

Quesito 1 (punti 5). Cinque processi *batch*, identificati dalle lettere *A – E* rispettivamente, arrivano all'elaboratore agli istanti 0, 3, 5, 7, 8 rispettivamente. Tali processi hanno un tempo di esecuzione stimato di 5, 6, 3, 4, 2 unità di tempo rispettivamente. Per ciascuna delle seguenti politiche di ordinamento:

1. con priorità e prerilascio
2. Round Robin (a divisione di tempo, senza priorità e con quanto di tempo di ampiezza 2)
3. SJF (senza considerazione di valori di priorità¹ ma con prerilascio)

determinare, trascurando i ritardi dovuti allo scambio di contesto: (i) il tempo medio di risposta; (ii) il tempo medio di *turn around*; (iii) il tempo medio di attesa. Ove la politica di ordinamento in esame consideri i valori di priorità, tali valori, mantenuti staticamente per l'intera durata dell'esecuzione, sono rispettivamente: 4, 3, 5, 3, 5 (con 5 valore maggiore). Nel caso di arrivi simultanei di processi allo stato di pronto, fatta salva l'eventuale considerazione del loro rispettivo valore di priorità, si dia precedenza ai processi usciti dallo stato di esecuzione rispetto a quelli appena arrivati.

Quesito 2 (punti 6).

A un incrocio stradale a quattro vie, con fermata obbligatoria da ogni direzione, ai conducenti corre l'obbligo di dare la precedenza al veicolo che viene dalla loro destra, se presente. Spiegare in termini informatici, facendo riferimento alla gestione di risorse condivise, quale situazione si generi laddove all'incrocio si presentino simultaneamente veicoli su ciascuna delle quattro vie confluenti. Immaginare poi una metodologia di soluzione dell'eventuale problema, praticabile nella situazione in questione, classificandola entro una delle categorie classiche:

a. rilevare e trattare (*detection and recovery*); **b.** evitare (*avoidance*); **c.** prevenire (*prevention*).

Quesito 3 (punti 6).

[3.A]: Individuare tra le seguenti politiche di ordinamento di processi quella che opera in maniera concettualmente più simile alla politica FCFS però attuando prerilascio per esaurimento del quanto di tempo:

- 1: Shortest Job First senza prerilascio.
- 2: Shortest Job First con prerilascio.
- 3: Round Robin.
- 4: First Come Last Served.

[3.B]: Identificare tra le seguenti politiche di ordinamento di processi quella ottimale dal punto di vista del tempo di attesa:

- 1: FCFS con divisione di tempo.
- 2: Round Robin con prerilascio.
- 3: FIFO con accodamento a priorità.
- 4: SJF.

[3.C]: Indicare quale tra le seguenti affermazioni concernenti la tecnologia ADSL è errata:

- 1: Non la si può utilizzare per rendere disponibile all'esterno un sito *web*.
- 2: Può trasferire il traffico di un numero di utenti grande a piacere.
- 3: Consente una velocità di trasmissione diversa da quella di ricezione.
- 4: Realizza solo collegamenti punto-punto.

[3.D]: Indicare quale tra le seguenti affermazioni concernenti un dispositivo *repeater* è errata:

- 1: Estende il dominio di diffusione.
- 2: Rigenera il segnale in arrivo sia nell'ampiezza che nel tempo.
- 3: Non ritrasmette in uscita segnali d'ingresso rilevati come distorti o corrotti.
- 4: Estende il dominio di collisione.

[3.E]: Un nodo *host* spedisce un pacchetto a un nodo *host* appartenente a una rete locale distinta. Per raggiungere il destinatario il pacchetto inviato deve attraversare tre nodi *router*. Con riferimento a quanto avviene nel corso delle ritrasmissioni operate dai nodi *router* attraversati, individuare quale tra le seguenti affermazioni è corretta:

- 1: L'indirizzo MAC del mittente rimane inalterato a ogni passaggio, mentre cambia quello del destinatario.
- 2: L'indirizzo MAC del destinatario rimane inalterato a ogni passaggio, mentre cambia quello del mittente.
- 3: Gli indirizzi MAC del mittente e del destinatario cambiano a ogni passaggio.
- 4: Gli indirizzi MAC del mittente e del destinatario non cambiano mai.

