

- Valutazioni di sicurezza ICT nel Ce.Va. ISCOM del Ministero delle Comunicazioni accreditato dall'Autorità Nazionale per la Sicurezza (ANS)
- Analisi delle problematiche connesse con la verifica del soddisfacimento dei requisiti di sicurezza fissati dalla normativa europea relativamente ai dispositivi utilizzati per la firma elettronica
- Analisi delle caratteristiche di sicurezza dei dispositivi per l'apposizione di firme digitali con procedure automatiche
- Collaborazione con il Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione (CNIPA) relativamente all'introduzione dei processi di certificazione della sicurezza ICT nell'ambito della pubblica amministrazione
- Osservatorio per la sicurezza delle reti e studi sulle prestazioni obbligatorie a fini di giustizia
- Sicurezza nelle comunicazioni istituzionali e nelle infrastrutture critiche
- Collaborazioni con varie Università, anche attraverso docenze in master di specializzazione nell'area della sicurezza ICT

2.5 Area 5. Analisi e sviluppo di linguaggi multimediali

La Fondazione si è interessata alla analisi critica e allo sviluppo di linguaggi multimediali in grado di sfruttare le potenzialità e le opportunità innovative offerte dalle tecnologie della comunicazione. Una delle sfide culturali più stimolanti nei prossimi anni risiederà nella capacità di utilizzare i nuovi mezzi di espressione in forme adeguate ai contenuti e al reperimento di informazioni multimediali in rete, valutando la possibilità di sviluppo di motori di ricerca basati sul riconoscimento di contenuti non solo testuali, ma anche di natura audio (*information retrieval*).

A partire dai risultati di recenti ricerche svolte in Fondazione nell'ambito dei sistemi di comunicazione multimediale sono state selezionate e sviluppate alcune applicazioni di servizi multimediali per una loro valutazione di efficienza e di possibile realizzabilità sotto forma di dimostratori software.

Nel campo dei motori di ricerca sono stati fatti studi e sperimentazioni di un motore di ricerca a categorie, che cioè raggruppa i risultati in una gerarchia di categorie specifica a ciascuna interrogazione e consente all'utente di accedere direttamente ai risultati associati a ciascuna categoria. Il vantaggio è che non c'è bisogno di scorrere lunghe pagine di risultati e di digitare nuovi termini per raffinare l'interrogazione.

La Fondazione ha curando la preparazione della conferenza ECIR2007, che si terrà a Roma nel 2007, la maggiore conferenza europea e fra le più importanti al mondo nel campo del reperimento delle informazioni. Nel corso della conferenza, saranno trattati tutti i principali metodi di ricerca delle informazioni (interrogazione, filtraggio, classificazione, navigazione) su vari tipi di dati non strutturati (testi, pagine Web, audio e video, posta elettronica, documenti XML), sia per Internet che per Intranet.

Inoltre la Fondazione ha proseguito l'azione rivolta alla tutela della lingua italiana e alla sua diffusione, anche attraverso strumenti di comunicazione e modalità didattiche innovative anche basate sul trattamento automatico del linguaggio.

Infine sono stati intrapresi studi sui sistemi di identificazione biometria e sulla usabilità e accessibilità dei siti web.

2.6 Area 6. Analisi economica e di scenario a supporto delle scelte pubbliche

Nell'ambito del supporto che la Fondazione Ugo Bordoni ha fornito al Ministero delle Comunicazioni, è stata condotta un'analisi socio-economica e di scenario del mercato delle comunicazioni, proseguendo, estendendo e specializzando i lavori e gli studi già svolti in passato e agendo in piena sinergia con tutte le altre attività svolte in Fondazione.

Tra le principali attività ricordiamo la valutazione dell'impatto della politica d'incentivazione degli accessi a banda larga sulla produttività settoriale, alcuni studi di analisi economica ed in particolare la valutazione degli impatti della televisione digitale.

Particolare rilevanza è stata data alla crescita delle PMI cercando di diffondere le metodologie messe a disposizione dall'ICT ed in particolare l'uso di servizi web-based (progetto Agire digitale).

Anche il progetto "IBIS" (International Benchmarking of the Information Society) si colloca nell'ambito del supporto che la Fondazione Ugo Bordoni fornisce alle attività del Ministero delle Comunicazioni. Tale progetto ha realizzato e aggiornato un sistema altamente strutturato e flessibile per il monitoraggio e il benchmarking, internazionale e nazionale, relativo alla evoluzione ICT e allo sviluppo della Società dell'Informazione.

E' iniziato uno studio di analisi delle opportunità ICT per il settore della logistica, che dovrebbe portare nel 2007 alla proposta di un progetto europeo nell'ambito dell'FP7.

La FUB ha partecipato alle azioni COST 298 (Presidenza FUB) e COST A22 (FUB nel comitato direttivo) che si collocano nell'ambito dell'analisi socio-economica del settore ICT.

L'intera area si caratterizza per aver sviluppato una rete efficace tra istituzioni, imprese, università e centri di eccellenza pubblici e privati. E' proprio il peculiare ruolo della Fondazione in tale rete che ha consentito di svolgere un'azione specifica di promozione dell'ICT presso PMI e microimprese, evitando, come si può evincere dalla descrizione più estesa delle attività, inutili sovrapposizioni a quanto svolto in questo ambito da altri enti.

La FUB ha concluso nel 2006 l'attività di supporto alla Commissione per l'assetto del sistema radiotelevisivo e supportato il Ministero delle Comunicazioni nell'attività di erogazione dei contributi alle emittenti radio televisive locali.

