

# ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Centro Nazionale Analisi Fotogrammi

---

INFN/TC-88/24

11 Luglio 1988

A. Ghiselli, A. Adrualdi, G. Neri e E. Valente:

**Studio di fattibilità di una infrastruttura di comunicazione ad alta velocità per  
la rete della ricerca**

Studio di fattibilita' di una infrastruttura di comunicazione  
ad alta velocita' per la rete della ricerca.

Questo rapporto riassume le conclusioni di un gruppo di lavoro promosso dal GARR (Gruppo Armonizzazione Reti della Ricerca), sul problema della rete DECnet, relativo al routing fra aree, e piu' in generale sullo studio e sulle prospettive di realizzazione di una rete nazionale della ricerca.

Hanno partecipato ai lavori:

- per il CILEA, Andrea Mattasoglio;
- per il CINECA, Annarita Adualdi e Gabriele Neri;
- per il CNR, Marco Sommani e Silvano Gai;
- Per l'ENEA, Fiorello Cavallini;
- per l'INFN, Fernando Liello, Antonia Ghiselli ed Enzo Valente;
- per l'universita' di Roma, Tonino Sorce;

Inoltre hanno partecipato alle riunioni:

- per la SIP, F.Maiorino (D.G. Roma), C.Serrani (D.Z. Bologna);
- per la Digital, Bruno Cipolla, G.Cesani ed Attilio Mannarino;
- per la Data Consyst, C.Berlotto e R.Hauri della Teleinfom;

Questo rapporto e' stato scritto da Antonia Ghiselli con la collaborazione di A.Adualdi, G.Neri ed E.Valente.

## 1 INTRODUZIONE

Il mondo della ricerca si e' ben presto reso conto dell'importanza dello strumento 'network' per il proprio lavoro. Ci sono particolari settori di ricerca, quali, per es., la fisica delle alte energie e la fisica dello spazio, i cui progetti sono il frutto di collaborazioni internazionali che si basano su esperimenti allestiti in laboratori distribuiti in varie nazioni (es. Gran Sasso, CERN, Fermilab, Slac per la fisica delle alte energie, ESO per gli astronomi e astrofisici..). Questo modo 'distribuito' di fare ricerca

ha posto da tempo l'esigenza di una rete di trasmissione dati, sia per l'accesso ai laboratori sperimentali che ai grossi centri di calcolo per l'elaborazione dei dati; ne sono un esempio le reti internazionali HEPNET e SPAN, note a livello nazionale come INFNet e ASTROnet.

Ci sono poi altri settori di ricerca con esigenze di calcolo ad alta velocita' come il calcolo strutturale in ingegneria, la grafica interattiva ecc. Tali applicazioni necessitano di elaboratori con elevata potenza di calcolo, multiprocessor con elevato parallelismo di esecuzione, che sono apparecchiature i cui costi e complessita' di gestione fanno si che esse siano concentrate in poche e ben definiti poli di calcolo sul territorio nazionale. Queste esigenze, associate a quelle gia' citate della fisica delle alte energie e dello spazio, hanno ridato importanza ai centri di calcolo consortili, intorno ai quali si sono sviluppati numerosi collegamenti per l'accesso ai grossi main frames.

Oltre alle funzioni di rete legate al calcolo e alla elaborazione dei dati sperimentali, quali login interattivo, remote job entry e file transfer, la cui funzionalita' e' strettamente dipendente dalla larghezza di banda disponibile, esiste il 'mailing'. Questa funzione di rete e' divenuta negli ultimi tempi uno dei servizi piu' richiesti dalla comunita' scientifica; EARN e BITNET sono esempi di reti che svolgono quasi esclusivamente questo servizio. La posta elettronica ha posto per prima l'esigenza di una standardizzazione del suo protocollo e, attualmente, rappresenta l'unica applicazione di rete, funzionante su diversi tipi di calcolatori, realizzata secondo i protocolli standard, definiti dalle raccomandazioni ISO-CCITT (X.400).

