

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Centro Nazionale Analisi Fotogrammi

INFN/TC-95/02
3 Gennaio 1995

C. Battista, A. Brunengo, M. Campanella, L. Carbone, L. Gaido, A. Ghiselli, D. Salomoni,
C. Salvo, A. Spanu, C. Vistoli, S. Zani, U. Zanotti:

**C-LAN PROGETTO DI TEST: DESCRIZIONE INFRASTRUTTURA E
RISULTATI**

**C-LAN PROGETTO DI TEST: DESCRIZIONE INFRASTRUTTURA E
RISULTATI**

A. Ghiselli, D. Salomoni, C. Vistoli, S. Zani, U. Zanotti
INFN-CNAF, Viale Ercolani 8, I-40138 Bologna

A. Brunengo, C. Salvo
INFN-Sezione di Genova, Via Dodecaneso 33, I-16146 Genova

M. Campanella, L. Carbone
INFN-Sezione di Milano, Via Celoria 16, I-20133 Milano

C. Battista, A. Spanu
INFN-Sezione di Roma, P.le A. Moro 5, I-00185 Roma

L. Gaido
INFN-Sezione di Torino, Via P. Giuria 1, I-10125 Torino

Abstract

L'INFN ha testato durante gli ultimi due mesi l'infrastruttura pubblica frame-relay (chiamata C-Lan) offerta da Telecom Italia. Il documento contiene la descrizione della topologie di test (cinque punti di accesso in Bologna - CNAF, Genova, Milano, Roma, Torino), gli obiettivi dei vari layout di test ed i risultati ottenuti.

INFN has been testing during last two months the italian public frame-relay service (named C-Lan) offered by Telecom Italia. This document describes testbed topology (five access points distributed in Bologna - CNAF, Genova, Milano, Roma, Torino), equipment functionalities, different configuration scenarios and test results.

1. - INTRODUZIONE

La rete C-LAN, basata sul protocollo Frame Relay, rappresenta la soluzione Telecom Italia ad una Rete pubblica "a commutazione di pacchetto", con accessi a velocità da 64 kb/s a 2Mb/s.

Date le caratteristiche del protocollo utilizzato, l'inoltro dei pacchetti risulta essere molto veloce e consente di gestire throughput molto maggiori che non Itapac (basato su x25), per quanto simile per alcuni aspetti.

Il servizio Frame Relay (basato su circuiti virtuali permanenti) permette di ritagliare all'interno di una struttura pubblica ad alta capacità Reti Private Virtuali capaci di soddisfare in modo tecnicamente adeguato ed economicamente vantaggioso le esigenze di comunicazione degli utenti in sostituzione di più linee punto-punto, purché opportunamente dimensionato in funzione del "carico".

Detta rete è costituita da un certo numero di poli distribuiti sul territorio nazionale, variamente interconnessi da linee a 2 Mb/s. Al momento ci risultano in funzione i poli di:

Torino, Milano, Bologna, Roma, Napoli, Catania, Cagliari.

In ogni polo è installato un apparato di switch Frame Relay a cui sono attestati sia i link internodali, sia gli accessi utente.

La magliatura, per quanto non completa, consente un intrinseco back-up in caso di cadute di linee internodali.

Oltre ai Poli anzidetti, esiste un certo numero di località definite Poli virtuali, nelle quali pur non avendosi l'accesso "locale" al polo stesso, Telecom Italia provvede senza extracosto alla fornitura della linea d'accesso. Secondo quanto ci è noto, esse sono:

Venezia, Trieste, Genova, Firenze, Pisa, Palermo.

Per tutte le altre località, al costo dell'accesso si somma il costo della linea necessaria a raggiungere il Polo di partenza, il che penalizza il vantaggio economico relativo all'adozione di C-LAN che va valutato caso per caso.

Il servizio si realizza per mezzo di Accessi Utente a velocità che vanno da 64kb/s fino a 2048kb/s sui quali vengono configurati dei Circuiti Permanenti (PVC) che collegano le diverse destinazioni scelte.

In teoria il throughput ottenibile è limitato solo dalla minore velocità dell'accesso coinvolto, ma finora Telecom Italia non dà garanzie sulla disponibilità di un valore minimo di throughput fra nodo e nodo.

Ogni PVC è caratterizzato da una coppia di DLCI (identificativi di circuito) su ogni tratta, di cui all'Utente sono noti quelli estremi ai due punti di accesso. L'attraversamento della Rete è totalmente "trasparente" e autoadattivo.

La gestione dei vari PVC da parte del Router Frame Relay lato utente, dovrebbe permettere la condivisione della banda disponibile, senza perdite o altri inconvenienti che costringano alla ritrasmissione dei pacchetti, con conseguente caduta di prestazioni.

Lo scopo principale dei test effettuati consiste appunto nel controllo di tali prestazioni, che ovviamente dipendono dal dimensionamento della Rete e dal carico su di essa anche da parte di utenti a noi estranei. Questo sarà un punto sempre dubbio, perché non abbiamo al momento nessuna garanzia, mentre per le linee punto-punto dedicate si lavora in condizioni controllate.

Nel corso dei test, per i quali si sono sviluppate procedure adeguate, si sono anche individuate alcune caratteristiche di comportamento dei diversi Router coinvolti e dei diversi protocolli di comunicazione usati, che cercheremo di commentare, indipendentemente dall'utilizzo di C-LAN.

Si omettono i costi degli accessi che variano solo in funzione della velocità richiesta e del numero dei PVC attivati e non tengono conto del "volume" di traffico (come da offerta servizio Telecom Italia).

