

5. GARR-B e la rete a larga banda in Italia

5.1 Obiettivo generale del progetto GARR-B

Il progetto ha lo scopo di mettere a disposizione di tutte le Università e degli Enti di ricerca italiani una rete basata su una infrastruttura nazionale ed internazionale a larga banda per la trasmissione dati GARR-B (GARR-Broadband) tramite la quale diventeranno possibili applicazioni avanzate per la formazione universitaria e per la ricerca scientifica e tecnologica, secondo le esigenze di volta in volta richieste dalle Università e dagli Enti di Ricerca.

La costruzione di una rete a larga banda per la ricerca riveste una grande importanza non solo culturale ma anche politico-innovativa per lo sviluppo in Italia della società dell'informazione, lo sviluppo di Internet dimostra che le reti della ricerca sono antesignane e fautrici di innovazione per i mercati commerciali ed industriali che si stanno aprendo.

L'infrastruttura di comunicazione qui proposta, evoluzione dell'attuale rete GARR, sarà costituita da una Rete Virtuale Privata a larga banda e sarà

disponibile per la trasmissione in forma digitale di dati, voce, immagini, applicazioni multimediali, ecc.

Il progetto, partirà da un'infrastruttura di trasporto con le velocità di trasmissione oggi disponibili (155 Mbit/s) per evolvere, appena possibile, a velocità 622 Mbit/s e superiori. Questa infrastruttura sarà accessibile in maniera capillare sul territorio nazionale, con un aumento significativo della banda passante, in particolare per le università

Alla rete accederanno tutte le sedi universitarie e degli enti di ricerca italiani, nonché le sedi italiane delle istituzioni universitarie e di ricerca straniere, infatti la capacità di sviluppare progetti interdisciplinari e di agevolare la collaborazione e lo scambio di informazioni tra gruppi di ricerca è una caratteristica fondamentale del progetto.

Con la realizzazione della rete a larga banda su tutto il territorio nazionale viene ampiamente colmato il divario esistente con altri paesi come Stati Uniti, Canada, Gran Bretagna e Germania e si pongono le basi di un supporto di rete ad iniziative di sperimentazione avanzata nell'ambito di specifici progetti nazionali, comunitari e internazionali come appunto Internet2.

Un altro punto interessante da evidenziare è il particolare sviluppo che si dà alle strutture nell'Italia meridionale, sia per la funzione di promozione economica che può offrire, sia per il ruolo strategico che l'Italia del Sud può rivestire nelle infrastrutture di collegamento dei paesi del bacino del Mediterraneo.

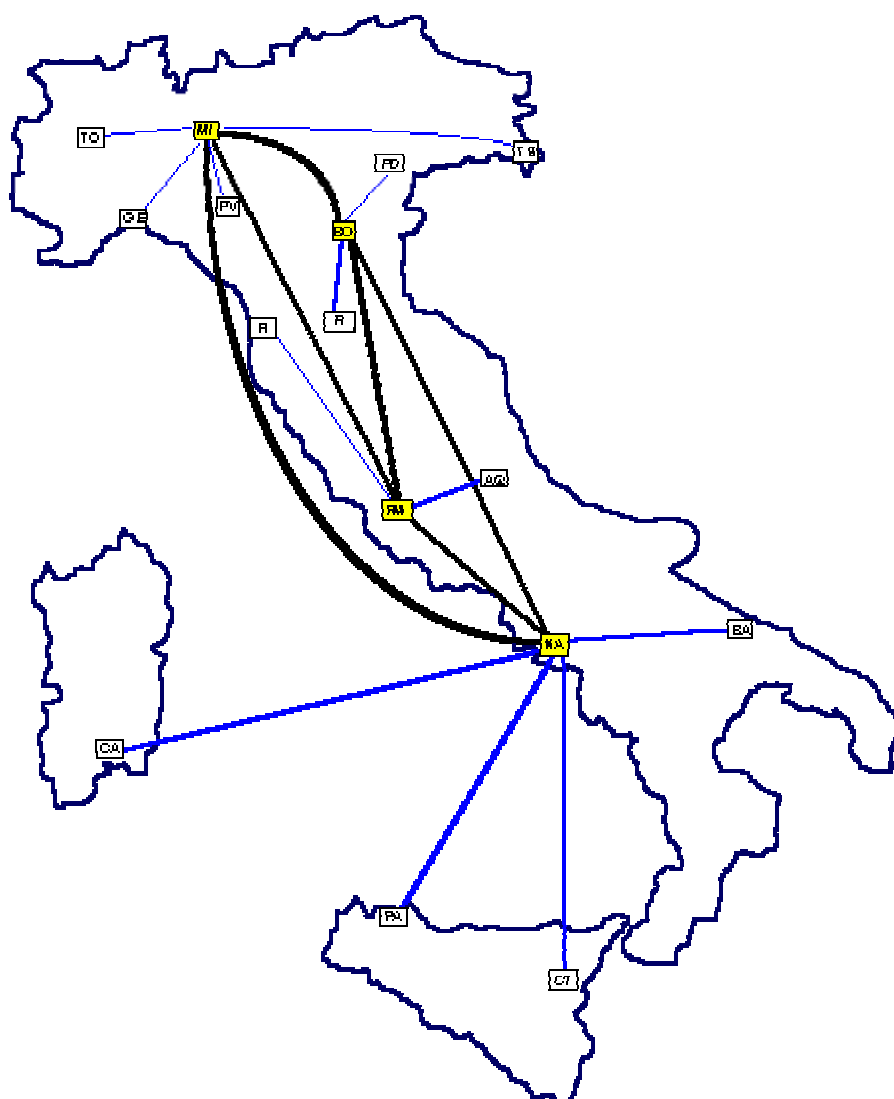


Figura 5.1 Topologia della rete GARR-B

La complessità di pianificazione e gestione di una rete nazionale a larga banda per la ricerca, come dimostrato dalla esperienza del GARR, rende opportuna la costituzione di un'*Agenzia*, cioè di un organismo tecnico con personalità giuridica, le cui linee programmatiche siano definite da una Commissione Ministeriale. In conseguenza dei tempi lunghi prevedibili per l'emanazione delle norme di legge necessarie alla creazione dell'*Agenzia*, il progetto è stato avviato

attribuendo transitoriamente ad altri organismi l'esercizio delle funzioni indicate per l'Agenzia.

Le infrastrutture telematiche sono divenute un mezzo irrinunciabile per la ricerca scientifica e per il sistema universitario italiano. Tramite le reti nazionali della ricerca, che sono collegate l'una all'altra in tutto il mondo, è possibile inviare e ricevere posta elettronica, notizie, dati, documenti, immagini e video, utilizzare calcolatori remoti e grandi attrezzature sperimentali, accedere a banche dati e sistemi bibliografici e documentali, introdurre sistemi di videoconferenza e di teledidattica.

Tenendo conto che lo sviluppo culturale e le collaborazioni di ricerca si svolgono sempre più a livello internazionale, questo ponte ideale lanciato a congiungere spazio e tempo per mezzo della telecomunicazione e telecooperazione è un fattore di produzione di primaria importanza.

La costituzione nel 1988/89 del Gruppo Armonizzazione delle Reti della Ricerca (GARR) nasceva dall'esigenza di coordinare le interconnessioni tra le reti preesistenti delle Università e degli Enti di Ricerca. Ciò comportava un risparmio complessivo sui costi delle linee e un miglioramento della velocità delle linee stesse. Il successo del GARR è consistito nella possibilità di creare una dorsale con velocità di 2 Mbit/s e di implementare tutti i protocolli utilizzati dalle università e dagli enti di ricerca TCP/IP, DECnet (nome originale dell'architettura di rete della Digital Equipment Corp.), SNA (Systems Network Architecture architettura di rete IBM, largamente usata sui mainframe) e X25 (standard per la realizzazione di reti pubbliche a commutazione di pacchetto). In sostanza una fusione di intenti per ottenere insieme quello che separati era impossibile realizzare.

Attualmente le linee internazionali risultano pesantemente sottodimensionate. Le richieste di accesso alle reti internazionali sono in continua crescita; sono infatti di particolare importanza per la ricerca le informazioni residenti su basi di dati

del Nord-America e dell'Europa. Infine la connettività con i paesi del bacino del Mediterraneo è molto limitata.

La capacità dell'attuale rete diventerà rapidamente insufficiente, perché, oltre il naturale incremento del numero degli utenti, le università prevedono di attuare un accesso generalizzato, seppur controllato, alla rete da parte degli studenti. A ciò si aggiungono continuamente nuove applicazioni e servizi. Il lavoro interattivo su computer remoti e quello basato su applicazioni di tipo client/server, superando le distanze spaziali, diviene sempre più complesso. Durante le ore lavorative le applicazioni multimediali sono praticamente non utilizzabili.