2.7 Il monitoraggio dei campi elettromagnetici

Lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie di telecomunicazione, conosciuti nei passati decenni, hanno portato ad una capillare diffusione delle sorgenti sul territorio. Ciò ha condotto all'insorgere, in Italia più che in altre nazioni d'Europa, di preoccupazioni e timori che hanno ostacolato il dispiegamento stesso delle reti, condizionando i piani industriali degli operatori di telecomunicazioni, in particolare per la telefonia mobile.

La percezione di un rischio da parte dei cittadini, indipendentemente dalla certezza della sua esistenza, conduce all'obbligo morale per chi governa di dare una risposta chiara e completa.

In questo quadro si inseriscono gli interventi previsti dal Governo per la riduzione delle emissioni elettromagnetiche, formalizzati con il D.P.C.M. del 28 marzo 2002. Fra questi interventi rientra la realizzazione di una rete di monitoraggio nazionale dei campi elettromagnetici.

Lo scopo del progetto, operativo dal 2002 e il cui termine è stato fissato per ottobre 2006, è stato quello di creare una rete di sensori in grado di dare una valutazione del reale livello di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a RF. La rete vuole essere, al tempo stesso, sia uno strumento tecnico di supporto per tutti i soggetti istituzionalmente preposti al controllo del territorio per la verifica del rispetto dei limiti di esposizione fissati dalla norma, sia, soprattutto, un servizio rivolto alla popolazione.

L'ente responsabile della rete di monitoraggio è il Ministero delle Comunicazioni, che si è avvalso, come previsto dalla legge, della consulenza tecnica della Fondazione Bordini, che si è fatta carico di tutti gli aspetti tecnici relativi al progetto, della realizzazione e della gestione della rete stessa. Il progetto viene realizzato in collaborazione con tutte le Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione Ambientale (ARPA/APPA).

La Fondazione ha avuto il compito di identificare metodologie univoche per l'acquisizione, l'elaborazione e l'analisi dei dati del monitoraggio, supportare le Agenzie nella raccolta e nella validazione dei dati, condividere con le ARPA stesse i risultati delle campagne di misura, nonché garantire le risorse finanziarie necessarie per la realizzazione della rete stessa. Alle Agenzie è stato demandato il compito, in linea con il ruolo istituzionale che le stesse rivestono, di scegliere i siti da monitorare, di posizionare le centraline, di acquisire e validare i dati misurati e di trasmetterli alla Fondazione Bordini che ne cura la pubblicazione sul sito www.monitoraggio.fub.it.

In aggiunta a tale progetto, nel corso del 2006, sono stati sviluppati altri due filoni di attività: il primo relativo ad una collaborazione con il Ministero dell'Ambiente mirato a portare all'integrazione dei database degli impianti a RF a disposizione del Ministero delle Comunicazioni e delle misure di esposizione ai campi elettromagnetici, per favorire l'integrazione di tali dati sul supporto informatico del Ministero dell'Ambiente, al fine di favorire la condivisione delle

informazioni fra le varie Amministrazioni, nel rispetto delle reciproche specificità. Il secondo filone di attività ha riguardato un servizio richiesto dalla Società Autostrade alla Fondazione Bordini, in virtù dell'esperienza maturata in Fondazione nel settore delle misure di campo a RF. L'attività è consistita in una valutazione della qualità del servizio ISORADIO, lungo tutte le tratte autostradali coperte da tale servizio, sempre nell'ottica di ottimizzare i servizi offerti alla cittadinanza.

3. Le attività della Fub nel 2006

3.1. Area 1. Reti di Nuova Generazione

Il 2006 ci ha mostrato che l'era delle Next Generation Networks (NGN) è molto vicina, ma non immediata e questo perché innanzitutto sarebbero necessari degli ingenti investimenti per portare essenzialmente la fibra ottica in prossimità dell'utenza; discorso a parte andrebbe poi fatto per gli investimenti indispensabili per colmare il divario digitale. Dal punto di vista strettamente tecnologico sarebbero necessari ulteriori studi per il miglioramento della gestione¹ della rete e il trattamento della Qualità del Servizio (QoS). Un fatto fondamentale è comunque che il passaggio all'*All IP* è ormai ben maturo e l'esempio più evidente è quello della IPTV, tuttavia alcuni aspetti, specialmente legati alla standardizzazione² e alla QoS devono ancora essere chiariti.

La Fondazione Ugo Bordoni nel 2006 ha svolto approfondite attività di ricerca in questa area su temi che riguardano le NGN e la rete fissa, in particolare l'indirizzo di studi che è stato dato per le NGN riguarda le modalità per fornire e sfruttare una banda di 20 Mb/s per l'utenza e per realizzare una rete altamente dinamica utilizzando le tecniche ottiche. Innanzitutto si è fatta una analisi sullo stato della rete nazionale per capire quali sono le architetture che avremo a disposizione nei prossimi 2 o 3 anni e molte delle attività di ricerca svolte nel 2006 sono state indirizzate proprio in base alle conclusioni che sono venute da questa analisi. Tale analisi, riportata nella sez. 3.1.1, ci mostra che per l'accesso avremo ancora a che fare con l'ultimo miglio ancora sostanzialmente in rame e quindi abbiamo proposto e sperimentato tecniche che cercano di sfruttare al meglio questa infrastruttura anche con la diffusione della IPTV ad alta definizione (3.1.2.1). Le tecniche di trasmissione GBE tendono a diffondersi sempre più e anche su questo tema sono state svolte delle attività sperimentali (3.1.2.2) per mostrare che la tecnica GBE possono essere ottenute delle operazioni di riconfigurazione e di ripristino con tempi molto veloci e a basso costo, specialmente utilizzando la tecnica Wavelength Division Multiplexing (WDM) che permette di sfruttare al meglio le fibre già installate. Il tema della riconfigurazione automatica è stato poi trattato con particolare rilievo per quanto riguarda l'instaurazione delle Virtual Private Networks (VPN). Punto fondamentale di queste attività sperimentali è stato il test bed di rete IP multiaccesso multiservizio realizzato in collaborazione con l'ISCOM, che ha ormai raggiunto un buon livello di

¹ Ad esempio nell'impiego delle reti Ethernet occorrono delle funzionalità che gestiscano meglio le operazioni di ripristino e di riconfigurazione, lavorando su strati sempre più vicino a quello fisico e per maggiori dettagli si veda l'attività sperimentale fatta dalla FUB nel par. 3.1.2. Per la gestione dinamica della rete ad esempio alcune funzioni non risultano ancora pienamente automatiche come ad esempio l'instaurazione delle virtual private network.

