



*Corso di*  
***SISTEMI TELEMATICI***  
*a.a. 2013-2014*

**Livello rete:**  
**Indirizzamento, maschere di sottorete e**  
**CIDR**



# VLSM

- Tutte le subnet di una stessa rete tipicamente usano la stessa subnet mask, facilitando così il compito del gestore. Tuttavia questa strategia, pur essendo facile da implementare e gestire, in alcuni casi spreca spazio di indirizzamento. Alcune subnet possono avere molti host e altre soltanto pochi, ma tutte consumano l'intero spazio di indirizzi assegnato.
  - le linee seriali sono il caso estremo, perché ciascuna ha solo 2 host connessi da una subnet che è una linea seriale
- Una tecnica che permette ai gestori di utilizzare in modo più efficiente lo spazio di indirizzi è detta Variable Length Subnet Mask (VLSM). Un gestore può usare una mask lunga sulle subnet con pochi host e una mask breve sulle subnet con molti host. La complessità aumenta. OSPF e EIGRP supportano VLSM.

# VLSM: esempio



- Supponiamo di avere una rete di classe C 192.214.11.0 e di avere la necessità di dividerla in 3 subnet, con 100 host in una subnet e 50 host in ciascuna delle altre due. Trascurando i due estremi 0 e 255, in teoria si hanno a disposizione 256 indirizzi (192.214.11.0 - 192.214.11.255)
- Senza VLSM si potrebbe usare la mask 255.255.255.128 e dividere gli indirizzi in 2 subnet di 128 host ciascuna, oppure si potrebbe usare la mask 255.255.255.192 e dividere lo spazio in 4 subnet con 64 host ciascuna. Così però non si rispetterebbero i vincoli né sul numero di subnet né sul numero di host



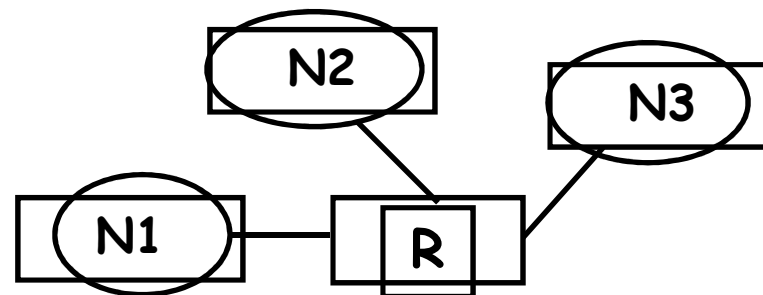
# VLSM: esempio

- Usando VLSM, si può usare la mask 128 per la sottorete con 100 host (che avrà 128 indirizzi) e la mask 192 per le 2 subnet con 50 host (che avranno 64 indirizzi ciascuna)
- La rete 192.214.11.0 è divisa in 3 subnet con 2 mask:

N1: 192.214.11.0      255.255.255.128 con 128 IP

N2: 192.214.11.128    255.255.255.192 con 64 IP

N3: 192.214.11.192    255.255.255.192 con 64 IP





# **Classless Inter-Domain Routing (CIDR)**

## **(RFC 1518-1519)**

# Background

## Gestione dello spazio di indirizzamento IP (RFC 1466)

- Nel maggio 92 le statistiche sull'uso delle classi di indirizzi IP dimostravano che i numeri di classe A e B erano risorse limitate:

	Total (possibili)	Allocated (reali)	Allocated (%)
Class A	126	49	38%
Class B	16383	7354	45%
Class C	2097151	44014	2%

- Allora si presero delle nuove decisioni ...



# Background

## Classe A

- L'IANA e l'IR (Internet Registry) sono ritenute le sole responsabili dell'assegnazione dei numeri di classe A
- La parte superiore dello spazio dei numeri di classe A (indirizzi IP da 64.0.0.0 a 127.0.0.0) viene riservata
- Nessuna assegnazione di nuovi indirizzi di classe A potrà avvenire se non adeguatamente motivata da una dettagliata documentazione tecnica sulla dimensione e la struttura della rete

# Background



## Classe B

- Fino al '93 si raccomandava alle singole organizzazioni di usare indirizzi di classe B strutturati in subnet, piuttosto che usare più indirizzi di classe C
- Nel '93, per via della scarsità di indirizzi di classe B e della sotto-utilizzazione dello spazio di indirizzamento delle reti di classe B da parte di molte organizzazioni, si decise invece di raccomandare l'uso di più indirizzi di classe C, ove possibile
  - ✗ organizzazioni con un numero di host maggiore di 256 chiedevano indirizzi di classe B, anche se non usavano l'intero spazio di indirizzamento di 65535 host