Queste considerazioni non tengono conto delle esigenze di applicazioni che richiedono l'uso di flussi isocroni per la trasmissione audio-video, sino ad oggi disponibili in maniera limitata ma che si prevede andranno a costituire una parte significativa delle richieste di connessione del prossimo futuro.

Per soddisfare le esigenze di questo tipo vanno valutati due possibili scenari:

- rapida evoluzione delle tecnologie delle reti a larga banda e significativa riduzione dei loro costi, in modo da poter supportare sia dati che audio-video con un'unica rete;
- evoluzione più graduale che preveda reti con tecnologie diverse, una per trasmissione dati tradizionale e l'altra per trasmissione audio-video.

Gli accessi alla rete saranno possibili con diverse modalità:

- collegamento a velocità maggiore di 2 Mbit/s in modalità ATM per servizi IP ed ATM nativo;
- collegamento a velocità fino a 2 Mbit/s per il servizio IP in modalità Frame Relay;
- collegamento a velocità di $n \times 64$ Kbit/s per il servizio IP in modalità ISDN.

5.2 Specifiche tecniche della rete GARR-B

Le recenti tecnologie per il reperimento di informazioni su sistemi informativi distribuiti (WWW, sistemi di indicizzazione automatica, ecc.) permettono l'accesso alle informazioni stesse prescindendo dalla presenza contemporanea di un corrispondente (umano) presso il sito ove tale informazione risiede. Di conseguenza la divulgazione delle attività didattiche e di ricerca nonché del materiale, anche multimediale, di interesse per più istituzioni, cresce con legge esponenziale.

Fattore chiave per lo sfruttamento di tali potenzialità è l'esistenza di una rete efficiente ed affidabile per l'interconnessione delle istituzioni universitarie e di ricerca italiane. Un'efficace rete permette di ridurre le disparità tra le diverse istituzioni, consentendo a tutti di essere presenti, a livello internazionale, nell'accesso alle fonti e nell'offerta della propria produzione e della propria attività.

- La ricerca, in particolare per gli scambi internazionali, sempre più anche in settori tipicamente giuridici e umanistici. Non solo le ricerche bibliografiche, ma anche l'accesso a banche dati di natura specialistica è strumento indispensabile per una documentazione esaustiva. Inoltre con gli strumenti informatici più evoluti sta diventando possibile non solo scambiare e condividere file alfanumerici di lavoro (articoli, note di lavoro, ecc.) ma anche file grafici che permettono il lavoro cooperativo su progetti complessi a carattere ingegneristico.

- Lo scambio di informazioni tra università, aventi come oggetto la didattica, manifesti degli studi, corsi di laurea e diplomi, attività culturali di varia natura. In questo contesto è certamente importante che la rete supporti la multimedialità facilitando la teledidattica, la teleconferenza e comunque la condivisione di informazioni, non solo tra università, ma anche fra tutte le istituzioni.
- Ove presenti, le esigenze delle cliniche universitarie, che, sia come servizio sia come ricerca medica, incidono in maniera determinante nella definizione di molti parametri della rete. Questo settore risulta in molti casi decisivo nel determinare la necessità di una revisione della struttura attuale della rete.

Alla luce di questi obiettivi si può suddividere la rete in classi di attività per meglio specificare le specifiche che deve soddisfare:

- Attività di ricerca: i requisiti dettati dalle attività di ricerca possono essere individuati con sufficiente precisione. Per quanto riguarda le università, il numero di utenti potenziali, per un totale di oltre 100.000, è in larga parte rappresentato dai docenti, ricercatori delle università e degli enti di ricerca a cui si aggiungono dottorandi e laureandi in numero dello stesso ordine di grandezza. Si tratta di requisiti essenzialmente rivolti alla velocità di trasmissione necessaria ad esempio per: trasferimenti di file, accesso a banche dati, sottomissione di *job* remoti, trasferimento di file grafici, teleconferenze, utilizzo a distanza di grandi apparecchiature di laboratorio, ecc.
- Attività didattica: ha un potenziale bacino di utenza di circa un milione e mezzo di studenti, ai quali è prevedibile che le università consentiranno gradualmente l'accesso, con restrizioni più o meno rigide e regolamentate. In linea di massima si ritiene che per la didattica la rete debba permettere il

trasferimento di file tra *server* dedicati delle differenti università, lo scambio di *mail*, ma impedire il *login* remoto. Le università dovranno realizzare *mirror server* per limitare il traffico sulla rete causato da applicazioni o servizi WWW. La rete dovrà essere progressivamente utilizzata anche per la teledidattica; a tale riguardo gli studenti potrebbero interagire con veri e propri "server didattici" per svolgere esercizi, selezionare i propri percorsi e approfondire i concetti.

- Supporto alle attività istituzionali: fornire un valida e sicura rete telematica sulla quale fare transitare informazioni ed eventualmente anche documenti del sistema informatico della pubblica amministrazione.

La fornitura di questi servizi è garantita inizialmente dal supporto di:

- collegamento in Internet Protocol (IP) tra reti locali con accesso a Internet;
- garanzie sul throughput e sulla continuità di servizio;
- possibilità di svolgimento di attività sperimentali (tecnologie, applicazioni, protocolli e routing);

I servizi offerti agli utenti sono IP, e successivamente fra gli altri, ATM nativo e IP next generation (IPv6).

Per soddisfare tutte le tipologie di utenza, la rete privata virtuale GARR-B sarà costruita su un'infrastruttura di trasporto basata su tecnologia a larga banda e offrirà, nell'arco della durata del progetto, velocità di accesso da 64 Kbit/s fino a 155 Mbit/s con tecnologia ISDN, Frame Relay e ATM

Da un punto di vista logico la rete è organizzata con una parte condivisa e gestita unitariamente, denominata *dominio della rete unitaria*:

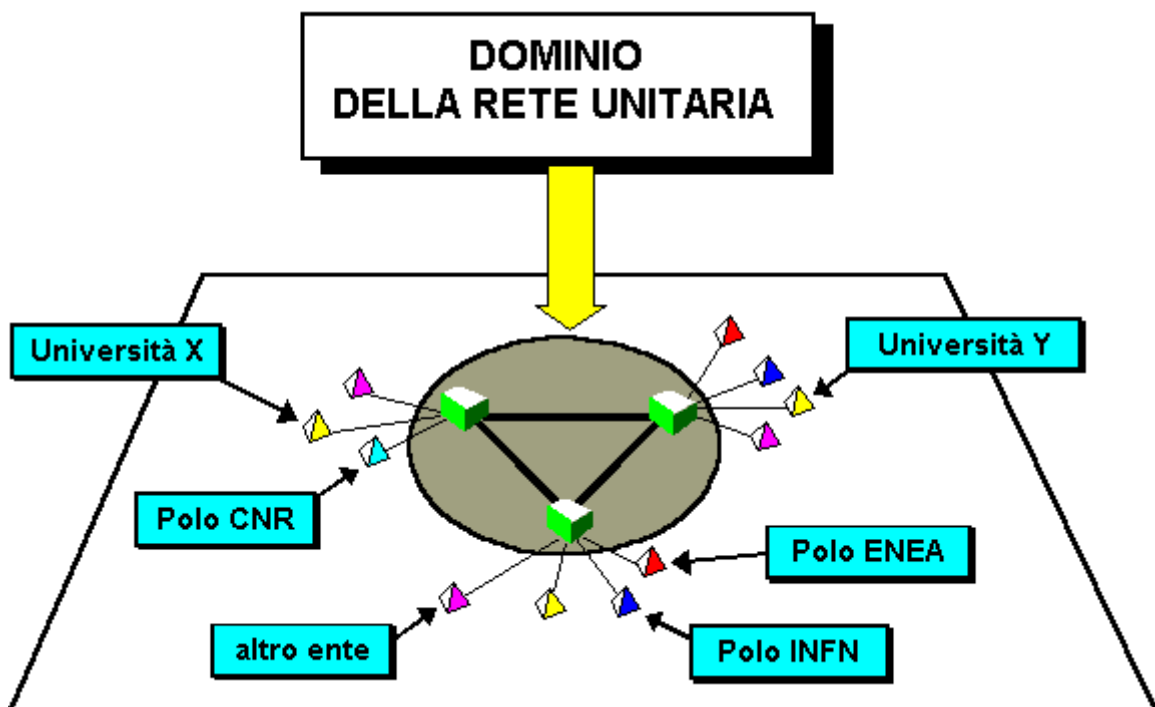


Figura 5.2 Dominio della rete unitaria

Nella rete GARR-B si definiscono nodi GARR di trasporto le apparecchiature, collocate nella sede del fornitore di infrastrutture trasmissive, connesse all'infrastruttura fisica di rete e costituenti la rete privata virtuale GARR-B o dominio della rete unitaria. A questi nodi di trasporto si connettono i nodi GARR di accesso attraverso apparecchiature, collocate nella sede del fornitore di infrastrutture trasmissive oppure nella sede di utente, definite di accesso. Alle apparecchiature di accesso si connettono le apparecchiature di utente.