C-LAN Frame Relay

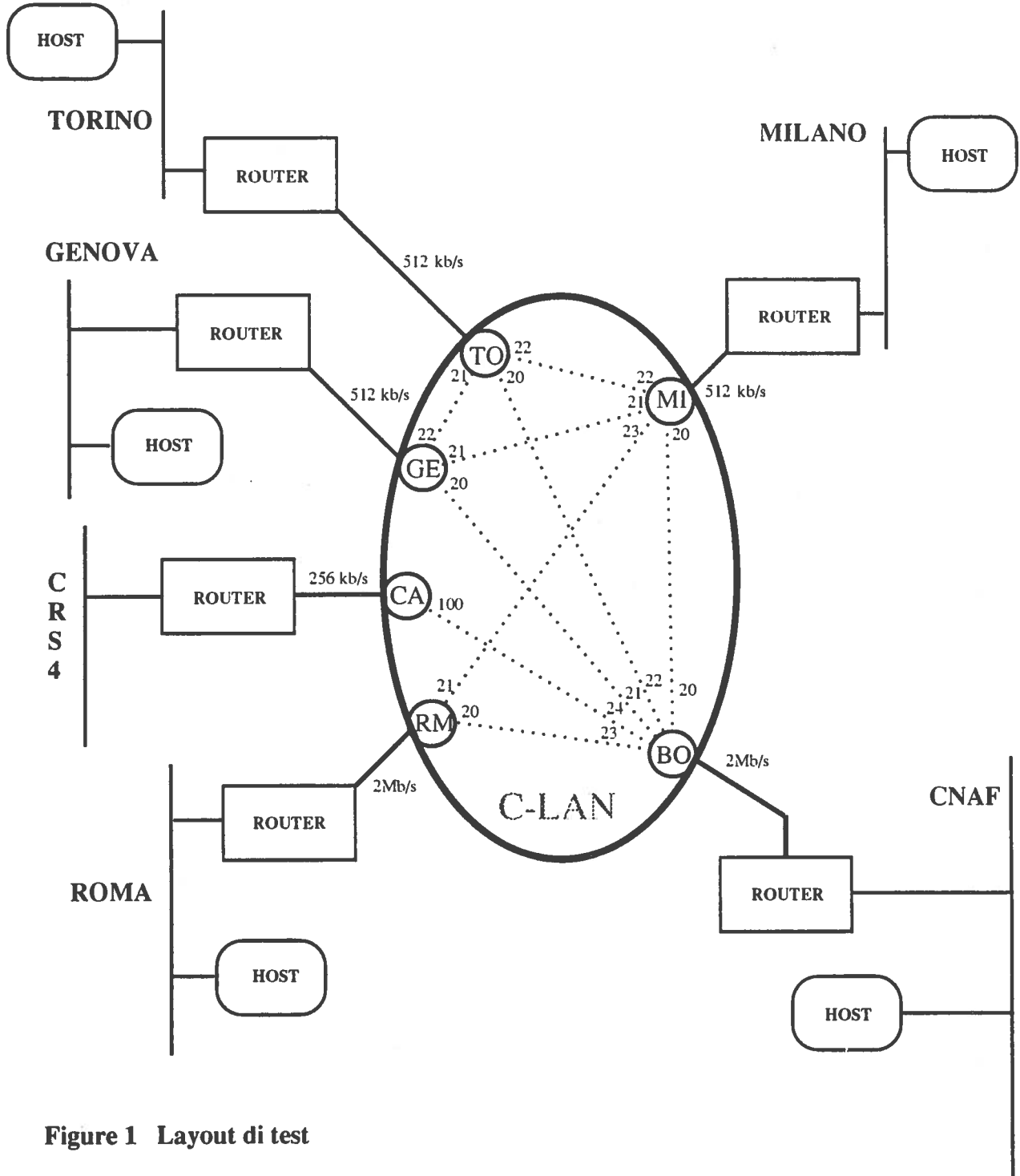


Figure 1 Layout di test

2. - DESCRIZIONE SCENARIO DI TEST n.1

2.1 - Descrizione Infrastruttura

L'INFN ha acquisito da Telecom Italia i seguenti accessi alla Rete:

Sito	Velocita' accesso	Identificativo accesso	PVC dlci->Sito
CNAF	2Mb/s	051-01-009 /mod. 33 po 1	20->Milano 21->Genova 22->Torino 23->Roma 24->CRS4
ROMA	2Mb/s	006-01-009 /mod. 33 po 1	20->CNAF(Bo) 21->Milano
MILANO	512kb/s	002-01-013 /mod. 17 po 1	20->CNAF(Bo) 21->Genova 22->Torino 23->Roma
TORINO	512kb/s	011-01-017 /mod. 19 po 1	20->CNAF(Bo) 21->Genova 22->Milano
GENOVA	512kb/s	011-01-013 /mod 18 po 1	20->CNAF(Bo) 21->Milano 22->Torino

L'insieme di questi PVC costituisce una rete privata parzialmente magliata all' interno della C-LAN.

Gli accessi C-LAN delle varie sedi sono collegati a router come descritto nello schema di layout (Fig.1).

Oltre ai siti INFN sopra citati, esiste un PVC su C-LAN con il CRS4 di Cagliari utilizzato come link primario. Il suddetto link non sara' interessato direttamente dalle prove in seguito descritte.

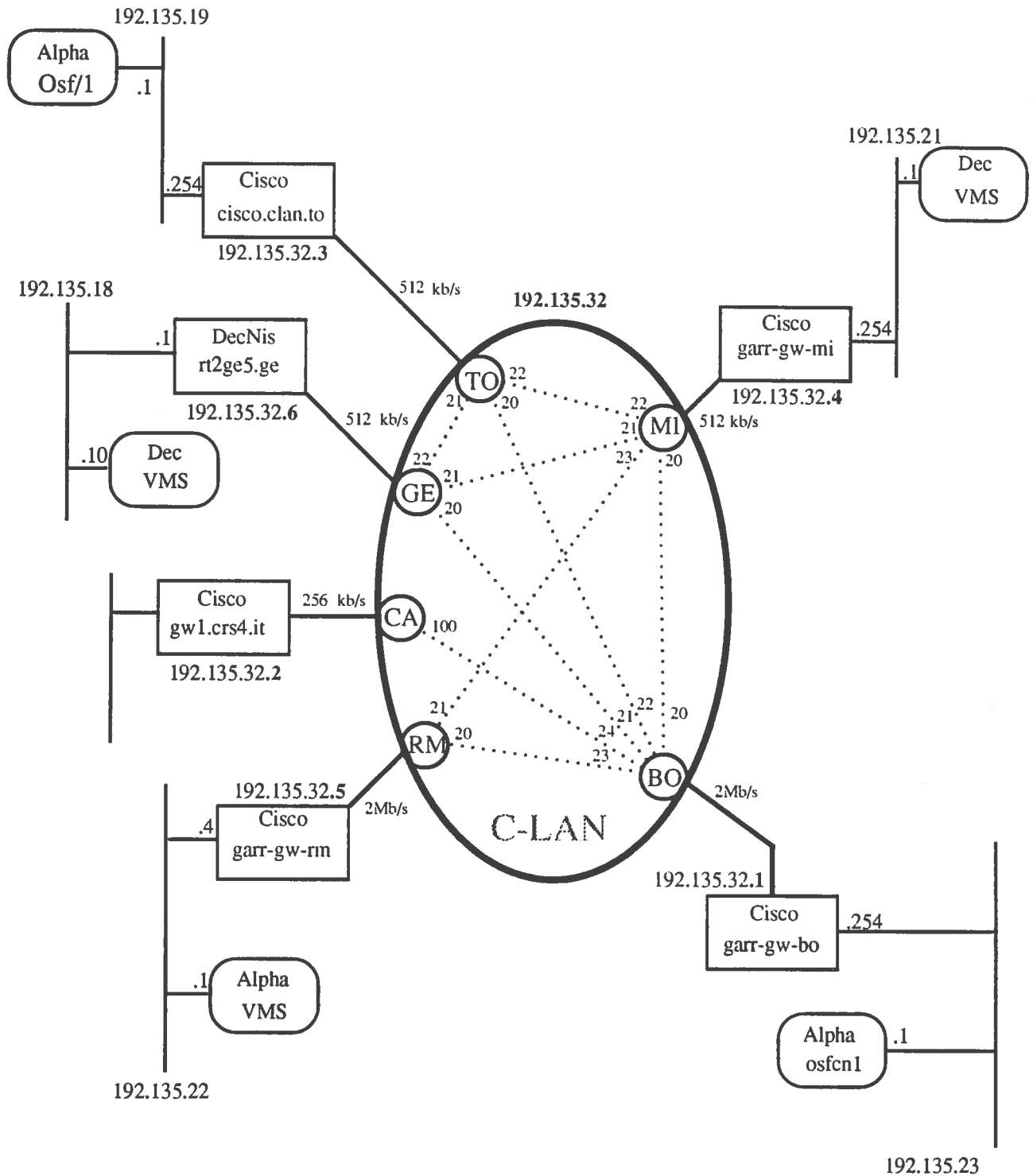


Figure 2 Layout di test, scenario 1

2.2 - Descrizione e Scopo del TEST

Lo scopo dei test effettuati e' stato quello di verificare le potenzialita' trasmissive offerte dalla C-LAN sia in termini di throughput massimo sul singolo PVC , sia in termini di condivisione di banda in caso di utilizzo simultaneo di piu PVC su uno stesso accesso.

Ulteriori elementi da verificare sono l'affidabilita' e la stabilita' del servizio nell'ottica di un potenziale futuro utilizzo di questa rete in sostituzione di link punto a punto, per la rete GARR.

I PVC gia' in atto tengono conto di questa eventualita' e potranno essere successivamente integrati da altri.