² Il tema della standardizzazione nella IPTV sarà trattato nel capitolo 3.3.

rappresentazione di una rete reale grazie alla integrazione di molti router e dispositivi per l'accesso. Alcuni altri esperimenti hanno riguardato i sistemi optical wireless, visti come una tecnica di disaster recovery.

Sono inoltre fatti degli studi per proporre delle architetture di rete in zone rurali con l'obiettivo di portare banda all'utenza in grado di utilizzare servizi basati sulla IPTV, prendendo quindi in considerazione infrastrutture in fibra ottica a basso costo (3.1.3).

Nel par. 3.1.4 abbiamo riportato le indagini fatte sull'IPv6, da cui è nato un confronto tra operatori e manifatturiere che ha portato alla realizzazione di un Quaderno di Telèma.

Le conoscenze sulle tecniche IP sono state inoltre utilizzate per la realizzazione della rete per il Ministero delle Comunicazioni che è stata conclusa proprio nel 2006 (3.1.5). Nel 3.1.6 riportiamo il ruolo della FUB nell'ambito del progetto Europeo E-Photon/One.

La FUB ha seguito le principali attività di normativa per le reti, sia a livello nazionale partecipando ad esempio al tavolo dell'AGCOM sulla QoS per servizi su rete fissa che si è creato alla fine del 2006³, sia a livello internazionale, in particolare presso l'ITU-T (3.1.7).

3.1.1 Lo stato delle reti in Italia.

La FUB ha effettuato una analisi della rete fissa italiana per capire in quali segmenti sono necessari i più importanti investimenti e dove sono necessarie nuove soluzioni tecnologiche.

Le richieste più importanti per la rete fissa nazionale sono oggi nel segmento di accesso per soddisfare le esigenze in termini di larga banda per l'utenza. Certamente anche nel 2006 il numero di utenze a larga banda ha continuato a crescere raggiungendo la cifra di 8 milioni, e soprattutto la "qualità" della larga banda è migliorata grazie alle maggiori capacità che l'utenza ha oggi a disposizione, grazie alle ottime offerte commerciali con quei 4-6 Mb/s in downstream che ci consentono l'utilizzo di servizi basati sullo streaming video. Tuttavia occorre rilevare che il divario digitale è ancora troppo forte (la copertura non supera il 13%, inferiore alla media europea) e soprattutto si intravedono grossi problemi che potrebbero sorgere in presenza di una più capillare diffusione della larga banda che porterà alla saturazione della rete in rame⁴. Ecco quindi la necessità di profondi investimenti per migliorare la rete di accesso introducendo architetture che portino la

³ A fine 2006 è stato creato dall'AGCOM un tavolo tecnico relativo al tema della Qualità del Servizio per accesso ad Internet da postazione fissa. A tale tavolo partecipano operatori, ISP, associazioni consumatori, FUB, ISCOM e l'università Roma 1. Da tale tavolo è stato creato un gruppo tecnico composto da FUB, ISCOM, AGCOM e Università Roma 1 che ha ricevuto l'incarico di formulare una serie di proposte per le modalità di misura della QoS.

⁴ La saturazione della rete in rame sarà dovuta alla interferenza che si produrrà tra i doppiini telefonici contenuti nei cavi che dalla centrale raggiungono il primo armadio di ripartizione.

fibra ottica sempre più in prossimità dell'utente (Fiber to the curb, building, home). Ma i finanziamenti richiesti, specialmente per migliorare la rete di accesso, sono troppo alti ed ecco quindi la necessità di sfruttare il più possibile la rete attuale cercando opportune ottimizzazioni in ogni segmento di rete.

Vediamo nel dettaglio i punti critici della rete fissa e le soluzioni che la FUB propone dal punto di vista tecnico.

La rete backbone

La fig. 1 mostra la distribuzione della fibra ottica in Italia, che a livello di backbone può considerarsi con una buona penetrazione (diverso è come vedremo la situazione per la connessione alle centrali e cioè per la rete di backhoul). La rete in fibra principale è quella di Telecom Italia, ma anche altri operatori sono in possesso di importanti segmenti come WIND e FASTWEB.

La dotazione infrastrutturale migliore si ritrova in Regioni come la Lombardia e il Lazio (soprattutto nell'intorno di Milano e Roma); con dotazione infrastrutturale buona, cioè superiore alla media sono Liguria, Emilia-Romagna, Campania e Piemonte (tranne in quest'ultimo caso, la fascia subalpina). Come ben noto, la rete backbone non richiede forti investimenti in termini di fibre in quanto è presente anche una buona ridondanza che assicura una buona risposta ai problemi di ripristino e protezione.