Le interconnessioni della rete GARR con altre reti pubbliche e private avverrà unicamente nei nodi di trasporto.

Indicando con:

RU: Router Utente (presso sede utente)

RA: Router di Accesso GARR (presso sede utente)

RC: Router di Accesso GARR (presso sede fornitore di infrastrutture trasmissive)

RT: Router di Trasporto GARR (presso sede fornitore di infrastrutture trasmissive)

Possiamo rappresentare schematicamente la topologia IP della rete GARR-B in figura 5.3:

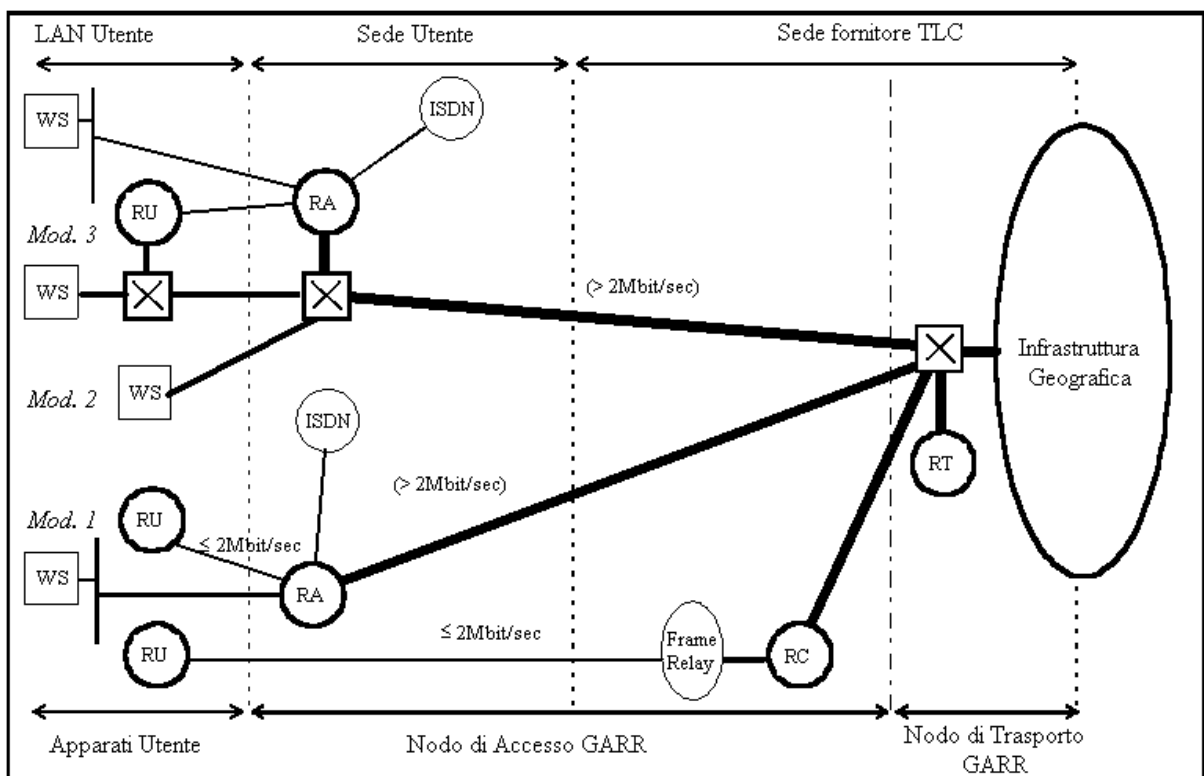


Figura 5.3 Topologia IP

Nella figura si individuano:

- connessioni fino a 2 Mbit/s (di norma in Frame Relay) per il servizio IP attraverso il nodo di accesso GARR situato in sede del fornitore di

infrastrutture trasmissive; l'utente potrà connettersi alla rete GARR mediante interfacce ISDN, seriali o Frame Relay.

- connessioni da 2 Mbit/s sino a 34 Mbit/s per il servizio IP attraverso il nodo di accesso GARR situato presso la sede di utente; l'utente potrà connettersi alla rete GARR mediante interfacce LAN o seriali.
- connessioni ATM native in fase sperimentale attraverso switch ATM GARR presso la sede di utente; l'utente potrà connettersi alla rete GARR mediante interfacce ATM UNI.
- connessioni per ATM nativo o per servizio IP a velocità maggiori di 34 Mbit/s tra switch ATM utente e switch ATM del nodo di accesso GARR presso la sede utente; l'utente potrà connettersi alla rete GARR mediante interfacce ATM PNNI.

La topologia IP di GARR-B è gerarchicamente costituita da due tipi di router:

- Router di trasporto
- Router di accesso

I *router di trasporto* sono interconnessi tra loro a livello nazionale tramite circuiti virtuali. I *router di accesso* hanno un unico circuito virtuale con il router di trasporto più vicino e appartengono all'AS del *router di trasporto* a cui sono collegati. Gli AS non GARR possono essere connessi a un limitato numero di *router di trasporto*, che svolgono funzioni di scambio.

I nodi di trasporto, i nodi di accesso e il servizio di rete sono coordinati e gestiti dall'organismo di governo della rete GARR-B, cioè dall'Agenzia.

5.2.1 Organizzazione iniziale della Banda Trasmissiva

Per ogni singolo ente od organismo di ricerca è stata stimata una capacità di *banda trasmissiva di base*, valutata sulla base di criteri oggettivi, tali da garantire la copertura delle esigenze primarie per le attività istituzionali di ciascun ente ed in modo da assicurare una distribuzione equilibrata delle risorse, coerentemente con le esigenze espresse dai singoli enti riportate del documento citato. I criteri su cui si è basata tale stima sono i seguenti:

1. Università; si sono usati i dati forniti dal Ministero relativi al numero di docenti, di non docenti e di studenti iscritti.
2. Politecnici; si sono usati gli stessi dati, ma sono stati aumentati i coefficienti, per tenere conto della maggiore incidenza attualmente di attività tecniche con uso di risorse di rete da parte di questi enti.
3. INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) il calcolo si è basato sui preventivi di bilancio di spesa di ricerca delle sue strutture.
4. Per il CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) il calcolo si è basato principalmente sul numero di organi presenti in ciascuna sede.
5. Per ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente) ed Osservatori ci si è basati sulle spese di interconnessione preventivate dagli enti.
6. Ai consorzi interuniversitari è stata assegnata la stessa quantità di banda

5.2.1.1 Università

Le applicazioni attualmente più diffuse, comprese quelle grafiche, potrebbero essere soddisfatte da una rete che porti in ogni sede una capacità che vada da 256 Kbit/s a 2 Mbit/s ed una capacità internazionale di almeno 10 Mbit/s. Nella figura 2 con Atenei di grandi dimensioni si sono indicati quelli con numero di studenti superiore a 40.000.

Questa rete costituisce l'infrastruttura di base che si ritiene prioritaria per la connettività delle università.

