni ed interni di comunicare solo con uno specifico host della rete reso particolarmente sicuro, in modo tale da poter essere esposto, il **Bastion Host**
- Il Bastion host supporta una singola interfaccia di rete ed è l'unico nodo della rete interna in grado di:
    - Fare traffico verso la rete esterna
    - Ricevere traffico dalla rete esterna
- Gli host interni vedono la rete esterna solo attraverso servizi proxy offerti dal bastion host che è in grado di realizzare meccanismi di caching



Il ruolo del bastion host

- In questo tipo di architettura la sicurezza viene garantita dal packet filtering (per impedire alle macchine interne di uscire direttamente) gestito a livello di router
  - Il bastion host è l'unica macchina visibile all'esterno (deve essere adeguatamente protetto)
  - Il router limita le possibilità di connessione del bastion host ai casi ritenuti necessari.
  - Il router, può consentire alle macchine interne di collegarsi direttamente ad Internet per alcuni servizi o di bloccarle, obbligandole quindi ad utilizzare i servizi di proxy sul bastion host.
- Dato che è più facile difendere un router che non un dual-homed host, questa architettura è più sicura di quella dual-homed.
  - Ad ogni modo il router è un single point of failure, come pure il bastion host.
- L'uso appropriato di questo tipo di architettura è quando la sicurezza delle macchine interne è buona e le connessioni dall'esterno sono poche
  - **non** quando il bastion host è un web server

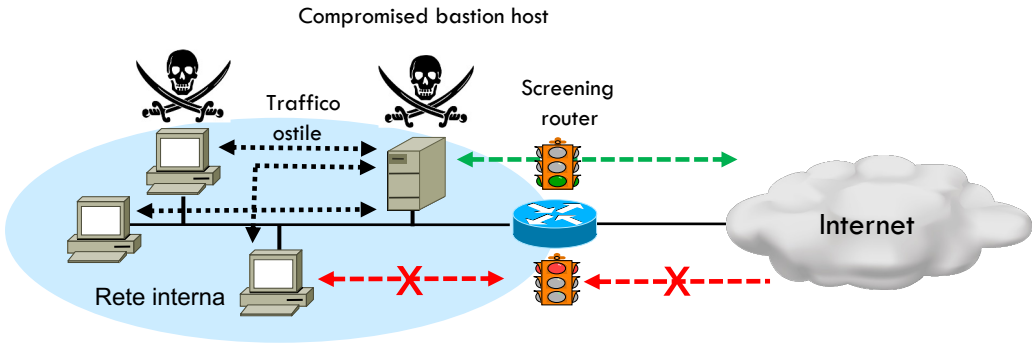
Servizi forniti dal Bastion Host

Il Bastion Host (BH) deve fornire solo i servizi necessari per accedere ad Internet e quelli che devono essere offerti all'esterno, **e niente altro**

- Servizi proxy
  - Il BH può garantire la fruizione in modalità proxy di servizi che prevedono connettività esterna a macchine della rete interna:
    - PROXY HTTP, FTP, SOCKS et.
    - Nell'erogare tali servizi può realizzare meccanismi si **content filtering**
- Servizi che possono essere resi sicuri
  - offerti dal BH al mondo esterno: *SMTP*, *HTTP*, *NNTP, DNS*
- Servizi intrinsecamente insicuri
  - devono essere disabilitati o forniti da un host vittima (honeypot)
- Servizi non utilizzati (almeno non in relazione ad Internet)
  - devono essere disabilitati