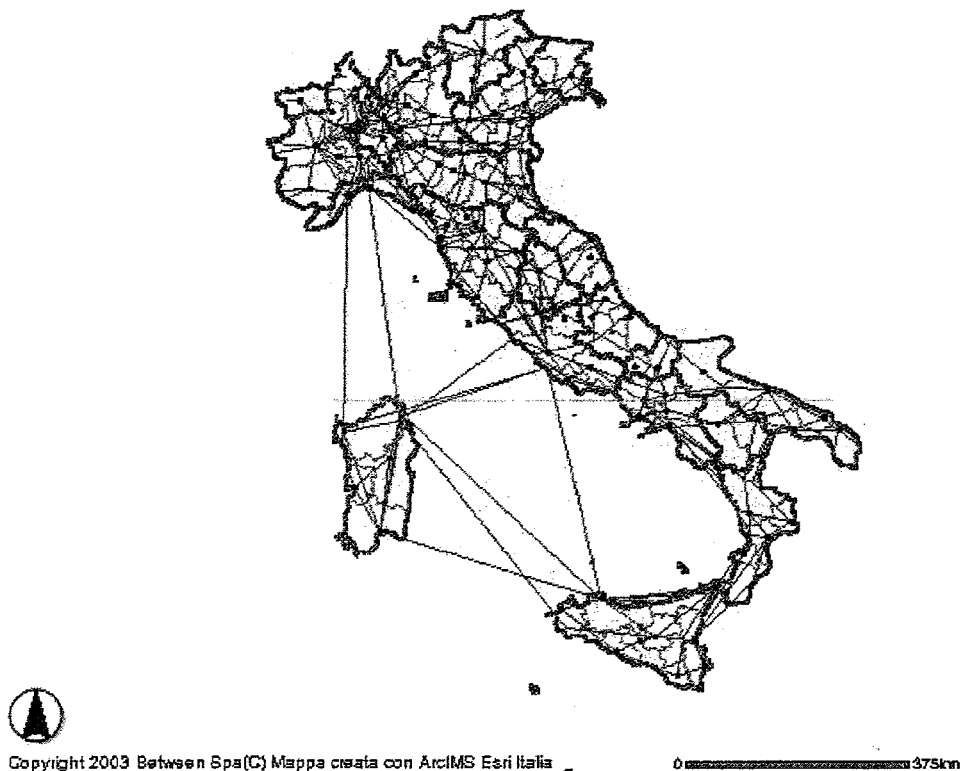


Fig. 1: Distribuzione della fibra ottica in Italia.

I sistemi di trasmissione utilizzati oggi nella rete di backbone (essenzialmente sistemi multicanale o Wavelength Division Multiplexing, WDM, del tipo $nx2.5$ Gb/s e $mx10$ Gb/s, con n e m che raggiungono anche il valore di qualche decina) consentono di gestire capacità ben più ampie di quelle oggi necessarie. Tuttavia la capacità nella rete sta crescendo molto e se la larga banda si dovesse diffondere a ritmi più elevati di quelli di oggi potrebbero essere necessari degli investimenti per accrescere la capacità dei sistemi di trasmissione. L'aumento della capacità di trasmissione può avvenire con diverse modalità. Al momento la cosa più semplice è aumentare il numero di canali (n e m) e questo è possibile utilizzando amplificatori ottici in banda L e anche in banda S, sfruttando così pienamente la banda della fibra a 1500 nm. Ma è molto interessante anche la soluzione di aumentare la capacità di canale passando da 10 a 40 Gb/s (o come alcuni propongono a 100 Gb/s in tecnica GBE). I sistemi a 40 Gb/s sono ormai commercialmente disponibili, ma la loro introduzione è frenata dal problema degli effetti dispersivi della fibra ottica che potrebbero essere rilevanti su distanze di centinaia di chilometri⁵. Per limitare gli effetti dispersivi sono stati proposti sistemi che con opportune tecniche di modulazione possono ridurre la banda di trasmissione. La FUB ha effettuato studi di comparazione tra questi sistemi, anche con tecniche di simulazione⁶ e ha concluso che il sistema più idoneo per l'immunità agli effetti dispersivi è quello DQPSK. Tuttavia la complessità del trasmettitore e del ricevitore, con le conseguenze di alti costi, lasciano parecchi dubbi sulla sua implementazione finale.

Sulla rete dorsale i sistemi di trasmissione utilizzati sono essenzialmente di tipo SDH, tuttavia un'altra tecnica di trasmissione, specialmente su brevi distanze (decine di 70 km), si sta facendo strada ed è quella della Gigabit ETHERNET (GbE) che risulta molto meno costosa di quella SDH; ma sono molte le proposte che vedono la diffusione di questa tecnica su tratte sempre più lunghe, specialmente con nuove modalità di trasporto come il Transport MPLS (T-MPLS). L'architettura della rete sempre più a livello Ethernet vede la possibilità di migliorare la gestione dei servizi di tipo IP con etichettature a livello 2 (e questo avviene ad esempio con l'introduzione della tecnica VPLS). Tuttavia occorre precisare che la tecnica GbE, al contrario di quella SDH, non possiede intrinsecamente tutte quelle funzioni di OA&M, fondamentali per garantire la buona funzionalità della rete, che sono invece presenti nelle reti SDH. Tra queste funzionalità risulta di fondamentale importanza l'applicazione di efficienti meccanismi di protezione/ripristino allo scopo di garantire

⁵ La dispersione cromatica e soprattutto quella di polarizzazione sono i fenomeni di degradazione che limitano la trasmissione di un segnale a 40 Gb/s su lunghe distanze.

⁶ La FUB detiene un potente codice di simulazione in MATLAB che fu realizzato nell'ambito del progetto IST ATLAS tra il 2000 e il 2002 e che consente la simulazione di ogni sistema di trasmissione ottico.

una più elevata affidabilità e disponibilità dei servizi offerti all'utenza derivante dalla capacità di recupero/ripristino e/o di sopravvivenza della rete nei confronti di uno o più guasti anche in reti GbE. Questo tema è stato ampiamente studiato dalla FUB proponendo e sperimentando delle soluzioni riportate in 3.1.2.3.