¹Esclusi ovviamente i valori di priorità impliciti determinati dalla durata dei processi.

[3.F]: Con riferimento alle tecniche NAT, PAT, e similari di traduzione degli indirizzi IP, indicare quale tra le seguenti affermazioni è errata:

- 1: Impediscono la connessione diretta tra gli *end-point*.
- 2: Comportano la necessità di ricalcolare il valore del campo FCS (*Frame Check Sequence*) delle trame a causa della variazione degli indirizzi IP sostituiti.
- 3: Comportano la creazione di un collo di bottiglia per il traffico di rete.
- 4: Permettono un'attribuzione di indirizzi IP sia statica che dinamica.

Quesito 4 (punti 8). Con il crescere di fornitori di servizi di telefonia basati sull'infrastruttura Internet (in gergo denominati 'VoIP', come contrazione di "Voice over IP") i mezzi di comunicazione di massa spesso asseriscono erroneamente che "la sola differenza tra la telefonia tradizionale e quella VoIP è il prezzo". Un informatico sa invece che esse differiscono praticamente in tutto sul piano architetturale e tecnologico. Enumerare almeno 4 di queste differenze.

Quesito 5 (punti 7). Lo schema logico riportato in figura 1 rappresenta la rete dati di una piccola Azienda composta da due reparti operativi e una stanza per i gestori della rete informatica, con le seguenti caratteristiche:

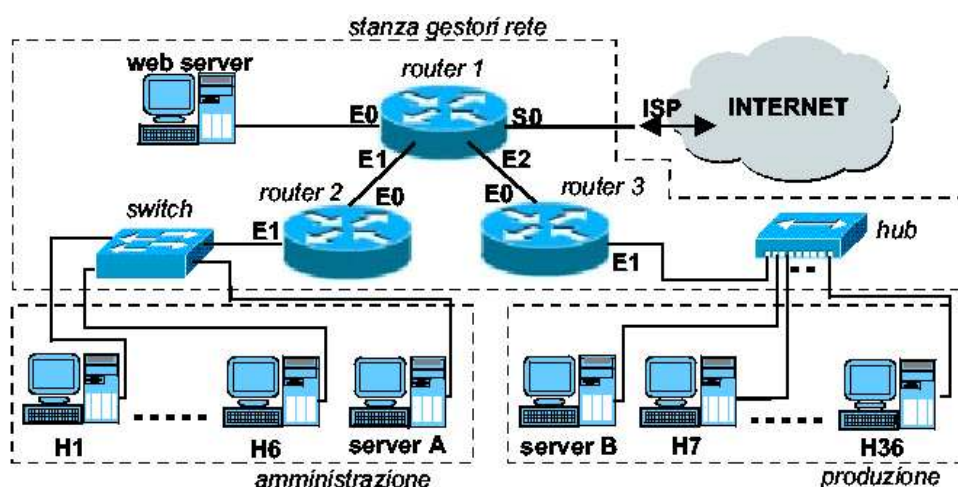


Figura 1: Articolazione della rete interna dell'Azienda.

reparto amministrazione : 6 postazioni di lavoro collegate a uno *switch*, caratterizzate da un traffico al 50% di tipo utente-servente e facente capo al server A, e per il rimanente 50% diretto verso *Internet*.

reparto produzione : 30 postazioni di lavoro collegate a un *hub*, caratterizzate da un traffico all'80% di tipo utente-servente e facente capo al server B, e per il rimanente 20% diretto verso *Internet*.