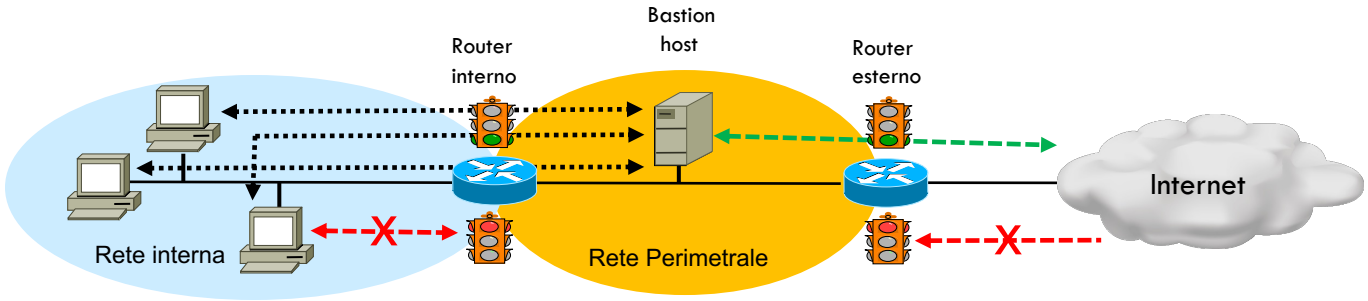
Vulnerabilità Screened Host

- I bastion host sono le macchine più vulnerabili della LAN, poichè sono le prime a subire l'attacco di un intruso
- In una architettura screened host non ci sono difese tra il bastion host e la rete interna: se si riesce ad attaccare il bastion host si riesce a entrare nella rete interna
- Ciò rende necessario aumentare i punti di controllo e filtraggio in accordo a meccanismi di incremento della profondità dell'architettura di sicurezza



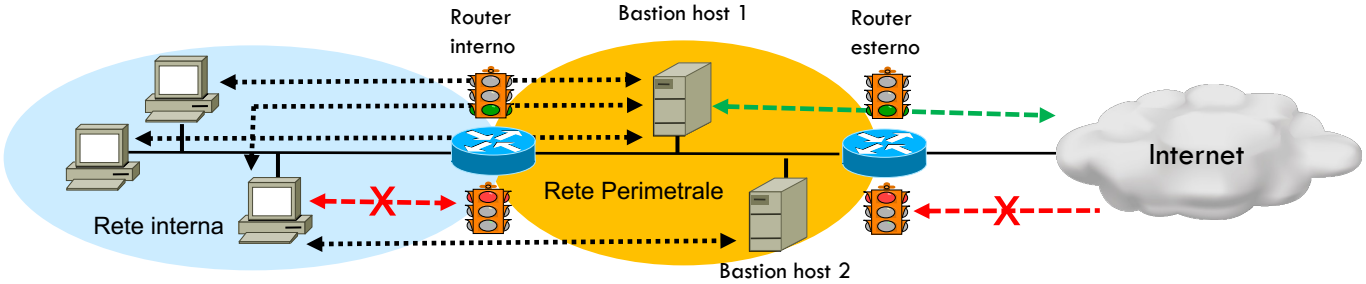
Screened Subnet

- Aggiunge un livello extra di sicurezza all'architettura screened host (logica in profondità) creando una rete, nota come rete perimetrale, che:
  - isola la rete interna da Internet
  - risolve i problemi associati alla compromissione del router o del BH
- Due screening routers (interno ed esterno) sono presenti:
  - Uno situato tra la rete perimetrale e la rete interna
  - Un altro situato tra la rete perimetrale e la rete esterna
- Abbiamo due punti differenti di enforcing delle politiche di sicurezza
- Per compromettere il dominio vanno compromessi entrambi i router