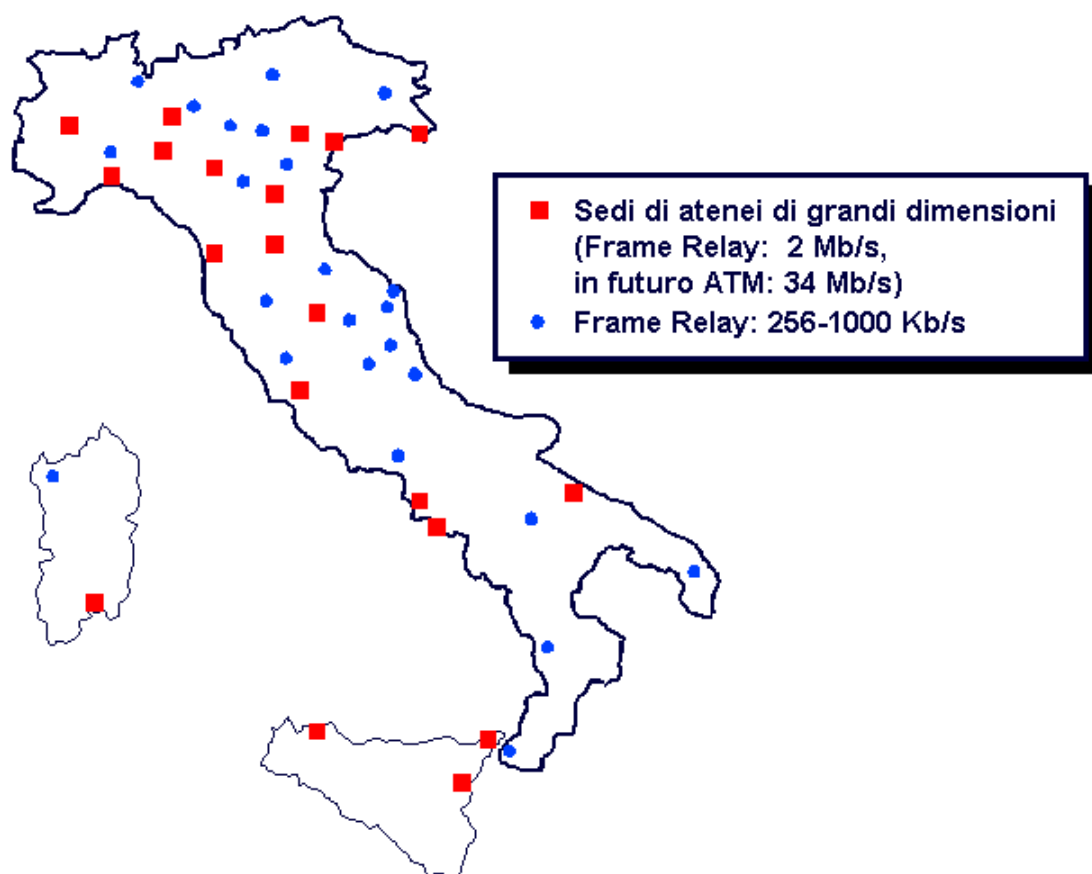


Figura 5.4 Sedi di atenei di grandi dimensioni

5.2.1.2 Osservatori Astronomici

Gli Osservatori Astronomici Italiani sono attualmente 12:

Arcetri (Fi), Bologna, Brera (Mi), Cagliari, Capodimonte (Na), Catania, Collurania (Te), Padova, Palermo, Roma, Torino, Trieste. A questi va aggiunto l'Osservatorio Nazionale TNG con sede alle Canarie. Le applicazioni normalmente utilizzate e quelle previste per il prossimo futuro prevedono connessioni ad almeno 256 Kbit/s per le sedi secondarie/osservative ed almeno 2 Mbit/s per le sedi principali (ATM 34 Mbit/s quando disponibile).

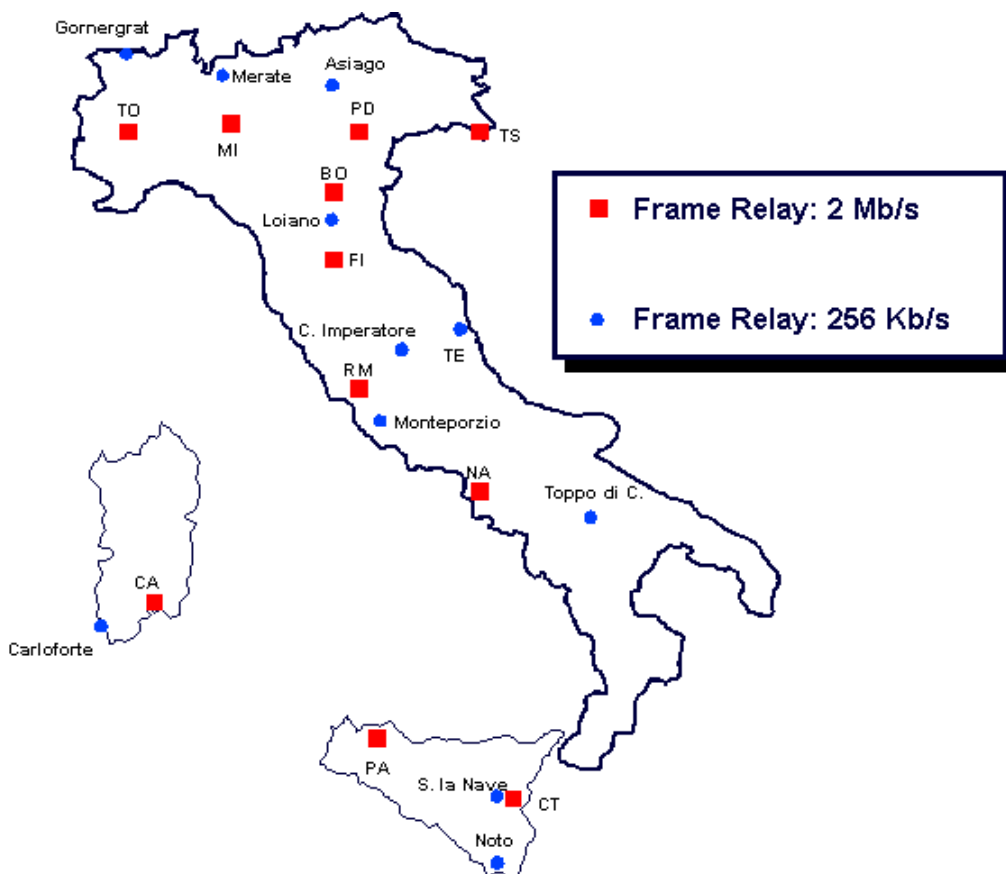


Figura 5.5 Osservatori astronomici italiani

5.2.1.3 INFN

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) è organizzato in 19 Sezioni, 4 Laboratori Nazionali, 1 Centro Nazionale per il Networking (CNAF) e 6 Gruppi Collegati.

Le esigenze di connessione per l'INFN sono determinate dal forte utilizzo del networking nelle attività proprie dell'Ente; tra queste, l'aggiornamento automatico, lo sviluppo, il mantenimento e l'utilizzo di software per gli esperimenti attuali e futuri; i nuovi modelli di analisi e di calcolo distribuiti; l'accesso interattivo alle macchine di esperimento per il controllo degli apparati sperimentali, attraverso programmi con intenso uso di grafica; la analisi remota degli eventi con programmi grafici interattivi (anche 3D); le video conferenze tra gruppi di lavoro internazionali; l'uso di Web Browser per la documentazione dei progetti sperimentali.

Si ritengono necessari accessi che variano da 1 Mbit/s per le piccole sezioni o gruppi collegati fino a 8 Mbit/s per i Laboratori Nazionali e le Sezioni di maggiore dimensione.

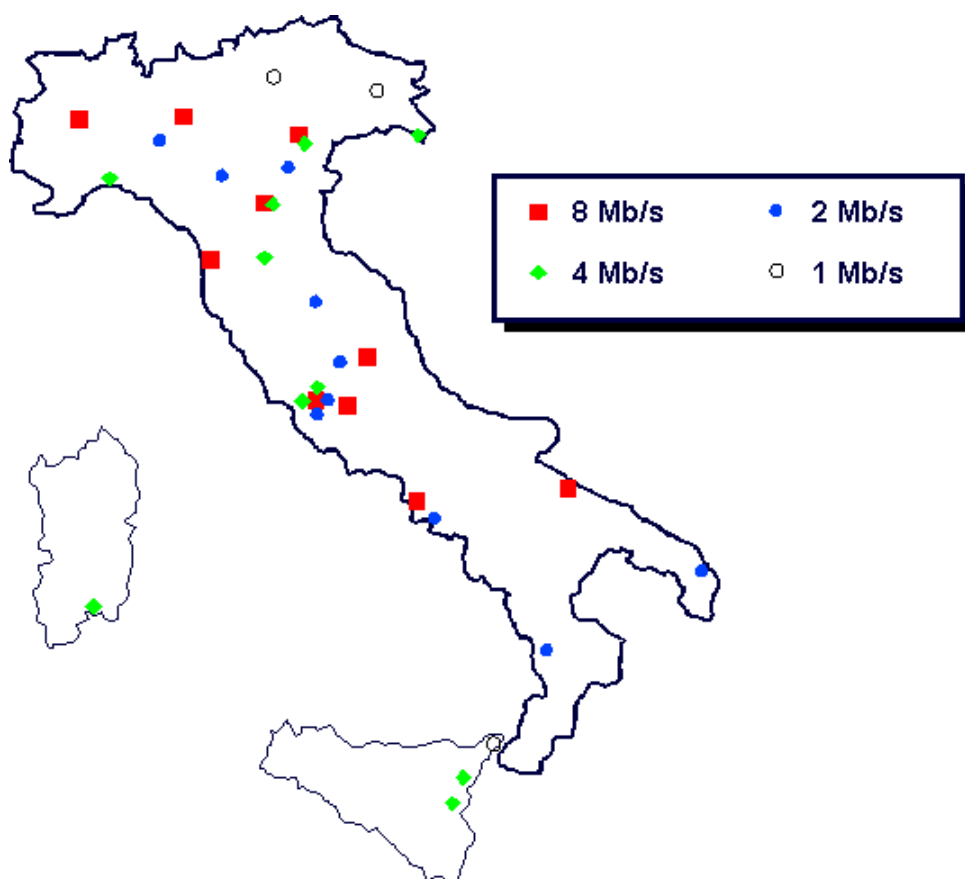


Figura 5.6 Sedi del INFN

5.2.1.4 ENEA

L'ENEA, per i propri compiti istituzionali, oltre a condurre attività di ricerca scientifica e di sviluppo tecnologico nei settori di sua competenza svolge anche compiti di Agenzia tecnica per la diffusione dei risultati delle sue attività di ricerca all'intero contesto nazionale. È pertanto aperta a collaborazioni con il mondo produttivo, con le Amministrazioni centrali, regionali e locali dello Stato, con la Comunità scientifica, con l'Università e la scuola.