Da queste considerazioni si deduce che il mondo della ricerca ha bisogno della rete principalmente per le seguenti funzioni:

- a) da utilizzare come strumento di calcolo distribuito per l'uso di risorse remote per la produzione o l'elaborazione dei dati (laboratori e centri di calcolo): cio' significa, in particolare, necessita' di accesso interattivo, remote job entry e print file retrieval, remote procedure calls e remote file access.
- b) per il trasferimento di file contenenti programmi, dati sperimentali, immagini grafiche..
- c) come strumento di comunicazione tramite il mailing, le conferenze elettroniche..

E' chiaro che l'applicazione che rende piu' critica la funzionalita' della rete e' quella di tipo 'real time' (a), cioe' l'accesso remoto in generale, dove ovviamente il tempo di risposta deve essere 'breve'. Tutto cio' e' strettamente dipendente, oltre che dall'efficienza dei protocolli, dalla velocita' delle linee utilizzate. Per questo tipo di uso della rete, le linee a 9.6K bps non sono piu' piu' sufficienti ed e' urgente predisporre linee piu'

veloci (>48K) e accessi alla rete piu' efficienti. Anche il punto b) puo' richiedere alte velocita': una valutazione fatta dal rapporto MUSCLE (CERN) sulla quantita' di dati prodotti dai futuri esperimenti LEP e sul modo di elaborarli da parte delle varie collaborazioni, parla di necessita' di linee a 2Mbps fra il CERN e i centri di calcolo 'regionali' e di linee a 48K fra le singole sedi e i suddetti centri.

Un'altra richiesta molto importante per il network della ricerca e' la sua capacita' di accedere ad ambienti eterogenei in modo efficiente e trasparente. La realizzazione dei protocolli OSI e' un processo lento e non sempre efficiente: il fatto che l'unica applicazione, che implementa questi protocolli, funzionante su tutti i tipi di calcolatori, sia il mailing (pochi dati e di tipo batch), e' una dimostrazione che la' dove c'e' bisogno di efficienza, l'OSI ha difficolta' ad affermarsi.

Da tutto cio' emerge che il punto che richiede piu' attenzione, nello studio di sviluppo della rete per la ricerca, e' l'infrastruttura di comunicazione, che non solo deve essere costituita da mezzi ad alta velocita', ma deve anche garantire la massima flessibilita' nell'uso dei protocolli piu' adatti per certe applicazioni e per l'accesso a particolari main frame.

Lo stato attuale delle reti della ricerca in Italia, e' il risultato di una crescita spontanea e spesso disordinata di collegamenti fra le varie citta', con basse velocita' di trasmissione e con protocolli diversi fra loro (decnet, sna, tcp/ip e x.25). C'e' una generale tendenza alla migrazione verso i protocolli ISO/OSI ma al momento si impone la necessita' di usare i protocolli nativi delle diverse architetture di rete.

Attualmente le PTT mettono a disposizione mezzi trasmissivi ad alta velocita' , da 48K a 2M bit/sec, e cio' da la possibilita' di studiare topologie di rete in grado di soddisfare le esigenze dei diversi settori della ricerca; ovviamente , per poter applicare i criteri di funzionalita' ed efficienza evitando duplicazioni e sprechi di risorse, e' necessaria una sinergia di contributi. E' solo quindi attraverso una programmazione comune fra i vari enti di ricerca ed universitari e i centri di calcolo che si puo' progettare una rete nazionale per la ricerca che tenga conto delle richieste esposte sopra.

Questa esigenza era gia' emersa in vari enti (CILEA, CINECA, CNR, CSATA, ENEA e INFN), che avevano da tempo costituito una propria rete, e si era concretizzata nella costituzione del GARR.

Rappresentanti di questi Enti, negli ultimi tempi, si sono piu' volte riuniti per risolvere il problema della riconfigurazione delle aree della rete DECNET. Questa rete costituita inizialmente da un backbone nazionale dell'INFN, con collegamenti internazionali verso il mondo della fisica delle alte energie, si e' successivamente estesa ad altri ambienti della ricerca, nei consorzi di calcolo e nelle

universita'.

