

NOTIZIARIO TECNICO TELECOM ITALIA

UNA SCHEDA MULTIUSO:
LA SMART CARD

IL TRAFFICO INTERNET
NELLA RETE COMMUTATA

REALIZZAZIONE DI IMPIANTI TLC
SENZA SCAVO A CIELO APERTO

anno 9

n. 1
APRILE
2000



Ai lettori

Dove va l'Information Communication Technology?

All'alba del terzo millennio, la domanda nasce spontanea: dove va l'Information Communication Technology" (ICT)? La mia risposta è immediata: l'ICT va dappertutto, e ad una velocità senza precedenti. Molto più velocemente di quanto si possa immaginare; e non sto scherzando!

I microprocessori si stanno praticamente diffondendo in qualsiasi oggetto utilizzato nella nostra vita quotidiana, dalle automobili agli orologi, dai televisori alle lavatrici, dai forni a microonde ai frigoriferi, e così via. La connettività globale caratterizzerà il nostro futuro e mi sembra che come obiettivo dovremmo guardare ben al di là del modello, ormai riduttivo, che si limita a vedere un PC associato ad ogni linea telefonica.

Non più di venti anni orsono il termine ICT veniva essenzialmente impiegato per indicare una tecnologia, ed i due settori delle telecomunicazioni da un lato, e dell'informatica dall'altro, hanno seguito il loro corso di sviluppo in modo praticamente indipendente e con scarse interazioni tra loro.

Nell'ambito delle TLC la febbre di razionalizzare e di numerizzare le reti è stata guidata da un approccio dogmatico, sviluppato e condotto dai gestori, ripetutamente indicato come "rete-centrico", che ha permesso di sviluppare ottime infrastrutture per il servizio telefonico; la larga banda, così come la multimedialità, hanno tuttavia stentato a decollare, e la trasmissione dati ha per lungo tempo costituito una piccola frazione del traffico vocale.

Nel settore dell'informatica si è assistito al trionfo del PC, e si sono alternate fasi di crisi e di successo, essenzialmente dovute alle difficoltà di interconnettere in modo semplice ed efficace gli elaboratori attraverso le reti di telecomunicazioni.

La nascita di Internet ha decisamente superato il vecchio modello, ed il nuovo approccio del "networking" ha aperto nuovi orizzonti, assolutamente imprevedibili con i vecchi concetti in mente.

Il concetto di "networking" ha quindi prevalso su quello di "network"; e la rete oggi non è più l'unico elemento dominante dello sviluppo. È il terminale da questo momento (indipendentemente che si tratti di un main-frame, di un desk-top, di un PC, di un palm-top, di un terminale mobile, o altro) a trainare lo sviluppo delle reti, e l'accesso wireless rappresenta ormai la nuova sfida rispetto all'accesso fisso, cavalcando l'onda del successo della telefonia mobile. La connettività any to any ormai non è più ristretta solamente alla voce, ma ha già invaso il campo della multimedialità.

La multimedialità è certamente ancora nel suo stadio infantile, ma la rivoluzione digitale ci riserverà enormi sorprese. Proviamo fin da ora a pensare in modo "digitale"; misuriamo il traffico medio giornaliero per linea in "bit", piuttosto che in minuti, e vediamo che il valore ottenuto è compreso tra 5 e 10 Mbyte; (con riferimento alla rete italiana, il valore corrispondente ai 360 minuti mese è dell'ordine di 6 Mbyte al giorno). Confrontiamolo con altri "media" e vediamo che questo valore corrisponde grosso modo a una cinquantina di messaggi di posta elettronica, o a circa dieci fotografie digitali di buona definizione, o a pochi secondi di filmato digitale di scarsa qualità.

Questo confronto dà una prima sensazione sulle enormi potenzialità di sviluppo delle telecomunicazioni, e nello stesso tempo fornisce un esempio concreto di come il traffico multimediale supererà di gran lunga quello vocale.

Ai lettori

La comunicazione sarà sempre più da computer a computer e sempre meno tra persona e persona. In meno di un anno la produzione di memoria a livello mondiale supererà la capacità di generare informazione da parte delle persone e gran parte della memoria immagazzinata negli elaboratori conterrà informazioni generate da altri elaboratori.

Siamo pronti ad affrontare questo nuovo e affascinante scenario? Prima di tutto dovremmo esser pronti a pensare in modo logaritmico e non in modo lineare, come siamo stati finora abituati a fare. Se osserviamo l'evoluzione in modo globale vediamo che una grossa rivalità caratterizza da un lato lo sviluppo delle infrastrutture (come trasporto dell'informazione) e dall'altro gli equipaggiamenti terminali (come generazione o fruizione dell'informazione). La sfida è aperta: I terminali satureranno la capacità delle reti, o le reti risulteranno sovradimensionate? La previsione di crescita della domanda di capacità per Internet è di circa 5 mila per cento nei prossimi tre anni. D'altro canto uno dei più recenti progetti europei, la cosiddetta Petabit network, basata sulle più evolute tecnologie ottiche, offrirà la capacità di un Petabit al secondo (equivalente ad un milione di Gigabit/s). Tanto per dare un esempio, se consideriamo la popolazione europea composta da 500 milioni di persone, una capacità di un Petabit al secondo corrisponde a una capacità potenziale di 2 Mbit/s per ciascun uomo, donna o bambino in Europa! E siamo ben al di là dei 6 Mbytes al giorno di oggi!

Assistiamo così ad una doppia rivoluzione nel futuro delle telecomunicazioni: Internet ed il protocollo IP trasformano le TLC dall'alto, mentre le nuove tecnologie ottiche, al tempo stesso, le trasformano dal basso.

Ma questa rivoluzione rappresenta solo un lato della medaglia. L'ICT non deve essere più vista come una pura tecnologia. Oggi è necessario piuttosto parlare di Società dell'Informazione, per sottolineare il nuovo concetto che, anche se la tecnologia esercita ancora un ruolo fondamentale, la componente "sociale" non può essere ignorata o sottovalutata. L'ICT sta ormai cambiando il modo di vivere, di lavorare e di intrattenersi, pur con l'obiettivo finale di proporci una migliore qualità della vita.

Siamo pronti per questo scenario? Per quanto riguarda i tradizionali gestori di TLC, gli enormi cambiamenti dovuti ai salti tecnologici, uniti al nuovo assetto creato dalla liberalizzazione e dai nuovi approcci di marketing hanno già profondamente influenzato il modo di operare. Nuovi paradigmi stanno emergendo e già nel breve condizioneranno sempre più l'architettura e la pianificazione delle reti, così come l'offerta di nuovi servizi e le corrispondenti politiche tariffarie.

Siamo solo all'inizio di una nuova era; il futuro è ancora tutto da scoprire, ma non bisogna lasciarsi sfuggire le opportunità che già da oggi vengono offerte.

La cooperazione tra gli operatori di TLC è da ritenersi sempre più essenziale, sia per individuare e consolidare le principali linee di tendenza, sia per garantire l'interoperabilità dei nuovi servizi a livello globale.

Riusciremo a mantenere sotto controllo lo sviluppo dell'ICT? La mia risposta, con un certo e innato ottimismo di carattere, è affermativa, ma dovremo cavalcare l'onda dell'innovazione e dominare la nuova complessità.

*Claudio Carrelli
Direttore di EURESCOM*

Telefonia fissa, mobile e Internet: una possibile strategia di convergenza

MICHELE MORGANTI

Il servizio telefonico di base fu originariamente sviluppato e completamente standardizzato sulla base di una singola classe di qualità del servizio e avendo come riferimento la sola rete telefonica fissa.

Lo sviluppo della telefonia mobile ha però radicalmente cambiato questo modo di operare in quanto ciascuna tecnologia cellulare presenta caratteristiche talmente peculiari da richiedere la standardizzazione di nuove e diverse classi di qualità del servizio anche per lo stesso servizio telefonico di base.

La recente apparizione della telefonia basata su Internet ha poi ulteriormente complicato la situazione portando alla creazione di ulteriori classi di servizio in gran misura proprietarie, assai poco standardizzate e con scarsa o con nessuna garanzia della qualità dello stesso. Oggi poi, il servizio telefonico di base è offerto raramente in quanto tale. Nella maggior parte dei casi esso viene offerto assieme ad altri servizi ausiliari che riflettono le caratteristiche di "intelligenza" della particolare infrastruttura di rete usata e che - anche quando offrono prestazioni e funzionalità similari - possono differire anche notevolmente a livello di interfaccia d'utente. La conseguenza di questa situazione è una tendenza alla divergenza che, all'atto pratico, enfatizza le differenze piuttosto che le similitudini, produce offerte di servizi tra loro diverse e incompatibili invece di estendere le caratteristiche dei servizi di base e, in ultima analisi, rischia di creare più confusione che attrazione nei confronti dell'utente finale.

I diversi tassi di crescita delle reti interessate - alcune in rapida crescita, alcune stazionarie o addirittura già in declino - tendono ad aggravare ulteriormente questi fenomeni e, soprattutto, ad accelerarli.

In questo articolo viene analizzato in che misura sia possibile contrastare queste tendenze alla divergenza, almeno a livello di servizi e pur mantenendo una sostanziale diversificazione dell'offerta quale strumento essenziale per lo sviluppo della competizione.

1. I servizi di telefonia

Gli esseri umani interagiscono tra loro in molti modi e per mezzo di meccanismi diversi. Tra questi, il linguaggio parlato costituisce da sempre il mezzo più importante, completo ed efficace per tutte le comunicazioni in tempo reale tra persone. Anche altri strumenti, quali le immagini, possono giocare un ruolo di assoluto rilievo; è tuttavia esperienza comune che, ai fini della comunicazione, la possibilità di vedersi senza però potersi parlare è sicuramente più frustrante che parlarsi senza vedersi.

La telefonia ha esteso la portata delle comunicazioni vocali in tempo reale rimuovendo in pratica ogni limite di distanza, di tempo e di luogo. Poiché questa

caratteristica soddisfa una nostra esigenza primaria, sembra logico ritenere che, in una forma o nell'altra, essa continuerà ad esistere finché questo bisogno si manifesterà. Piuttosto, ciò che nel tempo è cambiato e continuerà a evolvere, sono le infrastrutture e le tecnologie che la supportano e - seppure in minor misura - la sua interfaccia d'uso ma non certo le funzionalità essenziali da essa svolte.

In genere noi tendiamo ad associare rigidamente il concetto di telefonia con il servizio telefonico di base e quindi anche con quella rete fissa di telefonia pubblica che lo ha di fatto reso disponibile universalmente. Tuttavia, è bene non dimenticare che servizi di telefonia con caratteristiche assai diverse sono disponibili anche su molte altre reti, grandi o piccole,

estese o locali, pubbliche o private, cablate o non.

In questo articolo saranno trattate solo tre tipologie di servizi di telefonia pubblica:

- i servizi di telefonia fissa;
- i servizi di telefonia mobile;
- i servizi di telefonia su Internet.

1.1 Servizi di telefonia fissa

Come già sottolineato, il termine telefonia fissa è spesso impiegato come sinonimo di servizio telefonico di base, comunemente detto anche *POTS (Plain Old Telephone Service)*, offerto su infrastrutture di rete interamente cablate o comunque fisse. Questa modalità di comunicazione resta ancor oggi la tipologia di servizio telefonico più largamente disponibile e utilizzata a livello mondiale. Ha inoltre rappresentato per quasi un secolo il riferimento con cui ogni nuovo servizio telefonico si è dovuto confrontare in termini di funzionalità e di qualità.

Nella maggior parte dei casi l'attributo fisso implica che l'utente sia materialmente connesso alla rete per mezzo di un cavo dedicato (doppino telefonico); il termine telefonia fissa è perciò diventato nel tempo sinonimo anche di grandi investimenti, di lunghi tempi di dispiegamento e di costi operativi elevati.

Le infrastrutture della telefonia fissa, costruite per lo più sotto la protezione di regimi monopolistici (probabilmente gli unici in grado di garantire la stabilità di lungo termine necessaria a giustificare e proteggere investimenti di tale portata) e con oggettivamente assai limitate possibilità di confrontarsi con una reale domanda di mercato, si sono sempre poste, come obiettivo, altissimi - e in gran parte autoimposti - standard di qualità del servizio.

Lo stesso processo di definizione di questi standard ha richiesto molti anni per essere portato a termine. Studiati a lungo, nella maggior parte dei casi essi sono sopravvissuti alle stesse tecnologie che originariamente li avevano influenzati e condizionati. Un esempio probante in tal senso riguarda la transizione dall'analogico al numerico.

Contrariamente alla filosofia che sta alla base di Internet (realizzata con terminali con elevate capacità elaborative, terminali intelligenti, a fronte di un protocollo universale di trasporto molto semplice), le reti di telefonia fissa sono state progettate e costruite nella convinzione che i terminali dovessero essere il più possibile semplici, comuni ed economici e che quindi tutta l'intelligenza necessaria a gestire rete e servizi dovesse essere concentrata nella stessa rete.

Il risultato più evidente di questo approccio è stato quello di un servizio universale (forse uno dei pochissimi realmente degni di tale nome) disponibile, con minime variazioni, praticamente ovunque sul nostro pianeta e sostanzialmente indipendente dalle tecnologie usate per realizzarlo e dalla loro evoluzione.

1.2 Servizi di telefonia mobile

Così come la telefonia fissa deve il proprio nome principalmente all'accesso cablati, il termine telefonia mobile è generalmente utilizzato per indicare

tutti i servizi di telefonia forniti per mezzo di reti di accesso radio a struttura cellulare e che offrano all'utente la possibilità di spostarsi dinamicamente da una cella ad una adiacente. Più recentemente, in particolare a seguito della diffusione della tecnica GSM, la definizione è stata ulteriormente ampliata includendo anche la possibilità per l'utente di migrare (*roaming*) tra reti simili (per tecnologia) di operatori diversi o, addirittura, di spostarsi su reti del tutto diverse.