# Background

- Le organizzazioni che richiedono un indirizzo di classe B devono soddisfare i seguenti requisiti:
  - ✗ una strutturazione in almeno 32 sottoreti
  - ✗ più di 4096 host
- Le organizzazioni che richiedono un indirizzo di classe B devono dimostrare che non è ragionevole assegnare loro un blocco di indirizzi di classe C
  - ✗ un documento di progetto deve specificare quanti host complessivi e quanti host per sottorete ci si aspetta di avere nei successivi 24 mesi
- La richiesta viene inviata all'IR che giudicherà la questione
  - ✗ se il piano non merita un indirizzo di classe B all'organizzazione verrà assegnato un blocco di indirizzi di classe C

# Background



## Classe C

- Dal '93 lo spazio di indirizzi di classe C viene diviso in blocchi la cui assegnazione è decisa dall'IANA e dall'IR
- Prima del '93, gli indirizzi con prefissi 192 e 193 erano già stati assegnati; lo spazio restante da 194 a 233 era per la maggior parte non ancora utilizzato
- Si decise allora di riservare all'IANA e IR gli indirizzi IP da 208.0.0.0 a 223.255.255.255
- Lo spazio restante degli indirizzi di classe C (da 194 a 207) venne diviso in 8 blocchi di uguali dimensioni
  - ✗ ciascuno dei quali rappresenta 131.072 indirizzi ( $2^{16} \times 2$ ), ovvero il 6% circa dello spazio totale di indirizzi di classe C



# Assegnazione di indirizzi di classe C

- Si propone una corrispondenza geografica nell'allocazione dei blocchi di indirizzi di classe C

Multi regional	192.0.0.0 - 193.255.255.255
Europe	194.0.0.0 - 195.255.255.255
Others	196.0.0.0 - 197.255.255.255
North America	198.0.0.0 - 199.255.255.255
Central/South America	200.0.0.0 - 201.255.255.255
Asia/Pacific	202.0.0.0 - 203.255.255.255
Others	204.0.0.0 - 205.255.255.255
Others	206.0.0.0 - 207.255.255.255

- ✗ Ogni regione ha circa 33 milioni di indirizzi (131.072 reti x 256 host)
- ✗ Nel termine “multi-regional” si includono i numeri di rete già assegnati prima dell'implementazione del nuovo piano di indirizzamento
- ✗ “Others” permette flessibilità nell'assegnazione di numeri di rete al di fuori delle regioni geografiche già allocate



# Assegnazione di indirizzi di classe C

- Se un'organizzazione richiede più di una rete di classe C, le verrà assegnato un blocco contiguo dallo spazio di classe C allocato alla sua regione geografica
  - ✗ Es. un'organizzazione europea che richiede un numero di indirizzi IP compreso tra 1024 e 2048 riceverà 8 numeri contigui di reti di classe C dallo spazio riservato alle reti europee (da 194.0.0.0 a 195.255.255.255)
  - ✗ Es. un'organizzazione del centro America che richiede un numero di indirizzi IP compreso tra 256 e 512 riceverà 2 numeri contigui di reti di classe C dallo spazio riservato alle reti del Centro/Sud America (da 200.0.0.0 a 201.255.255.255)
  - ✗ Si ricordi infatti che ogni rete di classe C può indirizzare fino a 256 host



# Assegnazione di indirizzi di classe C

- Il blocco massimo di numeri di Classe C assegnabile ad un subscriber è pari a 64 (per un totale di  $64 \times 256 = 16384$  indirizzi IP), che corrisponde a un unico prefisso di 18 bit (lo vedremo)
- Tuttavia, la proliferazione di numeri di rete di classe C, anche se aiuta nel ritardare l'esaurimento di numeri di classe A e B, accelera l'esplosione delle informazioni di routing nelle tabelle dei router della rete Internet
  - es. ogni router europeo dovrebbe avere 131.072 entry per ciascuna delle sue reti da 194.0.0.0 a 195.255.255.255
- E' allora necessario effettuare alcune modifiche alle tecniche di indirizzamento/instradamento affinché l'insieme di reti appaia all'esterno come un'unica rete logica; la soluzione è offerta dal CIDR