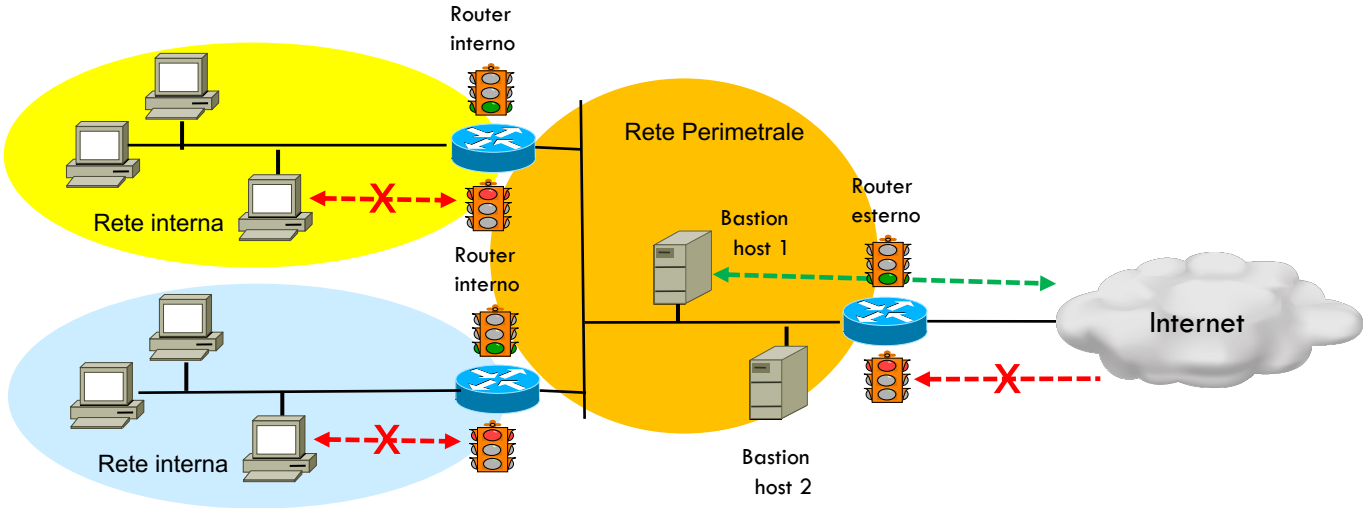
Screened Subnet

- Anche i Bastion Host possono essere ridondati
- In linea di principio una soluzione ideale sarebbe una macchina per ogni servizio.
- La rete perimetrale spesso contiene al suo interno almeno due application level gateway che svolgono la funzione di bastion host pur conservando l'accesso interattivo ai servizi resi condivisibili tra entrambe le reti
- Risulta molto difficoltoso da parte di un intruso bypassare l'intera sottorete perimetrale, in quanto dovrebbe eludere il filtraggio dei router e la sorveglianza dei bastion host



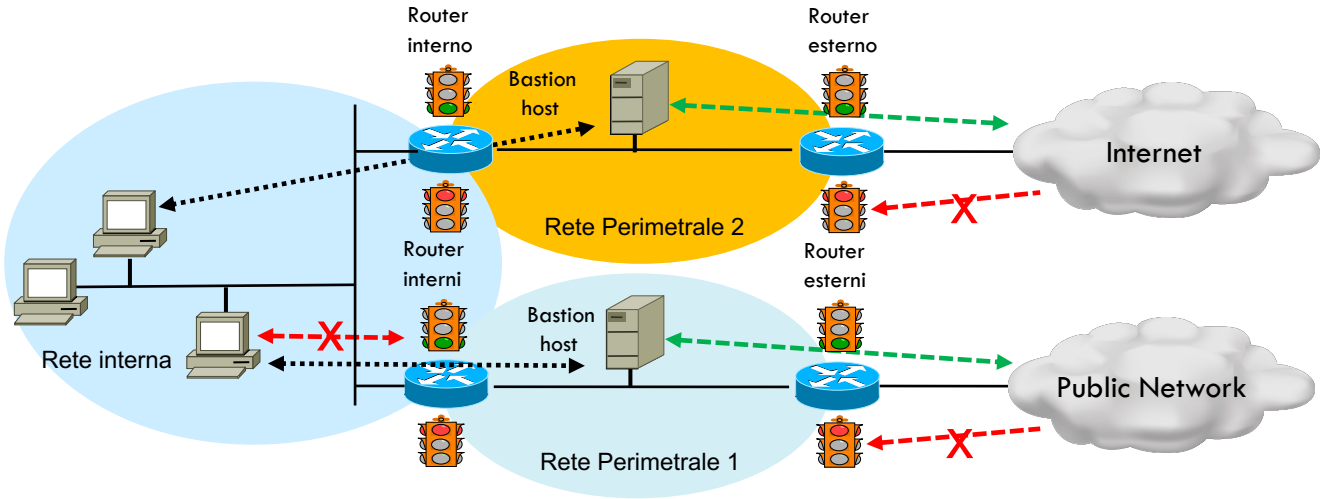
Screened Subnet

- In presenza di multiple reti interne è possibile usare la rete perimetrale quale dorsale di collegamento fra le differenti reti interne
- Ogni rete ha il suo screening router che la isola dall'esterno