Ai fini della nostra analisi è però importante mantenere una certa distinzione tra i servizi di telefonia e quelli di mobilità e, nell'ambito di questi ultimi, tra movimento (*continuo*) e nomadicità (*discontinua*).

Va sottolineato innanzitutto che gli standard di telefonia mobile, a differenza di quelli di telefonia fissa, hanno seguito molto da vicino l'evoluzione delle tecnologie e delle architetture di rete, adattandosi di volta in volta alle loro caratteristiche peculiari.

La compressione del segnale vocale è stata, ad esempio, progressivamente aumentata - anche a costo di sacrificarne in parte la qualità - per accrescere la capacità complessiva del sistema. Più in generale, tutti i parametri di qualità del servizio (in un contesto altamente competitivo, in forte crescita e intrinsecamente condizionato dalla scarsità di risorse disponibili) sono stati rapidamente ridotti a ciò che il mercato era disposto ad accettare, piuttosto che restare ancorati ad un ideale astratto di eccellenza tecnologica.

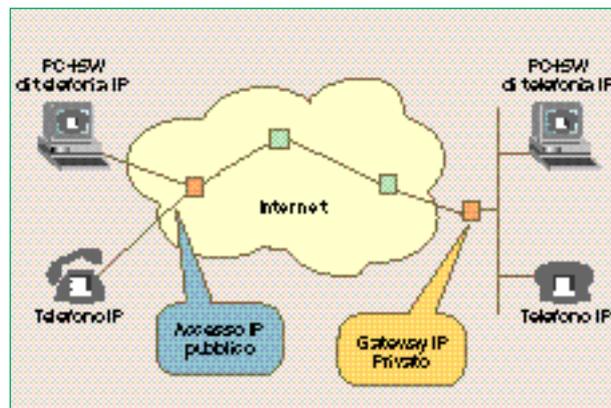


Figura 1 Schema di telefonia su Internet.

Questo continuo processo di aggiustamento è stato anche favorito, se non addirittura esplicitamente incoraggiato, dai molti Enti normativi che hanno visto nella "de-" e "ri-" regolamentazione uno strumento assai efficace per ridurre le barriere di entrata e per favorire quindi lo sviluppo della competizione.

È ormai frequente osservare che in una stessa area geografica coesistono molteplici sistemi di telefonia mobile, diversi sia nelle caratteristiche sia nelle tecnologie impiegate.

Le infrastrutture di telefonia mobile, progettate inizialmente sul modello di quelle di telefonia fissa, hanno col tempo sviluppato architetture di rete totalmente proprie che, soprattutto nell'accesso, si adattano meglio ai propri specifici requisiti. Con l'introduzione poi dell'*UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems)* - e quindi anche della telefonia a pacchetto -

queste differenze nelle architetture diverranno ancora più sensibili fino ad estendersi alle stesse tecniche di commutazione e di trasporto.

Si può quindi affermare - anche tenuto conto della notevole diversità di crescita - che la telefonia fissa e la sua rete abbiano ormai da tempo cessato di costituire un riferimento per le reti e per i servizi di telefonia mobile. Questo progressivo e rapido scostamento comporta anche che i problemi di interoperabilità tra reti e servizi di telefonia fissa e mobile escano ormai dall'ambito della semplice conformità (o sarebbe forse meglio dire della conformabilità) ad un unico standard - quello appunto della telefonia fissa - per entrare in quello assai più complesso della compatibilità e della coesistenza di standard diversi e definiti in maniera differente.

1.3 Servizi di telefonia su Internet

È importante distinguere in questo caso tra almeno tre diverse forme di telefonia su Internet:

- quelle che coinvolgono solo terminali IP (ad esempio PC e telefoni IP);
- quelle che non coinvolgono nessun terminale IP;
- quelle che coinvolgono entrambi i tipi di terminali.

L'uso del termine telefonia su Internet dovrebbe essere in effetti ristretto al solo primo caso (figura 1).

Nel secondo caso, infatti, Internet è utilizzata solo per il trasporto del segnale vocale - per altro non distinguibile a priori da altri tipi di segnale - tra due nodi periferici e questo solo in virtù delle sue caratteristiche di maggiore economicità. Di qui il termine più appropriato di *voce su IP* (figura 2).

Il terzo è invece un caso classico di interoperabilità tra reti diverse che offrono servizi simili; in quanto tale, esso implica un'interconnessione completa e bilaterale tra i primi due.

Sempre nel primo caso, si deve anche tener conto del fatto che la comunicazione vocale su Internet è in generale solo una delle numerose componenti possibili nell'ambito di una sessione di comunicazione multimediale in tempo reale (altre componenti sono, ad esempio, le immagini - fisse o in movimento - i file dati, o ancora l'uso condiviso di strumenti software). Solo in casi assai limitati essa è l'unica componente presente. Inoltre, i suoi utilizzatori debbono essere pienamente consapevoli delle caratteristiche dell'applicazione, di quelle della rete sottostante e perfino di come quest'ultima viene utilizzata.

Gli utenti dei servizi di voce su IP non hanno a priori invece alcuna necessità di sapere che la propria voce è trasportata su Internet. A tutti gli effetti, una comunicazione telefonica voce su IP dovrebbe risultare sostanzialmente indistinguibile da una comunicazione telefonica normale. Al più potrebbero presentarsi leggere differenze sulla lunghezza della numerazione o sulla qualità del segnale vocale (per altro giustificate dal minor costo del servizio). Tutte le necessarie funzioni di conversione e di riconversione verso e da IP sono operate in modo trasparente e simmetrico da apparati appositi denominati *Vocal Gateways*. Paradossalmente, un operatore potrebbe pubblicizzare come voce su IP i propri normali servizi di telefonia fissa senza che nessuno se ne accorga

(salvo forse sorprendersi per l'eccellente qualità del servizio).

A causa poi della stessa natura di Internet (e malgrado i numerosi sforzi di standardizzazione tuttora in corso, in particolare per quanto riguarda le modalità di pacchettizzazione della voce) permane un'impressionante proliferazione di applicazioni (per lo più tra PC e PC) che offrono una qualche forma di comunicazione vocale su Internet e che sono largamente incompatibili tra loro. Anche se è probabile che col tempo finiranno per emergere e per affermarsi alcuni standard di fatto, è quasi certo che sopravviverà più di uno di essi e che la loro interoperabilità, com'è nella cultura Internet, debba essere assicurata end-to-end e a livello applicativo (verosimilmente per mezzo dello scambio di appositi agenti software tra i terminali interessati dalla connessione).

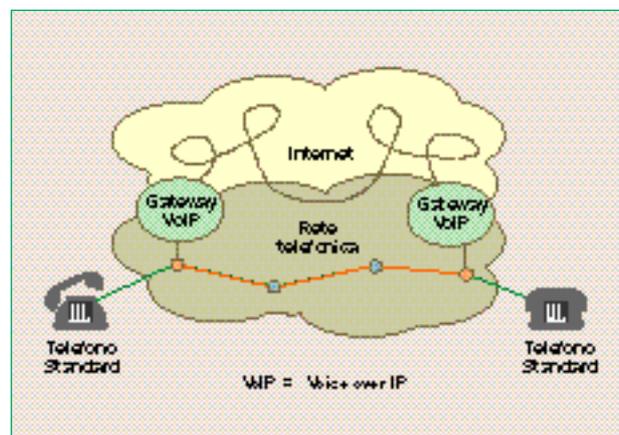


Figura 2 Schema di telefonia su Internet con la modalità di voce su IP.

Quanto agli apparati (*gateway*) che dovranno garantire da una parte l'interoperabilità tra applicazioni di telefonia Internet e dall'altra servizi di telefonia mobile e fissa, è naturale che anch'essi dovranno prendere in debita considerazione questa cultura della diversità e della diversificazione, propria del mondo Internet.

Tenuto poi conto delle diverse modalità e dei diversi livelli di standardizzazione, è facile prevedere che risulterà sempre più facile gestire le chiamate in uscita da Internet che non quelle entranti.

2. Aggregazione di servizi diversi

L'aggregazione - comunemente detta *bundling* - di più servizi, funzionalità e perfino di oggetti fisici (quali ad esempio gli stessi terminali d'utente) in un singolo pacchetto d'offerta può dirsi ormai prassi comune anche nel mondo delle telecomunicazioni.

Essa ha come obiettivo specifico quello di arricchire e di diversificare l'offerta stessa per renderla più allettante e di semplificarne al tempo stesso la gestione.

Non sempre l'aggregazione, specie nelle teleco-

municazioni, è esplicita. Inoltre, quando essa è implicita può accadere che questo non sia del tutto intenzionale.

Un esempio tipico di aggregazione esplicita riguarda la telefonia mobile in cui mobilità e telefonia sono offerte in un unico pacchetto indivisibile. Un altro caso, forse meno appariscente, riguarda invece i servizi di messaggistica vocale e testuale che pure sono comunemente inclusi nelle offerte di telefonia mobile.

Un esempio di aggregazione implicita riguarda invece i servizi di tariffazione che possono essere anche molto diversificati a secondo del tipo d'utente o addirittura, come già avviene nel campo della telefonia mobile, direttamente configurabili dall'utilizzatore. Altri esempi impliciti sono relativi alla codifica e alla transcodifica del segnale vocale e all'interoperabilità con altre reti.

Aggregazioni non intenzionali sono spesso il risultato di accoppiamenti impliciti tra i servizi offerti e l'infrastruttura sottostante di rete. Un servizio di telefonia fissa, ad esempio, nasconde al suo interno un servizio di connettività commutata punto-punto che può essere usato anche per comunicazioni tra apparecchiature fax o tra modem dati.

In molti casi l'uso di queste funzionalità implicite è incoraggiato dagli stessi gestori delle reti che ravvisano in esso un'opportunità per far crescere il traffico senza che si presentino particolari aggravii nella gestione. In alcuni casi si è invece reso necessario scoraggiarlo esplicitamente (o addirittura, dove possibile, materialmente bloccarlo) per evitare che potesse diventare un veicolo di competizione nei confronti dello stesso gestore.

Sempre a titolo esemplificativo, è riportato di seguito un tipico elenco di servizi ausiliari e di funzionalità che, in un modo o nell'altro, finiscono di fatto per entrare in tutte o quasi le offerte di telefonia pubblica:

- elaborazione del segnale vocale (analogica o numerica);
- connettività (analogica o numerica; circuito fisico, circuito virtuale o a pacchetto);
- trattamento della chiamata (numerazione, segnalazione);
- interoperabilità (con altre reti, con altri servizi);
- mobilità (nelle sue componenti di ubiquità, movimento e nomadicità);
- messaggistica (vocale, testuale o multi-mediale);
- tariffazione e fatturazione;
- sicurezza e riservatezza (autenticazione, cifratura);
- servizi informativi relativi alla rete e ai servizi;
- servizi informativi generici (legati o no alla localizzazione dell'utente);
- assistenza al cliente (ad esempio di tipo tecnico o contrattuale).

L'elenco qui sopra riportato è - forse necessariamente - incompleto. Tuttavia, il suo messaggio di base è chiaro: il *POTS* (*Plain Old Telephone Service*), ossia il servizio telefonico di base, è di fatto un'astrazione. In pratica la telefonia non è mai (e verosimilmente neppure potrebbe essere) offerta da sola.

Nel confrontare meriti e demeriti delle offerte di telefonia fissa, mobile e Internet ad esse relative,

l'esame non può quindi essere limitato alle caratteristiche della componente telefonica (così come del resto quelle di una qualsiasi altra componente presa separatamente) ma bisogna estendere l'analisi all'offerta complessiva.

Analoghe considerazioni possono essere indicate anche per l'analisi di quei fattori, interni ed esterni, che possono in qualche misura favorirne la convergenza piuttosto che la divergenza.

2.1 Caratteristiche di base e realizzazioni specifiche

Come per il servizio telefonico, anche per tutti gli altri servizi ausiliari prima elencati è possibile distinguere tra un insieme di caratteri distintivi di base, sempre presenti e riconoscibili, e un insieme di caratteri complementari, legati invece alla specifica realizzazione e alla particolare infrastruttura utilizzata. Ad esempio, nel realizzare un servizio di messaggistica vocale o testuale si deve necessariamente tenere conto di quale e quanta intelligenza sia effettivamente disponibile in rete, di come essa sia distribuita e di come l'utente possa accedervi. Inevitabilmente, anche se il servizio di base resta lo stesso, ogni realizzazione finirà per mostrare alcune specificità che la distinguono da tutte le altre.

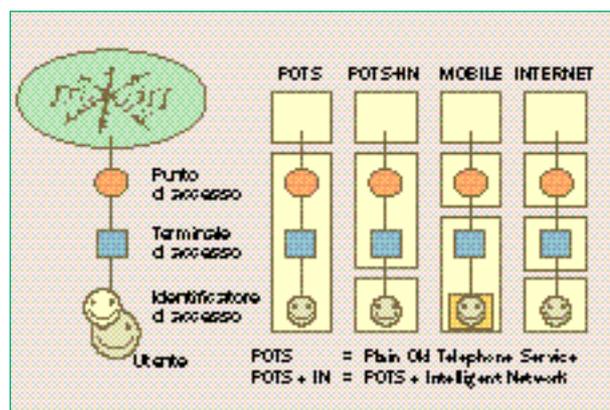


Figura 3 Gestione dell'associazione tra utente, terminale e accesso con diverse possibili tipologie di rete.

A tale riguardo, è già stato sottolineato come la cultura del mondo delle telecomunicazioni e quella del mondo Internet differiscano in particolare per l'opportunità di collocare l'intelligenza all'interno piuttosto che all'esterno della rete.

Anche se in forma meno radicale, una divergenza sostanziale in merito esiste però anche nell'ambito dello stesso mondo delle telecomunicazioni, tra le reti di telefonia fissa e quelle di telefonia mobile.