Il layout di test prevede in ogni sito almeno un host collegato via ethernet al router connesso a C-LAN e ove possibile indipendente dall'ethernet utilizzato per "produzione" (Fig.2).

Nei siti di: CNAF, Milano, Torino e Roma l'accesso C-LAN e' connesso a router Cisco attraverso interfacce configurate Frame-Relay .

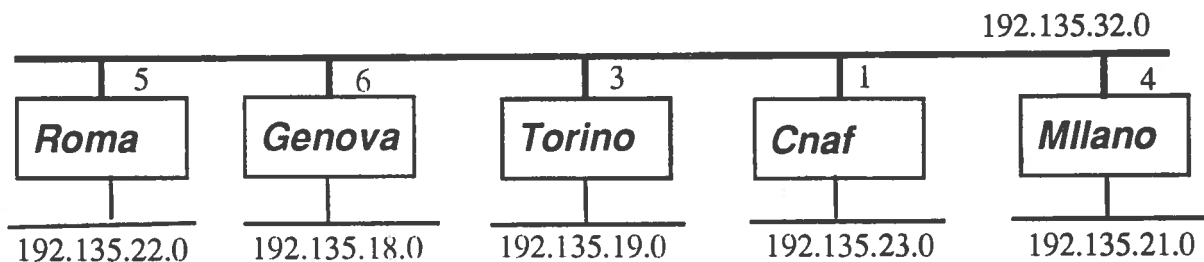
A Genova il router e' un DecNis con interfaccia configurata FrameRelay Cisco-hdlc, e quindi con protocollo di linea (data link) compatibile con gli altri cisco, ed e' utilizzato esclusivamente per il trasporto del protocollo TCP/IP.

E' da sottolineare come in tutte le implementazioni attuali dei router, il livello di 'data link' sia in realta' costituito da due sottolivelli: il primo implementa i protocolli del tipo ppp, hdlc, Cisco-hdlc, e il secondo implementa il Frame Relay. Quindi nel calcolo dell' overhead di protocollo vanno considerati entrambi.

Il valore esatto dell'overhead e' il seguente:

9-13 byte	TP4	TCP	20 byte
51-57 byte	CLNP	IP	20 byte
	HDLC	CHDLC	PPP
	FRAME RELAY		12-14 Byte

Per quanto riguarda la configurazione dei PVC sull'interfaccia del CISCO, essi vengono visti come accessi 'multipoint' di un'unica interfaccia, quindi da un punto di vista logico e' come se tutti i router fossero connessi ad un unico mezzo di tipo broadcast, come descritto nello schema seguente.



Il routing tra le reti dei vari siti e' statico e gli indirizzi di rete sono raggiungibili solo via C-LAN.

Le prove effettuate consistono in trasferimenti di file singoli o multipli in diverse direzioni tra tutti i siti interessati.

Il protocollo utilizzato per il test e' il TCP/IP.

2.3 - Risultati

2.3.1 - Misure di throughput su singolo pvc

La tabella seguente sintetizza il massimo throughput realizzato fra sito e sito con trasferimenti coinvolgenti di volta in volta un unico PVC e con un solo link attivo.

	MI	GE	TO	BO	RO
MI	-----	463 kb/s	456 kb/s	457 kb/s	465 kb/s
GE	460 kb/s	-----	470 kb/s	460 kb/s	no pvc
TO	470 kb/s	470 kb/s	-----	430 kb/s	no pvc
BO	471 kb/s	461 kb/s	471 kb/s	-----	1100 kb/s
RO	460 kb/s	no pvc	no pvc	1100 kb/s	-----

Questi risultati sono ripetibili e sono frutto di un'ampia statistica.

I valori ottenuti sono stati misurati "lato utente". L'overhead di protocollo e' 10.2-10.5% nel caso di trasferimenti di dati utilizzando pacchetti di 512byte (come avviene di default su UCX e Multinet), del 9.7-10.1% nel caso di pacchetti di 532Byte come sono quelli utilizzati da OSF/1. Ne consegue che per gli accessi a 512kb/s i valori ottenuti si avvicinano molto al massimo throughput dell'accesso medesimo. La dimensione del pacchetto su C-lan e' di 1500byte. E' quindi possibile ottenere valori di throughput leggermente superiori aggiustando la dimensione del buffer di trasmissione sulle macchine.

Fa eccezione il link Bologna -Roma (accessi a 2Mb/s) ove il massimo throughput riscontrato e' di 1100kb/s nonostante le macchine coinvolte dovrebbero permettere throughput assai maggiori.

2.3.2 - Misure contemporanee utilizzando diversi pvc

Sui siti di Roma e Bologna si sono fatte delle prove attivando piu link simultanei su diversi PVC, confluenti sullo stesso accesso, e si sono raggiunte velocita' maggiori di quelle ottenute su un singolo PVC ma comunque non superiori a 1.67 Mb/s.

Ad esempio:

$2Bo + Mi \rightarrow Rm = 1.5 \text{ Mb/s}$ (corrispondente a 1.65 incluso overhead)

$Ge + Mi + To + RM \rightarrow Bo = 1.52 \text{ Mb/s}$ (corrispondente a 1.67 incluso overhead).

I file utilizzati per le prove hanno dimensioni che vanno da 1 Mbyte a 7 Mbyte e quindi la durata di una singola trasmissione e' di alcune decine di secondi.

Eseguendo trasferimenti ripetuti in partenza dall'accesso di Bologna verso tutti gli altri siti, e isolando i risultati ottenuti nell' intervallo di tempo in cui tutti i trasferimenti erano contemporaneamente attivi, e' stata ricavata la seguente tabella sempre relativa a valori di throughput "lato utente".

Tabella relativa a trasferiment multipli da Bologna verso tutti gli altri siti.

	MAX(b/s)	MED(b/s)	MIN(b/s)	SPREAD(b/s)
BO->TO	470592	380792	285712	184880
BO->MI	470592	287608	173912	296680
BO->RO	333336	200976	93024	240312
BO->GE	444448	268920	166664	277784
Somma MED		1138296		

Dai risultati di questa tabella si evidenzia che lo spread dei risultati e' molto ampio e questo conferma che non c'e' una minima banda garantita per l'accesso.

Per quanto si riferisce alla ripartizione di banda nel caso di simultaneo utilizzo di piu' PVC confluenti in un unico accesso, si riporta il risultato di uno dei test fatti trasmettendo file di dimensione fissata da ogni sito remoto verso Milano.

ORIGINE	Pacchetti	BYTE/Pacchetto	Tot BYTE	Throughput
GE	10*1024	512	10*524288	113.3
TO	"	"	"	119.4
RM	"	"	"	113.3
BO	"	"	"	119.8
			Aggregato --->	465.8

Si puo' vedere come la distribuzione delle bande per i vari PVC sia abbastanza uniforme e la somma dei throughput raggiunga il valore nominale (netto) dell'accesso interessato.

Non altrettanto avviene quando l'accesso in questione e' di 2 Mb/s . In seguito a prove non direttamente comparabili in quanto utilizzanti un diverso protocollo, si nota che la distribuzione del throughput sui vari PVC penalizza i PVC associati agli accessi con throughput maggiore (Bo e Rm).

Per esempio Roma-->Bologna :

In assenza di ulteriore traffico si registrano medie dell'ordine di 1 Mb/s .