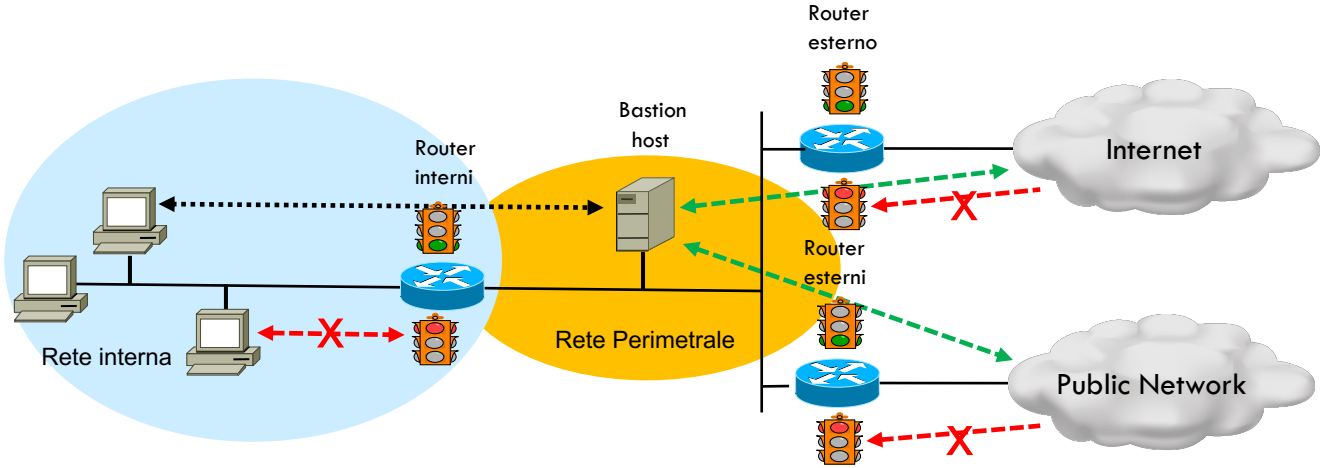
Screened Subnet

- L'intera architettura può essere replicata creando multiple reti perimetrali ad isolamento del confine con domini di sicurezza differenti
- Ogni rete perimetrale avrà i suoi screening routers e bastion hosts



Screened Subnet

- E’ anche possibile condividere una singola rete perimetrale con funzioni di dorsale per due reti esterne, ciascuna con il suo screening router esterno
- Lo screening router interno sarà unico e agganciato alla dorsale



Network Access Control

- Il **Network Access Control** (NAC) è un approccio avanzato alla sicurezza di una rete che mira ad unificare:
    - le tecnologie di sicurezza operanti a livello endpoint (antivirus, host-based intrusion detection, assessment automatico delle vulnerabilità)
    - i meccanismi di autenticazione a livello utente o sistema
    - i meccanismi tradizionali per il controllo della della sicurezza della rete
- **Obiettivo**: controllare la sicurezza degli endpoint uniformandone il grado di sicurezza con quella dei dispositivi di rete e in generale dell'intera rete
- **Risultato**: i dispositivi terminali non conformi ai criteri di sicurezza impostati vengono identificati e messi in quarantena

NAC: Motivazioni

- La principale motivazione è stata la consapevolezza che dopo aver speso miliardi sul perimetro, non si era raggiunto il grado di sicurezza desiderato a causa delle **minacce interne**
- Gli endpoint che non rispettano le politiche di sicurezza stabilite rappresentano una minaccia e possono introdurre un rischio per la sicurezza nella rete.
- Diventa fondamentale impedire agli host vulnerabili e non conformi alle politiche di sicurezza previste quali requisito minimo di ottenere l'accesso alla rete