Tali riunioni sono state un'occasione di esame della struttura attuale dei collegamenti nazionali e si e' cercato di risolvere il problema specifico della rete decnet in modo tale che la soluzione rappresentasse anche un primo passo verso una rete nazionale. E' emersa la proposta di studio e di sperimentazione di un backbone urbano ad alta velocita', come area di switch di un backbone nazionale a 2Mb, che integrasse la molteplicita' delle linee attuali. Tenuto conto dell'alta densita' di linee che si concentrano nella zona di Bologna e della disponibilita' di collegamenti urbani a 2Mb, lo studio e' partito con un esame dell'area bolognese. Si e' poi indicato come secondo polo, relativamente alla concentrazione delle linee, Roma e si e' presa in esame la configurazione di un collegamento basato su una linea a 2Mb fra Roma e Bologna. Si e' concordato comunque che questi devono essere i primi pezzi di una topologia di rete nazionale che comprenda come passo successivo Milano, Pisa ed eventualmente altri centri.

## 2 BACKBONE URBANO

Il tipo di LAN maggiormente diffuso e' basato sul protocollo 802.3, piu' comunemente noto col nome di ETHERNET. Questa LAN e' basata su una topologia a 'bus', con cavo coassiale e 'signaling' in 'banda base'; ad essa si accede con protocollo del tipo 'multiaccess' noto con la sigla CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access /Collision Detection) ed ha una velocita' massima teorica di 10Mb. Le caratteristiche di questo protocollo limitano l'estensione del bus a 2.5 km, ma tramite i cosiddetti BRIDGE, per interconnettere LAN, si possono superare le limitazioni topologiche, le capacita' di carico del traffico e il numero di host o nodi che possono essere collegati a tali LAN. L'efficienza di tale topologia e' comunque dipendente dai tipi di protocollo usati.

Esistono due categorie di BRIDGE, locali e remoti. I bridge locali permettono collegamenti fra 2 LAN a 10Mb, quindi non introducono diminuzioni di velocita', ma solo ritardo nella consegna del pacchetto, mentre i bridge remoti gestiscono attualmente un range di velocita' compreso fra 48Kb e 2Mb.

Le architetture di rete che maggiormente usano questo protocollo sono DECNET e TCP/IP a cui si aggiungono numerose altre applicazioni locali (per es. LAVC, LAT..). Nel contesto in esame, DECNET e' il protocollo predominante per cui si sono presi in considerazione i bridge locali della Digital e i bridge remoti che, analogamente ai bridge della Digital, realizzano una topologia di LAN estesa del tipo Spanning Tree, in questo caso i TRANSLAN della VITALINK (commercializzati in Italia dalla Data Consyst).

Le caratteristiche del TRANSLAN 350 sono state giudicate molto interessanti: si tratta di un bridge basato su MC-68020 con la possibilita' di gestire fino a 2 link da 2Mb, full-duplex e in grado di elaborare 5000 pacchetti al secondo. I link a 2Mb possono anche essere gestiti in parallelo da una singola coppia di TRANSLAN realizzando quindi una connessione fra due rami di ethernet a 4Mb. Le capacita' di filtraggio dei pacchetti, di entrambi i tipi di bridge, rappresentano uno strumento flessibile per isolare il traffico locale e ottimizzare il protocollo di routing di DECNET. Per quanto riguarda la topologia dei bridge Vitalink, sara' disponibile a breve il software DLS (Distributed Load Sharing), che permette di gestire connessioni multiple fra i rami di ethernet con il duplice vantaggio di avere linee di backup e di ottimizzare il traffico aumentando il throughput complessivo.