# CIDR: esempio

Esempio Europa: da 194=11000010 a 195=11000011

- tutti gli indirizzi IP da 194.0.0.0 a 195.255.255.255 sono assegnati all'Europa
- è sufficiente un'unica riga nella tabella di instradamento, contenente l'indirizzo 194.0.0.0 e la maschera 254.0.0.0, per indirizzare tutte le 65356 reti logiche di classe C attribuite all'Europa
- la maschera individua quali sono i bit da considerare significativi (quelli del prefisso comune 1100001)
- una tabella di routing include i 32 milioni di indirizzi in una sola entry: cioè tutti i datagrammi indirizzati a 194.x.y.z o a 195.x.y.z sono instradati verso il gateway Europeo
- all'interno dell'Europa questi indirizzi possono essere assegnati in blocchi contigui a diverse regioni geografiche o a specifici Internet Service Provider, diminuendo così le dimensioni delle tabelle di routing anche per i router interni Europei

# CIDR: supernetting



- Riassumendo, CIDR è basato sulla tecnica “Supernetting”
  - blocchi di indirizzi di classe C sono assegnati in modo contiguo in relazione alla localizzazione geografica delle sottoreti
  - indirizzi contigui hanno i bit più significativi uguali (prefisso)
  - un blocco di indirizzi IP contigui in una routing table è identificato da un'unica riga contenente una coppia <indirizzo IP, mask>
  - un'organizzazione (ISP) assegna i suoi indirizzi ai subscriber usando un prefisso più lungo



# CIDR



## Allocazione distribuita dello spazio di indirizzi

- Internet può essere vista come una collezione di host interconnessi tra loro
- Il controllo sulla collezione di host e dei dispositivi di trasmissione e commutazione (risorse di rete) non è omogeneo, ma distribuito tra più autorità amministrative
- Le risorse sotto il controllo di una sola amministrazione formano un dominio (detto anche dominio di routing)
- Domini che condividono le loro risorse con altri domini sono detti “network service provider” (o solo provider)
- Domini che usano le risorse di altri domini sono detti “network service subscriber” (o solo subscriber)
- Un dominio può agire simultaneamente da provider e subscriber



# CIDR



## Allocazione distribuita dello spazio di indirizzi

- CIDR assegna ad ogni network service provider blocchi di dimensione variabile di numeri di rete di classe C
- Le organizzazioni client che usano quel service provider per connettersi a Internet avranno assegnato un sottoinsieme dello spazio di indirizzamento del provider
  - ciò implica che il client sia considerato parte del provider ai fini dell'instradamento
- L'approccio è ricorsivo e può attraversare più iterazioni
- Ogni "livello" della gerarchia usa il proprio prefisso come base per le sub-allocazioni successive degli indirizzi



Università della Calabria D.E.I.S.

# CIDR: esempio



- Ad un Service Provider (SP) in Nord America sono assegnati 2048 numeri di reti di Classe C contigui:

da 198.24.0.0 (11000110.00011000.00000000.00000000)

a 198.31.255.0 (11000110.00011111.11111111.00000000)

- Una route "supernet" per questo blocco è descritta come:  
192.24.0.0 con mask 255.248.0.0 (11111111.11110000.0.0)

- Il SP assegna gli indirizzi a 6 client nell'ordine che segue:

C1: 8 reti di classe C (meno di 2048 host): da 198.24.0 a 198.24.7

supernet route: addr. 198.24.0.0 mask 255.255.248.0

C2: 16 reti di classe C (meno di 4096 host): da 198.24.16 a 198.24.31

supernet route: addr. 198.24.16.0 mask 255.255.240.0

C3: 4 reti di classe C (meno di 1024 host): da 198.24.8 a 198.24.11

supernet route: addr. 198.24.8.0 mask 255.255.252.0



C4: 4 reti di classe C (meno di 1024 host): da 198.24.12 a 198.24.15  
supernet route: addr. 198.24.12.0 mask 255.255.252.0

C5: 2 reti di classe C (meno di 512 host): da 198.24.32 a 198.24.33  
supernet route: addr. 198.24.32.0 mask 255.255.254.0

C6: 2 reti di classe C (meno di 512 host): da 198.24.34 a 198.24.35  
supernet route: addr. 198.24.34.0 mask 255.255.254.0