Un esempio di queste differenze è fornito dalle varie modalità con cui le diverse infrastrutture di rete gestiscono l'associazione logica tra utente, terminale e punto di accesso alla rete (figura 3):

- nelle reti fisse prive di funzionalità di rete intelligente quest'associazione è totalmente rigida: si usa infatti lo stesso numero per identificare simultaneamente le tre entità;

- *nelle reti fisse intelligenti* è, invece, mantenuta rigida l'associazione tra terminale e punto d'accesso mentre è resa flessibile - e quindi anche dinamicamente gestibile - quella tra utente e terminale;
- *nelle reti radiomobili di prima generazione* avviene l'opposto: è rigida l'associazione tra utente e terminale mentre è variabile quella tra terminale e punto d'accesso (che deve anzi cambiare con un'elevata dinamicità per poter seguire gli spostamenti dell'utente da una cella all'altra);
- *nelle reti radiomobili di seconda generazione* l'associazione tra l'utente e il terminale continua a essere gestita rigidamente dalla rete ma può di fatto essere variata localmente da parte dell'utente. Inoltre, l'informazione sul punto di accesso viene estesa (come ausilio delle funzionalità di *roaming* tra reti diverse) ed è meglio precisata (come ausilio dei servizi basati sulla localizzazione o anche solo per consentire un migliore controllo dell'efficienza del segnale radio);
- *nelle reti fisse intelligenti ma con accesso wireless* le tre entità sono gestite in modo indipendente (anche se la relativa dinamica di associazione è in genere più limitata e lenta di quella delle reti radiomobili);
- *in Internet*, infine, non solo le tre entità sono gestite separatamente ma per di più: un terminale può venire connesso alla rete in quanto tale, indipendentemente dal fatto che vi sia associato un utente. In secondo luogo è possibile associare simultaneamente più utenti allo stesso terminale. Lo stesso utente può infine essere associato contemporaneamente a più terminali.

Malgrado queste oggettive differenze che hanno finito per riflettersi anche sulle specifiche realizzazioni dei servizi, è evidente che - almeno in linea di principio - non sarebbe impossibile definire, ad esempio, un unico servizio di *mobilità universale* comprendente come sottocasi anche quelli sopra citati. Sarebbe così possibile ottenere il risultato - non banale - di realizzazioni ancora tutte diverse ma, contrariamente a quanto avviene oggi, anche tra loro a priori perfettamente compatibili e con l'ulteriore vantaggio che tutte potrebbero avere un'identica interfaccia d'utente.

3. Verso la divergenza

Benché tutti di principio riconoscano l'utilità, in particolare dal punto di vista dell'utente (e quindi soprattutto a livello della relativa interfaccia), di una sostanziale convergenza tra servizi di telefonia fissa, mobile e Internet, nella realtà permangono numerosi fattori che spingono invece in senso opposto.

Questi fattori possono essere raggruppati per semplicità in quattro classi distinte:

- fattori storici e culturali;
- fattori tecnologici e architetturali;
- fattori economici e di mercato;
- fattori legati alla regolamentazione e alla standardizzazione.

3.1 Fattori storici e culturali

Il principale fattore storico da tenere in considerazione nasce dalla semplice constatazione che i diversi tipi di telefonia qui considerati - e le reti che li forniscono - sono stati concepiti, progettati e realizzati in tempi diversi e quindi anche in presenza di scenari tecnologici, sociologici e di mercato differenti.

L'architettura delle grandi reti di telefonia fissa riflette ad esempio il contesto economico (monopolio; competizione ridotta; mercato pilotato dall'offerta; stabilità elevata e di lungo termine; forti valori sociali) e tecnologico (elettronica e numerico ancora agli albori) in cui le reti sono state sviluppate. Ancor oggi molte caratteristiche della telefonia fissa sono direttamente riconducibili a limitazioni ed a peculiarità della commutazione elettromeccanica e della trasmissione analogica di cinquant'anni fa.

I sistemi mobili di terza generazione sono stati concepiti invece per un mercato totalmente liberalizzato e pilotato dalla domanda: niente più servizi universali per tutti e alla portata di tutti ma piuttosto servizi multimediali di elevata qualità riservati a quanti possono pienamente apprezzarli (in senso letterale) e che possono permetterseli. A questo si aggiunge poi il massimo sfruttamento di tutte le tecnologie disponibili (o addirittura anche di quelle che si prevede di disporre in futuro) e, soprattutto, un sempre più elevato ricorso a quelle informatiche.

Tra i fattori culturali l'elemento principale da prendere in considerazione riguarda invece la contrapposizione tra il mondo Internet e quello delle telecomunicazioni con le loro differenti concezioni non solo per quanto riguarda tecnologie, reti e servizi ma anche - e soprattutto - le relazioni umane e la Società.

L'architettura non gerarchica di Internet ed i suoi meccanismi democratici di governo non sono altro infatti che una conseguenza diretta delle relazioni pari a pari che hanno caratterizzato le prime comunità di utenti ad essa legate. Analogamente, i suoi schemi tariffari sono ancor oggi molto condizionati dall'originale modello accademico, che prevede una semplice suddivisione dei costi senza fini di lucro.

Inoltre, in Internet la telefonia (così come per altro lo stesso *World Wide Web* o la posta elettronica) è considerata come un'applicazione e non come un servizio. L'unico servizio universalmente riconosciuto come tale in Internet è di fatto rappresentato dalla connettività garantita dal protocollo IP. Tutto il resto, indipendentemente dall'importanza e dalla diffusione, è considerato un di più la cui realizzazione ed evoluzione, nei limiti in cui essa non interferisce eccessivamente con altre applicazioni, ricade sotto la responsabilità esclusiva dei propri utenti.

3.2 Fattori tecnologici e architetturali

Come è stato più volte sottolineato in precedenza in quest'articolo, tutti i servizi telefonici oggi disponibili riflettono, in qualche misura - e più o meno esplicitamente - le caratteristiche peculiari e le limitazioni

tecnologiche delle infrastrutture di rete su cui essi sono offerti¹.

Così ad esempio i differenti livelli di compressione del segnale vocale utilizzati nella telefonia mobile si traducono anche in diversi livelli di qualità percepita. Allo stesso modo le differenze architettoniche delle varie tipologie di reti di accesso (cablate e non; condivise e non) finiscono per tradursi in diversi livelli di affidabilità, disponibilità e sicurezza dei servizi trasportati. Le differenti modalità di distribuzione dell'intelligenza tra terminali e rete e all'interno della rete comportano anche diversi modelli in base ai quali strutturare e gestire le informazioni necessarie all'erogazione dei servizi. E così di seguito.

Analogamente, lato Internet, le diverse modalità di trasporto, i diversi protocolli di rete, la diversa distribuzione dell'intelligenza e perfino il differente posizionamento della telefonia rispetto a tutte le altre applicazioni finiscono inevitabilmente per riflettersi tanto nei parametri di qualità del servizio quanto nella differenziazione delle relative interfacce d'utente.

3.3 Fattori economici e di mercato

Il fattore di mercato maggiormente suscettibile di ostacolare la convergenza tra i diversi tipi di telefonia fin qui considerati è sicuramente il diverso tasso di crescita di ciascuno di essi in quanto questo non solo ne condiziona l'evoluzione ma finisce per influenzare anche l'effettivo interesse dei molti attori coinvolti a perseguirla. Può infatti essere osservato che:

- *i tassi di crescita della telefonia fissa*, sia in termini di numero di utenti sia di traffico generato per utente, si sono ormai attestati su valori assai modesti in tutti i Paesi più industrializzati (e in alcuni di essi, specie dove è più forte la competizione della telefonia mobile, mostrano già addirittura i primi segni di declino). Fanno naturalmente eccezione i Paesi in via di sviluppo in cui la penetrazione complessiva è ancora a livelli ben al di sotto di quella soglia del 50 per cento che grosso modo corrisponde a un telefono per abitazione. Anche in questi Paesi risultano tuttavia ormai evidenti gli effetti della competizione della telefonia mobile, che consente una predisposizione più rapida - e spesso anche meno costosa per l'operatore - dell'infrastruttura di rete e quindi anche una risposta più veloce alla domanda del mercato. Costituisce invece un'eccezione solo apparente la crescita di linee commutate (a priori indistinguibili da quelle telefoniche) per l'accesso alle reti dati.
- *La telefonia mobile* cresce ancora con tassi elevati in tutti i Paesi, anche se oggettivamente qualche segno di rallentamento comincia ad essere visi-

bile, soprattutto nel Nord Europa. Le previsioni di saturazione (che risultano naturalmente assai influenzate dalle condizioni socio-economiche, culturali e geografiche specifiche di ciascun Paese) sono però sempre significativamente più elevate di quelle della telefonia fissa; nei Paesi nordeuropei il limite di saturazione della telefonia mobile è, ad esempio, ora previsto attorno al 120 per cento della popolazione contro il 50 per cento di quella fissa.

Molto diversi risultano poi i profili d'uso degli utenti mobili rispetto a quelli fissi: i dati di traffico indicano infatti in media un maggior numero di chiamate per utente a fronte però di una minor durata media di ciascuna di esse; inoltre, le chiamate da mobile a fisso risultano mediamente più numerose di quelle da fisso a mobile.

Sorprendentemente, la componente di movimento in senso stretto risulta invece relativamente poco sfruttata (il numero medio di *hand-over* per chiamata è infatti quasi ovunque nettamente al di sotto dell'unità). Questo dato dovrebbe tra l'altro indurre costruttori e gestori a riconsiderarne seriamente l'importanza rispetto ad altri elementi critici quali ad esempio l'ubiquità della rete o le caratteristiche di nomadicità dell'utente.

- *La telefonia Internet* è certamente in crescita ovunque ma i numeri complessivi sono ancora relativamente contenuti. Inoltre, la mancanza di uno standard unico (al limite anche solo di fatto), le limitazioni imposte dalle attuali tecnologie, la necessità che entrambi gli interlocutori siano già contemporaneamente e indipendentemente collegati in rete e numerosi altri fattori - e tra questi non ultima la qualità stessa della comunicazione - rendono poco probabile che la telefonia Internet diventi un vero e proprio servizio universale. Assai promettente ne appare invece il futuro come componente essenziale nell'ambito delle applicazioni multimediali, di presenza virtuale o di lavoro collaborativo a distanza.
- *La voce su IP*, infine, sta tuttora attraversando (con significativi alti e bassi) una serie di problemi di immaturità che ne rendono il futuro ancora assai incerto e, in qualche misura, imprevedibile o non commentabile. Il problema principale sembra essere rappresentato dalla sua stessa natura, intrinsecamente "parassita", che la porta a dipendere dalla disponibilità di un normale accesso telefonico (fisso o mobile) da una parte e di un trasporto (Internet) a basso costo dall'altra. La prima dipendenza causa infatti una limitazione intrinseca del segmento di utenza e di traffico che può oggettivamente beneficiare di una tale offerta. La seconda comporta invece limitazioni significative alla qualità del servizio offerto; a meno naturalmente di essere disposti a pagare i maggiori oneri legati ad una qualità garantita, il che porterebbe però a rimetterne seriamente in discussione anche l'intero modello economico.

È interessante notare come anche la penetrazione ed i tassi di crescita dei numerosi servizi ausiliari normalmente offerti in aggregazione con quello telefo-

⁽¹⁾ *La telefonia fissa costituisce forse l'unica eccezione a questa regola, ma solo nel senso che la sua tecnologia originale è ormai quasi completamente scomparsa, sostituita da tecnologie più moderne, senza però che questa scomparsa abbia comportato alcun cambiamento significativo del servizio di base.*

nico mostrino differenze significative in funzione delle stesse aggregazioni. Per di più, le segmentazioni di mercato per ciascuno di tali servizi - specie se prese individualmente - raramente coincidono (a titolo di esempio può essere ricordato che la segmentazione del mercato di telefonia mobile per i servizi di roaming risulta molto legata alla categoria professionale dell'utente, mentre per i servizi di messaggistica il fattore più rilevante sembrerebbe essere quello dell'età).

Va infine sottolineato che la presenza di gestori di diversa origine e cultura (alcuni con offerte monorete e monoservizio, altri con offerte multirete e multiservizio) implica anche l'esistenza di un'ampia varietà di interessi nei confronti dell'opportunità di sviluppare nuove infrastrutture comuni o anche solo di integrare quelle esistenti.

3.4 Fattori legati alla regolamentazione e alla standardizzazione

Anche nei casi in cui uno stesso gestore (solitamente un ex-monopolista) possieda più reti diverse, il proprio interesse e la sua determinazione a razionalizzarle, integrandole progressivamente, possono trovare un ostacolo insormontabile nella legislazione e nella regolamentazione vigenti che spesso, più o meno esplicitamente, di fatto lo impediscono.

Benché l'intenzione di legislatori e di Enti di regolamentazione fosse volta in origine a favorire la competizione, evitando possibili forme di ausilio interno tra segmenti di attività diversi dello stesso gestore (e quindi, in definitiva, potenziali abusi di posizioni dominanti), il rischio concreto che oggi si presenta è che tali regole, se mantenute troppo a lungo, possano finire invece per perpetuare artificialmente una segmentazione del mercato del tutto innaturale e ormai storicamente sorpassata.

Non va poi dimenticata la sempre maggiore importanza che, anche nel mondo delle telecomunicazioni, vanno assumendo gli standard di fatto rispetto a quelli di diritto. Le lungaggini e la farraginosità dei tradizionali processi di standardizzazione sono diventate ormai del tutto incompatibili con le esigenze di un mercato sempre più dinamico e competitivo. Per di più, gli standard di diritto stanno progressivamente perdendo anche la loro rilevanza strategica in quanto - in un mercato sempre più liberalizzato e deregolamentato - finisce inevitabilmente per diminuirne anche il riconoscimento ed il supporto a livello legislativo.