La trasmissione GbE avviene con bit rate a 1.25 Gb/s e 10 Gb/s; come evoluzione verso bit rate più alti le proposte internazionali si focalizzano sul 100 GbE. Crediamo che, come per il 40 Gb/s, l'introduzione di questa tecnica potrà avvenire solo su segmenti di rete molto corti (<50 km) e con particolari esigenze di traffico.

A livello di nodi di dorsale oggi la presenza di router ad altissima capacità con diverse tecniche di etichettatura dei pacchetti IP fa sì che il traffico può essere trattato con grande efficienza grazie alla tecnica MPLS, inoltre tecniche come il DiffServ permettono la garanzia della QoS (vedi par. 3.1.2 per maggiori dettagli). La crescita del traffico richiederà solo di riadattare tali dispositivi. Inoltre l'efficienza aumenterà con il trattamento della permutazione e della commutazione sempre più a livello ottico grazie alla introduzione degli Optical Cross Connect (OXC) che è già in corso.

La rete a larga banda: accesso, MAN e backhoul

La rete per l'adiffusione a larga banda è quella dell'accesso, e cioè quella che parte dalla centrale e arriva all'utenza finale. Tuttavia il trattamento della larga banda non può essere fatto indipendentemente dai segmenti di rete che alimentano la rete di accesso e quindi la rete di giunzione (o Metropolitan Area Network, MAN) e la rete backhoul che connette le centrali alla dorsale.

Dal 2000 ad oggi l'Italia ha avuto una forte diffusione della larga banda, pur considerando la difficile situazione di partenza, che la vedeva come un paese che non aveva molta familiarità con le tecniche informatiche, e specialmente per la mancanza di una rete per la TV via cavo, e soprattutto per la difficile situazione orografica che rendeva molto difficile la realizzazione di nuove infrastrutture di rete. Oggi gli utilizzatori di internet, in Italia, hanno superato i 28 milioni e gli accessi a larga banda sono circa 8 milioni (31 dicembre 2006).

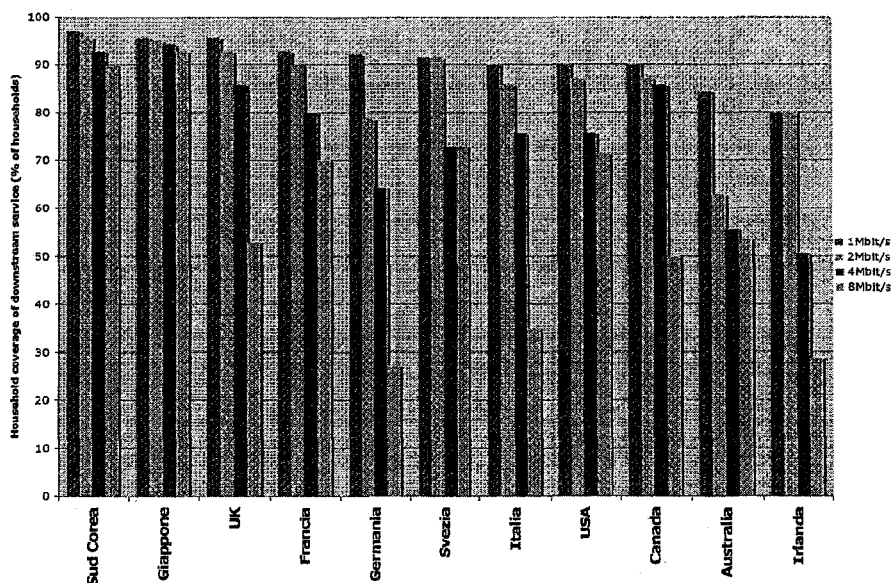


Fig. 2: Confronto tra le capacità disponibili in downstream in alcuni paesi.

La maggior parte degli accessi (il 95, 7%) è fornita in modalità xDSL e vi sono circa 300. 000 accessi in fibra ottica (circa il 5% del totale).

Dal confronto tra le velocità in downstream riportata in fig. 2 risulta che in Italia la larga banda offerta dagli operatori è buona con una discreta percentuale per gli accessi a 4 e 8 Mb/s che sono quelli che abilitano i servizi con streaming TV.

Il digital divide di tipo infrastrutturale, legato cioè all'impossibilità di accedere alle reti a larga banda, riguarda oggi circa il 13% della popolazione, distribuita a macchia di leopardo sull'intero territorio nazionale. Nella fig. 3 riportiamo lo stato del Digital Divide in Italia suddiviso per regioni.