Sapendo che tutti i dispositivi di rete sono di standard *Fast-Ethernet*, pertanto operanti a 100 Mbps, calcolare i flussi di traffico massimo determinati dalla configurazione *hardware* della rete nel caso peggiore di traffico contemporaneo da tutti gli utenti. Il traffico proveniente dall'esterno e diretto verso il web server può essere trascurato.

L'Azienda accede a *Internet* mediante un unico indirizzo IP statico fornito direttamente dal proprio ISP. Al suo interno, invece, intende condividere gli indirizzi privati di una sottorete di classe C (192.168.1.0/25), sfruttando la funzione di traduzione degli indirizzi (NAT, *Network Address Translation*) realizzata all'interno del proprio *router 1*. Tale *router* è di generazione sufficientemente recente per essere capace di utilizzare tutte le possibili denotazioni, incluse quelle "tutti 0" e "tutti 1" per esprimere gli indirizzi delle proprie sottoreti interne.

Sotto queste ipotesi si proponga una ripartizione degli indirizzi interni utili in sottoreti con *subnet mask* a lunghezza variabile (*VLSM*, *variable-length subnet mask*), e si compili una tabella riassuntiva che riporti, per ciascun dispositivo di rete dell'Azienda, l'indirizzo IP ad esso attribuito, la *subnet mask* corrispondente e il *default gateway* di riferimento.

Soluzione 1 (punti 5).

- con priorità esplicita e prerilascio

```

processo A  AAAAA
processo B  ---bbbbbbBBBBBB
processo C  -----CCC
processo D  -----dddddDDDD
processo E  -----EE

CPU        AAAAACCEEBBBBBDDDD
coda      ...bbbbbbddddd....
          .....ddd.....
    
```

LEGENDA DEI SIMBOLI
 - non ancora arrivato
 x (minuscolo) attesa
 X (maiuscolo) esecuzione

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	0	0+5=5
B	7	7	7+6=13
C	0	0	0+3=3
D	9	9	9+4=13
E	0	0	0+2=2
medie	3,20	3,20	7,20

- Round Robin (a divisione di tempo, senza priorità e con quanto di ampiezza 2)

```

processo A  AAAAaaA
processo B  ---bBBbbBBbbbbbBB
processo C  -----ccCccccccC
processo D  -----dddDDdddddDD
processo E  -----eeeeEE

CPU        AAAABBACCBBDDDECBBDD
coda      ...baacbbddeecbbbDD
          .....cbddeecbbd....
          .....eccbbd.....
    
```

LEGENDA DEI SIMBOLI
 - non ancora arrivato
 x (minuscolo) attesa
 X (maiuscolo) esecuzione
 . coda vuota

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	2	2+5=7
B	1	1+3+5=9	9+6=15
C	2	2+6=8	8+3=11
D	4	4+5=9	9+4=13
E	5	5	5+2=7
medie	2,40	6,60	10,60

- SJF (senza considerazione di valori di priorità e con prerilascio)

```

processo A  AAAAA
processo B  ---bbbbbbbbbBBBBBB
processo C  -----CCC
processo D  -----dddDDDD
processo E  -----EE

CPU        AAAAACCEEDDDDBBBBBB
coda      ...bbbdddbbbb.....
          .....bbb.....
    
```

LEGENDA DEI SIMBOLI
 - non ancora arrivato
 x (minuscolo) attesa
 X (maiuscolo) esecuzione

processo	risposta	tempo di	
		attesa	<i>turn-around</i>
A	0	0	0+5=5
B	11	11	11+6=17
C	0	0	0+3=3
D	3	3	3+4=7
E	0	0	0+2=2
medie	2,80	2,80	6,80

Soluzione 2 (punti 6).