Le LAN di tipo ethernet presenti nell'area bolognese sono molteplici;

- la LAN dell'INFN che fa capo al CNAF, su cui convergono la maggior parte dei link nazionali dell'INFN e da cui partono i link internazionali verso il CERN, il FermiLab e Desy. Questa Lan sara' collegata a breve con quella dell'ENEA sede Mazzini.
- la LAN del CINECA, su cui convergono la maggior parte dei link universitari, e che a breve sara' collegata via bridge con la LAN dell'universita' di Trento e Udine.
- la LAN universitaria che fa capo all'Istituto di Astronomia, che collega i dipartimenti di fisica, matematica, ingegneria (in fase di attuazione).
- la LAN del CNR area Castagnoli, che collega i diversi laboratori del CNR compresi nella suddetta area, fra cui Radioastronomia, e che in futuro sara' collegata con la LAN universitaria.

## 2.1 Topologia Della Lan Estesa.

Le funzioni della LAN estesa sono essenzialmente due:

- garantire un accesso efficiente locale e remoto ai main frame locali, principalmente quelli del CINECA( IBM, VAX e CRAY).
- salvaguardare il routing fra siti remoti.

Al fine di soddisfare queste esigenze, si e' cercato di dividere la LAN estesa in due sottostrutture:

- un backbone di routing remoto, costituito da due rami di ethernet siti uno al CINECA e uno al CNAF, collegati tramite i TRANSLAN 350 su linee a 2Mb, su cui risiedono esclusivamente i router di area, su cui convergono i collegamenti remoti di tipo punto-punto.
- una LAN estesa locale che si estende a ridosso del backbone e ad esso collegata tramite bridge locali a 10Mb. I bridge devono essere opportunamente programmati per filtrare protocolli esclusivamente locali. Sui rami posteriori della LAN del CINECA saranno attestati altri translan per i collegamenti locali con l'Istituto di Astronomia, per la LAN universitaria, e remoti ,via satellite, con la LAN di Trento. Il numero massimo di bridge in cascata, chiamato anche diametro della LAN estesa, e' 4, e cio' limita il ritardo e garantisce il funzionamento dei protocolli di interesse (fig.1).

## 2.2 Topologia Di DECNET

Attualmente, e fino a DECNET fase V, saranno configurate solo tre aree decnet, 37, 38, 39. L'area 37 e' riservata ai calcolatori della LAN estesa bolognese e di Trento. Essa non deve coinvolgere il backbone di routing remoto e tramite i bridge e' possibile escludere completamente tale traffico dal suddetto backbone.

L'area 38 e 39 sono riservate ai nodi locali del CNAF e dell'ENEA e a tutti i nodi decnet remoti, collegati tramite i router di area( si tratta di collegamenti punto-punto). Almeno un router per area, e comunque in quantita' tale da soddisfare il numero dei collegamenti remoti, deve essere presente sia al CINECA che al CNAF.

Come gia' sottolineato, i router di area devono essere sul backbone di routing remoto, mentre gli end-node e il relativo designated router di livello 1, devono risiedere sui rami posteriori; un opportuno filtraggio puo' isolare il traffico di routing di livello 1 sui rami posteriori.

La funzionalita' di questa topologia e' basata sui seguenti punti:

- il punto di contatto fra aree deve essere unico, cioe' sul backbone bolognese; cio' implica che i nodi di una citta' dovranno avere lo stesso numero di area indipendentemente dall'ente di appartenenza. La distribuzione delle citta' nella 3 aree e' la seguente: 38 = Torino, Genova, Milano, Brescia, Pavia, Padova-Legnaro, Parma, Modena, Ancona, Pisa, Siena, Bologna-CNR, Palermo. 39 = Roma, Napoli, Bari, Lecce, Catania, Gran Sasso, Frascati, Perugia, Cagliari, Ferrara. 37 = Bologna-cineca-universita', Trento, Udine, Trieste.