- Se il SP usa un protocollo di routing interno che supporta l'indirizzamento classless, può usare il supernetting e perciò mantiene solo 6 percorsi distinti per le 36 reti di classe C
- Se il protocollo di routing non supporta l'indirizzamento classless, devono essere mantenuti esplicitamente percorsi diversi per le 36 reti

# CIDR



## Aggregazione delle informazioni nelle tabelle di routing

- l'indirizzamento gerarchico permette di inglobare tutte le reti logiche di una certa organizzazione in una sola informazione di instradamento
- ad un gruppo di domini di routing viene assegnato un prefisso a partire dal prefisso più corto assegnato al dominio che li interconnette
  - ✗ questo è il caso in cui più domini di routing sono collegati al dominio di un solo service provider e usano quel provider per instradare tutto il traffico esterno (inter-dominio)
  - ✗ al provider è assegnato un prefisso breve e questi assegna prefissi un po' più lunghi ai domini di routing che interconnette
  - ✗ così il provider, per informare gli altri domini di routing degli indirizzi che può raggiungere, abbrevia le informazioni di raggiungibilità per i suoi domini con un solo prefisso

# CIDR: implicazioni



- IP partiziona il problema del routing in 3 parti:
  - ✗ routing tra end-system e routers (ARP),
  - ✗ routing tra router dello stesso “routing domain (interior routing)
  - ✗ routing tra “routing domain” (exterior routing)
- I protocolli di routing intra-dominio che supportano l’aggregazione delle informazioni di routing sono OSPF, RIP II, Integrated IS-IS, ed E-IGRP
  - ✗ protocolli che rappresentano le informazioni di routing come una coppia destination+mask (OSPF) o come prefix+prefix-length (IS-IS) richiedono poche variazioni per supportare l’aggregazione delle informazioni di routing
  - ✗ protocolli che dipendono dalla natura delle classi di rete (A/B/C) o che supportano solo subnet di dimensione fissa richiedono variazioni significative

# CIDR: implicazioni



- Per sfruttare i benefici del CIDR nella riduzione della dimensione delle tabelle di routing, bisogna sviluppare dei protocolli di exterior routing capaci di gestire coppie arbitrarie (network, mask) contrariamente all'attuale distinzione in classi (A,B,C)
- CIDR tende ad eliminare le classi di indirizzi
  - × CIDR identifica le reti logiche semplicemente attraverso le maschere di rete, indicando il prefisso comune e quindi evitando un esplicito riferimento alle classi
- Il protocollo di routing inter-domain che supporta il CIDR è BGP-4
- I protocolli RIP, BGP-3, EGP, e IGRP non supportano CIDR

# CIDR: implicazioni



- L'architettura CIDR è applicabile ad ogni gruppo di domini interconnessi che supporti IPv4
- I segmenti di Internet che usano tecnologie di routing che non supportano CIDR (per exterior routing) né VLSM (per interior routing) si basano su un “default route” che può risultare in un routing subottimo
- Le organizzazioni che operano come Internet Service Provider (ISP) dovrebbero essere in grado di supportare VLSM e CIDR





### Quesito A1

Si consideri un Internet Service Provider (ISP) che abbia assegnato un blocco di 128 reti contigue di classe C, a partire da 194.54.0.0.

Si chiede: a) l'indirizzo finale dell'intervallo di indirizzi gestiti dall'ISP; b) il numero minimo di bit che deve essere analizzato da un router di rete per indirizzare l'ISP.

Nel caso in cui l'ISP debba a sua volta gestire 16 Service Provider (SP) di uguali dimensioni si chiede di: c) individuare la mask che individua ciascun SP; d) il numero massimo di host indirizzabili in ogni SP.

### Soluzione

a) 194.54.127.0    b) 17    c) ogni SP ha 8 reti con prefisso di 21 bit    d)  
 $8 \times 256 = 2048$





## **Quesito A2**

Si consideri un Internet Service Provider (ISP) che abbia assegnati un blocco di 64 reti contigue di classe C, a partire da 194.102.12.0.

Si chiede: a) l'indirizzo finale dell'intervallo di indirizzi gestiti dall'ISP; b) il numero minimo di bit di che deve essere analizzato da un router di rete per indirizzare l'ISP.

Nel caso in cui l'ISP debba a sua volta gestire 16 Service Provider (SP) di uguali dimensioni si chiede di: c) individuare la mask che individua ciascun SP; d) il numero massimo di host indirizzabili in ogni SP.