NAC: Principali Funzionalità

- Mitigazione di attacchi noti (non zero-day)
  - Per impedire alle stazioni terminali prive di antivirus, patch o software di intrusion detection di accedere alla rete e mettere altri computer a rischio di contaminazione incrociata
- Applicazione di politiche di ammissione in rete
  - Consentire agli amministratori di definire criteri, come i tipi di computer o i ruoli degli utenti autorizzati ad accedere a specifiche aree della rete e garantendone l'enforcement a livello di switch, router e firewall
- Introduzione di meccanismi di controllo accessi identity-based
  - Invece di utilizzare I soli indirizzi IP, il NAC condiziona l'accesso alla rete anche in base alle identità degli utenti opportunamente autenticati

NAC: Concetti di Base

- Enforcement di controlli **Pre-ammissione** o **Post-ammissione**
  - nel primo casi i dispositivi sono ispezionati prima essere autorizzati ad accedere alla rete
  - In alternativa, NAC post-ammissione prende le decisioni in base alle azioni dell'utente, dopo che gli utenti hanno avuto accesso alla rete
- Raccolta dati **Agent-based** o **Agentless**
  - Un agent SW gira su ogni endpoint
    - L'agent ne analizza e riporta lo stato in termini di sicurezza
  - Alcuni dispositivi non supportano agenti SW (stampanti, scanners etc.)
    - Vengono usate tecniche opportune di scansione e network inventory management (whitelisting, blacklisting, ACLs) per mutuare da remoto le caratteristiche di sicurezza del dispositivo