L'Ente è presente in tutto il territorio nazionale con 9 grandi Centri di ricerca e altre più ridotte Aree di attività, tutte collegate attraverso la rete dell'Ente.

Notevole risalto hanno le attività di ricerca e sviluppo che l'Enea svolge anche nelle regioni del Mezzogiorno, in particolare nei centri di Trisaia (Matera) e Portici (Napoli).

Le esigenze di connessione variano in funzione delle peculiarità delle attività dei Centri ENEA e dei necessari collegamenti con il contesto nazionale e internazionale tenendo anche conto dello sviluppo di progetti futuri, previsti nel piano di attività dell'Ente, in particolare nel settore dell'High-Performance Computing and Networking. Le velocità di accesso per sede variano pertanto da valori inferiori ad 1 Mbit/s fino ai 4 Mbit/s per i Centri maggiori

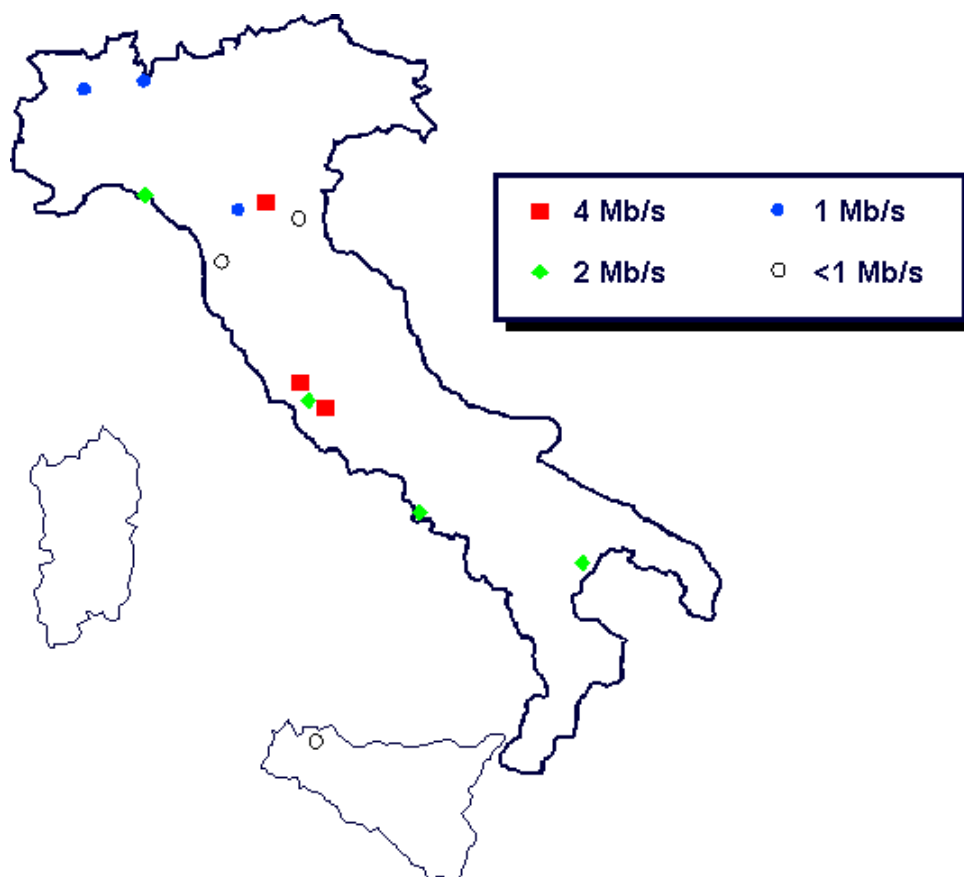


Figura 5.7 Sedi dell'ENEA

5.2.1.5 CNR

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche è organizzato in una Sede Centrale e in 18 Aree della Ricerca, alle quali afferiscono vari Organi (circa 200 Istituti e 130 Centri Studi). I Centri Studi sono ospitati presso sedi Universitarie e le loro esigenze di connettività potranno essere soddisfatte tramite accordi con l'Università ospitante.

Le 18 Aree della Ricerca ed i 200 Istituti sono distribuiti in circa 50 diverse località. In 23 località sono presenti almeno due Istituti. Le esigenze di connettività di una località saranno valutate tenendo conto sia del numero di Istituti ivi presenti, sia dell'utilizzo effettivo della connessione.

In questa stima preliminare, la capacità necessaria alle località con un solo Istituto è stata valutata in 512 Kbit/s, mentre per le altre località si propongono valori compresi fra 1 Mbit/s e 4 Mbit/s.

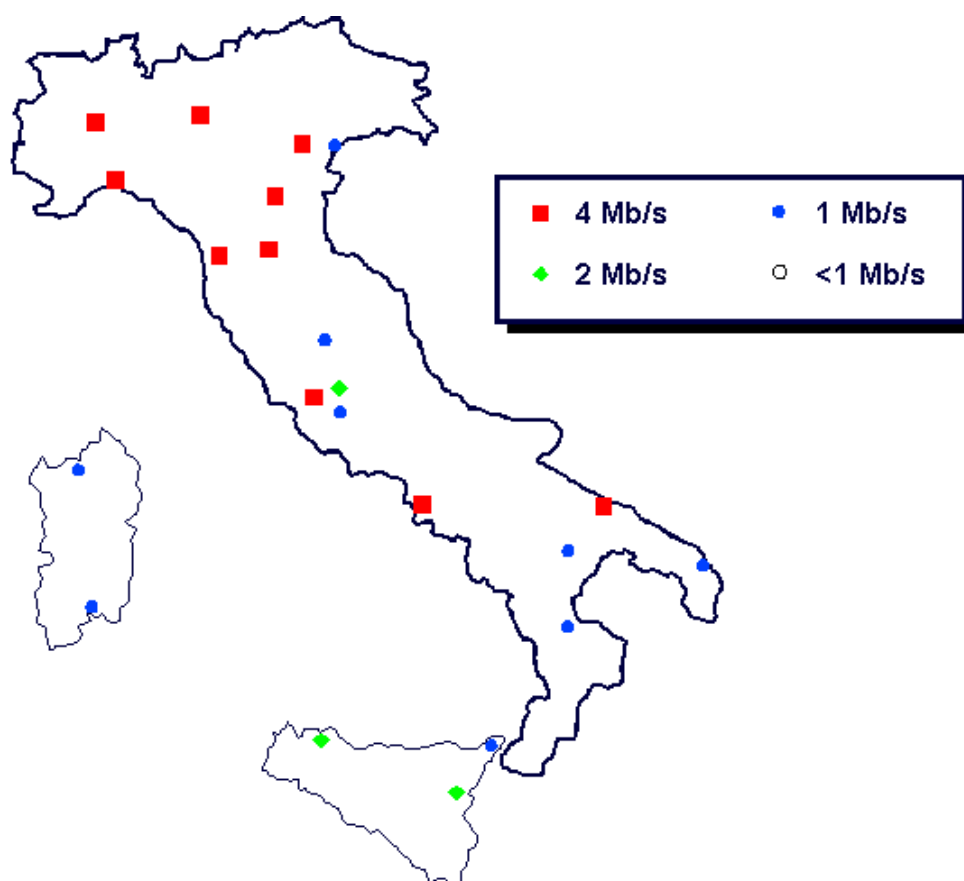


Figura 5.8 Sedi del CNR

5.3 Struttura della Rete

La rete è composta da una *rete di trasporto* e da *circuiti di accesso* (fig. 5.9).

La *rete di trasporto* è costituita da *nodi di accesso* e da *nodi di trasporto* formati da apparecchiature di commutazione ospitate presso le sedi del gestore, che vengono dette (*Point of Presence* o *PoP*).

Tali apparecchiature (router, switch, etc.) saranno di proprietà del gestore con cui "l'Agenzia" stabilirà un apposito contratto di affitto e *hosting*.