### **Quesito A3**

Si consideri un Internet Service Provider (ISP) che abbia assegnati un blocco di 32 reti contigue di classe C, a partire da 193.45.1.0.

Si chiede: a) l'indirizzo finale dell'intervallo di indirizzi gestiti dall'ISP; b) il numero minimo di bit di che deve essere analizzato da un router di rete per indirizzare l'ISP.

Nel caso in cui l'ISP debba a sua volta gestire 16 Service Provider (SP) di uguali dimensioni si chiede di: c) individuare la mask che individua ciascun SP; d) il numero massimo di host indirizzabili in ogni SP.



### **Quesito A4**

Si consideri un Internet Service Provider (ISP) che abbia assegnati un blocco di 64 reti contigue di classe C, a partire da 194.40.34.0.

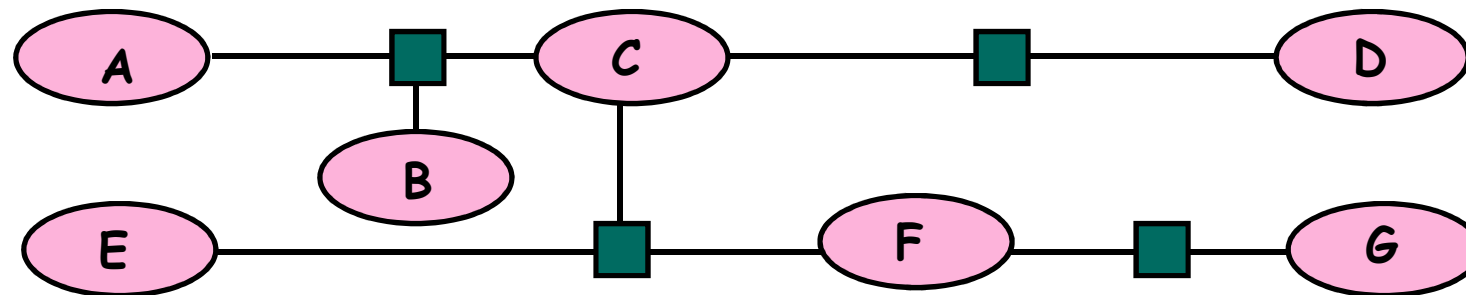
Si chiede: a) l'indirizzo finale dell'intervallo di indirizzi gestiti dall'ISP; b) il numero minimo di bit di che deve essere analizzato da un router di rete per indirizzare l'ISP.

Nel caso in cui l'ISP debba a sua volta gestire 8 Service Provider (SP) di uguali dimensioni si chiede di: c) individuare la mask che individua ciascun SP; d) il numero massimo di host indirizzabili in ogni SP.



### Quesito C1

Si consideri la rete IP la cui topologia è mostrata in figura.



Supponendo che per l'intera rete si abbia a disposizione l'indirizzo di classe B: 150.200.0.0 (255.255.0.0); indicando con  $n_X$  il numero di host della sottorete  $X$ , si chiede di assegnare, a partire dall'indirizzo a disposizione, tramite la tecnica di subnetting, gli indirizzi alle 7 sottoreti (A,B,C,D,E,F,G) in modo da soddisfare le condizioni:  $n_A=n_B=30$ ,  $n_C=n_D=220$ ,  $n_E=10$ ,  $n_F=70$ ,  $n_G=1300$ , e ottimizzare l'efficienza di utilizzazione dello spazio degli indirizzi.



Università della Calabria D.E.I.S.

# Subnet: esercizi



## Soluzione C1

Vincoli: 1 indirizzo di classe B: 150.200.0.0 (255.255.0.0); 7 sottoreti; numero di host totali = 1880.

Risolviamo considerando solo il vincolo sulle sottoreti (e non sugli host) si ottiene: Subnet mask 255.255.224.0 (o /19), che indirizza 8 subnet e un numero di host per subnet pari a 8190 (.0 e .255 riservati).

Subnet	Host	
150.200.0.0	150.200.0.1	- 150.200.31.254
150.200.32.0	150.200.32.1	- 150.200.63.254
150.200.64.0	150.200.64.1	- 150.200.95.254
150.200.96.0	150.200.96.1	- 150.200.127.254
150.200.128.0	150.200.128.1	- 150.200.159.254
150.200.160.0	150.200.160.1	- 150.200.191.254
150.200.192.0	150.200.192.1	- 150.200.223.254
150.200.224.0	150.200.224.1	- 150.200.255.254

Università della Calabria D.E.I.S.