4. Una possibile strategia di convergenza

4.1 Pochi fautori, molti oppositori

Si è già detto come gli interessi dei vari soggetti che dovrebbero essere coinvolti in un'eventuale azione di convergenza dei diversi tipi di telefonia pubblica siano tutt'altro che omogenei e coincidenti.

Questo rilievo è ancor più calzante quando si consideri che, all'atto pratico, una tale convergenza porterebbe inevitabilmente - almeno nelle fasi iniziali - a

un ulteriore aumento del numero dei competitori e del livello stesso della competizione.

I maggiori gestori di telefonia mobile, tanto per fare un primo esempio, avrebbero due ottimi motivi per opporsi a questa convergenza:

- innanzitutto, essi sono già fin troppo impegnati nel rispondere alla domanda e alla competizione continuamente crescente dei propri mercati per potersi impegnare seriamente in un processo di razionalizzazione e di armonizzazione delle proprie offerte rispetto a quelle della telefonia fissa;
- in secondo luogo essi sentono di trovarsi - comunque vadano le cose - dalla parte dei vincitori ed hanno quindi ben pochi stimoli per mettere a repentaglio questa posizione di indubbio vantaggio.

Quanto poi ai potenziali fornitori di telefonia Internet, questi hanno chiaramente più interesse - almeno in questa fase - a consolidare la propria posizione di mercato, vendendo il loro software applicativo al maggior numero possibile di utenti privati, che non a ritenere opportuna l'offerta di un servizio pubblico.

Ancora più improbabile è quindi che si pongano il problema della possibile divergenza o convergenza di quest'ipotetico servizio rispetto a quelli di telefonia fissa e mobile.

Anche i fornitori di voce su IP avrebbero ben poco interesse a far convergere i diversi tipi di telefonia: da un canto infatti, poiché il mercato di loro interesse è soprattutto quello di lunga distanza, non hanno alcuna ragione particolare per distinguere se questo traffico sia generato da utenti di telefonia fissa piuttosto che mobile. Dall'altro poi, un'eventuale convergenza dei tre tipi di telefonia verso un'unica rete di trasporto a pacchetto di tipo Internet finirebbe inevitabilmente per togliere ai fornitori suddetti ogni possibile margine operativo.

I potenziali sostenitori di un'ipotetica strategia di convergenza possono quindi essere cercati solo tra gli attuali gestori di telefonia fissa, e in particolare tra quelli, per lo più ex-monopolisti, che posseggono sia una rete di telefonia fissa, sia una rete di telefonia mobile. La loro principale motivazione dovrebbe infatti essere data dalla constatazione che il mercato della telefonia fissa è inevitabilmente destinato a contrarsi - sia in termini di volume di traffico sia in termini di numero di utenti - e che anche una continua riduzione delle tariffe, se anche può ritardare questo fenomeno, non può però certo impedirlo.

Anche nel caso di questi gestori tuttavia, la percezione della gravità della situazione - e quindi anche la determinazione ad agire per uscirne - può risultare assai condizionata dalla valutazione che ciascuno di essi dà delle prospettive di medio e lungo termine del traffico di accesso commutato a Internet, che è in rapida crescita quasi ovunque e che si sta proponendo quindi anche come un possibile naturale sostituto del traffico telefonico classico.

In assenza comunque di un'esplicita strategia di convergenza, è verosimile che le naturali tendenze evolutive in atto in Europa si traducano in un andamento delle penetrazioni (espresse in percentuale

rispetto alla popolazione) di telefonia fissa, mobile e Internet come quello mostrato in figura 4.

4.2 Convergenza fisso-mobile

Il primo obiettivo di una possibile strategia di convergenza potrebbe essere quello di riavvicinare la telefonia fissa a quella mobile.

È un dato di fatto che, malgrado la superiore qualità del servizio offerto, facilmente dimostrabile, la telefonia fissa è oggi percepita dall'utente medio come meno pregiata e appetibile di quella mobile. Una conferma di questa valutazione è il maggior prezzo che lo stesso utente è disposto a pagare per la seconda. Ai fini dell'offerta le componenti legati alla mobilità sono quindi almeno altrettanto importanti - se non addirittura più importanti - di quelle legate alla stessa telefonia.

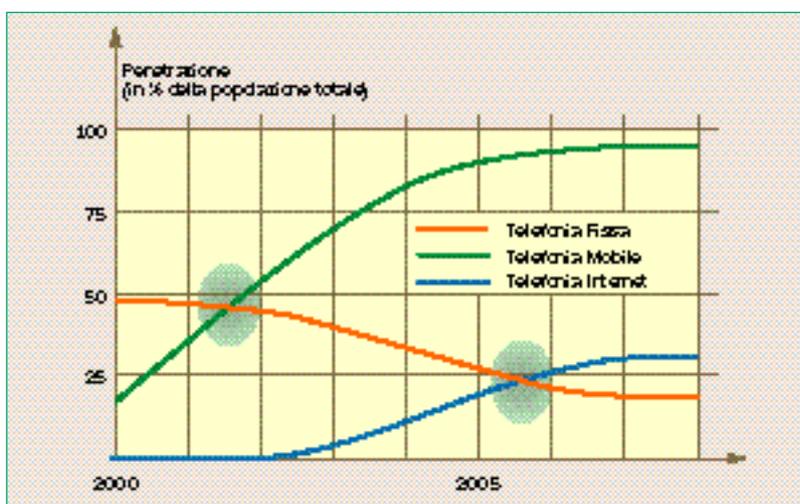


Figura 4 *Previsione della penetrazione per i servizi di telefonia pubblica in Europa in assenza di azioni specifiche.*

Al più, il fatto che i profili d'uso della telefonia mobile indichino un uso limitato delle prestazioni legate al movimento rispetto a quelle relative all'ubiquità potrebbe indurre a ritenere che vi sia spazio per un segmento di mercato intermedio. Tentativi in tal senso sono stati in effetti già effettuati, ad esempio con il *DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)*, ma con successo limitato.

Uno dei problemi principali di questi approcci sembra essere stato in particolare quello di caratterizzare e di proporre questi servizi di mobilità limitata più come estensione delle funzionalità della telefonia fissa (maggiore prezzo per maggiori prestazioni, che comunque restavano inferiori a quelle della telefonia mobile) anziché come un sottoinsieme significativo di quelle della telefonia mobile (minor prezzo per minori prestazioni).

È un'ulteriore considerazione legata a come gli utenti percepiscono la telefonia fissa e quella mobile: due entità completamente separate e distinte. Il fatto poi che anche gli operatori che le forniscono siano di norma diversi, non può che rafforzare questa convinzione. A torto o a ragione,

hanno imparato ad apprezzare la seconda più della prima e, oggi si può solo prendere atto che ben poco si possa fare al riguardo. L'unico atteggiamento costruttivo passa quindi, in un certo senso, per l'accettazione di questa oggettiva situazione di inferiorità.

In base a queste considerazioni sembrerebbe dover essere accettato anche per il futuro che il modello di riferimento del servizio telefonico non può più essere quello della telefonia fissa ma quello della telefonia mobile. Poiché poi si è visto che il servizio telefonico non è mai offerto da solo, ne consegue che ciò vale anche per tutti i servizi ausiliari da essi gestiti.

Una strategia di convergenza fisso-mobile, per avere una qualche probabilità di successo, deve quindi necessariamente passare per una riconversione dell'attuale telefonia fissa in telefonia mobile a mobilità limitata (al limite nulla) e quindi anche nella trasformazione dell'attuale infrastruttura di rete fissa in una di rete mobile con accessi fissi.

Una tale riconversione comporta tra l'altro un cambiamento completo dell'attuale architettura di rete fissa intelligente: in particolare, gli utenti della nuova rete fissa dovranno poter essere registrati su terminali diversi con le stesse modalità (e preferibilmente con la stessa tecnologia) usate per i terminali mobili. Dovranno poi, sempre con le stesse modalità, potersi spostare liberamente e senza difficoltà da una rete fissa ad una rete mobile (e viceversa) e dalla rete fissa di un operatore a quella di un altro (come già avviene per il roaming tra reti mobili di operatori diversi). Nel transitare da una rete all'altra dovranno poi conservarsi invariati (o, al più, solo limitati

nelle prestazioni, ma mai modificati nell'interfaccia d'uso) anche i servizi ausiliari, quali ad esempio le funzioni di messaggistica o di segreteria.

Solo dopo questi cambiamenti diverrà naturale per l'utente chiedersi, prima di ogni chiamata, se gli convenga utilizzare una tipologia di rete piuttosto che un'altra, rivalutando quindi anche in modo più oggettivo vantaggi e svantaggi specifici di entrambe le reti.

Anche nel caso di adozione unilaterale di questa strategia da parte di un solo gestore di telefonia fissa, è ragionevole attendersi che la reazione dei gestori di telefonia mobile all'aggressione implicita al loro mercato sia quella di offrire ai propri utenti mobili dei servizi di *domiciliazione* che permetterebbero loro di godere - all'interno di un numero ristretto di celle prefissate - di tariffe privilegiate identiche a quelle della telefonia fissa. Quest'offerta innovativa finirebbe tuttavia per facilitare e accelerare il processo di convergenza complessivo.

Raggiunto questo primo obiettivo, cadrebbe anche ogni possibile giustificazione tecnica per conservare una distinzione (per altro già oggi artificiosa) tra operatori fissi e mobili. Diventerebbe anzi del

tutto naturale per un operatore di rete mobile collegare, ai propri nodi, reti di accesso interamente cablate e viceversa. È auspicabile che - ove fosse seguito questo indirizzo - anche a livello di regolamentazione venisse rimosso ogni ostacolo al riguardo.

4.3 Convergenza mobile-Internet

Il secondo passo di una strategia di convergenza dovrebbe essere focalizzato naturalmente soprattutto sul problema di far convergere la telefonia mobile con quella Internet.

Per quanto si è già detto, il problema principale in questo caso sarebbe rappresentato dal fatto che per raggiungere appieno questo obiettivo, bisognerebbe far convergere fra loro un servizio di telefonia pubblica da una parte ed una molteplicità di applicazioni, comprendenti anche componenti di telefonia dall'altra. L'uso del condizionale è d'obbligo perché quest'obiettivo, oltre che estremamente difficile da raggiungere, sarebbe probabilmente anche altrettanto inutile in quanto il processo di generazione di nuove applicazioni su Internet è praticamente inarrestabile.

In maniera pragmatica, potrebbero essere a questo punto seguite, in parallelo o in alternativa, due strade distinte.

La prima dovrebbe consistere nel fare evolvere la rete di telefonia mobile sostituendone progressivamente le tecnologie - proprietarie - con altre equivalenti Internet. Considerata la rapidità di evoluzione di queste ultime (a condizione di curare con attenzione i problemi connessi alla necessità di garantire la continuità e la compatibilità col progresso) quest'approccio potrebbe risultare sempre opportuno, indipendentemente da ogni considerazione relativa alla tematica della convergenza.

La seconda strada, forse più opinabile, consisterebbe invece nello sviluppo di un *kit di telefonia* Internet totalmente compatibile e interoperabile con il servizio di telefonia mobile. Questo kit andrebbe poi offerto gratuitamente a utenti ed a sviluppatori di applicazioni nella speranza che possa affermarsi come (unico) standard di fatto. Anche in questo caso, l'adozione di tecniche e di tecnologie comuni di identificazione di utenti e terminali (che consentano all'utente di passare in modo trasparente dall'uso di un PC a quello di un telefono cellulare portatile) potrebbe risultare determinante per il successo finale.

In entrambi i casi rimarrebbe comunque aperto il problema sulle modalità per armonizzare principi e schemi di tariffazione.

5. Conclusioni

In assenza di azioni specifiche, è prevedibile che, sotto l'influsso di numerosi fattori differenti, telefonia fissa, mobile e Internet evolveranno in modo sempre più divergente.

Il risultato finale di questa divergenza sarà verosimilmente la coesistenza di offerte molto diversificate e largamente incompatibili tra loro. Per l'utente finale questa nuova modalità di offerta si tradurrà nella

necessità di fare scelte complesse, difficili e, in ultima analisi, inevitabilmente insoddisfacenti.

Una strategia di convergenza è probabilmente ancora possibile e potrebbe articolarsi in due passi principali: la prima (*completa*) tra telefonia fissa e mobile; la seconda convergenza (*parziale*) tra telefonia mobile e Internet.

Tenuto conto però della presente situazione di competitività del mercato sembra difficile che l'attuazione di una tale strategia possa basarsi su un consenso a priori di tutti gli attori potenzialmente coinvolti. Più realisticamente, essa dovrebbe essere stimolata da quelli che in una situazione inerziale potrebbero rischiare di più, ossia i gestori di telefonia fissa, coerentemente con una visione in cui i servizi a banda stretta e in primo luogo la telefonia, migreranno progressivamente verso un paradigma mobile e, probabilmente, a pacchetto, mentre rimarrà prevalente l'accesso da fisso per servizi a larga banda.

Tra i possibili ostacoli ad una strategia di convergenza, un ruolo determinante potrebbe essere giocato dall'attuale legislazione e regolamentazione in materia di separazione tra operatori, reti e servizi. Tuttavia, poiché questa proposta riflette una situazione di mercato innaturale, è ragionevole ritenere che anch'essa dovrà cambiare in funzione della domanda reale. D'altra parte è fondamentale che, contestualmente agli operatori, le Autorità di regolamentazione prendano sempre meglio conoscenza del mutare delle esigenze dell'utenza, della tecnologia e delle opportunità di mercato, in modo che esse favoriscano con la propria azione il benessere del Paese nel suo complesso.

Abbreviazioni

DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
POTS	Plain Old Telephone Service
UMTS	Universal Mobile Telecommunications Systems



Michele Morganti si è laureato in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Milano nel 1973. Dopo aver trascorso nove anni nei Laboratori di Commutazione Elettronica della Telettra è entrato in Italtel dove, dal 1987 al 1999, è stato responsabile dei Laboratori di Ricerca Centrale. Da novembre 1999 è con la Siemens Information and Communication Networks dove ricopre la carica di Chief Technical Officer e Total Quality Manager. Membro attivo dell'AEI, dell'IEEE e dell'IFIP

ha scritto numerosi articoli e partecipato a numerose Conferenze nel campo delle telecomunicazioni e dell'informatica.