È evidente che, ove si presenti simultaneamente un veicolo per ogni via confluyente all'incrocio, il "protocollo" di cedere la precedenza alla destra genera una situazione di stallo perché verifica simultaneamente tutte le 4 condizioni che determinano stallo, ovvero:

1. la risorsa logica "precedenza" è assegnata in mutua esclusione;
2. la risorsa "precedenza" può essere cumulata ad altre;
3. la risorsa "precedenza" non è prerilasciabile;
4. la situazione descritta produce una catena circolare chiusa (dunque bloccata) di attesa di disponibilità della risorsa "precedenza".

È per fortuna spesso il caso che i conducenti sono capaci di risolvere autonomamente la situazione decidendo "in diretta" a quale conducente di sinistra attribuire temporaneamente la priorità per rompere la catena circolare. Con tutta evidenza, la metodologia di questa soluzione appartiene alla categoria (a.) perché prima rileva la situazione di stallo (senza averla evitata o, ancor meglio, prevenuta) e poi la tratta con una deroga temporanea del diritto di precedenza.

Soluzione 3 (punti 6).

Quesito	Risposta
[3.A]	3
[3.B]	4
[3.C]	1
[3.D]	3
[3.E]	3
[3.F]	2

Soluzione 4 (punti 8).

Differenza 1 (architetturale): VoIP trasforma la voce in pacchetti dati e li invia su una rete scarsamente affidabile (Internet) che poi li gira a dispositivi estremamente potenti e intelligenti, come elaboratori personali, palmari, e telefoni IP. La telefonia tradizionale invece invia la voce nella sua forma analogica attraverso un sistema di cavi a varia densità verso una vera e propria *subnet* centrale di interconnessione composta di unità di grande potenza e complessità, denominate Switch) tra le quali i trasferimenti avvengono in forma digitale; alla fine del percorso l'informazione viene inviata verso dispositivi di scarsa intelligenza, potenza e flessibilità come i telefoni analogici tradizionali.

Differenza 2 (tecnologica): Basandosi su Internet, VoIP adotta il paradigma a "commutazione di pacchetto", mentre la telefonia tradizionale adotta il paradigma a "commutazione di circuito", con le conseguenti differenze in termini di tempo di configurazione e di attraversamento.

Differenza 3 (architetturale): Con VoIP l'identità dell'utente non dipende dal luogo di connessione, ma si sposta con esso/a, perché l'identità VoIP non determina in alcun modo sorgente e percorso della comunicazione. Nella telefonia tradizionale è l'apparecchio telefonico, non il suo utente, ad aver identità oltre che una interconnessione fisica con la rete, e dunque non è consentita alcuna mobilità.

Differenza 4 (tecnologica): Operando a livello *software* VoIP può in linea di principio effettuare qualunque trasformazione "a valore aggiunto" sui dati che rappresentano la comunicazione, senza che questo comporti alcuna modifica alla rete di interconnessione. La telefonia tradizionale invece incontra enormi costi nell'introduzione di servizi a valore aggiunto perché la loro complessità non può risiedere presso i terminali utente ma deve essere gestita interamente dalle *subnet* delle infrastrutture di interconnessione.

Soluzione 5 (punti 7). Come è noto, il *router* separa le reti locali, isolandone i domini di diffusione. Pertanto, per il calcolo dei flussi nel caso peggiore possiamo analizzare il traffico separatamente per ogni rete locale.

Per prima cosa occorre individuare i flussi utili, secondo quanto indicato dal testo del quesito. Detti:

X flusso di dati gestito da un generico utente del reparto amministrazione ($H_1 - H_6$)

Y flusso di dati gestito da un generico utente del reparto produzione ($H_7 - H_{36}$)

Z flusso di dati degli utenti esterni verso il web server (valore *trascurato*).

si ottiene facilmente la distribuzione rappresentata in figura 2.