Un *circuito di accesso* collega gli apparati di un utente al router di un PoP tramite un circuito virtuale o dedicato. Il circuito dedicato sarà usato solo nei casi in cui la vicinanza del router del PoP rende tale soluzione più economica.

I *nodi di trasporto*, che sono un sottoinsieme limitato dei nodi di accesso (PoP), sono adibiti alla concentrazione dei circuiti virtuali ATM o Frame Relay provenienti da altri *nodi di trasporto* e di *accesso*. Tutti i circuiti internazionali termineranno su un nodo di trasporto.

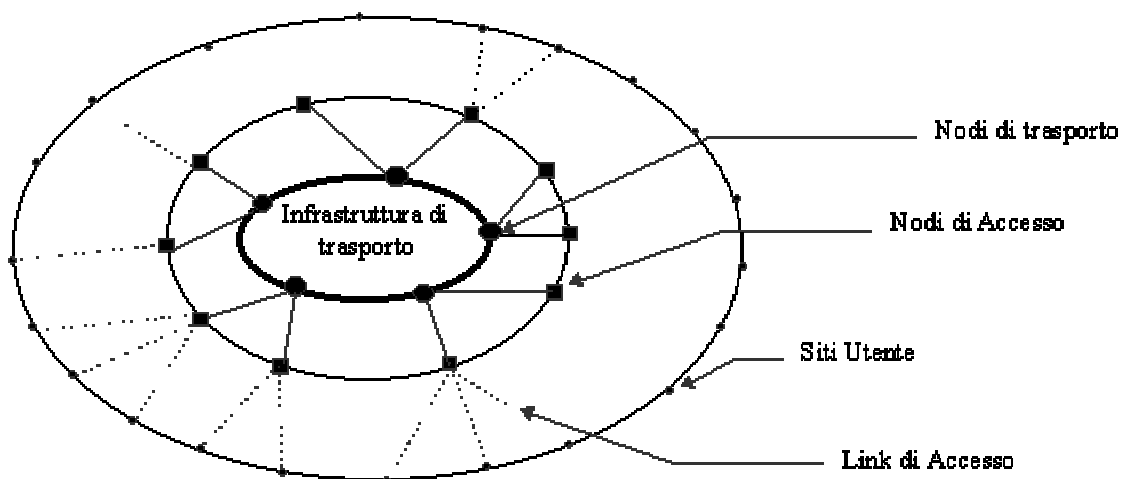


Figura 5.9 Modello della struttura di rete

5.3.1 Nodo di accesso

Il nodo di accesso alla rete è costituito da un router singolo o da un router più uno switch ATM.

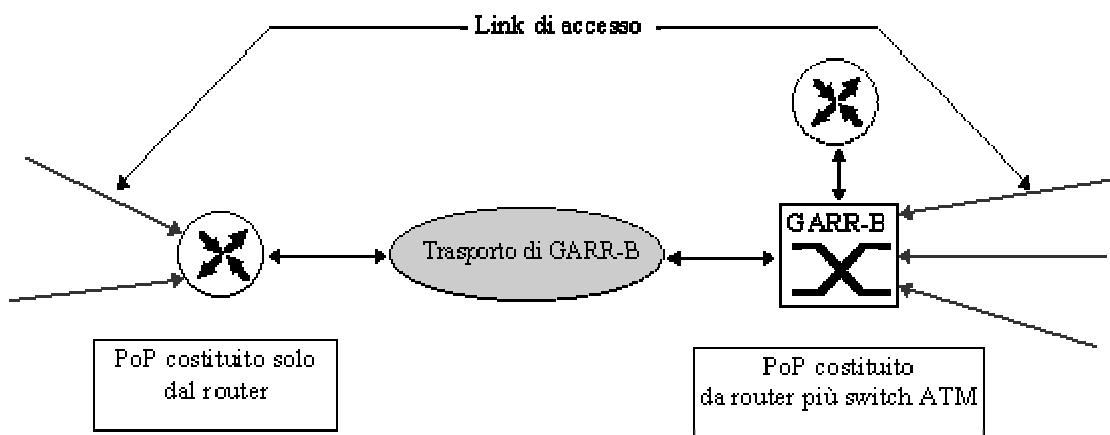


Figura 5.10 PoP di GARR-B

Gli accessi dell'utente alla rete GARR-B possono essere o urbani o interurbani rispetto al PoP di GARR-B.

- Accessi urbani : Sono accessi di questo tipo i circuiti dedicati CDN o ATM che collegano direttamente l'utente locale al PoP di GARR-B. La figura 5.11 descrive i diversi tipi di collegamento fra il router di utente (RU) e gli apparati del PoP.

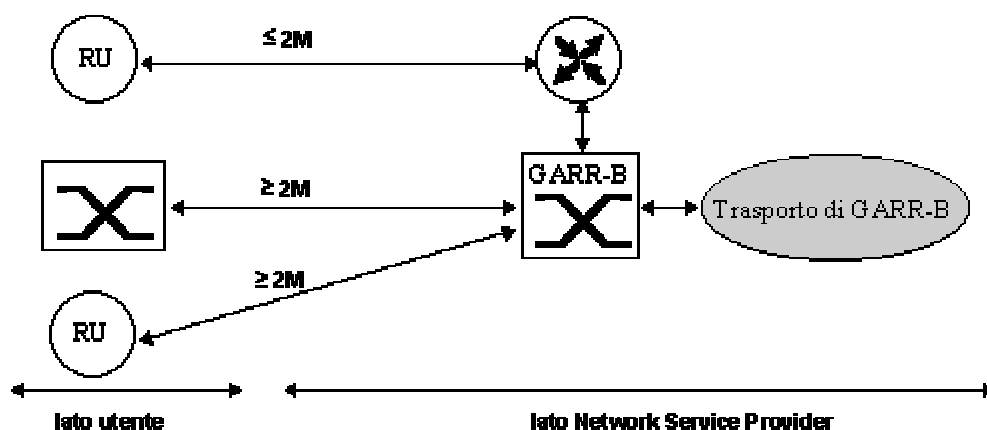


Figura 5.11 Accessi urbani al PoP

I PoP si rendono necessari nei siti dove ci sono più accessi singoli, quindi la presenza di un PoP permette da un lato l'interconnessione fra gli utenti locali e dall'altro di ridurre gli accessi sul servizio ATM con conseguente riduzione dei costi.

- Accessi Interurbani: Sono di questo tipo i link frame relay o ATM che collegano l'utente remoto al PoP di GARR-B.

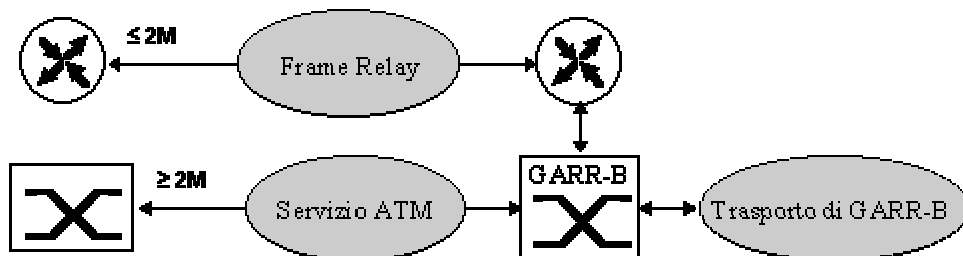


Figura 5.12 Accessi interurbani al PoP

Questi collegamenti sono utilizzati per i siti che richiedono o solo accessi frame relay fino a 2Mbps oppure un singolo link su Atmosfera. Solo nel caso di siti in cui non esiste il servizio Frame Relay o il servizio ATM, l'accesso sarà realizzato con un link punto-punto CDN.

5.3.2 Nodo di trasporto

Ciascun nodo di trasporto è costituito da un *router*, che gestisce da un lato i *link di trasporto* e dall'altro i *link con il router RC*, e da uno *switch ATM* che gestisce i collegamenti ATM fra i router RC e RT e i collegamenti con l'infrastruttura ad alta velocità del Network Service Provider (NSP). Solo in alcuni casi RT può gestire direttamente i *link di accesso*.