Internet

Come funziona l'instradamento dei pacchetti IP

ANDREA BAIOCCHI
FRANCESCO IUSO
LUISA LIFFREDO

L'instradamento è la funzione che meglio caratterizza il protocollo di rete IP (Internet Protocol) [1][2][3][4]. Il complesso di componenti che lo realizzano sono infatti capaci di adattarsi ai cambiamenti di stato della rete, assicurando affidabilità e continuità di servizio anche in presenza di variazioni della topologia di rete o di condizioni di fuori servizio di parti di rete.

Il presente articolo tratta le linee generali dell'instradamento di tipo unicast (cioè punto-punto) nelle reti IP con l'obiettivo di chiarire i meccanismi che stanno alla base del suo funzionamento. Sono in particolare illustrati ed esemplificati i concetti di indirizzo IP e indirizzo fisico, traduzione degli indirizzi, host e router, instradamento diretto e indiretto e sistema autonomo.

Saranno invece oggetto di nuovi articoli i protocolli di instradamento, cioè i protocolli che definiscono le modalità di scambio e di aggiornamento delle informazioni sullo stato della rete necessarie per prendere le decisioni di instradamento.

1. Principi dell'instradamento IP

La storia di Internet e l'evoluzione dei protocolli della famiglia IP ha seguito sin dalle sue origini il paradigma *connectionless*: le unità di lunghezza variabile in cui è suddiviso il traffico per il suo trasporto in rete - unità indicate nel seguito con il nome di *pacchetti IP* - sono instradate attraverso la rete in modo indipendente l'una dall'altra sulla base dell'indirizzo di destinazione contenuto nella loro intestazione [5].

La funzione di instradamento (*routing*) consiste nel determinare un percorso tra origine e destinazione dell'informazione. Con riferimento a questa funzione, la visione della topologia di rete a livello IP consiste in un grafo i cui nodi sono macchine IP (router o host; vedi par. 2.1) ed è presente un ramo tra due nodi se questi rappresentano macchine IP appartenenti alla medesima sotto-rete (vedi par. 2.2). Instradare un pacchetto significa allora determinare un percorso, cioè una concatenazione di rami e nodi, sul grafo che rappresenta al livello IP la topologia della rete. Un algoritmo di instradamento risolve in sostanza un problema di ottimizzazione su grafo, allo scopo di minimizzare una funzione di "costo" dell'instradamento (per esempio, numero di nodi attraversati oppure ritardo di attraversamento della rete). Un protocollo di instradamento è il meccanismo che permette l'aggiornamento e il mantenimento della coerenza tra le tabelle di instradamento¹. Questi argomenti saranno trattati in un prossimo articolo.

Il trasporto dei pacchetti non richiede l'instaurazione preventiva di un circuito virtuale tra la sorgente e la destinazione. Pacchetti scambiati tra una medesima coppia sorgente - destinazione possono seguire percorsi differenti.

Come mostrato in figura 1, il trasferimento dei pacchetti in una rete IP si compone di una sequenza di transiti attraverso i nodi della rete, cioè attraverso i *router*.

L'instradamento dei pacchetti IP è effettuato in ciascun router in base:

- all'indirizzo di destinazione contenuto nell'intestazione del pacchetto;
- alle informazioni di instradamento contenute in apposite basi di dati chiamate tabelle di instradamento (*routing table*). Le tabelle di instradamento sono memorizzate sia all'interno dei nodi sia nei terminali.

In ciascuna tabella di instradamento è indicato per ogni rete di destinazione (e cioè per ogni prefisso di rete) il nodo successivo a cui inoltrare i pacchetti.

La peculiarità dell'instradamento IP, caratteristica che costituisce uno dei maggiori punti di forza delle reti IP, consiste nella possibilità di reagire a fenomeni

⁽¹⁾ Questa funzione è necessaria per attuare le decisioni di instradamento prese sulla base di un algoritmo, adattandosi ai mutamenti della rete.

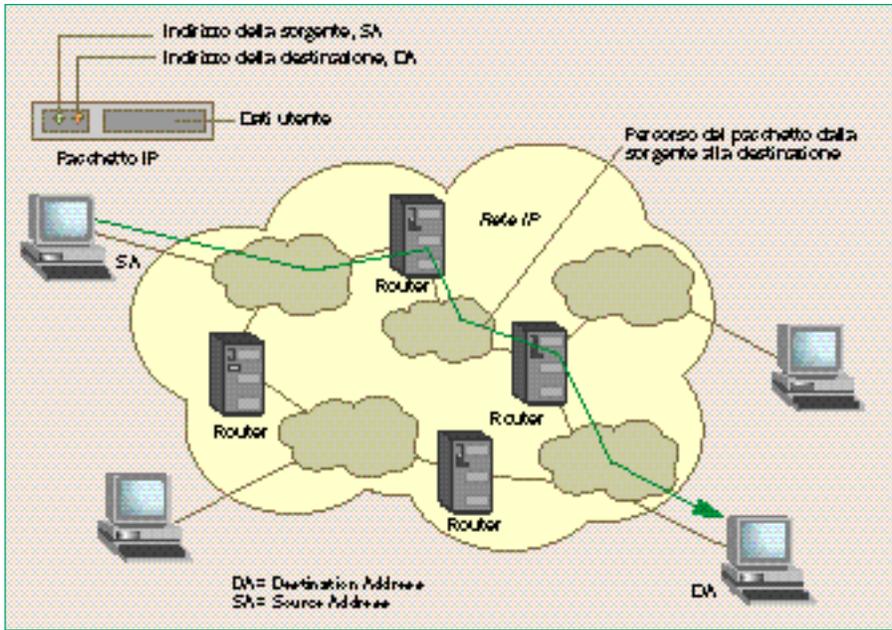


Figura 1 Instradamento dei pacchetti in una rete IP.

instradamento può essere realizzato da appositi protocolli in modo automatico, e in questo caso si parla di *instradamento dinamico*.

Le modalità impiegate per costruire e per aggiornare le tabelle di instradamento sono direttamente correlate con l'efficienza e l'affidabilità di una rete IP: la gestione manuale delle tabelle di instradamento è ipotizzabile solo se il numero di router che costituiscono la rete è sufficientemente piccolo. All'aumentare del numero di nodi in rete i meccanismi di aggiornamento dinamico delle tabelle diventano indispensabili. Nella realtà pratica si adottano spesso soluzioni miste.

I meccanismi dinamici si basano su informazioni di

di indisponibilità dei collegamenti o di guasti dei nodi, modificando gli instradamenti dei pacchetti su rotte alternative. Nella figura 2 è mostrato un semplice esempio di interconnessione di router IP con le relative tabelle di instradamento (ove per ogni rete di destinazione è indicato il router verso il quale rilanciare i pacchetti). In presenza di fuori servizio del collegamento tra i router R1 e R2, nella figura 2 sono riportate le modifiche apportate automaticamente dal protocollo di instradamento alle tabelle (dopo una fase transitoria di scambio di messaggi). Questa caratteristica può essere resa disponibile in quanto nei router le tabelle di instradamento possono essere mantenute aggiornate coerentemente con lo stato della rete.

L'aggiornamento delle tabelle di instradamento può essere effettuato dall'operatore della rete mediante interventi di configurazione "manuale", e in questo caso si parla di *instradamento statico*. Quest'approccio è oggi il più diffuso per le reti a circuito, in particolare per la PSTN. In alternativa, l'aggiornamento delle tabelle di

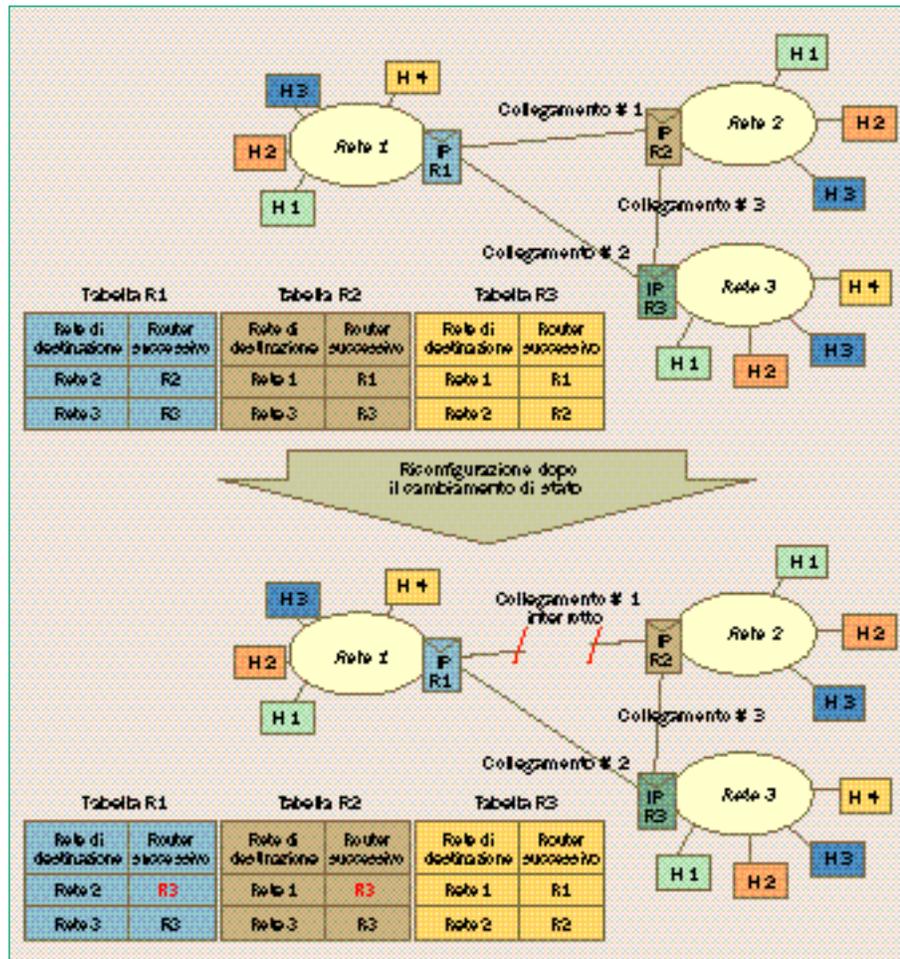


Figura 2 Nuovo instradamento a seguito del cambiamento di stato della rete (nell'esempio la riorganizzazione dell'instradamento riguarda il fuori servizio del collegamento 1).

REQUISITI DEGLI ALGORITMI UTILIZZATI DAI PROTOCOLLI DI INSTRADAMENTO DINAMICO

Gli algoritmi utilizzati dai protocolli di instradamento dinamico per la costruzione e l'aggiornamento delle tabelle di instradamento devono rispondere ad alcuni requisiti quali:

- fornire il percorso "ottimo", quello cioè che rende minima una qualche metrica che esprima un costo dell'instradamento (quale, ad esempio, numero di router attraversati, ritardo di attraversamento atteso, capacità del collegamento, costo);
- evitare instradamenti "circolari", che si richiudono su se stessi (*routing loops*), possibilmente anche durante i transitori seguenti ad aggiornamenti di tabelle di instradamento;
- limitare le risorse richieste per il funzionamento del protocollo di routing (risorse di memoria e di elaborazione in relazione alle dimensioni delle tabelle di instradamento; risorse di trasferimento in relazione a numero e dimensione dei messaggi scambiati);
- essere affidabili e robusti rispetto a situazioni di errore o di malfunzionamento di porzioni di rete;
- convergere rapidamente, vale a dire adattarsi rapidamente ai cambiamenti dello stato della rete (ad esempio a seguito di guasti o di modifiche) determinando nuove e stabili tabelle di instradamento.

Il processo di decisione utilizzato dagli algoritmi per la scelta del percorso ottimo si basa su "metriche" che tengono conto di diversi fattori quali ad esempio la banda dei collegamenti, i ritardi, i costi. Possono anche essere introdotti attributi "qualitativi" (ad esempio ammissibilità o carattere preferenziale di un dato instradamento in base agli accordi commerciali tra *ISP - Internet Service Provider* interconnessi), in grado di realizzare vere e proprie "politiche" di instradamento (*routing policy*). Alcuni algoritmi usano una sola metrica, mentre altri, più complessi, usano metriche multiple e combinate.

instradamento scambiate tra i router della rete IP secondo protocolli indicati genericamente con il nome di *protocolli di instradamento dinamici*.

La gestione dinamica dell'instradamento può essere dunque caratterizzata da due elementi di base: la tipologia di informazioni scambiate tra i router e l'algoritmo usato per la costruzione e l'aggiornamento delle tabelle di instradamento (vedi riquadro riportato in questa stessa pagina).

I protocolli utilizzati per la gestione dinamica dell'instradamento sono diventati col tempo sempre più sofisticati, per far fronte all'aumentare della complessità delle reti IP e per perseguire gli obiettivi di affidabilità e di efficienza. In particolare, come sarà chiarito più avanti, l'evoluzione delle reti IP ha richiesto di introdurre nei protocolli di instradamento concetti sempre più complessi, tra cui:

- un'organizzazione gerarchica delle reti IP, in termini sia di visibilità da parte di ciascun router della parte restante della rete, sia di instradamenti consentiti ovvero preferenziali (ad esempio, le cosiddette politiche di instradamento);
- l'utilizzo di "metriche" sofisticate, associate a ciascun instradamento, in grado di esprimere non solo il numero di router attraversati (e quindi il numero di volte in cui il pacchetto viene elaborato), ma anche costo, qualità e prestazioni dei singoli percorsi.