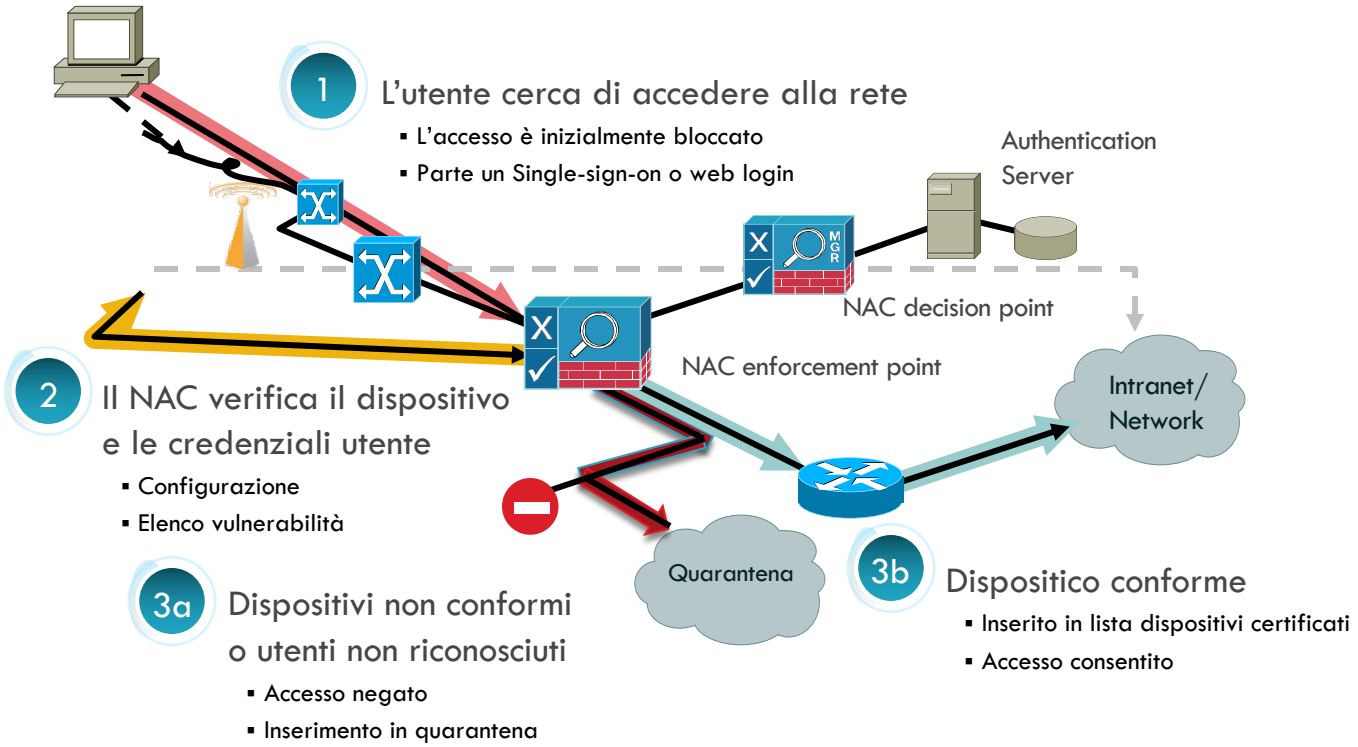
NAC: Concetti di Base

- Soluzioni **inline** o **fuori banda**
  - Inline: un singolo dispositivo fa da firewall per l'enforcing di politiche di controllo accessi
  - Out-of-band: Gli agent sui dispositivi riportano informazioni a una console centrale di management che a sua volta controlla gli switches pilotando l'enforcement delle politiche
- In ogni caso, il NAC individua ogni device connesso alla rete, lo inserisce in una categoria e ne verifica la compatibilità con le policy di sicurezza
- verifica inoltre in maniera granulare quale tipo e livello di accesso al network è consentito al dispositivo in questione.

NAC: Concetti di Base

- Remediation basata su **Quarantena** o **captive portals**
  - **Quarantena**: una stazione non conforme alle policy di sicurezza è autorizzata ad accedere con accesso ristretto ai soli server di patching e di aggiornamento.
  - **Captive Portal**: la tecnica del captive portal restring l'utente a una pagina Web di accesso dove lo stesso dovrà procedure all'autenticazione prima di ottenere l'accesso completo.
  - In NAC, un Captive Portal intercetta l'accesso HTTP alle pagine Web, reindirizzando gli utenti a un'applicazione Web che fornisce istruzioni e strumenti per l'aggiornamento dei loro computer.

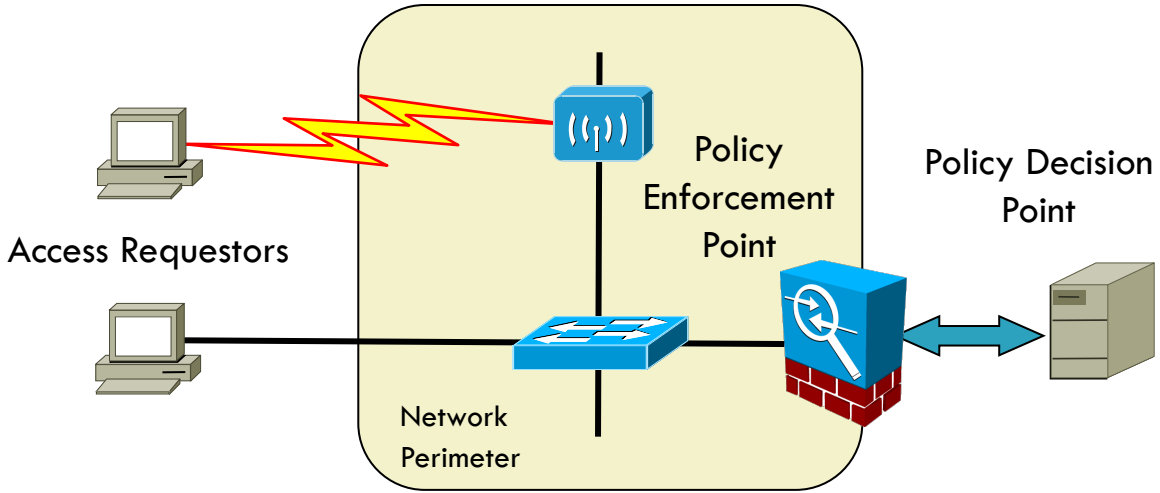
NAC: Concetti di Base



Componenti

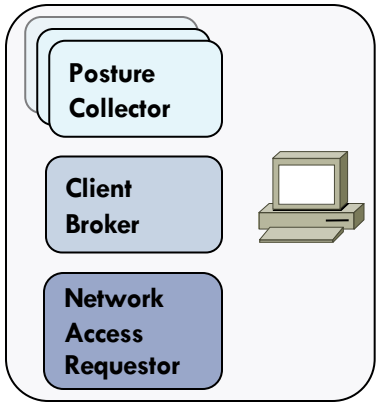
Un’architettura NAC è tipicamente caratterizzata dalle seguenti tre componenti:

- **Access Requestors**
- **Policy enforcement point**
- **Policy Decision point**



Access Requestors

- Esempi:
  - Laptops
  - PDAs
  - VoIP phones
  - Desktops
  - Printers

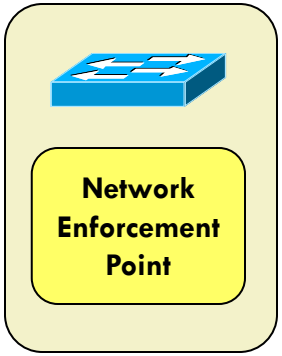


- Componenti di un Access Requestor/Endpoint (AR):
  - Posture Collectors (PCS)
    - Raccoglie informazioni sullo stato della sicurezza (ad es. Software installato e aggiornato, firewall personale attivato)
  - Client Broker (CB)
    - Raccoglie le informazioni da uno o più posture collectors
    - Le consolida per passarle al Network Access Requestor
  - Network Access Requestor (NAR)
    - Connette i clients alla rete (e.g. 802.1X)
    - Gestisce l'autenticazione a livello utente
    - Invia I dati utili ricevuti relativamente alla sicurezza delle stazioni utente (posture data) ai Posture Validators

Posture Agent

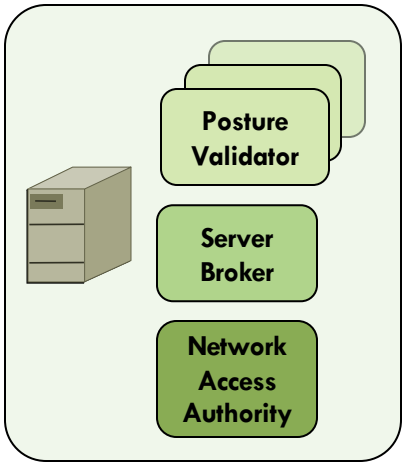
- Un **posture agent** (PA) funge da unico punto di contatto sull'host per aggregare le credenziali da tutti i plug-in di controllo e comunicare con la rete.
- Questo modulo garantisce anche una relazione di fiducia con la rete allo scopo di scambiare credenziali e informazioni necessarie al NAC
- Funziona come un componente middleware che acquisisce le informazioni sulle politiche dell'host e le comunica in modo sicuro al server delle politiche NAC
- Interagisce direttamente con le applicazioni "abilitate per NAC" in esecuzione sull'host senza l'intervento dell'utente

Policy Enforcement Points



- Componenti di un Policy Enforcement Point (PEP):
  - Network Enforcement Point
    - Garantisce e controlla l'accesso alla rete
- Esempi di Network Enforcement Points
  - Switches
  - Wireless Access Points
  - Routers
  - VPN Devices
  - Firewalls