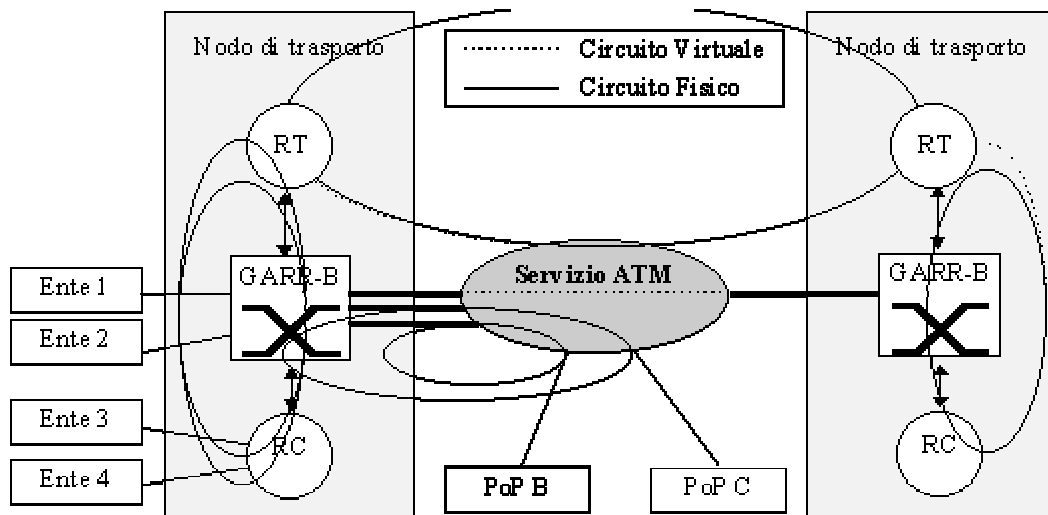


Figura 5.13 Schema di un nodo di trasporto

I circuiti di accesso degli Enti si attestano allo switch ATM di GARR-B quando la loro velocità è superiore a 4Mbit/sec mentre per velocità inferiori si attestano o sul router RT o RC in funzione del carico dei nodi. Il numero dei nodi di trasporto, la loro sede geografica, la magliatura di VC che li collega e la capacità trasmissiva aggregata sono definiti tenendo conto dei seguenti elementi:

- la disponibilità del servizio ATM e la sua capacità trasmissiva
- il tipo di servizio ATM su cui si basa il VC per l'IP, inizialmente sarà di tipo CBR
- numero e velocità degli accessi per sito
- flusso del traffico
- sede degli accessi internazionali
- capacità trasmissiva aggregata per i VC di trasporto non inferiore al 40% (inizialmente) della capacità di accesso globale.

E' bene precisare che Il servizio ATM nazionale su cui si basa la rete di trasporto è di tipo CBR (Constant Bit Rate) oppure VBR (Variable Bit Rate).

Il servizio VBR è definito da un numero di parametri, fra cui i più importanti sono:

- il Sustainable Cell Rate (SCR), capacità trasmissiva media effettiva sui tempi lunghi
- il Peak Cell Rate (PCR) , velocità più elevata per tempi brevi per permettere di trasmettere burst di dati velocemente
- Maximum Burst Size (MBS) che definisce la durata del PCR.

Entrambi i servizi sono operativi da tempo sia a livello nazionale che internazionale (in GARR-2 è operativo da luglio 96 un VC di tipo CBR a 8Mbps CNAF-CERN) e danno sufficienti garanzie di funzionamento riguardo al loro utilizzo da parte di router IP.

I VC di trasporto saranno basati sul servizio ATM di tipo CBR, mentre eventuali VC per applicazioni speciali dell'utente potranno essere definiti sul servizio ATM/VBR.

Il router di trasporto è collegato allo switch ATM di GARR-B inizialmente con una doppia interfaccia a 155Mbps. Successivamente il numero di interfacce a 155Mbps cresceranno in funzione dell'aggregato degli accessi IP e dei VC di trasporto che usciranno da quel router.

5.3.3 Rete di trasporto

I link di trasporto sono costituiti da VC che collegano tutti i router di trasporto fra di loro attraverso il servizio ATM del NSP: essi definiscono la *rete privata virtuale* per il trasporto del traffico nazionale ed internazionale.

Lo switch ATM di GARR-B è collegato all'infrastruttura ATM del NSP con $n \cdot 155\text{Mbps}$ (o $m \cdot 34\text{M}$) interfacce tali da garantire una capacità trasmissiva che soddisfi le richieste di accesso locali e le necessità di trasporto nazionale. L'insieme dei link di trasporto definiscono la topologia e la capacità trasmissiva dell'infrastruttura di trasporto. Le caratteristiche principali della topologia di trasporto sono:

- numero dei nodi di trasporto
- velocità dei VC che collegano i router di trasporto
- numero dei VC che collegano i router di trasporto
- localizzazione del nodo di trasporto

Il numero dei nodi, la velocità dei VC e il loro numero determina la capacità trasmissiva aggregata della rete di trasporto.

Dall'analisi delle richieste di accesso (vedi allegato), il modello di GARR-B viene quantificato con i seguenti parametri:

- *capacità totale di accesso* di circa 480M b/s
- numero totale di *nodi di accesso (o PoP)* uguale a 16: Torino, Milano, Pavia, Genova, Pisa, Firenze, Bologna, Padova, Trieste, Roma, L'Aquila, Cagliari, Bari, Napoli, Catania, Palermo. In tutti i siti sopra elencati è presente il servizio ATMosfera e vi è una richiesta minima di due accessi di cui almeno uno è maggiore di 4M.
- Gli accessi internazionali di GARR-B saranno a Milano e a Napoli. A Milano ci sarà il collegamento con TEN-34 con una capacità di accesso di 34Mb/s, mentre a Napoli ci sarà il collegamento con gli USA con capacità di accesso di 10M inizialmente e con un incremento fino a 45M.

Questi dati sono soggetti ovviamente a rapide variazioni in funzione della crescente richiesta di banda e del notevole incremento tecnologico nel settore della trasmissione in fibra ottica.(nel momento in cui scrivo questa tesi si è già passati ad un collegamento internazionale con TEN-155 con gli USA che apre la strada verso una connessione a 622 Mbit/s necessaria per permettere un'interazione di GARR-B con il progetto Internet2)

Applicando i criteri sopra elencati e in particolare 'numero e velocità degli accessi-utente', 'sede degli accessi internazionali' e 'flusso del traffico nazionale' sono stati identificati i seguenti *nodi di trasporto*: Milano, Bologna, Roma, Napoli.

È stata fatta la seguente stima del flusso di traffico dove per ogni nodo si considera che il 40% del totale degli accessi che confluiscono sul nodo stesso abbia una destinazione locale, mentre il 20% abbia una destinazione internazionale e il restante 40% nazionale:

	Accessi locali	Flusso locale 40 %	Flusso US 10 %	Flusso EU 10%	Flusso Naz. 40 %	Capacità VC del Nodo	VC per nodo
Milano	159M	64M	16M	16M	64M	80M	3
Bologna	116M	46M	11M	11M	46M	68M	3
Roma	175M	70M	17M	17M	70M	104M	3
Napoli	120M	48M	12M	12M	48M	60M	3
totale	570M	228M	56M	56M	228M	312M	12

Tabella 5.1 Stima del flusso di traffico

Stimando un traffico aggregato massimo non superiore al 50% della capacità globale degli accessi, si propone una magliatura fra i 4 nodi di trasporto, realizzata da Virtual Channel con Constant Bit Rate (CBR) alla velocità di 24 M b/s.

In seguito il flusso del traffico sarà misurato periodicamente e sulla base dei risultati verranno apportate modifiche all'infrastruttura di trasporto.

Riportiamo di seguito la configurazione del nodo di trasporto di Bologna attraverso il quale ha accesso alla rete l'università di Ancona:

5.3.3.1 Nodo di trasporto di Bologna

Le sedi collegate sono: Bologna, Loiano, Brasimone, Trento, Ferrara, Modena, Parma, Ancona, Urbino, Macerata, Camerino, Padova, Vicenza, Venezia, Verona, Trento, Firenze, Siena.

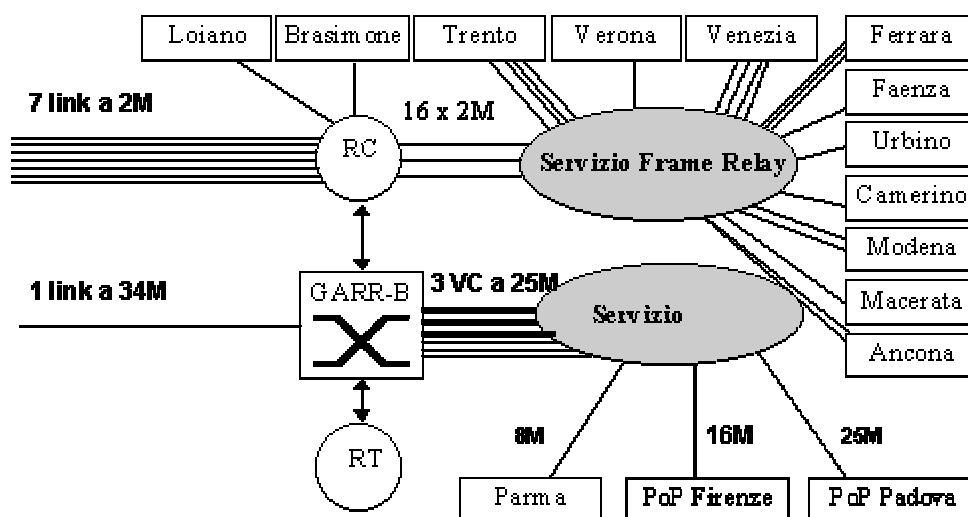


Figura 5.14 Nodo di Bologna

Gli accessi urbani sono costituiti da 1 link a 34 M e 7 link a 2 M e quelli interurbani da 16 Frame Relay, 2 CDN a $n \cdot 64$ K b/s e 2 link ATM per un velocità totale di accesso di 116 M b/s.