- il numero massimo di nodi all'interno di un'area deve essere < 600
- il range compreso fra 400 e 600 e' riservato ai PC e puo' essere duplicato in ogni LAN
- il numero massimo di router di livelli 1 deve essere < 100
- l'uso di piu' linee fra due siti remoti e' possibile solo se, localmente, i nodi su cui si attestano le linee sono collegati fra loro con link punto-punto e non tramite ethernet. ( Una soluzione suggerita consiste di un VAX, con due interfacce Ethernet, che collega due LAN.)

### 3 BACKBONE INTERURBANO

I collegamenti interurbani che attualmente convergono nell'area di Bologna sono per lo piu' con velocita' di 9.6Kb/sec e di tipo analogico, una gia' funzionante a 48Kb di tipo digitale (CDN), altre a 48Kb in programmazione (per es. Bologna-Pisa e Bologna Milano). Ma, come gia' citato nell'introduzione, c'e' una crescente esigenza di linee ad alta velocita' con protocolli diversi tra loro ( DECNET, SNA, X.25, TCP/IP). La disponibilita' di linee a 2Mb interurbano potrebbe permettere collegamenti fra LAN , tramite bridge, cosi' come e' stato fatto per l'area di Bologna, ma oltre al fatto che tale mezzo trasmissivo non e' usato dai protocolli X.25 e SNA, ci sono altre considerazioni da valutare:

- fino a che limite si puo' espandere una LAN tramite bridge?
- quali sono le differenze di cui tener conto fra un router ed un bridge?

Vediamo alcuni aspetti significativi di questi due elementi per interconnettere LAN.

- Il bridge lavora al livello 2 del modello OSI, quindi esamina tutti i pacchetti, mentre il router lavora a livello 3 ed esamina solo i pacchetti ad esso indirizzati; quindi, a parita' di traffico, il bridge deve lavorare piu' del router.
- Il bridge lavora a velocita' piu' elevate del router.
- Il router sa utilizzare diverse strutture di comunicazione ( LAN , WAN), mentre il bridge attualmente funziona o solo con Ethernet o solo con Token Ring.

- Multiprotocol support: il bridge e' trasparente a molti protocolli, il router no.
- Network isolation: all'aumentare del diametro della LAN, aumentano le necessita' di filtraggio dei messaggi 'broadcast e multicast' ed inoltre aumenta la complessita' dell'algoritmo di STP, diminuendo l'efficienza del bridge rispetto alla velocita' del mezzo.

Si deduce che l'espansione di una LAN tramite bridge va limitata sia per quanto riguarda il suo diametro sia per il numero di nodi in essa compresi. Nel nostro caso, la soluzione 'extended LAN' e' stata scartata.

Esiste anche la possibilita', peraltro gia' sperimentata, di utilizzare l'intera banda di una linea con un unico protocollo, in questo caso l'X.25, come sistema di trasporto per protocolli nativi quali DECNET o SNA. Questa soluzione, che ha il vantaggio di ottimizzare l'uso della banda disponibile, comporta alcuni svantaggi non trascurabili:

- difficolta' a reperire switch X.25 per linee a 2Mb, che comunque sono oggetti molto costosi;
- Problema di interconnessione fra rete X.25 e LAN;
- Diminuzione dell'efficienza dei singoli protocolli nativi e meno flessibilita' nella scelta e uso delle strutture hardware.

Si e' presa in considerazione una terza possibilita', che e' anche la piu' diffusa, che consiste nel dividere la banda di una linea a 2Mb in tante bande o sottocanali su cui far viaggiare i diversi tipi di protocolli. La divisione in bande e' una soluzione non molto costosa, garantisce una buona efficienza nell'uso dei vari protocolli nativi e permette una notevole flessibilita' nella riconfigurazione dei vari sottocanali. Inoltre lascia aperta la possibilita' di sperimentare collegamenti fra LAN remote tramite bridge, e in ogni caso, permette di scegliere, per ogni architettura di rete, la topologia piu' adatta e le interfacce piu' efficienti. Inoltre cominciano ad apparire sul mercato apparecchiature che permettono di gestire i diversi canali in modo dinamico, superando cosi' lo svantaggio di una divisione statica della banda.