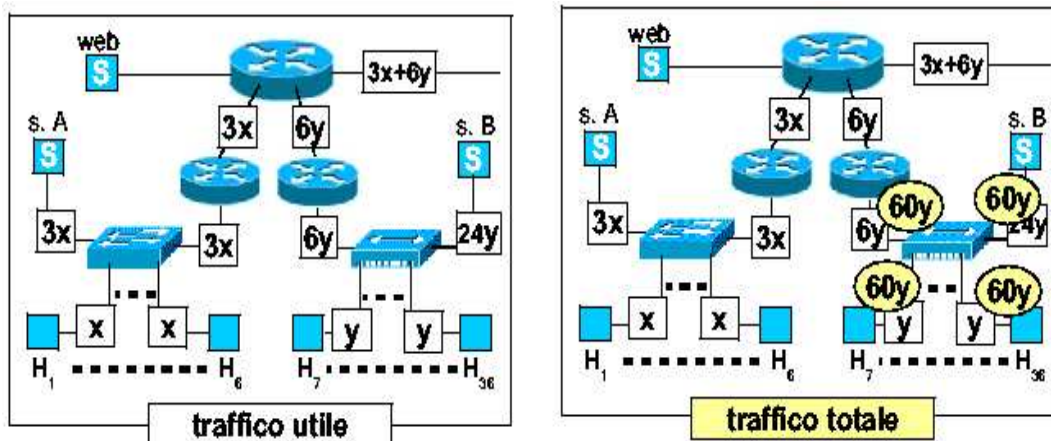


Figura 2: Ripartizione del traffico interno alla rete Aziendale.

Passiamo ora ad analizzare le singole reti.

LAN0 : connessione tra ISP e *router 1* (interfaccia S0). Il traffico generato da visitatori esterni al sito aziendale può essere trascurato. Pertanto l'unico traffico rilevante ai fini del quesito vale $3X + 6Y$; da cui si può ricavare la condizione:

$$3X + 6Y \leq 100 \text{ Mbps.} \tag{1}$$

LAN1 : connessione tra *router 1* (interfaccia E0) e web server. L'unico traffico presente sul ramo è quello dei visitatori del sito, che per dato di progetto è trascurabile.

LAN2 : connessione tra *router 1* (interfaccia E1) e *router 2* di reparto amministrazione (interfaccia E0). La condizione imposta da questo ramo vale:

$$3X \leq 100 \text{ Mbps.} \tag{2}$$

LAN3 : connessione tra *router 1* (interfaccia E2) e *router 3* di reparto produzione (interfaccia E0). La condizione imposta da questo ramo vale:

$$6Y \leq 100 \text{ Mbps.} \tag{3}$$

LAN4 : questa rete fa capo all'interfaccia E1 del *router 2* che racchiude al suo interno l'intero reparto amministrazione ed è gestita da uno switch che segmenta totalmente gli utenti e il *server A*. Per questo motivo, nella determinazione del traffico utile non dobbiamo considerare il traffico totale. Le condizioni che si ricavano in questo reparto sono:

$$X \leq 100 \text{ Mbps} \tag{4}$$

$$3X \leq 100 \text{ Mbps.} \tag{5}$$

LAN5 : questa rete fa capo all'interfaccia E1 del *router 3* che racchiude al suo interno l'intero reparto produzione, ed è gestita da un hub che gestisce in un unico dominio di collisione tutti gli utenti e il *server B*. Per questo motivo, nella determinazione del traffico utile dobbiamo valutare anche il traffico totale determinato come la somma di tutti i valori di traffico utile presenti su tutte le porte dell'hub. Le condizioni che si ricavano in questo reparto sono:

$$Y \leq 100 \text{ Mbps} \tag{6}$$

$$6Y \leq 100 \text{ Mbps} \tag{7}$$

$$24Y \leq 100 \text{ Mbps} \tag{8}$$

$$60Y \leq 100 \text{ Mbps.} \tag{9}$$

Le condizioni più restrittive tra quelle sopra enunciate sono date dalle equazioni (1), (2) e (9). Da (2) e (9) ricaviamo rispettivamente:

$$X \leq 33,3 \text{ Mbps} \tag{10}$$

$$Y \leq 1,66 \text{ Mbps} \tag{11}$$

Applicare tali valori alla condizione (1) porta alla determinazione dei valori teorici di traffico massimo di caso peggiore:

$$Y \leq \frac{33,3 + \frac{100 - 6 \times 1,66}{3}}{2} = 31,65 \text{ Mbps} \tag{12}$$

$$X \leq \frac{1,66 + 0}{2} = 0,83 \text{ Mbps.} \tag{13}$$

La configurazione della porta S0 del *router* aziendale non influenza la pianificazione degli indirizzi IP delle sottoreti interne ed è, di norma, di competenza diretta ed esclusiva dell'ISP. I dati di progetto specificano che per gli altri dispositivi abbiamo a disposizione la sottorete di indirizzi riservati 192.168.1.0/25, che dobbiamo utilizzare la tecnica *VLSM* e che il *router 1* è capace di utilizzare tutte le possibili denotazioni (incluse quelle "tutti 0" e "tutti 1") per designare sottoreti.

Usando la figura 4 individuiamo per prima cosa le sottoreti necessarie e le rispettive esigenze in termini di indirizzi IP.

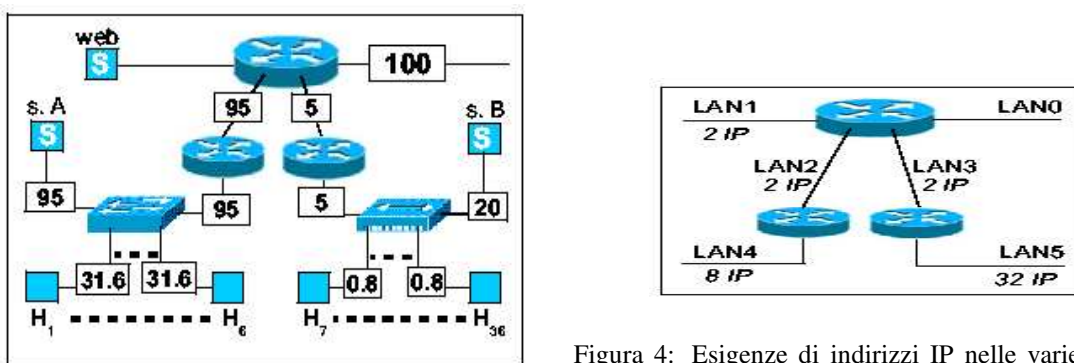


Figura 4: Esigenze di indirizzi IP nelle varie sottoreti interne dell'Azienda.

Figura 3: Traffico utile di caso peggiore sui rami della rete interna dell'Azienda.

Come sappiamo, adottando la tecnica *VLSM* conviene iniziare l'analisi degli indirizzi a partire dalla sottorete più numerosa, *LAN5* nel nostro caso. La tabella 1 mostra la sottorete di partenza. Suddividiamola ora in due sottoreti (vedi tabella 2).

192.168.1.0/25	11000000.10101000.00000001.00000000	rete interna
subnet mask	11111111.11111111.11111111.10000000	255.255.255.128

Tabella 1: Denotazione iniziale della rete interna aziendale.

192.168.1.0/26	11000000.10101000.00000001.00000000	subnet I	LAN5
192.168.1.64/26	11000000.10101000.00000001.01000000	subnet II	
subnet mask	11111111.11111111.11111111.11000000	255.255.255.192	

Tabella 2: Prima suddivisione della rete aziendale in 2 sottoreti I e II.