Sono presenti 3 VC di trasporto ATM da 25 M per un totale di 75 M.

Risultano 8 VC su RT per un totale di banda di 191M per cui necessitano 2 interfacce a 155M fra RT e lo switch ATM.

5.4 Servizi Operativi di rete

Oltre alla banda trasmissiva GARR-B si propone anche di offrire una serie di servizi per la gestione, il controllo e la consulenza tecnica nonché servizi applicativi.

La realizzazione viene svolta dalla struttura incaricata della gestione (Agenzia) tramite opportuni gruppi operativi che operano sul territorio e sono coordinati centralmente.

Servizi Operativi:

- Network Information Center (NIC). Compito del NIC è la raccolta e la pubblicazione di dati di funzionamento sulla rete; questo comprende in particolare la pubblicazione di report periodici con misure dei flussi di traffico e di documentazione relativa alla rete.
- Network Operation Center (NOC). Il NOC garantisce il funzionamento della infrastruttura fisica attraverso procedure di controllo del routing, dell'efficienza dei link e interagisce con NSP per il ripristino del normale funzionamento.
- Naming Authority. La Naming Authority coordina e gestisce il naming dei domini IP della rete, mantenendo rapporti con le altre naming authority nazionali ed internazionali.
- IP address Registration Authority. La IP Registration Authority coordina ed assegna l'indirizzamento IP per gli utenti della rete, in coordinamento con le altre registration authority internazionali.

- IP Routing. Il gruppo di routing IP implementa le policy di routing e svolge le funzioni di routing registration Authority per il protocollo IP, ne garantisce il funzionamento e fornisce raccomandazioni all’Agenzia.

Servizi Applicativi:

- Servizio Informazione Biblioteche, Documentazione e Dati (IBDD). Promuove e sostiene operativamente i progetti telematici cooperativi tra i servizi bibliotecari, informativi e statistici.
- Servizio di Sicurezza. Tra i compiti del servizio vi è quello di fornire l’assistenza agli utenti della rete sugli aspetti di sicurezza dei sistemi di rete, di organizzare e facilitare lo scambio e l’aggiornamento sui sistemi di sicurezza e sugli incidenti informatici, in coordinamento con i servizi CERT (Computer Emergency Response Team) di altri paesi.
- WWW. Il servizio WWW mette in atto tecniche di ottimizzazione delle risorse informative e trasmissive (cache, proxy server). In particolare un ben organizzato servizio di cache per il WWW consente di ridurre significativamente il traffico sulle linee internazionali. Un servizio cache nazionale richiede la creazione di una gerarchia a diversi livelli di cache. Il livello principale può essere costituito da server nazionali con elevate prestazioni transazionali e dotati di alta capacità di disco. Per assicurare maggior efficacia al servizio è prevedibile l’adozione di meccanismi in grado di garantire la qualità del servizio.
- Servizio di ricerca delle informazioni. Un altro servizio di significativa utilità per gli utenti della rete è un servizio di indicizzazione e ricerca del materiale sul Web. Questo servizio ha lo scopo di agevolare la ricerca tra le sempre crescenti quantità di materiale disponibile in rete.

- Servizio News. Un servizio più tradizionale sulla rete è il servizio Usenet News, che consente la raccolta e la distribuzione di notizie o materiale a gruppi di interesse specifici, nazionali ed internazionali. Il servizio si basa su alcuni nodi nazionali che ricevono giornalmente il materiale prodotto in sedi internazionali e lo diffondono attraverso una struttura di server gerarchico a livello nazionale. L'attività richiede l'utilizzo di server nazionali di elevate prestazione transazionali e di grande capacità disco.
- Servizi multimediali in tempo reale. Servizi multimediali in tempo reale quali la audio-videoconferenza e applicazioni per facilitare il lavoro cooperativo via rete (CSCW) richiedono la costituzione di sottoreti virtuali (es. MBONE) che realizzano il multicast dei pacchetti, in modo da consentire comunicazioni in tempo reale. Le problematiche relative alla gestione del routing multicast ed unicast dovranno essere affrontate in modo unitario. Il servizio si dovrà sviluppare seguendo l'evoluzione delle tecnologie per la trasmissione per flussi isocroni e di nuovi protocolli di routing multicast.

5.5 Ten-155 e DANTE

La rete della ricerca Europea ha ricevuto un impulso decisivo con l'entrata in opera di TEN-155 l'11 dicembre 1998 dopo il successo di TEN-34.

Questo nuovo strumento, una linea trasmissiva a 155 Mbit/s che offre ai ricercatori europei la banda e la qualità del servizio necessarie per competere a livello mondiale e restituire all'Europa il ruolo che le compete.

Oltre al backbone con gli USA attestato a Berlino, abbiamo nodi in Austria, Francia, Italia, Olanda, Svezia, Svizzera, Inghilterra a 155 Mbit/s e in Belgio, Repubblica Ceca, Grecia, Ungheria, Irlanda, Portogallo, Slovenia e Spagna a 34 o 45 Mbit/s.

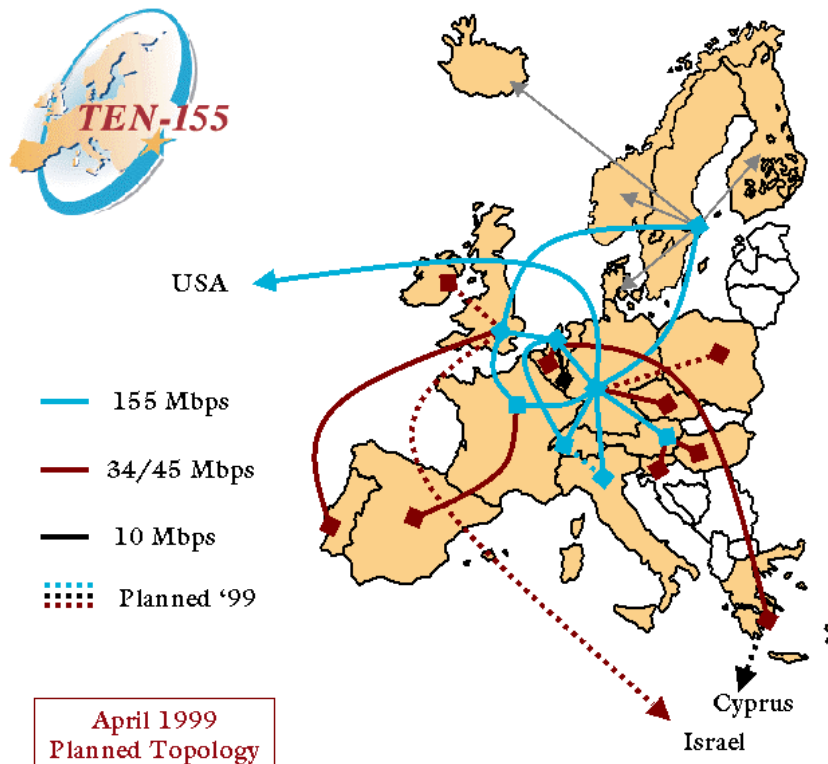


Figura 5.15 Topologia di rete di TEN-155

La caratteristica principale di TEN-155 e' quella di combinare il meglio della tecnologia IP e ATM.

TEN-155 infatti è basato su circuiti SDH con ATM al livello superiore che permette il controllo della banda per un carico ottimale della capacità SDH.

Questo servizio chiamato MBS (Managed Bandwidth Service) ha lo scopo di fornire circuiti virtuali temporanei che garantiscano la banda tra le reti nazionali della ricerca.

A livello ancora sperimentale si affianca a TEN-155 il progetto QUANTUM che include una serie di test (QTP Quantum Test Programme) che hanno lo scopo di verificare l'efficienza di nuove tecnologie, prodotti e servizi per inserirli in futuro nella sezione operativa.

Il QTP e' coordinato da DANTE (Delivery of Advanced Networking Technology to Europe Ltd.), da diversi gruppi di lavoro che fanno capo a TERENA (Trans-European Research and Education Networking Association) e da Telebit Communications che fornisce il supporto tecnico.