I metodi per permettere lo splitting della banda sono vari; attualmente il piu' usato e' il Time Division Multiplexing, TDM. Si sono prese in considerazione varie apparecchiature le cui caratteristiche minime sono:

- Capacita' di gestire almeno 2 link da 2Mb, lato concentrato.
- Possibilita' di gestire varie velocita' di collegamento (nel range da 9.6K a 2Mbps), lato espanso.
- Possibilita' di avere piu' nodi interconnessi in una rete magliata e con link di tipo by-pass.
- Semplicita' di gestione e manutenzione delle apparecchiature.
- affidabilita'.

La SIP offre le apparecchiature LINK2 della TIMEPLEX, sia in vendita che in affitto. L'offerta SIP sara' confrontata con altre a parita' di prestazioni.

Si ritiene necessario installare queste apparecchiature presso l'utente, piuttosto che in SIP, per avere una gestione piu' flessibile.

Una prima proposta di suddivisione della banda per i singoli protocolli e' la seguente:

- 1 canale da 64K —> X.25 (router)
- 2 canali da 256K —> SNA (router)
- 1 canale da 512K —> DDCMP (router, appena disponibili, saranno usati i nuovi router della Digital a 1Mbps)
- 1 canale da 256K —> TCP/IP (bridge)

Ulteriori approfondimenti relativo a questo link, e il suo finanziamento, sono rinviati in sede GARR.

#### 4 CONCLUSIONI

La disponibilita' di linee ad alta velocita' (da 48K a 2M) permette un uso piu' articolato della rete; si richiede l'uso di funzioni piu' complesse (accesso remoto in generale) e un uso piu' efficiente delle funzioni standard (file transfer). Tutto cio' promuove la scelta delle architetture di rete 'native', che sono in generale piu' articolate e piu' efficienti (DECNET, SNA, almeno fino a quando le implementazioni dei protocolli OSI non avranno raggiunto lo stesso livello di efficienza). Per permettere il funzionamento di protocolli multipli e' importante disporre di una infrastruttura flessibile che si adatti facilmente alle specifiche dei singoli protocolli, quale l'uso dello 'splitting' di banda a 2M su distanze

interurbane e LAN estese, basate su protocollo ethernet, in ambito urbano.

D'altra parte esiste l'esigenza di integrare i diversi sistemi, o 'interworking', che e' lo scopo fondamentale dei protocolli OSI, ma purtroppo non ancora disponibili. Sono quindi interessanti quelle architetture di rete che offrono molte possibilita' di accesso ad ambienti eterogenei in modo efficiente e trasparente, sia attraverso gateway sia attraverso l'estensione dei propri protocolli su sistemi non omogenei (DECNET e TCP/IP).

Il protocollo X.25 rimane interessante per la sperimentazione dei prodotti OSI e la funzione di login remoto in ambiente eterogeneo, perde pero' importanza come infrastruttura di comunicazione, da usarsi con qualsiasi architettura di rete, per la perdita di flessibilita', efficienza e la difficolta' di collegamento con le LAN.

## 5 APPENDICE A

Equipment necessario per il backbone bolognese:

- linea a 2Mbps fra il CNAF ed il CINECA : gia' ordinata dal CNAF: la SIP si e' impegnata a consegnarla entro luglio, nel frattempo ha gia' installato una seconda linea a 48K.
- bridge locali a 10Mbps della Digital con possibilita' di monitor ( 1 al cnaf e 1 al cineca).
- bridge remoti da 2Mbps per il collegamento cnaf-cineca
- router della Digital del tipo decserver 2000, almeno 2 al cnaf e al cineca.