La sottorete I, con parte di nodo ampia 6 *bit*, dispone di $2^6 - 2 = 62$ indirizzi IP utili ed è quindi ampiamente sufficiente per ospitare *LAN5*. La seconda sottorete invece la utilizzeremo per realizzare le altre LAN per tramite di suddivisioni successive. Cominciamo a suddividerla in due ulteriori sottoreti, come mostrato in tabella 3: La sottorete *II.1*, con 5 *bit* di parte di nodo, dispone di $2^5 - 2 = 30$ indirizzi IP utili, sufficienti quindi per ospitare *LAN4*. Della sottorete *II.2* invece utilizzeremo solo un gruppo limitato di indirizzi, quelli sufficienti per realizzare le altre LAN di interconnessione, dimensionandole a 2 indirizzi IP ciascuna, come mostrato in tabella 4:

La sottorete *II.2.i*, con parte di nodo ampia 2 *bit*, dispone di $2^2 - 2 = 2$ indirizzi IP utili ed è pertanto sufficiente per la sottorete *LAN1*. Analogamente la sottorete *II.2.ii* è sufficiente per la sottorete *LAN2*, e così la sottorete *II.2.iii* è sufficiente

192.168.1.64/27	11000000.10101000.00000001.01000000	subnet II.1	LAN4
192.168.1.96/27	11000000.10101000.00000001.01100000	subnet II.2	
subnet mask	11111111.11111111.11111111.11100000	255.255.255.224	

Tabella 3: Suddivisione della sottorete II in 2 ulteriori sottoreti II.1 e II.2 (LAN1).

192.168.1.96/30	11000000.10101000.00000001.01100000	subnet II.2.i	LAN1
192.168.1.100/30	11000000.10101000.00000001.01100100	subnet II.2.ii	LAN2
192.168.1.104/30	11000000.10101000.00000001.01101000	subnet II.2.iii	LAN3
192.168.1.108/30	11000000.10101000.00000001.01101100	subnet II.2.iv	
subnet mask	11111111.11111111.11111111.11111100	255.255.255.252	

Tabella 4: Suddivisione della sottorete II.2 in 4 ulteriori sottoreti II.2.i e II.2.iv.

per la sottorete LAN3. La quarta sottorete non è per il momento necessaria, quindi i suoi indirizzi non verranno utilizzati, restando a disposizione per eventuali nuove ripartizioni.

In tabella 5 riportiamo una possibile configurazione delle interfacce presenti nella rete aziendale in esame:

rete	dispositivo	indirizzo IP	subnet mask	default gateway	note
LAN1		192.168.1.96	255.255.255.252		subnet II.2.i
	web server	192.168.1.97	/30		
	router 1 (interfaccia E0)	192.168.1.98	/30		
		192.168.1.99	/30		diffusione
LAN2		192.168.1.100	255.255.255.252		subnet II.2.ii
	router 1 (interfaccia E1)	192.168.1.101	/30		
	router 2 (interfaccia E0)	192.168.1.102	/30		
		192.168.1.103	/30		diffusione
LAN3		192.168.1.104	255.255.255.252		subnet II.2.iii
	router 1 (interfaccia E2)	192.168.1.105	/30		
	router 3 (interfaccia E0)	192.168.1.106	/30		
		192.168.1.107	/30		diffusione
LAN4		192.168.1.64	255.255.255.224	192.168.1.94	subnet II.1
	H1	192.168.1.65	/27	...	
	H2	192.168.1.66	/27	...	
	/27	...	
	H6	192.168.1.70	/27	...	
	server A	192.168.1.93	/27	...	
	router 2 (interfaccia E1)	192.168.1.94	/27		
		192.168.1.95	/27		diffusione
LAN5		192.168.1.0	255.255.255.192	192.168.1.62	subnet I
	H7	192.168.1.1	/26	...	
	H8	192.168.1.2	/26	...	
	/26	...	
	H36	192.168.1.36	/26	...	
	server B	192.168.1.61	/26	...	
	router 3 (interfaccia E1)	192.168.1.62	/27		
		192.168.1.63	/26		diffusione

Tabella 5: Una possibile attribuzione di indirizzi IP interni alle postazioni delle 2 sottoreti aziendali.