La memorizzazione degli instradamenti Internet,

cioè delle possibili reti di destinazione, che sono oggi circa 80 mila, richiede un'adeguata quantità di memoria e capacità di elaborazione nei router. Non si può, infatti, trascurare che, oltre all'ingombro "statico" di spazio di memoria, la dimensione della tabella di instradamento ha conseguenze dirette sull'entità delle risorse di rete (capacità di trasferimento dei rami e capacità di elaborazione dei nodi) impegnate dall'instradamento.

In particolare, tutti i protocolli di instradamento aggiornano il contenuto delle tabelle di instradamento mediante uno scambio continuo di almeno una parte del contenuto delle tabelle stesse, tra ciascun nodo e quelli limitrofi o addirittura tra tutti i nodi componenti una data porzione di rete. La capacità di trasferimento consumata è quindi proporzionale alla dimensione della tabella.

La dimensione delle tabelle di instradamento incide soprattutto sui tempi di consultazione di ciascuna di esse: la scansione della tabella avviene infatti per *ogni* pacchetto IP che deve essere rilanciato dal router e implica una cosiddetta ricerca del *longest prefix matching* (si veda in proposito il riquadro sulla procedura di instradamento IP a pagina 22), operazione assai più complessa del semplice *lookup* e cioè della ricerca di un elemento puntato da un'etichetta di formato costante. Come esempio, si consideri un router con 16 porte di ingresso, ciascuna con capacità di 2,5 Gbit/s e si assuma una dimensione media della lunghezza dei pacchetti IP di 250 byte (dato che

potrebbe rivelarsi polarizzato per eccesso, soprattutto in vista della crescita di componenti di traffico *real-time*). Se si assume un carico medio del 50 per cento su ciascuno dei rami in ingresso al router, il volume di traffico da trattare in questo caso è di 10 milioni di pacchetti al secondo. È chiaro che il tempo di consultazione delle tabelle di instradamento, e quindi la loro dimensione, sono elementi estremamente critici nell'abilitare la crescita verso elevate capacità di smaltimento del traffico (a meno di non apportare modifiche sostanziali al modo di trasferimento utilizzato nelle attuali reti IP).

È possibile limitare le dimensioni delle tabelle inserendo un instradamento del tipo *tutte le destinazioni* (instradamento *default*), verso cui instradare quel traffico destinato a reti non esplicitamente indicate in tabella.

2. Instradamento "diretto" e instradamento "indiretto"

2.1 Funzioni host e router

Le reti *Internet* sono costituite dall'interconnessione di reti eterogenee, quali ad esempio le reti Ethernet, *FDDI* (*Fiber Distributed Data Interface*), ATM, Frame Relay, connessioni dedicate.

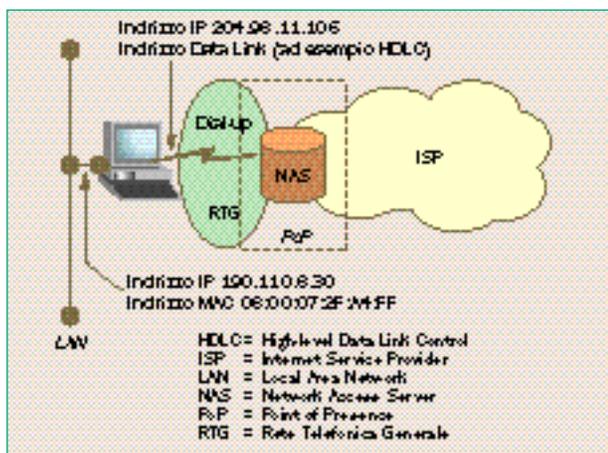


Figura 3 Esempio di host dotato di due interfacce di servizio (multi-homed).

A livello IP la visione della rete è omogenea, suddivisa in *sottoreti*, senza alcuna organizzazione gerarchica. Nella terminologia Internet, con il termine di sottorete si indica un insieme di apparati che possono comunicare direttamente attraverso una rete "fisica". Le sottoreti sono interconnesse da apparati in grado di effettuare la commutazione di pacchetto a livello IP e cioè dai router.

Relativamente agli apparati IP si possono distinguere due funzionalità: host e router.

La *funzione router* coincide con la capacità di commutare il traffico tra interfacce di servizio diverse predisposte sull'apparato. La *funzione host* corrisponde invece alla terminazione (origine o destinazione) dei

flussi di pacchetti IP.

Un apparato può svolgere entrambe le funzioni (host e router), può quindi sia commutare sia terminare flussi di pacchetti che trasportano dati di utente, anche se, in genere, ciascun apparato di rete IP è dedicato solo a una delle due funzioni.

Un apparato per svolgere funzioni di router deve possedere almeno due interfacce di servizio distinte (cioè connesse a sottoreti diverse). Ciò non toglie che anche un host può essere connesso a più sottoreti ma non ha la capacità di commutare i pacchetti dall'una all'altra sottorete. Un esempio di apparato con funzioni di host, dotato di più interfacce di rete (*multi-homed*), è riportato in figura 3, ove si mostra un PC dotato di accesso su una LAN Ethernet e di un modem in banda fonica per accesso a un ISP remoto tramite PSTN.

Nel seguito, come del resto nella letteratura su Internet, si utilizzeranno i termini router e host sia per indicarne le funzionalità sia anche - per estensione - per indicare gli apparati che realizzano queste funzioni.

2.2 Indirizzi IP e indirizzi "fisici"

Ogni apparato ha una o più interfacce di servizio attraverso le quali accede ad altrettante sottoreti distinte. Ad ogni interfaccia di servizio è associato un indirizzo IP; nel caso dell'esempio di figura 3, il PC ha due distinti indirizzi IP: il primo per l'interfaccia con la LAN, l'altro per l'accesso all'ISP tramite PSTN. Analogamente, un router connesso a tre diverse sottoreti ha tre diversi indirizzi IP, ciascuno dei quali è associato all'interfaccia con una sottorete.

L'indirizzo IP associato a ciascuna interfaccia di servizio di un apparato è una connotazione logica dell'interfaccia, visibile solo a livello IP.

Ad ogni interfaccia di servizio è associato anche un indirizzo specifico della sottorete cui essa appartiene, visibile cioè da protocolli appartenenti a livelli sottostanti al livello IP (secondo l'architettura di comunicazione).

Con riferimento all'esempio precedente riportato in figura 3, alle due interfacce relative alle sottoreti LAN e PSTN sono associati rispettivamente gli indirizzi IP₁ = 190.110.8.30 e IP₂ = 204.98.11.106 a livello IP. Alle medesime interfacce è anche associato un indirizzo di sottorete, in un formato specifico dell'architettura di comunicazione della sottorete stessa. Per la LAN si tratta di un indirizzo di livello MAC (ad esempio 08:00:07:2f:a4:ff). Nel caso dell'accesso ad ISP tramite PSTN, la sottorete si riduce invece al collegamento punto-punto tra l'host e il router di accesso dell'ISP, realizzato con un circuito telefonico. L'indirizzo di sottorete dell'host è quindi un identificativo della terminazione del collegamento, lato host, definito nell'ambito del livello data link dell'architettura protocolle del collegamento (identificativo PPP - *Point to Point Protocol*, di livello 2).

Nella terminologia correntemente impiegata in molta parte della letteratura su Internet, gli indirizzi specifici delle sottoreti associati a ciascuna interfaccia - nel livello sottostante da un punto di vista architett-

GLI INDIRIZZI IP (VERSIONE 4)

Gli indirizzi *IP unicast* sono divisi in varie classi, contraddistinte mediante un codice a lunghezza variabile nei primi bit dei 32 che compongono l'indirizzo (vedi figura A). Le tre principali classi di indirizzi (denominate A, B e C) si differenziano per il numero di byte dedicato alla identificazione della sottorete¹:

- **Indirizzo di classe A:** dedica il primo byte all'identificazione della sottorete (*net_id*) e comprende i numeri da 0.0.0.0 a 127.255.255.255. È contraddistinto dal primo bit posto a 0;
- **Indirizzo di classe B:** dedica i primi due byte all'identificazione della sottorete (*net_id*) e comprende i numeri da 128.0.0.0 a 191.255.255.255. È contraddistinto dai primi due bit posti a 10;
- **Indirizzo di classe C:** dedica i primi tre byte all'identificazione della sottorete (*net_id*) e comprende i numeri da 192.0.0.0 a 223.255.255.255. È contraddistinto dai primi tre bit posti a 110.

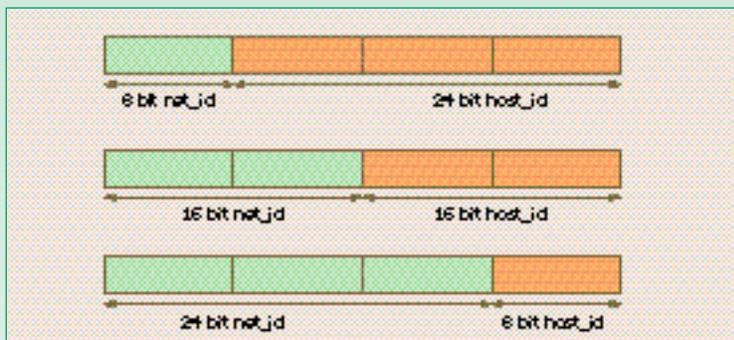


Figura A Struttura degli indirizzi di classe A, B e C.

Sono inoltre previsti i *numeri di classe D* (da 224.0.0.0 a 239.255.255.255) per indirizzamento multicast e sono riservati per scopi futuri i *numeri di classe E* (da 240.0.0.0 a 247.255.255.255).

I numeri IP appartenenti ad alcune sottoreti sono riservati per scopi particolari; gli indirizzi di classe A 127.X.X.X, dove X può assumere qualsiasi valore tra 0 e 255, sono riservati per numerare l'interfaccia logica interna alle macchine (*loopback*) utilizzata di solito per diagnostica; gli indirizzi 10.X.X.X e 192.168.X.X sono impiegati per le reti IP private (*Intranet*).

Con la classificazione introdotta, è ulteriormente possibile ripartire i bit della porzione *host_id* in modo da dedicare ulteriori *bit* a identificare la sottorete. Per questo scopo si impiega una "maschera" e cioè una stringa di *bit* che indica con "1" la porzione "net_id" e con "0" la porzione "host_id" [6].



Figura B Esempio di impiego della maschera di sottorete.

Nell'esempio riportato nella figura B l'indirizzo 194.242.0.65, che appartiene alla Classe C, con la maschera 255.255.255.248 è il primo di sei numeri (da 194.242.0.65 a 194.242.0.70 inclusi) con i quali si possono numerare le interfacce della sottorete 194.242.0.64. Si osservi che con i tre bit dedicati all'identificazione dell'interfaccia potrebbero essere rappresentati 8 numeri anziché 6, ma il primo e l'ultimo numero della serie sono riservati: il primo si confonde con l'identificativo della sottorete; il secondo è utilizzato come indirizzo broadcast della sottorete, cioè per indirizzare il pacchetto IP a tutti i sistemi IP connessi alla sottorete.

⁽¹⁾ Nel seguito si usa per gli indirizzi IP la notazione "dotted": i quattro byte sono rappresentati dai corrispondenti valori decimali (numeri compresi tra 0 e 255), separati da punti.



Figura 4 Struttura logica degli indirizzi IP.

turale al livello IP - sono indicati come *indirizzi fisici*. Questa espressione sarà usata per uniformità anche nel seguito, pur con l'avviso che si tratta di un termine quanto mai fuorviante poiché gli indirizzi sono in ogni caso entità puramente logiche.

L'indirizzo IP nell'attuale versione del protocollo IPv4 è suddiviso in due parti (figura 4):

- l'identificativo della sottorete di appartenenza (*net_id*);
- l'identificativo della interfaccia di servizio sulla sottorete (*host_id*).

La struttura degli indirizzi IP è descritta nel riquadro di pagina 18.

2.3 Instradamento diretto

All'interno di una medesima sottorete le comunicazioni avvengono in modo *diretto* incapsulando il pacchetto IP nelle unità dati di trasferimento della sottorete (ad esempio celle ATM nel caso di sottorete ATM);

COME SI TRADUCONO GLI INDIRIZZI: ARP (ADDRESS RESOLUTION PROTOCOL)

ARP ha lo scopo di identificare l'indirizzo fisico corrispondente ad un indirizzo IP. Da un punto di vista concettuale, il funzionamento di ARP prevede un'interazione di tipo richiesta-risposta tra l'apparato che vuol conoscere l'indirizzo fisico e quello che è in grado di fornire l'informazione. Quest'ultimo potrebbe essere un server dedicato a questo scopo (*ARP server*), configurato per ciascuna data sottorete, il cui indirizzo fisico potrebbe essere memorizzato permanentemente dagli apparati della sottorete (per esempio, in un file di configurazione, caricabile all'avvio). A parte considerazioni affidabilistiche e sulle prestazioni, la complessità della gestione di questo approccio è evidente non appena si esca dall'ambito di sottoreti costituite da pochi apparati.

Una soluzione particolarmente efficiente e robusta è realizzabile nel caso di sottoreti di tipo diffusivo (*broadcast*), nelle quali cioè tutti i sistemi connessi ricevano qualunque unità di dati inviata sulla sottorete e filtrino quelle di propria pertinenza, sulla base dell'indirizzo di destinazione contenuto nelle stesse unità dati.

Il classico esempio di sottorete di questo tipo è la LAN: in questo caso, si supponga che l'apparato α abbia bisogno dell'indirizzo MAC corrispondente all'indirizzo IP 128.68.12.2. L'apparato α predispone un messaggio di richiesta ARP, inviato sulla sottorete in una trama MAC con un indirizzo di destinazione di tipo *broadcast* (a livello MAC). L'effetto è che *tutti* gli apparati attivi sulla LAN leggono il messaggio di richiesta ARP e, se presente, il sistema che riconosce come proprio l'indirizzo IP 128.68.12.2 (cioè quello γ) risponde con un messaggio di replica ARP, contenuto in una trama MAC, questa volta di tipo unicast e inviata proprio al richiedente (il cui indirizzo MAC è noto a chi invia la risposta perché contenuto nel messaggio ARP di richiesta).