- R2 = Area Router (Liv. 2)
- R1 = Router di livello 1
- DR1 = Designated Router Liv. 1
- DR2 = Designated Area Router
- V = Vitalink
- B = Bridge
- E = End Node

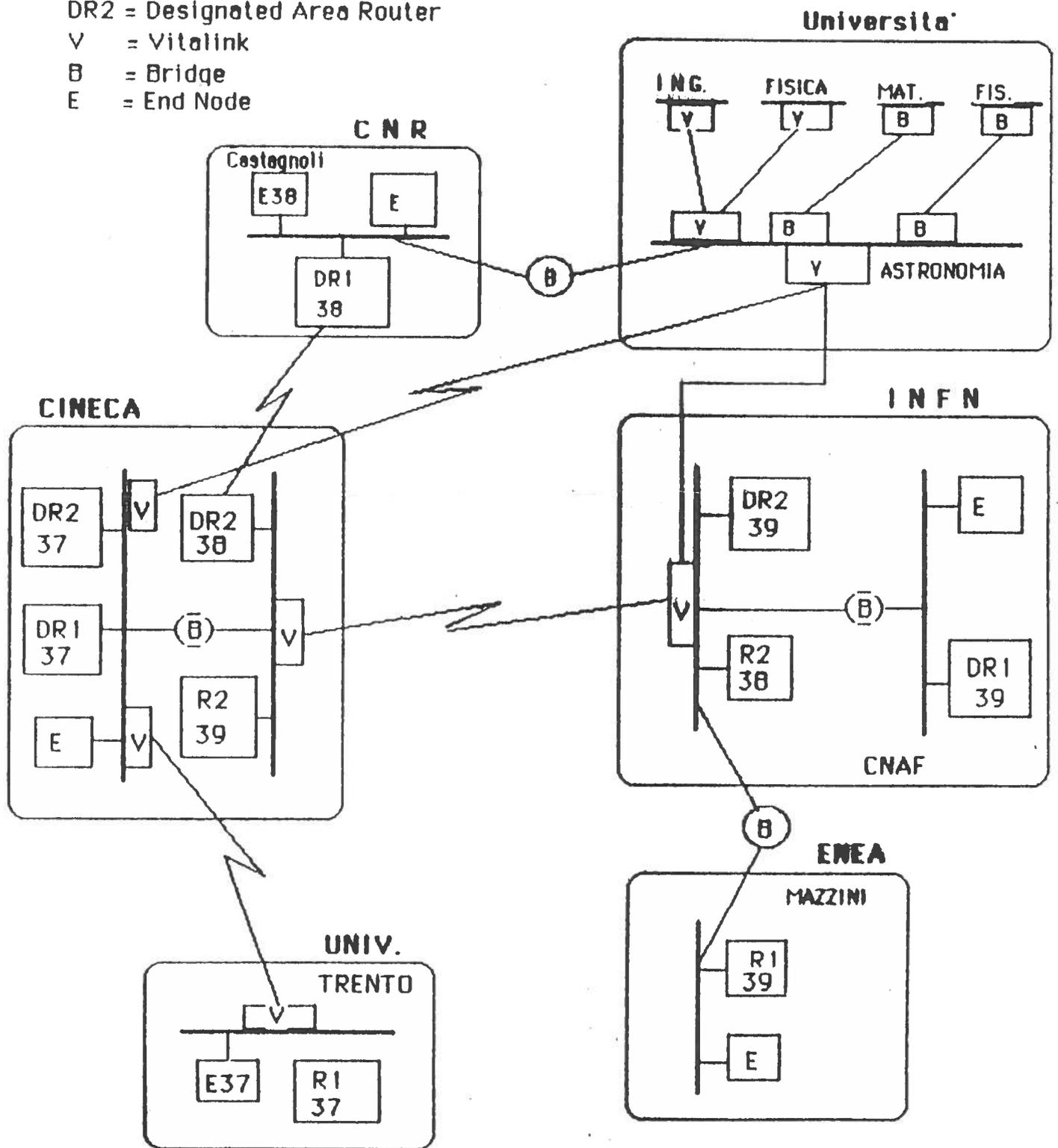


FIG. 1 - Topologia della LAN estesa bolognese.