Digital divide in Italia Popolazioni e comuni non serviti dalla larga banda

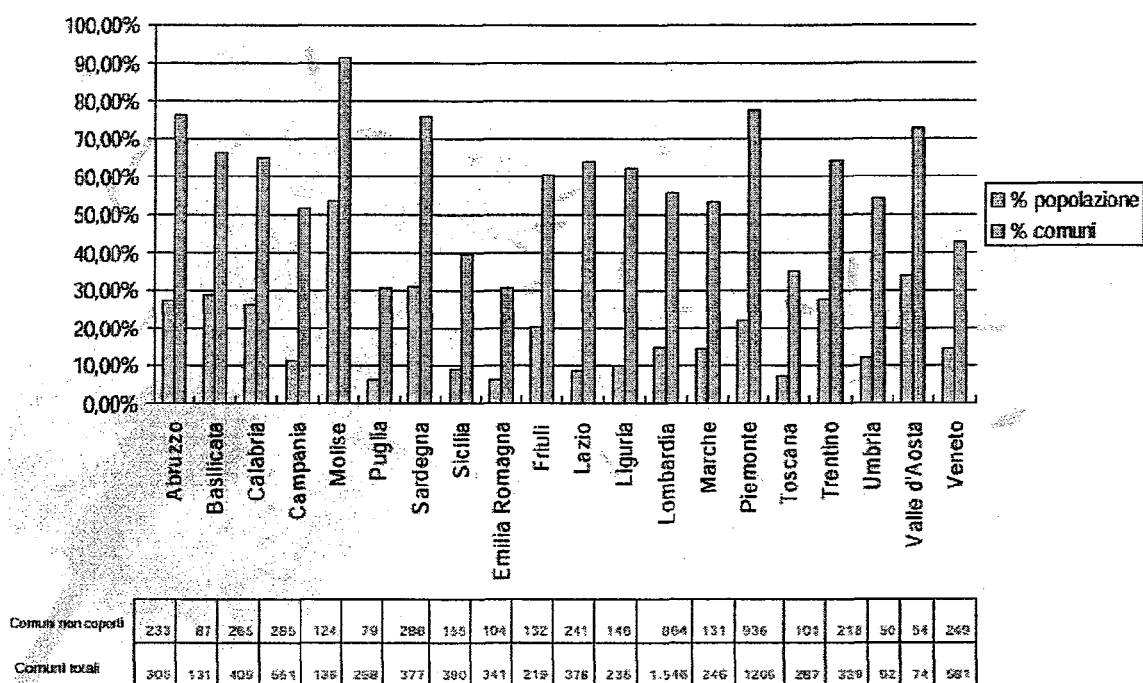


Fig. 3: Il digital divide in Italia.

E' interessante notare che non tutto il digital divide si concentra nelle aree meridionali, anche se in esse è certamente presente. In alcune delle Regioni meridionali (ad esempio in Puglia) sono stati fatti investimenti pubblici anche rilevanti, che però spesso non incontrano una domanda sufficiente per essere remunerativi, vuoi per carenza di un forte apparato industriale, vuoi per scarsa offerta di servizi, vuoi, infine, per limiti culturali dei potenziali utenti.

Ma questo divario, oggi limitato al 13% della popolazione, potrebbe diventare definitivo per il 10% di essa, (circa 6 milioni di persone) a causa dei rilevanti investimenti necessari per la copertura nelle aree con scarsa popolazione.

Ciò riguarda ancora le Regioni del Mezzogiorno, ma anche la fascia appenninica, il Piemonte subalpino e alcune zone del Nord Est. In termini assoluti, appaiono preoccupanti i gruppi che rimarrebbero esclusi anche nel lungo periodo in Piemonte (circa 800. 000 persone), in Lombardia (700. 000) e in Veneto (700. 000), Regioni queste, che pur sono trainanti per l'economia dell'intero Paese.

Dal punto di vista tecnologico il problema del divario digitale è essenzialmente dovuto a due aspetti: la mancanza di connessione di alcune centrali con canali ad alta capacità (e quindi essenzialmente mancanza di connessioni in fibra ottica nella rete di backhoul) e la necessità di

installazione in centrale di dispositivi DSLAM⁷.

Oggi circa 4000 centrali non sono connesse al backbone tramite fibre ottiche⁸. Questo comporta che oggi ci sono circa 4000 Comuni (sugli 8100 totali) che non hanno copertura in termini di larga banda. E' evidente la rilevanza degli investimenti che sarebbero necessari per questo adeguamento.

La società Infratel, azienda pubblica incaricata di intervenire sul digital divide nel Mezzogiorno, stima che tale compito richiederebbe investimenti per circa 900 milioni di euro. Al momento le risorse finanziarie assegnate al Ministero delle Comunicazioni dal CIPE e da Leggi Finanziarie dello Stato, per l'attuazione del programma Larga Banda tramite Infratel Italia, è pari all'ammontare di circa 351 milioni di euro. Ad esse si aggiungono ulteriori risorse, apportate al Programma Larga Banda da parte delle Amministrazioni Regionali, in compartecipazione finanziaria degli investimenti, strumentalmente all'esecuzione degli interventi. E' stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee del 23 marzo 2005 il primo maxi - bando di gara d'appalto relativo alla "Progettazione e realizzazione d'infrastrutture di rete a banda larga in fibra ottica", articolato in 7 lotti relativi alle Regioni del Mezzogiorno. Alla pubblicazione del bando ha fatto seguito l'espletamento delle procedure e la stipula di accordi quadro con le entità aggiudicatrici, nel luglio 2005, per investimenti in nuove reti in fibra ottica pari ad un ammontare di circa 121 milioni di euro. Questo dovrebbe portare alla copertura di 170 aree comunali. Sommando al predetto intervento in fibra ottica quelli già programmati ed in fase d'espletamento con tecnologia wireless, per le aree del Mezzogiorno caratterizzate da digital divide infrastrutturale, si stima che dovrebbero essere abilitate circa 270 aree comunali.

E' evidente che per la copertura totale occorrono quindi ancora molti sforzi ed ecco quindi la necessità di pensare a tecniche alternative alla fibra e sicuramente un ruolo fondamentale sarà svolto dalle tecniche radio ed in particolare dal WIMAX.

A livello di MAN, specialmente nelle grandi città la situazione per la rete è abbastanza buona in quanto sono presenti infrastrutture ad anello in fibra ottica. La richiesta di incremento di capacità potrebbe essere soddisfatta con costi non elevati grazie alle tecniche WDM. In questo segmento di rete un ruolo fondamentale sarà dato dalle tecniche di etichettatura dei pacchetti per la garanzia della QoS (es. DiffServ over MPLS). In particolare saranno proprio gli edge router i dispositivi che potrebbero controllare i flussi dati verso la rete in rame riservando le priorità per i servizi che

⁷ Si suppone di utilizzare la rete in rame e non procedere ad ulteriori spese per l'introduzione ad esempio di fibra anche in area di accesso.