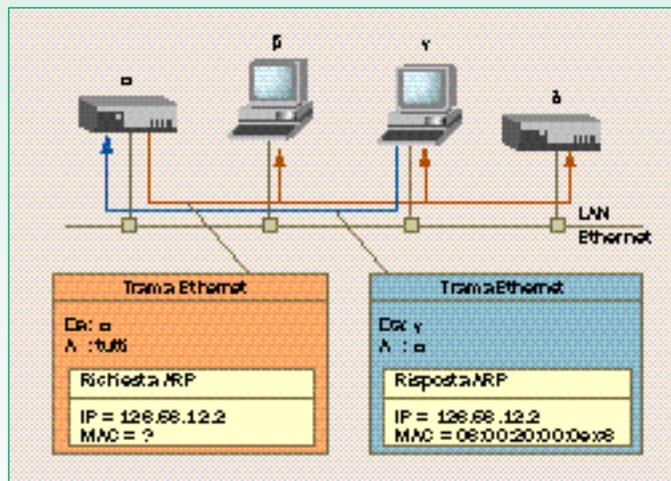


Figura A Esempio di traduzione dall'indirizzo IP a quello MAC in una LAN Ethernet.

Quello sopra descritto è il nucleo di funzioni base di ARP. Il buon funzionamento di ARP richiede una serie di accorgimenti (ad esempio temporizzatori, uso di cache e altri), soprattutto con l'obiettivo di migliorarne le prestazioni.

trame Ethernet nel caso di una LAN di questo tipo).

L'aggettivo *diretto* si riferisce alla visione della rete al livello IP e serve a segnalare che non si attraversano router intermedi: il trasferimento del pacchetto IP avviene infatti *direttamente* tra due apparati (router o host) attestati alla medesima sottorete, utilizzando naturalmente le modalità di trasferimento proprie della sottorete. La sottorete può essere un'infrastruttura complessa (ad esempio una rete ATM, un'infrastruttura di rete locale), con una sua capacità di commutazione interna. Può anche ridursi ad un collegamento punto-punto tra le porte di due apparati IP (molte dorsali sono realizzate affittando collegamenti punto-punto che interconnettono con una topologia più o meno magliata un insieme di router).

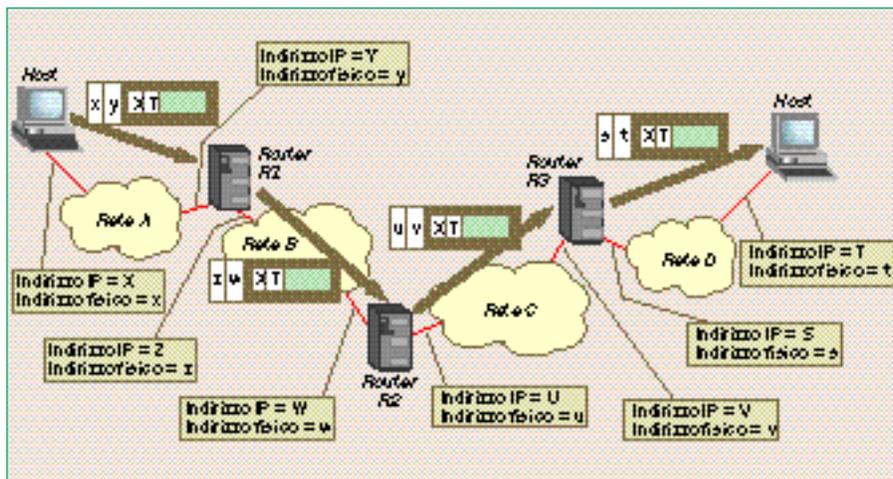


Figura 5 Esempio di instradamento indiretto.

Per consentire al pacchetto IP di essere trasferito tra due apparati A e B, attestati ad una medesima sottorete, occorre che l'apparato sorgente (ad esempio A) si procuri l'indirizzo a livello della sottorete (indirizzo fisico) di B. L'informazione di partenza è l'indirizzo IP dell'interfaccia di servizio di B sulla sottorete in questione. Il processo di conversione tra l'indirizzo IP di B e quello fisico di B è attuato da un protocollo denominato *ARP* (*Address Resolution Protocol*), come è chiarito nel riquadro di pagina 19 (maggiori informazioni sono contenute in [7]).

2.4 Instradamento indiretto

Tra apparati appartenenti a sottoreti differenti le comunicazioni avvengono in modo *indiretto*, in quanto devono passare attraverso i router di collegamento: l'apparato trasferisce il pacchetto al nodo successivo sulla rotta verso la destinazione, in base al contenuto della tabella di instradamento.

Ogni apparato connesso in rete, sia esso un terminale o un router, esegue dunque le medesime funzioni di instradamento, che possono essere così sintetizzate:

- se esiste una corrispondenza tra l'indirizzo di destinazione del pacchetto ed il prefisso di rete di

una delle interfacce con le quali l'apparato è connesso, il pacchetto è recapitato a destinazione secondo la modalità *diretta*;

- se non c'è questa corrispondenza, l'apparato inoltra il pacchetto al router sulla rotta verso la destinazione, in base a quanto riportato nella tabella di instradamento.

Si tratta di una modalità di instradamento basato su *informazioni parziali*. Questo concetto base è chiarito ed esemplificato nel riquadro di pagina 21.

Nel trasferimento del pacchetto dall'origine alla destinazione, l'indirizzo IP di destinazione rimane invariato. Quello che cambia di tratta in tratta è l'indirizzo *fisico* della destinazione intermedia a livello della sottorete attraversata. Un instradamento indiretto si compone quindi di

una sequenza di instradamenti diretti tra i router intermedi attraversati. In altre parole un router, che verifichi la non diretta raggiungibilità della destinazione di un pacchetto IP, individua un router successivo cui rilanciare il pacchetto dalla consultazione della propria tabella di instradamento.

I due router devono essere attestati a una medesima sottorete, in modo che il trasferimento del pacchetto IP dall'uno all'altro avvenga con le modalità già viste per l'instradamento diretto, cioè con i mezzi di trasferimento propri della sottorete. Questo significa che il pacchetto IP viene

inserito in unità dati la cui etichetta contiene gli indirizzi *fisici* del router mittente e di quello destinatario (indirizzi utilizzati dai protocolli della sottorete), fermi restando gli indirizzi di sorgente (SA) e di destinazione (DA) contenuti nell'intestazione del pacchetto IP.

La figura 5 mostra un esempio di instradamento indiretto attraverso tre router intermedi, evidenziando le unità dati proprie delle sottoreti, con gli indirizzi *fisici* delle sorgenti e destinazioni nell'ambito di ciascuna sottorete, ed il pacchetto IP trasportato con il proprio indirizzo IP di sorgente e di destinazione.

Il riquadro a pagina 22 mostra la procedura di instradamento eseguita da un router su ciascun pacchetto IP.

3. I sistemi autonomi

Per semplificare l'organizzazione e la gestione della rete Internet, i router e le sottoreti della rete sono raggruppati in insiemi chiamati *Sistemi Autonomi*, *AS* (*Autonomous System*) o *Domini di Instradamento*.

Ciascun insieme consiste di apparati (*router* e *host*) e reti di servizio IP amministrati, gestiti e configurati da un medesimo "operatore di rete", che è responsabile per gli aspetti tecnici e per quelli amministrativi.

Con la definizione degli AS è stata avviata un'organizzazione gerarchica tra i router della rete Internet.

Nella figura 6 i router colorati di arancione devono possedere le informazioni di instradamento non solo del proprio AS, ma anche quelle di altri AS. Nella tabella di instradamento dovrebbero essere perciò registrate le informazioni necessarie per raggiungere una qualsiasi rete in Internet. Viceversa i router di colore verde non è detto che abbiano informazioni di instradamento sugli altri AS, ma sanno come raggiungere i router di colore arancione: per il traffico diretto a reti di AS differenti, è sufficiente che nelle tabelle di instradamento dei router di colore verde sia previsto un instradamento di *default* verso i router arancioni.

Con questa struttura gerarchica, l'organizzazione dell'instradamento ed i relativi protocolli all'interno di un AS costituiscono una funzione indipendente dall'organizzazione predisposta negli altri AS. Viceversa lo scambio di informazioni tra AS deve essere realizzato secondo regole condivise tra i gestori degli AS interconnessi e che devono permettere di attuare i criteri specifici per l'instradamento definiti per l'interconnessione.

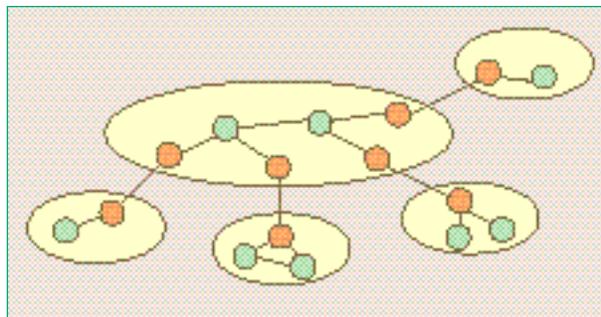


Figura 6 Esempio di Sistemi Autonomi.

Per questi scopi sono disponibili specifici protocolli di instradamento dinamici, che si differenziano da quelli utilizzati all'interno di ciascun AS: per distinguere le due tipologie si parla di *protocolli interni* e di *protocolli esterni*.

Il collegamento tra due AS rappresenta per ciascuno dei due gestori la *porta* di accesso alle sottoreti

L'INSTRADAMENTO CON INFORMAZIONI PARZIALI

Il concetto di instradamento basato su informazioni parziali può essere esemplificato come segue.

Supponiamo di essere a Firenze e di voler andare a Venezia senza disporre di cartine e senza poter chiedere indicazioni. Il primo cartello che troviamo è "Centro Città a sinistra, tutte le altre destinazioni a destra"; dal momento che Venezia non è citata andiamo a destra - supponiamo che quest'ultima direzione porti a Bologna. Arrivati a Bologna troviamo un altro cartello con la dicitura "Milano a sinistra, tutte le altre destinazioni a destra"; come nel caso precedente, andiamo a destra. Arrivati a Padova troviamo infine un cartello che ci dice "Verona a sinistra, Venezia a destra". La nostra destinazione è citata esplicitamente e quindi possiamo raggiungere la nostra meta.

Il concetto alla base di questo instradamento è che non è necessario citare esplicitamente ad ogni incrocio tutte le possibili destinazioni. L'importante è che i cartelli siano coerenti e aggiornati e che tutte le destinazioni siano prima o poi citate. Se a Padova avessimo trovato un cartello con su scritto "Verona a sinistra, Trieste a destra" non avremmo saputo cosa fare.

Un pacchetto IP somiglia a un viaggiatore che non dispone di cartine né può chiedere informazioni.

Uno degli elementi chiave dell'instradamento con informazioni parziali è il router di *default* contenuto nelle tabelle di instradamento della maggior parte dei router periferici (esso equivale all'indicazione "tutte le direzioni non altrimenti specificate" nell'esempio stradale). Questa strategia può funzionare solo se prima o dopo si arriva ad un router che conosce esplicitamente la rotta per la destinazione. Devono quindi esistere in Internet dei router (*core router*) che non includono nelle loro tabelle il router di default e che conoscono tutte le possibili destinazioni. Una notevole semplificazione si ottiene introducendo livelli gerarchici (del tutto assenti nell'Internet originaria), per esempio con il concetto di sistema autonomo (vedi paragrafo 3).

L'instradamento con informazioni parziali ha il vantaggio di evitare la necessità di citare *tutte* le informazioni in *tutti* i router (gli incroci dell'esempio stradale). Il prezzo da pagare è un instradamento non sempre ottimale.

contenute nei rispettivi AS ed in quelli ad essi connessi. Entrambi devono quindi fornire l'informazione sulla possibilità di raggiungere le sottoreti attraverso quella "porta", considerando non solo la raggiungibilità "fisica", ma anche eventuali accordi e convenzioni tra AS (politiche di instradamento).

I protocolli di instradamento interni mal si adattano all'attuazione di politiche di instradamento, perché non sono predisposti con funzionalità in grado di filtrare efficacemente le informazioni di instradamento scambiate, manipolando eventualmente gli attributi amministrativi delle informazioni stesse.

Presso l'*IETF (Internet Engineering Task Force)*, l'Organismo internazionale che specifica i vari aspetti di Internet, sono stati sviluppati protocolli per un impiego specifico all'interno dell'AS e protocolli specializzati per l'interconnessione di AS e per l'attuazione di politiche di instradamento (si veda il riquadro di pagina 23).

Come protocolli interni sono stati sviluppati i protocolli *RIP (Routing Information Protocol)* [8] e *OSPF*

(*Open Shortest Path First*) [9]. Come protocolli esterni fu inizialmente sviluppato *EGP (Exterior Gateway Protocol)* e poi *BGP (Border Gateway Protocol)* [10], che è oggi utilizzato in Internet.

4. Conclusioni

Come si è avuto modo di chiarire in questo articolo, l'instradamento nella rete Internet avviene sulla base del contenuto delle tabelle di instradamento. Nelle prime fasi di realizzazione di Internet, finché il numero di apparati è rimasto contenuto, la gestione delle tabelle di instradamento era effettuata manualmente, con un aggiornamento periodico da parte di un *network manager* delle tabelle di instradamento, per tenere conto delle modifiche intercorse.