Policy Decision Point

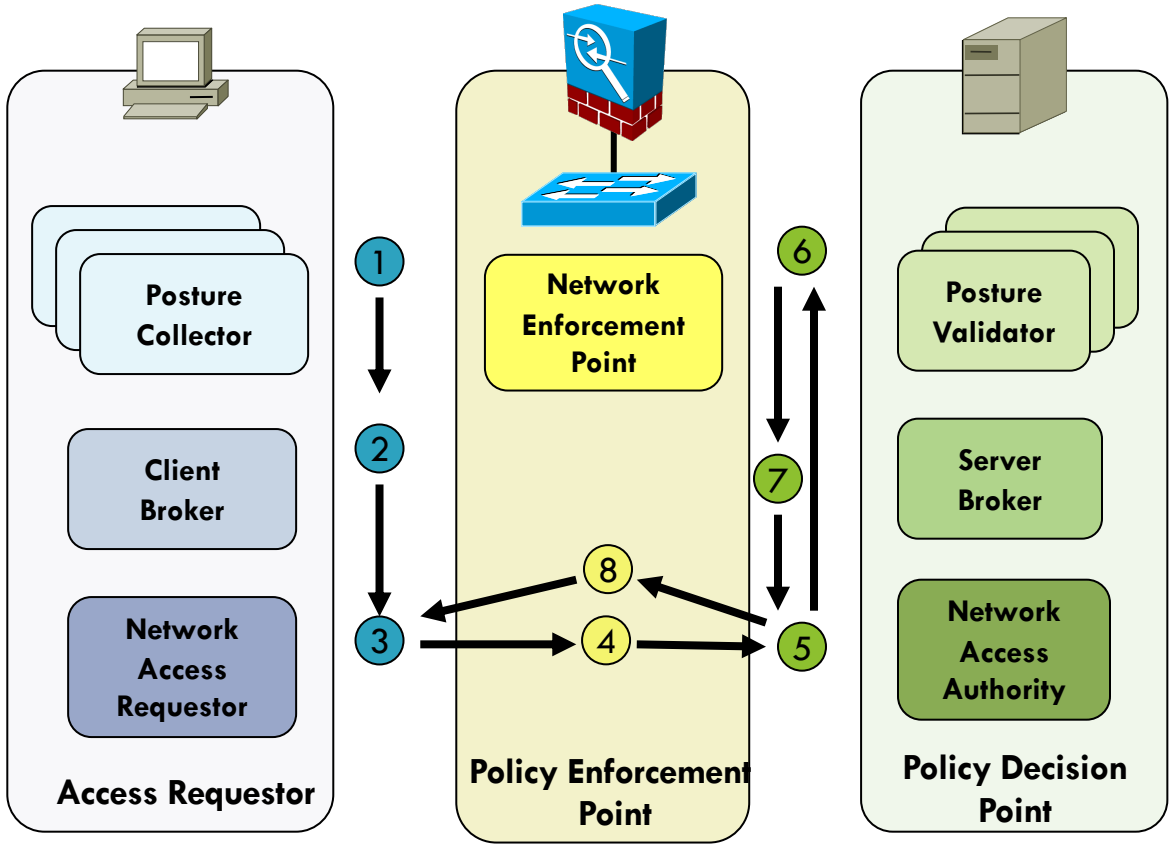


Policy Decision Point

- Componenti di un Policy Decision Point (PDP)
  - Posture Validators (PVS)
    - Ricevono le informazioni dai corrispondenti posture collector
    - Le validano rispetto alle policy da applicare
    - Ritornano I risultati al Server Broker
  - Server Broker (SB)
    - Raccoglie/consolida le informaioni ricevute dai Posture Validator(s)
    - Determina le decisioni di accesso
    - Passa tali decisioni alla Network Access Authority
  - Network Access Authority (NAA)
    - Valida informazioni di autenticazione and posture
    - Passa il risultato di tali decisioni a un Policy Enforcement Point

Esempio di transazione NAC

1. I PCS raccolgono informazioni sullo stato della sicurezza dell'endpoint
2. Il CB consolida i dati dell'endpoint ricevuti dai PCS e li passa al NAR
3. Il NAR ottenuti tali dati di valutazione della sicurezza li invia al PEP
4. Il PEP riceve tali dati e li invia al PDP.
5. La NAA riceve i dati dal AR tramite il PEP. Se è coinvolta l'autenticazione, la NAA verifica su un DB di autenticazione se l'utente ha credenziali valide.
6. Ogni PVS controlla le informazioni dal corrispondente PCS e trasmette il verdetto al SB
7. Il SB consolida l'input del PVS in un'unica policy response
8. La ‘ NAA invia la risposta e le istruzioni corrispondenti al PEP.



NAC: pro e contro

- Implementato correttamente, il NAC è un sistema di sicurezza che dà all'organizzazione la sensazione di avere controllo completo sulla sicurezza, anche in uno scenario in evoluzione e diversificazione
- Non è comunque una panacea. Per questo motivo il NAC dovrebbe essere utilizzato in sinergia con altri sistemi.
- Va evidenziata l'importanza di un'adeguata attività di monitoraggio in grado di rilevare se una specifica politica NAC è o meno in grado di soddisfare le le esigenze di sicurezza di un'organizzazione, senza diventare eccessivamente intrusiva