Con trasmissione simultanea verso Bo da Roma, Torino, Milano, Genova si ottengono medie così composte:

Rm ---> Bo	440 kb/s
Ge ---> Bo	436 kb/s
To ---> Bo	333 kb/s
Mi ---> Bo	309 kb/s

3. - DESCRIZIONE SCENARIO DI TEST N.2

3.1. - Descrizione Infrastruttura

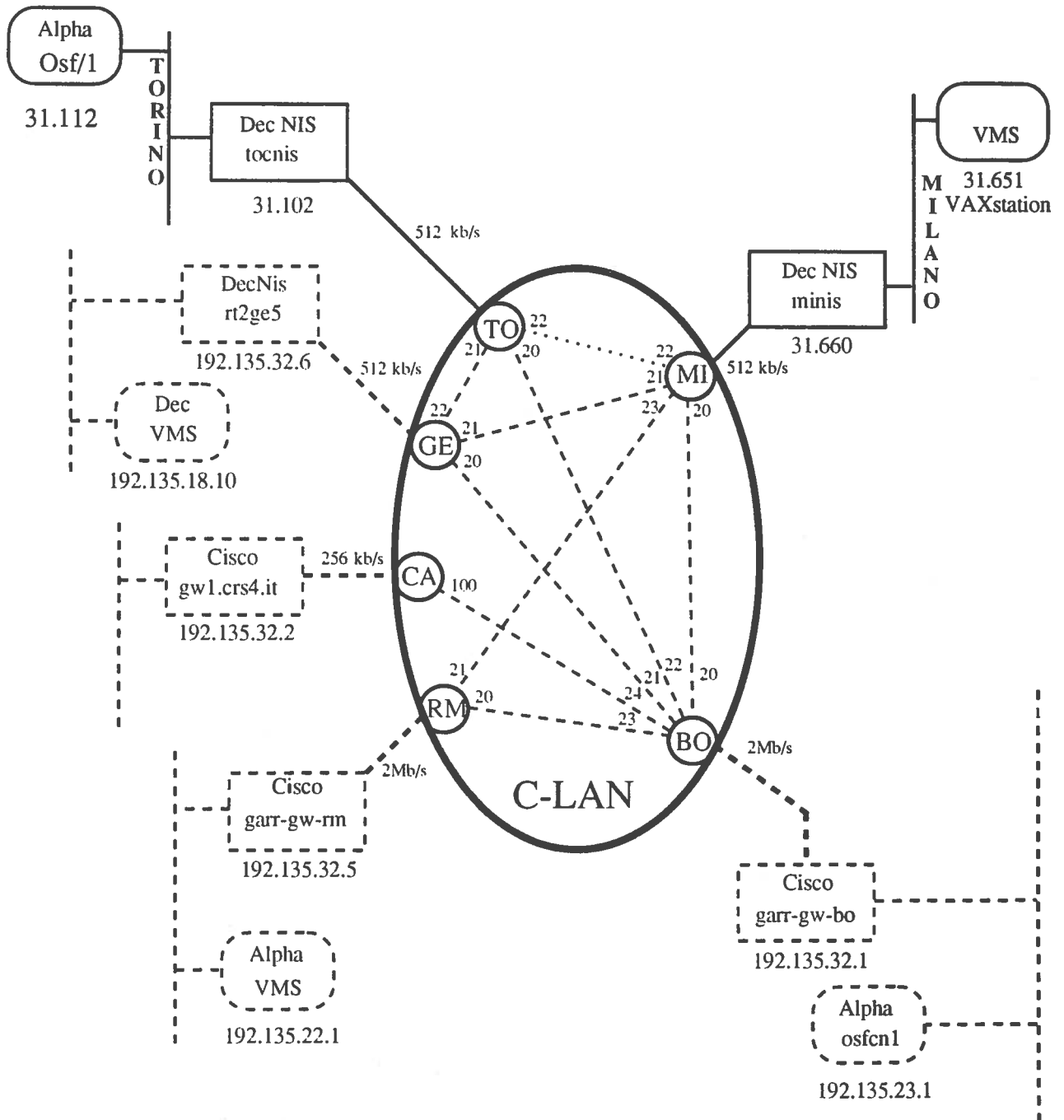


Figure 3 Layout di test, scenario 2

3.2 - Descrizione e scopo del Test

TEST C-LAN CON DECNet E ROUTER DECnis

Il test di file transfer con protocollo DECnet e' stato effettuato utilizzando la configurazione descritta in Fig.3.

L' infrastruttura, fisicamente separata dal resto della rete INFNet e GARR, e' costituita da una ethernet, localizzata presso la sezione INFN di Torino, sulla quale si trovano un Alpha 3000/600 con sistema operativo OSF/1 (TOAX07) ed un DECnis 600 con software vers. 2.2.23 (TOCNIS) collegata mediante la C-LAN ad una seconda ethernet, localizzata presso la sezione INFN di Milano, alla quale sono collegate una Vaxstation 4000/60 con S.O. VMS 5.5-2 (INFNMI) ed un DECnis 600 con software vers. 2.2.23 (MINIS). Sulla Vaxstation di Milano sono state fatte prove prima con DECnet fase IV e poi con DECnet fase V.

Configurazione del routing:

i DECnis non utilizzano il DNS e sono configurati come L1 router; su entrambi e' stato configurato un pvc con data link PPP, assegnando un indirizzo IP sull'interfaccia C-lan. Il protocollo di routing utilizzato e' I-ISIS.

3.3. - Risultati ottenuti

Sono stati effettuati due serie di 55 trasferimenti di un file della dimensione di 7.5 MB utilizzando i comandi COPY (Mi->To) e DCP (To->Mi); i risultati sono sintetizzati nella seguente tabella (i dati sono espressi in Kbps):

DIREZIONE	DECnet ph.IV	DECnet ph.V	FTP - PUT	FTP- GET	TTCP
MI-->TO	373.5 +- 32.1	385.9 +- 21.1	466.77	464.17	458.68
TO-->MI	321.3 +- 77.3	381.7 +- 47.9	475.06	475.33	461.93

Mentre si riscontra un' asimmetria tra le velocita' di trasferimento nelle due direzioni con il software di fase IV sulla macchina di Milano, tale asimmetria e' assente nel caso di colloquio fra due macchine con DECnet fase V e va rilevato anche un leggero aumento del throughput.

Parallelamente alle prove con DECNet sono stati fatti trasferimenti con il protocollo IP, sia per verificare il comportamento di I-ISIS, sia per avere un controllo incrociato con un comportamento gia' noto.