⁸ In realtà le connessioni potrebbero anche esser fatte con sistemi wireless e sicuramente il WIMAX è una interessante proposta anche se bisogna tenere in conto che l'utenza richiede bande sempre più ampie e connessioni da qualche centinaia di Mb/s potrebbero esser sufficienti solo per centrali che connettono qualche decina di utenze.

richiedono più banda (vedi ad esempio gli esperimenti mostrati in 3.1.2.1).

3.1.2 Sperimentazioni sul test bed di rete IP Multiaccesso Multiservizio.

Nel corso del 2006 la FUB e l'ISCOM hanno ulteriormente ampliato il test bed di rete multiservizio multiaccesso IP, che è ormai dimensionato per operare in un ambito regionale, permettendo di garantire la qualità del servizio per servizi real time multimediali, anche ad alta definizione, mediante varie tecniche di etichettatura dei pacchetti (DiffServ, MPLS, GMPLS). Sono state introdotte delle metodologie per la misura della qualità del servizio, sia con prove oggettive (che misurano parametri fisici come il ritardo dei pacchetti, la perdita dei dati e il throughput della rete) che con prove soggettive e cioè basate sulle valutazioni percettive (in questo caso si parla spesso di Quality of Experience, QoE).

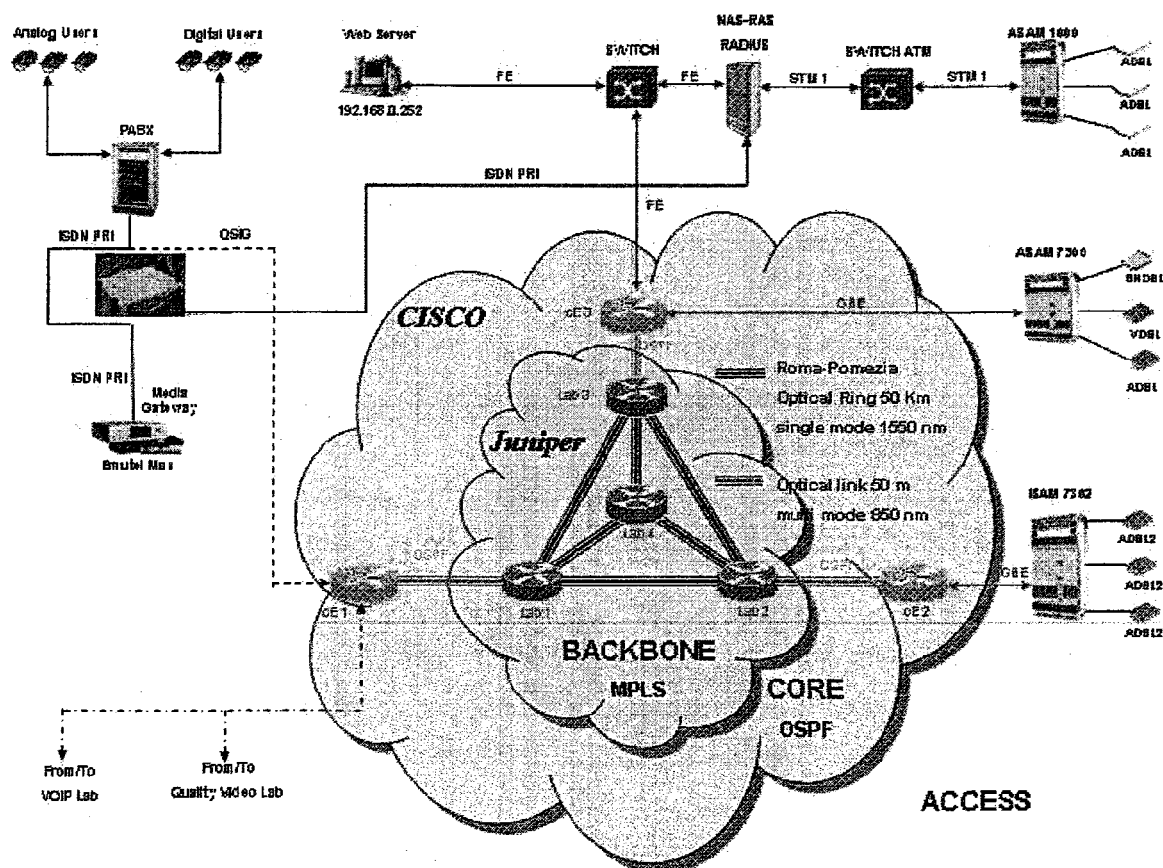


Fig. 4: Schema attuale del test bed di rete IP multiaccesso multiservizio presso l'ISCOM

La rete sperimentale che è stata realizzata, si inserisce perfettamente nel contesto delle reti nazionali

moderne: infatti l'impiego del protocollo MPLS ripropone tutti i vantaggi di ATM su una rete IP, consentendo un approccio *Connection Oriented* su di un mondo che per sua natura è *Connectionless*. D'altro canto è necessario la tutela di stringenti caratteristiche per opportune tipologie di traffico, ed è qui che si fa strada l'approccio DiffServ che è stato implementato nella rete e che risulta essere il più utilizzato anche dagli operatori di IP-TV.

Con le prove soggettive si è introdotto un modo diverso di concepire la progettazione di una rete. Nasce la necessità di centrare la progettazione di una rete non solo sulle sue prestazioni ma anche sulla soddisfazione dell'utente finale.