# Subnet: esercizi



Efficienza di utilizzazione dello spazio di indirizzi:

Subnet non utilizzate: 1 (150.200.224.0) => 8192 indirizzi IP sprecati

Subnet utilizzate	Host utilizzati	indirizzi IP non utilizzati
A: 150.200.0.0    30		(8190-30)=8160
B: 150.200.32.0   30		(8190-30)=8160
C: 150.200.64.0   220		(8190-220)=7970
D: 150.200.96.0   220		(8190-220)=7970
E: 150.200.128.0  10		(8190-10)=8180
F: 150.200.160.0  70		(8190-70)=8120
G: 150.200.192.0 1300		(8190-1300)=6890

Tot. 63642 IP sprecati



Università della Calabria D.E.I.S.

# Subnet: esercizi



Risolvendo il quesito considerando solo il vincolo sui 1880 host totali si ottiene:  
Subnet mask 255.255.248.0 (o /21), che indirizza 32 subnet e un numero di host per subnet pari a 2046 (maggiore efficienza di utilizzazione dello spazio di indirizzi per sottorete!!)

Subnet	Host	
150.200.0.0	150.200.0.1	- 150.200.7.254
150.200.8.0	150.200.8.1	- 150.200.15.254
150.200.16.0	150.200.16.1	- 150.200.23.254
150.200.24.0	150.200.24.1	- 150.200.31.254
...	...	
150.200.232.0	150.200.232.1	- 150.200.239.254
150.200.240.0	150.200.240.1	- 150.200.247.254
150.200.248.0	150.200.248.1	- 150.200.255.254



Università della Calabria D.E.I.S.

# Subnet: esercizi



Efficienza di utilizzazione dello spazio di indirizzi:

Subnet non utilizzate: 25 (150.200.56.0-150.200.248.0) =>  $(2048 \times 25) = 51200$  indirizzi IP sprecati

Subnet utilizzate		Host utilizzati	indirizzi IP non utilizzati
A: 150.200.0.0	30		$(2046 - 30) = 2016$
B: 150.200.8.0	30		$(2046 - 30) = 2016$
C: 150.200.16.0	220		$(2046 - 220) = 1826$
D: 150.200.24.0	220		$(2046 - 220) = 1826$
E: 150.200.32.0	10		$(2046 - 10) = 2036$
F: 150.200.40.0	70		$(2046 - 70) = 1976$
G: 150.200.48.0	1300		$(2046 - 1300) = 746$

Tot.  $(12442 + 51200) = 63642$  (97%) IP sprecati





Università della Calabria D.E.I.S.

# Subnet: esercizi



Risolvendo il quesito considerando i vincolo sugli host per ogni sottorete (per A,B bastano 5 bit di host-id, per C,D 8, per E 4, per F 7, per G 11) si ottiene:  
Subnet mask 255.255.248.0 (o /21), che indirizza 32 subnet e un numero di host per subnet pari a 2046 come nel caso in cui si considera solo il numero di host totali

Per migliorare l'utilizzazione dello spazio di indirizzi, anziché assegnare un indirizzo di classe B, si usa la tecnica CIDR e si assegna un gruppo di indirizzi contigui di classe C:

A: 1 rete C	194.76.1.0	G: 6 reti C	194.76.7.0
B: 1 rete C	194.76.2.0		194.76.8.0
C: 1 rete C	194.76.3.0		194.76.9.0
D: 1 rete C	194.76.4.0		194.76.10.0
E: 1 rete C	194.76.5.0		194.76.11.0
F: 1 rete C	194.76.6.0		194.76.12.0

Il prefisso CIDR per il gruppo di indirizzi è 255.255.240.0 (o/20).



# Subnet: esercizi

## Subnet

A: 194.76.1.0

30

$(254-30)=224$

B: 194.76.2.0

30

$(254-30)=224$

C: 194.76.3.0

220

$(254-220)=34$

D: 194.76.4.0

220

$(254-220)=34$

E: 194.76.5.0

10

$(254-10)=244$

F: 194.76.6.0

70

$(254-70)=184$

G: 194.76.7.0

254

$(254-254)=0$

194.76.8.0

254

0

194.76.9.0

254

0

194.76.10.0

254

0

194.76.11.0

254

0

194.76.12.0

30

$(254-30)=224$

Tot. 1168 (38%) IP sprecati