4. - DESCRIZIONE SCENARIO DI TEST N.3

4.1. - Descrizione Infrastruttura

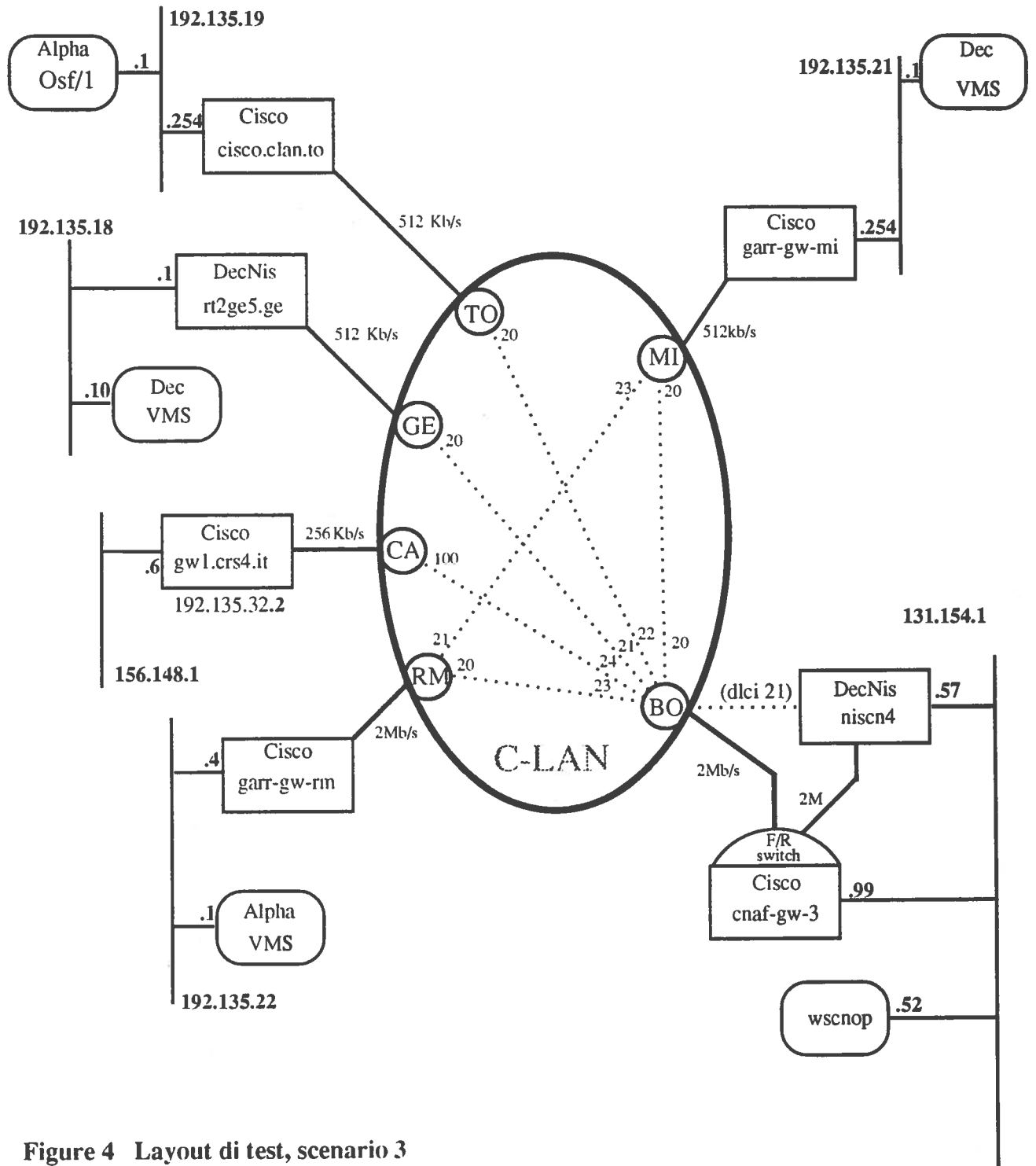


Figure 4 Layout di test, scenario 3

4.2. - Descrizione e scopo del TEST

Lo scopo del test è verificare la funzionalità di Frame-Relay Switch presente nel software Cisco.

Questa funzionalità consente di deviare su altri router alcuni dei PVC configurati sulla rete pubblica Frame-Relay. Il Cisco funziona quindi da DTE per alcuni PVC e da DCE per altri (in particolare nel nostro esempio, per quello di Genova) che viene ridiretto su un'altra porta di output, Fig.4. Acquistando dal servizio pubblico un unico "accesso utente", si possono poi derivare su router diversi uno o più PVC.

Nella nostra particolare implementazione, descritta in Fig.5, questa funzionalità è stata adottata per poter attestare il PVC Bologna-Genova tra una coppia di router Decnis appartenenti alla stessa area CLNS e quindi utilizzare il PVC sia per traffico IP che CLNS di produzione. Il Cisco cnaf-gw-3, direttamente connesso a C-lan, non ha il protocollo CLNS configurato.

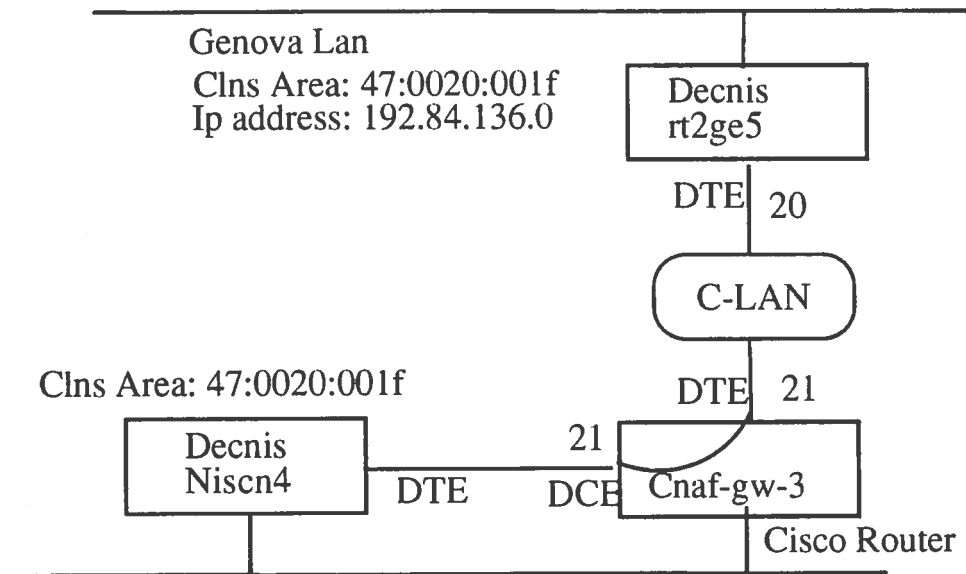


Figure 5 Frame-Relay Switch su Cisco

Da un punto di vista logico quello che si ottiene è un collegamento diretto tra i router Niscn4 e rt2ge5.

Il punto critico della configurazione è il set up del circuito virtuale tra Niscn4 ed accesso C-lan pubblico. Lo stato della connessione frame-relay rimane "invalido" fino a quando non viene fatto un reset della porta sullo switch della C-lan (quindi nella sede Telecom Italia). Una volta stabilita la connessione, successivi cambiamenti nello stato del PVC sono avvertiti correttamente da entrambi i router sia Cisco che Decnis.

Il protocollo di data-link configurato tra rt2ge5 e cnaf-gw-3 e tra cnaf-gw-3 e niscn4 e' Cisco-HDLC.

I dettagli delle configurazioni dei router sono all'allegato 4.1.

4.3.- Risultati, Prestazioni e Conclusioni.

Non si sono verificate significative variazioni di 'performance' rispetto al collegameto diretto tra niscn4 e rt2ge5 direttamente collegati alla rete Frame-Relay pubblica. Non sono segnalati particolari ritardi o calo di efficienza in seguito all'inserimento del Cisco con funzionalita di frame-relay switch.

Contemporaneamente all'attivazione della funzione di Frame-relay Switch verso il DECnis niscn4, il Cisco cnaf-gw-3 continua a funzionare per il routing degli altri PVC (Milano, Roma, Torino), in modalita' statica esattamente come per lo scenario precedente. Questa funzionalita' puo' risultare molto interessante per il passaggio della rete GARR a C-lan. Consente infatti di utilizzare apparecchiature diverse da quelle direttamente connesse a C-lan per configurare protocolli o topologie particolari e quindi fornisce una maggiore flessibilita' per la definizione e la gestione di una topologia con protocolli multipli.