Per verificare gli effettivi benefici che verranno dalla gestione di una rete sempre più a livello ottico, sono state implementate alcune funzionalità all'interno della rete core basate sulla tecnica Wavelength Division Multiplexing (WDM). In questo modo iniziamo a verificare l'evoluzione da una rete MPLS a una rete MP λ S, dove il passaggio da "L" a " λ " sta ad indicare il passaggio da una etichettatura di tipo numerico (Label) ad una etichettatura basata sul colore della lunghezza d'onda (λ).

La rete realizzata è attualmente costituita dalla architettura riportata in figura con 7 router (4 Juniper M10 e 3 CISCO 3845)⁹ connessi con le fibre contenute nel Poligono Sperimentale Ottico Roma-Pomezia (25 km).

I router, che rappresentano i nodi della rete, sono connessi a dispositivi per l'accesso con interfacce 10/100 MbE come dislam xDSL e access point WI-FI.

I router gestiscono i seguenti protocolli: RSVP, OSPFv3, MPLS-GMPLS, LDP, LMP, BGP, Ipv6. La gestione della Qualità del Servizio è effettuata mediante meccanismi di CoS (Class of Service) basati sul DiffServ Aware Traffic Engineering.

I principali studi fatti nel 2006, effettuati con l'ausilio di questo test bed, hanno cercato di rispondere ad alcune problematiche che sono state descritte nell'ambito della sezione 3.1.1 e hanno riguardato in particolare i seguenti temi:

la diffusione della tecnica Ethernet, a livello metro e core, mediante le tecniche di trasmissione Gigabit Ethernet (GBE),

Indagini sperimentali su servizi di tipo IPTV con prove di QoS anche per la TV ad alta definizione; generazione di VPN on demand con tempi di generazione dell'ordine di qualche secondo (ben al di sotto dei tempi richiesti oggi dagli operatori);

Nuove tecniche di ripristino a livello ETHERNET estremamente veloci;

Correlazione tra prove oggettive e soggettive;

⁹ A gennaio 2007 è stato aggiunto un altro router, questa volta ALCATEL.

Tecniche di trasmissione optical wireless.

Nel seguito riportiamo le attività sperimentali che hanno portato i risultati più interessanti ed in particolare: la diffusione dei servizi HDTV nella rete in rame, le reti VPN on demand, la riconfigurazione e il ripristino in reti GbE, la trasmissione in sistemi optical wireless e la QoE in servizi IPTV.

3.1.2.1. Fattibilità di servizi tv ad alta definizione in una rete ottica multivendor

Oggi una banda disponibile di circa 20 Mbps all'utente finale in ADSL2+ pone le basi per lo sviluppo dell'erogazione di contenuti televisivi in alta definizione (HDTV) su protocollo IP, servizio che ad oggi è prerogativa solo di alcune emittenti satellitari.

Un segnale televisivo digitalizzato in alta definizione richiede almeno 15 Mbps. Questo richiede importanti requisiti alla rete sia in termini di accesso che di core. L'eterogeneità dei contenuti unita all'alta variabilità d'intensità del traffico potrebbero comportare notevoli problemi soprattutto a quei servizi real time come fonia e TV dove la perdita di pacchetti IP comporta inevitabilmente perdita di contenuto. Notevole importanza avrà quindi l'implementazione di tecniche per garantire la Qualità del Servizio (QoS, Quality of Service) che serviranno proprio a definire la giusta priorità d'instradamento ai pacchetti IP.

Per questi studi la rete di fig.1 è stata configurata come mostrato in fig. 2, completando la sezione di accesso mediante un ISAM Alcatel 7324 per la connessione dell'utente finale in ADSL2+ a 24 Mbit/s.

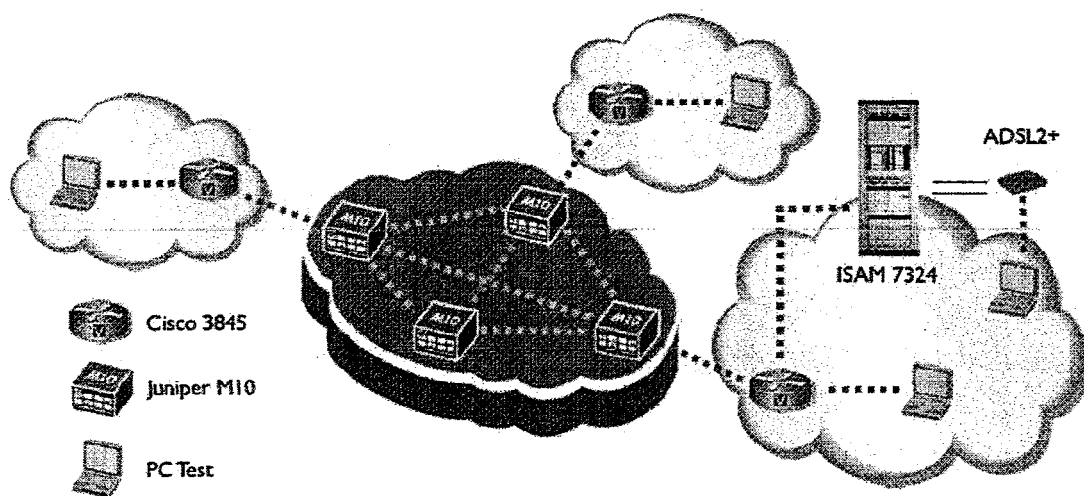


Fig. 5 – Schema del test bed. I router (Cisco e Juniper) sono connessi in fibra ottica con interfacce GbE, mentre i PC e l'ISAM è connesso ai router con connessioni UTP FE. L'ISAM al modem tramite doppino telefonico.