5. - DESCRIZIONE SCENARIO DI TEST N. 4

5.1 - Descrizione Infrastruttura

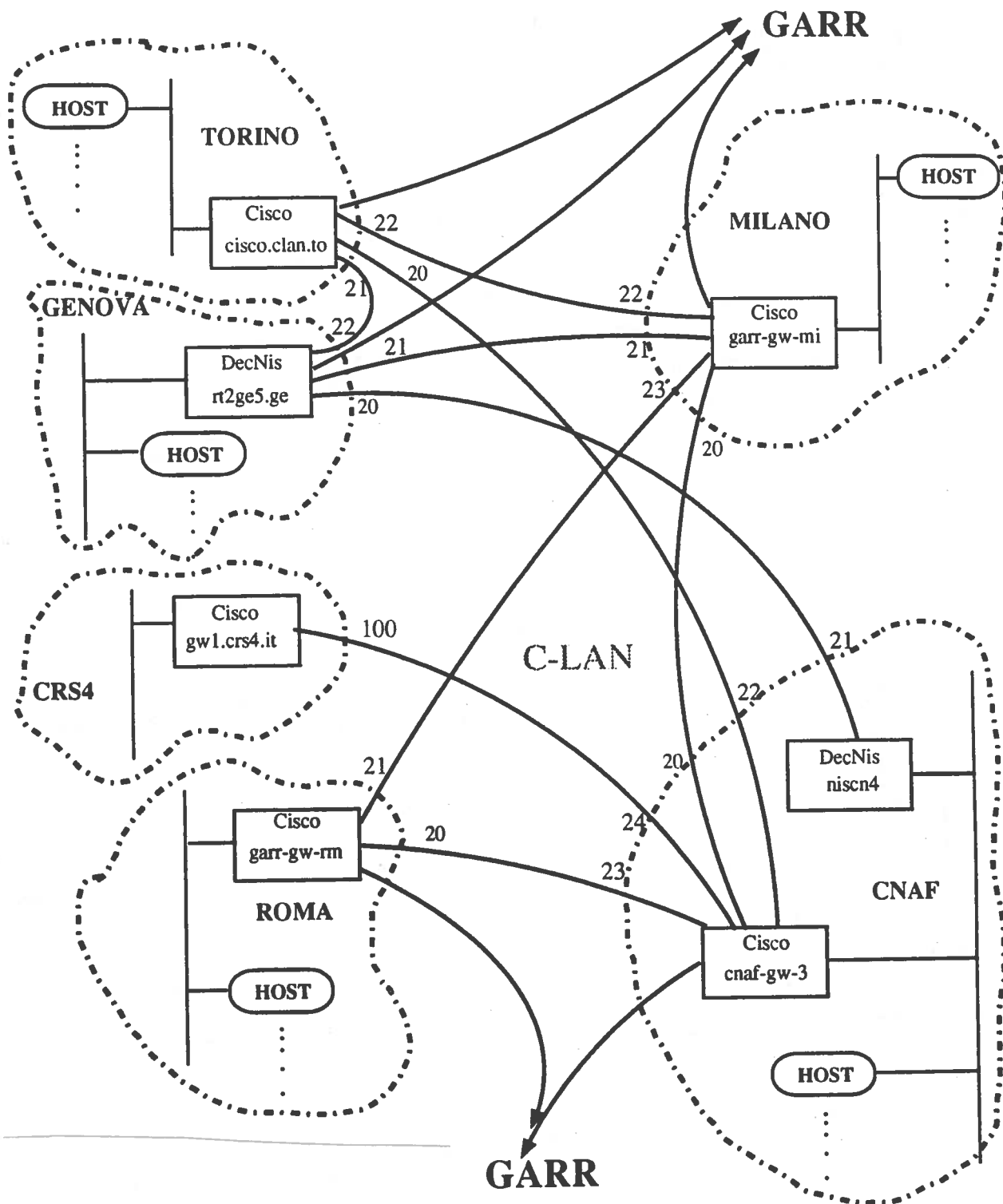


Figure 6 Layout di test, scenario 4

5.2. - Descrizione e scopo del Test.

Gli scopi di questo test sono molteplici:

- **Configurazioni interfacce virtuali.**
Verificare la funzionalità offerta dal software del router Cisco di raggruppare uno o più circuiti virtuali sotto una particolare sottointerfaccia o interfaccia virtuale associato ad una unica interfaccia fisica. Questo consente di trattare separatamente ogni PVC; infatti una sottointerfaccia con un singolo PVC è configurata come un link punto a punto con parametri completamente indipendenti da quelli degli altri PVC. In tutti gli scenari di test precedenti gli accessi a C-lan erano configurati in modalità lan estesa o multipoint.
- **Sperimentare le prestazioni della C-lan sottoposta ad un traffico di produzione,** in una condizione in cui è possibile effettuare più connessioni contemporanee da host diversi nei vari siti.
- **Sperimentazioni di un protocollo di routing IP adatto ad una topologia fortemente magliata** come quella in test e come sarebbe l'infrastruttura della rete GARR ed INFNet nel caso in cui la C-lan fosse adottata come tecnologia trasmissiva.

Il protocollo di routing utilizzato è stato l' I-ISIS in modalità IP-ONLY, cioè per il solo routing TCP/IP. I router coinvolti sono i Cisco delle sedi di Cnaf, Milano, Roma e Torino.

Ad ognuno di questi router è stato associato un indirizzo di tipo NSAP/OSI appartenente ad aree diverse. Tra di loro quindi eseguono solo routing di livello 2.

Gli indirizzi NSAP assegnati sono i seguenti:

CLNS NSAP Router Torino : 39.380f.1001.0001.0000.0000.0300.<system-id>.00

CLNS NSAP Router Milano : 39.380f.1001.0001.0000.0000.0200.<system-id>.00

CLNS NSAP Router Roma : 39.380f.1001.0001.0000.0000.0400.<system-id>.00

CLNS NSAP Router CNAF : 39.380f.1001.0001.0000.0000.0500.<system-id>.00

Il protocollo "ip router ISIS" cioè I-ISIS, viene abilitato solo sulle interfacce virtuali connesse a C-lan e non sulle interfacce ethernet dei vari siti. Questo evita di interferire con le eventuali configurazioni I-ISIS o ISIS già presenti per routing sia di TCP/IP che di OSI/CLNP nelle varie sedi.

Attraverso il protocollo I-ISIS IP-ONLY sono annunciate dai vari siti tutte le reti TCP/IP configurate sulla LAN locale, e gli annunci via I-ISIS sono preferiti a quelli IGRP. Questo consente di non fare alcun "redistribute" di annunci tra i due protocolli, IGRP (protocollo configurato sulle linee GARR) e I-ISIS, ma di usare la C-lan per tutto il traffico da e per i siti che si affacciano a C-LAN. È necessario che il Cisco connesso a C-lan sia quello utilizzato come default gateway dagli host.

Con questa configurazione si ottiene che il traffico di produzione da e per i siti connessi al routing domain attraversa sempre i PVC della C-lan, anziché le normali linee GARR, vedi Fig.6. Il traffico da e per siti non connessi a C-LAN continua a seguire il normale percorso stabilito dal protocollo di routing IGRP. Tutti gli indirizzi TCP/IP annunciati su C-lan sono annunciati anche sul GARR a causa della presenza su ognuno dei router che si affaccia su C-lan anche dell'IGRP 137. Siti esterni al routing domain ma che transitano sui router affacciati a

C-lan, anche se conoscono la rete destinataria attraverso IGRP 137, una volta raggiunto il Router connesso a C-lan, utilizzeranno quest'ultima per raggiungere la destinazione interna al routing domain di test.

In caso di guasti su C-lan o su alcuni PVC, possono venire a mancare alcuni o tutti gli annunci via I-ISIS. Queste reti continuano pero' ad essere annunciate via IGRP su tutta la rete GARR e questi annunci saranno ascoltati immediatamente nel caso in cui alcune di queste reti non fossero piu' annunciate su C-lan. Il backup di C-lan sulla rete GARR e' quindi garantito.

I dettagli delle configurazioni sono nell'allegato 5.1

5.3. - Risultati

- **Configurazioni interfacce virtuali.**

La configurazione di una interfaccia virtuale e' semplice e praticamente la stessa di una normale interfaccia fisica. L'unico punto che va sottolineato e' il seguente: la visualizzazione dello stato di un' interfaccia virtuale non contiene i parametri di stato e in particolare non contiene ne' i contatori di byte trasmessi e ricevuti e di eventuali errori riscontrati, ne' l'indicazione della media di traffico in input ed output sull'interfaccia. Al momento non viene inviato alcun evento relativamente al down o up di un' interfaccia virtuale.

- **Sperimentazione C-lan in Produzione**

— a. Round Trip Delay:

	Milano	Torino	Bologna	Roma
Milano	-	22	21	24
Torino	24	-	28	52
Bologna	21	28	-	28
Roma	24	44	24	-

I valori rappresentano il round trip delay medio dei ping tra i vari router espresso in msec. Il valore quasi doppio del round trip delay tra Roma e Torino e' dovuto al fatto che non esiste un PVC diretto fra i sue siti e quindi vengono attraversati un PVC ed un router in piu' rispetto alle altre connessioni. I valori ottenuti sono molto buoni ed evidenziano come il ritardo nell'attraversamento di un router sia maggiore di quello di switch interno a C-lan.

- b. Prove di Throughput:

Bologna-Roma connessione tra due macchine situate a Roma ed a Bologna:
throughput max rilevato su interfaccia router: 1250 Kbit/sec
1 connessione : 1080 Kbit per secondo
5 connessioni : 216 Kbit per secondo

Bologna-Roma + Bologna-Torino:

una macchina a Bologna, una macchina a Roma, una macchina a Torino. Le due connessioni da Bologna sono sulla stessa macchina

throughput max rilevato su interaccia router : 1400 Kbit/sec.

1 connessione Bo-Roma : 930 Kbit/sec

1 connessione Bo-Torino : 524 Kbit/sec

Bologna -Roma + Bologna-Roma utilizzando

2 macchine diverse sia a Bologna che a Roma :

throughput max rilevato su interaccia router : 1400 Kbit/sec.

Bologna-Roma + Bologna-Roma + Bologna-Torino + Bologna -Milano, con due connessioni su ogni macchina di Bologna e su ogni macchina di Roma:

throughput max rilevato su interaccia router : 1630 Kbit/sec

Questo e' il massimo valore di throughput che si e' riusciti ad ottenere con un accesso a 2Mbit/sec.

- **Sperimentazione Protocolo di Routing I-ISIS IP ONLY**

L'interesse per la sperimentazione del protocollo I-ISIS in modalita' IP-ONLY era soprattutto quello di verificarne le funzionalita' e misurare il tempo di convergenza delle tabelle di instradamento in seguito alle variazioni della topologia. Si e' quindi provveduto ad abilitare e disabilitare alcuni dei PVC, per osservare il tempo di convergenza del protocollo su percorsi alternativi attraverso altri PVC. Quello che si e' riscontrato e' che il tempo di assestamento e' praticamente nullo (inferiore al tempo di due letture consecutive da terminale delle tabelle di instradamento). Si e' verificato che e' efficiente anche la gestione di percorsi alternativi a pari costo. Un altro aspetto importante da sottolineare e' la semplicita' e flessibilita' di configurazione.

6. - CONCLUSIONI

Le conclusioni che si possono trarre dall'ampio scenario delle prove effettuate sono relative ai seguenti aspetti:

- a. **Il management**: sia per quanto riguarda la rete dal punto di vista Telecom Italia che per quanto riguarda l'interrogazione via SNMP dei router connessi a C-lan e' ancora abbastanza carente. Entrambi questi aspetti sono suscettibili di ampi miglioramenti sia in funzione dell'esperienza nella gestione del servizio che della evoluzione dei prodotti.
- b. **Performance**: le prestazioni sono accettabili per quanto riguarda la velocita' di accesso a 512Kbit/sec. Sono piu' difficilmente interpretabili i risultati per gli accessi a 2Mbit/sec. Il massimo throughput e' raggiungibile solo in particolari condizioni e non arriva ai 2Mbit/sec. Nel caso in cui il servizio C-lan venga pesantemente utilizzato anche da altre realta' esterne alla rete GARR, senza un potenziamento dell'infrastruttura interna della Telecom Italia, sara' difficile potere mantenere questi risultati di prestazioni.
- c. **Stabilita' ed affidabilita'**: data la carenza del management non abbiamo risultati quantitativi. L'impressione e' che la stabilita' dei PVC sia abbastanza accettabile anche se sono state notate cadute di alcuni PVC della durata di qualche ora.
- d. **Routing**: e' assolutamente necessario adottare algoritmi link-state per topologie cosi fortemente magliate. La sperimentazione dell'I-ISIS IP ONLY e' ampiamente positiva sia per i tempi di convergenza che per la semplicita' di configurazione.
- e. **Switching**: Le funzionalita' di Frame-Relay switching inserite nel software Cisco consentono un utilizzo locale molto flessibile dei vari PVC.

Allegato 4.1

Configurazione Frame-Relay Switch

Router di Bologna: cnaf-gw-3.infn.it

```
-----  
Current configuration:  
!  
version 10.0  
!  
hostname cnaf-gw-3  
!  
boot system gs3-k.100-2_7 131.154.1.1  
boot system gs3-k.100-2_5 131.154.1.1  
boot system gs3-k.921_bgp4_2_2 131.154.1.1  
boot system rom  
!  
frame-relay switching  
!  
!  
interface Serial0  
description frame-relay-C-LAN  
no ip address  
encapsulation frame-relay  
bandwidth 2048  
frame-relay route 21 interface Serial1 21  
!  
interface Serial0.1 point-to-point  
description CRS4-PVC24  
ip address 192.135.32.1 255.255.255.0  
bandwidth 256  
frame-relay interface-dlci 24 broadcast  
!  
interface Serial0.2 point-to-point  
description ROMA-PVC23  
ip unnumbered Ethernet0  
ip router isis infn_cnaf  
bandwidth 2048  
frame-relay interface-dlci 23 broadcast  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2  
!  
interface Serial0.3 point-to-point  
description TORINO-PVC22  
ip unnumbered Ethernet0  
ip router isis infn_cnaf  
bandwidth 512  
frame-relay interface-dlci 22 broadcast  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2
```

```
!  
interface Serial0.4 point-to-point  
description MILANO-PVC20  
ip unnumbered Ethernet0  
ip router isis infn_cnaf  
bandwidth 512  
frame-relay interface-dlci 20 broadcast  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2  
!  
interface Serial1  
no ip address  
encapsulation frame-relay  
bandwidth 2048  
clock rate 2000000  
frame-relay intf-type dce  
frame-relay route 21 interface Serial0 21  
!
```

Allegato 5.1

Configurazione I-ISIS IP-ONLY

Router di Bologna : cnaf-gw-3.infn.it

!
E' inserita anche la configurazione dell'IGRP perche' e' stato necessario aggiungere lo statement di passive-interface per tutte le interfacce virtuali su cui non si voleva l'inoltro degli annunci IGRP.

!
Current configuration:

```
!  
version 10.0  
!  
hostname cnaf-gw-3  
!  
boot system gs3-k.100-2_7 131.154.1.1  
boot system gs3-k.100-2_5 131.154.1.1  
boot system gs3-k.921_bgp4_2_2 131.154.1.1  
boot system rom  
!  
interface Ethernet0  
description Ethernet  
ip address 192.135.23.252 255.255.255.0 secondary  
ip address 131.154.1.99 255.255.255.0  
ip accounting  
no mop enabled  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2  
!  
!  
interface Serial0  
description frame-relay-C-LAN  
no ip address  
encapsulation frame-relay  
bandwidth 2048  
frame-relay route 21 interface Serial1 21  
!  
interface Serial0.1 point-to-point  
description CRS4-PVC24  
ip address 192.135.32.1 255.255.255.0  
bandwidth 256  
frame-relay interface-dlci 24 broadcast  
!  
interface Serial0.2 point-to-point  
description ROMA-PVC23  
ip unnumbered Ethernet0  
ip router isis infn_cnaf  
bandwidth 2048  
frame-relay interface-dlci 23 broadcast
```



```
isis metric 1 level-1
isis metric 1 level-2
!
interface Serial0.3 point-to-point
description TORINO-PVC22
ip unnumbered Ethernet0
ip router isis infn_cnaf
bandwidth 512
frame-relay interface-dlci 22 broadcast
isis metric 1 level-1
isis metric 1 level-2
!
interface Serial0.4 point-to-point
description MILANO-PVC20
ip unnumbered Ethernet0
ip router isis infn_cnaf
bandwidth 512
frame-relay interface-dlci 20 broadcast
isis metric 1 level-1
isis metric 1 level-2
!
interface Serial1
no ip address
encapsulation frame-relay
bandwidth 2048
clock rate 2000000
frame-relay intf-type dce
frame-relay route 21 interface Serial0 21
!
!
router isis infn_cnaf
distance 90 ip
passive-interface Ethernet0
net 39.380f.1001.0001.0000.0000.0500.0000.0c01.9df1.00
!
router igrp 137
network 131.154.0.0
network 192.135.32.0 passive
distribute-list 14 out Serial0.1
distance 19 192.135.32.2 0.0.0.0 1
distance 19 131.154.1.9 0.0.0.0 2
redistribute static metric 512 200 250 100 1500
neighbor 192.135.32.2
neighbor 131.154.1.9
neighbor 131.154.1.5
passive-interface Ethernet0
passive-interface Serial0
passive-interface Serial0.2
passive-interface Serial0.3
passive-interface Serial0.4
!
```

Router di Milano : garr-gw-mi.infn.it

Current configuration:

```
!  
version 10.0  
!  
hostname garr-gw-mi  
!  
boot system gs3-k100-2.7 192.84.138.1  
boot system gs3-k921-2.4 192.84.138.1  
boot system rom  
!  
!  
decnet routing 31.659  
decnet node-type routing-iv  
decnet max-area 46  
decnet conversion 47.0020  
!  
clns routing  
!  
interface Ethernet0  
ip address 192.135.8.254 255.255.255.0 secondary  
ip address 192.84.139.254 255.255.255.0 secondary  
ip address 192.167.36.254 255.255.255.0 secondary  
ip address 192.135.14.253 255.255.255.0 secondary  
ip address 192.84.138.254 255.255.255.0  
decnet cost 1  
no decnet route-cache  
decnet router-priority 48  
no mop enabled  
!  
interface Ethernet1  
ip address 192.135.21.254 255.255.255.0  
no mop enabled  
no clns route-cache  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2  
!  
!  
interface Serial2  
description C-LAN  
no ip address  
ip accounting  
encapsulation frame-relay  
bandwidth 512  
!  
interface Serial2.1 point-to-point  
description PVC-CNAF  
ip unnumbered Ethernet1  
ip router isis infn_milano  
frame-relay interface-dlci 20  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2
```

```
!  
interface Serial2.2 point-to-point  
description PVC-ROMA  
ip unnumbered Ethernet1  
ip router isis infn_milano  
frame-relay interface-dlci 23  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2  
!  
interface Serial2.3 point-to-point  
description PVC-TORINO  
ip unnumbered Ethernet1  
ip router isis infn_milano  
frame-relay interface-dlci 22  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2  
!  
!  
autonomous-system 137  
!  
router isis infn_milano  
distance 90 ip  
passive-interface Ethernet0  
passive-interface Ethernet1  
net 39.380f.1001.0001.0000.0000.0200.0000.0c01.4226.00  
!  
!  
router igrp 137  
network 192.84.138.0  
network 192.84.139.0  
network 192.12.193.0  
network 192.135.8.0  
network 192.167.36.0  
network 192.84.142.0  
network 131.175.0.0  
network 192.135.14.0  
distribute-list 20 out Serial3  
default-metric 64 4000 255 64 1500  
redistribute static  
redistribute rip  
redistribute egp 513  
neighbor 192.84.140.254  
neighbor 192.12.193.41  
passive-interface Serial2  
passive-interface Serial2.1  
passive-interface Serial2.2  
passive-interface Serial2.3  
passive-interface Ethernet0  
passive-interface Ethernet1  
!
```

Router di Roma: garr-gw-rm.infn.it

Current configuration:

```
!  
version 10.0  
!  
hostname mp2rm1  
!  
boot system gs3-k100-2.7 141.108.5.3  
boot system rom  
!  
!  
decnet routing 38.681  
decnet node-type area  
decnet max-area 46  
!  
clns routing  
!  
interface Ethernet0  
description lan roma1  
ip address 192.12.193.69 255.255.255.252 secondary  
ip address 141.108.4.4 255.255.255.0 secondary  
ip address 141.108.5.4 255.255.255.0  
decnet cost 1  
decnet router-priority 50  
!  
interface Ethernet1  
description LAN x TEST C-LAN  
ip address 192.135.22.4 255.255.255.0  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2  
!  
!  
interface Serial1  
description TEST C-LAN  
no ip address  
encapsulation frame-relay  
!  
interface Serial1.1 point-to-point  
description PVC-CNAF  
ip unnumbered Ethernet1  
ip router isis infn_roma  
frame-relay interface-dlci 20  
isis metric 1 level-1  
isis metric 1 level-2  
!  
interface Serial1.2 point-to-point  
description PVC-MILANO  
ip unnumbered Ethernet1  
ip router isis infn_roma  
frame-relay interface-dlci 21
```

```
isis metric 1 level-1
isis metric 1 level-2
!
!
router isis infn_roma
distance 90 ip
passive-interface Ethernet0
passive-interface Ethernet1
net 39.380f.1001.0001.0000.0000.0400.0000.0c01.0fe7.00
!
!
router igrp 137
network 141.108.0.0 passive
network 192.12.193.0 passive
network 193.204.109.0 passive
network 192.135.33.0 passive
network 193.205.62.0
distribute-list 1 out Serial0
default-metric 7 2000 200 9 128
distance 100 141.108.5.14 0.0.0.0
redistribute static
neighbor 193.205.62.1
.....
neighbor 192.12.193.70
neighbor 193.204.109.1
passive-interface Ethernet0
passive-interface Serial11
passive-interface Serial11.1
passive-interface Serial11.2
!
```

Router di Torino: cisco.clan.to.infn.it

Current configuration:

```
!
version 10.0
!
hostname cisco
!
boot system /usr/cisco/xx-k.100-2.7 192.135.19.1
!
clns routing
!
interface Ethernet0
ip address 192.84.137.250 255.255.255.0
isis metric 1 level-2
isis priority 100 level-1
isis priority 100 level-2
!
!
interface Ethernet2
```

```
ip address 192.135.19.254 255.255.255.0
isis metric 1 level-2
!
interface Serial0
no ip address
encapsulation frame-relay
bandwidth 512
!
interface Serial0.1 point-to-point
description pvc-cnaf
ip unnumbered Ethernet2
ip router isis infn_torino
bandwidth 512
isis metric 1 level-1
isis metric 1 level-2
frame-relay interface-dlci 20 broadcast
!
interface Serial0.2 point-to-point
description pvc-milano
ip unnumbered Ethernet2
ip router isis infn_torino
bandwidth 512
isis metric 1 level-1
isis metric 1 level-2
frame-relay interface-dlci 22
!
!
router isis infn_torino
net 39.380f.1001.0001.0000.0000.0300.0000.0c05.d512.00
passive-interface Ethernet2
!
```