Con il crescere del numero di apparati è emersa la necessità di disporre di mezzi per aggiornare automaticamente le tabelle in modo più efficiente, con meccanismi in grado di reagire dinamicamente allo stato

LA PROCEDURA DI INSTRADAMENTO IP

Procedura di instradamento unicast (per pacchetti da rilanciare):

- Estrai indirizzo IP di destinazione *DA (Destination Address)* dall'intestazione del pacchetto;
- SE c'è corrispondenza con uno dei prefissi di rete degli indirizzi assegnati alle interfacce locali ALLORA effettua INSTRADAMENTO_DIRETTO (Pacchetto);
- ALTRIMENTI, SE la tabella contiene un instradamento specifico per la destinazione *DA*, ALLORA esegui INSTRADAMENTO_INDIRETTO (Pacchetto, Router Successivo);
- ALTRIMENTI, SE la tabella contiene un instradamento per il prefisso di rete corrispondente a *DA*, ALLORA INSTRADAMENTO_INDIRETTO (Pacchetto, Router Successivo);
- ALTRIMENTI, SE la tabella contiene un instradamento di *default*, ALLORA effettua INSTRADAMENTO_INDIRETTO (Pacchetto, Router *default*);
- ALTRIMENTI vi è un errore di instradamento; scarta il pacchetto ed emetti verso la sorgente un messaggio di errore *ICMP (Internet Control Message Protocol)*.

I tre passi intermedi di questa procedura implicano una consultazione della tabella di instradamento, secondo il seguente criterio: la "chiave" di ricerca è l'indirizzo IP della destinazione del pacchetto IP, *DA*, cioè una stringa di 32 bit.

Nel primo tentativo, si verifica la presenza nella tabella di questo specifico indirizzo; si cerca cioè se c'è corrispondenza tra il campo "destinazione" della tabella (che contiene stringhe di 32 bit) e l'intera stringa *DA*. Se questa ricerca fallisce, si cerca se esiste una corrispondenza tra la sottostringa *net_id* di *DA*⁽¹⁾, la cui lunghezza indichiamo con *K*, e i primi *K* bit degli indirizzi che compaiono nel campo "destinazione" della tabella.

Solo se anche questa ricerca fallisce si ricorre all'instradamento di default. Questo tipo di ricerca, per le sue caratteristiche, si chiama "longest prefix matching", in quanto mira a trovare la riga della tabella di instradamento il cui campo "destinazione" contiene una stringa con il massimo numero di bit iniziali (*longest prefix*) uguali a quelli corrispondenti di *DA*.

⁽¹⁾ La lunghezza del campo *net_id* dipende dalla classe dell'indirizzo *DA*.

PROTOCOLLI DI INSTRADAMENTO INTERNI ED ESTERNI

Protocolli di instradamento interni:

- **obiettivo:** garantire la connettività IP tra tutti gli apparati appartenenti a uno stesso sistema autonomo;
- **parametri e caratteristiche:** l'efficienza e l'affidabilità, vale a dire la *quantità* ed il *tipo* di informazioni scambiate tra router, la dimensione della tabella di instradamento e la rapidità di convergenza dell'algoritmo di aggiornamento della tabella;
- **raggiungibilità:** all'interno di uno stesso AS la raggiungibilità di una rete IP o di un host dipende solo dall'effettiva raggiungibilità fisica.

Protocolli di instradamento esterni:

- **obiettivo:** garantire la connettività IP tra apparati appartenenti a sistemi autonomi differenti;
- **parametri e caratteristiche:** la capacità di instradare non solo in base alla via ottimale per giungere a destinazione (come i protocolli di instradamento interno), ma anche di *politiche di instradamento (policy routing)*, di accordi commerciali tra sistemi autonomi o anche di altri criteri;
- **raggiungibilità:** per comunicazioni che attraversano più sistemi autonomi, una rete IP viene segnalata come raggiungibile attraverso un certo instradamento se è disponibile un cammino interno all'AS verso tale destinazione e se il gestore dell'AS è d'accordo a trasportare pacchetti di altri AS attraverso questo cammino. Infatti, i collegamenti usati dai pacchetti di altri gestori sono pagati dall'organizzazione di quell'AS (è il caso ad esempio delle tariffazioni a volume come X.25) mentre il loro uso da parte di altri diminuisce la capacità disponibile per gli impieghi dell'AS stesso.

effettivo della rete. Questa scelta non solo permette la soluzione in tempo reale di situazioni di malfunzione o di cambiamento di stato della rete, ma ne semplifica anche la gestione.

A tali requisiti l'IETF rispose con la definizione del primo protocollo di routing dinamico, il *RIP (Routing Information Protocol)* [8].

Con il crescere e l'evolversi delle reti IP il RIP cominciò, però, a mostrare limiti, in particolare relativi alla rapidità di reazione di fronte ai cambiamenti di topologia della rete. Per superare queste ed altre criticità, IETF ha sviluppato OSPF, assai più sofisticato del RIP.

OSPF divenne uno standard nel 1990 e da allora i gestori di reti IP hanno avuto a disposizione tre soluzioni - routing statico, RIP o OSPF - da scegliere sulla base della dimensione della rete e della complessità gestionale.

La scelta di gestione dinamica degli instradamenti non esclude l'impiego di instradamenti statici, che in qualche caso possono risultare necessari per la soluzione di problemi peculiari o per l'attuazione di talune soluzioni di servizio o ancora per la semplificazione di talune soluzioni di instradamento.

Sul finire degli anni Settanta Internet si presentava come una rete unica, gestita da uno stesso Network Manager. Negli anni Ottanta è, invece, diventata una dorsale finanziata da Enti governativi degli Stati Uniti, cui si attestavano le reti di accesso, per lo più delle Università o di altri Centri di ricerca avanzata.

Ogni nuova versione di protocollo introdotta in rete è nata per soddisfare i requisiti crescenti di instradamento "condizionato" dalle politiche di instradamento. Lo sviluppo di requisiti è stato il riflesso del grande cambiamento subito dalla rete Internet in questi anni, soprattutto a partire da quando ha smesso di essere una rete sostanzialmente dedicata al mondo accademico ed ha cominciato ad offrire spazi di business a diversi attori, dagli Internet Service Provider ai Network Access Operator. Oggi non si ha più una dorsale "gratuita" cui si attestano gli AS, ma piuttosto una molteplicità di AS con ruolo di dorsale e un numero ancora maggiore di AS che offrono accesso a Internet. Ciascuno di loro sigla accordi con determinati AS, facendo così crescere i requisiti di *policy routing*.

Tra le ultime innovazioni può essere citato il *CIDR (Classless Inter-Domain Routing)* [11] [12] che ha l'obiettivo di ridurre la dimensione delle tabelle di instradamento. Il CIDR supera il concetto di classe di indirizzo, consentendo una rappresentazione aggregata degli indirizzi.

È stata proposta l'applicazione del CIDR inizialmente nell'assegnazione di blocchi di indirizzi di classe C. Invece di attribuire ciascun indirizzo separatamente (che implicherebbe una nuova riga nelle tabelle di instradamento per ogni nuovo indirizzo di rete di classe C assegnato) si attribuiscono blocchi di indirizzi contigui.

Per esempio, se tutti gli indirizzi da 194.0.0.0 a 195.255.255.255 sono assegnati all'Europa, per tutti i router fuori dall'Europa è sufficiente un'unica riga

nella tabella d'instradamento (contenente l'indirizzo 194.0.0.0 e la maschera 254.0.0.0) per indirizzare tutte le 65536 reti di classe C attribuite all'Europa. Ulteriormente, all'interno dell'Europa, questi indirizzi possono essere assegnati in blocchi contigui a regioni geografiche diverse o a diversi ISP.

Bibliografia

- [1] Comer, D.: *Internetworking with TCP/IP*. Prentice Hall, 1995, Volume 1.
- [2] Huitema, C.: *Routing in the Internet*. Prentice Hall, 1995.
- [3] Tanenbaum, A.S.: *Computer Networks*. Prentice Hall, 1996, 3a edizione.
- [4] Stevens, R.: *TCP/IP illustrated*. Addison Wesley, 1994, Volume 1.
- [5] Postel, J.: *Internet Protocol*. RFC 791, 1, settembre 1981.
- [6] Mogul, J.C.; Postel, J.: *Internet Standard Subnetting Procedure*. RFC 950, 1, agosto 1985.
- [7] Plummer, D.: *An Ethernet Address Resolution Protocol - or - Converting Network Protocol Addresses to 48.bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware*. STD 37, RFC 826, novembre 1982.
- [8] Malkin, G.: *RIP Version 2*. RFC 2453, novembre 1998.
- [9] Moy, J.: *OSPF Version 2*. RFC 2328, aprile 1998.
- [10] Rekhter, Y.; Li, T.: *A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)*. RFC 1771, marzo 1995.
- [11] Rekhter, Y.; Li, T.: *An Architecture for IP Address Allocation with CIDR*. RFC 1518, settembre 1993.
- [12] Fuller, V.; Li, T.; Yu, J.; Varadhan, K.: *Classless Inter-Domain Routing (CIDR)*. RFC 1519, settembre 1993.

Abbreviazioni

ARP	Address Resolution Protocol
AS	Autonomous System
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BGP	Border Gateway Protocol
CIDR	Classless Inter-Domain Routing
DA	Destination Address
DNS	Domain Naming System
EGP	Exterior Gateway Protocol
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
HDLC	High-level Data Link Control
ICMP	Internet Control Message Protocol
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
ISP	Internet Service Provider
LAN	Local Area Network
MAC	Medium Access Control
NAS	Network Access Server distribuiti
OSPF	Open Shortest Part First
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RIP	Routing Information Protocol
SA	Source Address



Andrea Baiocchi si è laureato in Ingegneria Elettronica - con dignità di stampa - nel 1987 e ha conseguito il Dottorato di Ricerca in "Ingegneria dell'Informazione e della Comunicazione" nel 1992, presso l'Università di Roma "La Sapienza", dove è attualmente Professore Associato in Telecomunicazioni. Dal 1991 al 1992 è stato Ricercatore presso il Dipartimento di Metodi e Modelli Matematici per le Scienze Applicate e ha svolto attività didattica per il corso di "Calcolo Numerico". Dal 1992 al 1998 è stato Ricercatore presso il Dipartimento di Scienza e Tecnica dell'Informazione e della Comunicazione (INFOCOM), nell'ambito del gruppo di Reti. Ha svolto attività didattica per i corsi di "Reti di Telecomunicazioni" e "Sistemi Radiomobili per Telecomunicazioni". Ha inoltre tenuto la supplenza del corso di "Telematica" per il Diploma Universitario in Ingegneria Informatica. Dal 1998 è Professore Associato afferente al Dipartimento INFOCOM e ha la responsabilità del corso di "Sistemi di Telecomunicazioni". Nella sua attività scientifica Andrea Baiocchi si è occupato principalmente del controllo del traffico in reti ATM, di teoria delle code e di gestione delle risorse radio in reti radiomobili cellulari. Gli interessi attuali di ricerca sono focalizzati sui modelli di traffico e i metodi di dimensionamento per reti IP e su temi di "mobile computing", in particolare riguardanti il trasferimento di dati secondo il paradigma TCP/IP su interfacce radio di terza generazione e metodi adattivi e riconfigurabili di gestione delle risorse di accesso radio. Andrea Baiocchi è autore di oltre 40 pubblicazioni su riviste e atti di congressi internazionali, svolge regolarmente attività di revisore a favore delle principali riviste IEEE e ha preso parte ai Comitati Tecnici di Programma di varie conferenze internazionali. Ha inoltre partecipato a progetti in ambito nazionale (CNR, MURST) e internazionale (Comunità Europea, ESA). È Segretario Tecnico di Redazione del "Notiziario Tecnico Telecom Italia" dal settembre 1992.



Francesco Iuso ha conseguito la laurea con lode in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli studi "La Sapienza" di Roma nell'anno accademico 1989/90, discutendo la tesi sul riconoscimento della voce. Nel corso del 1991 ha prestato attività di consulenza presso l'Alenia Spazio di Roma sulla tematica "prodotti di intermodulazione nelle trasmissioni via satellite", dovendo ancora concludere gli obblighi di leva. Nel 1992 è stato assunto in SIP (oggi Telecom Italia) e per conto della società ha frequentato e superato con lode il master in Tecnologie dell'Informazione presso il centro "CEFRIEL", analizzando le problematiche di internetworking e di integrazione delle reti locali nell'architettura di rete integrata nei servizi a larga banda in tecnica ATM. Dal 1993 si è occupato di reti e servizi dati ad alta velocità nella Ricerca e sviluppo di SIP. Nel 1994 è stato nominato Chairman del gruppo ESIG (European SMDS Interest Group) e ha ricoperto la carica per un anno. Ha partecipato alle attività di definizione dell'interlavoro Frame Relay-ATM in ITU-T. Dal 1994 partecipa alle attività del gruppo IETF (Internet Engineering Task Force) e si occupa di problematiche di internetworking, materia sulla quale è stato coautore di diversi articoli. Ha partecipato al progetto SIRIUS e alle sperimentazioni di Telecom Italia per lo sviluppo di servizi multimediali interattivi e ha curato la realizzazione delle soluzioni innovative di rete per i clienti della rete SIRIUS. Si è occupato di protocolli e politiche di instradamento IP, con riferimento alle problematiche di interconnessione di reti IP. Si è occupato della ingegneria della rete dial-up Tin.it. Opera oggi nell'ambito della Ingegneria dei Servizi della Funzione Rete di Telecom Italia e si occupa di soluzioni di rete privata virtuale dial-up e, in particolare, del progetto Arcipelago per UNI.TIM e del progetto raccolta del traffico dial-up per OLO.



Luisa Liffredo ha conseguito la laurea in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Torino. Dal 1994 lavora in CSELT, nella linea Networking della Direzione Commutazione e Servizi di Rete, unità di ricerca Sviluppo Servizi e Soluzioni di Rete. Si è occupata della specifica del supporto di servizi IP, multimediali e di diffusione video su nuove tecnologie di accesso di tipo xDSL e FTTx, e dello sviluppo di architetture di rete a larga banda in tecnica ATM e di modelli di integrazione IP/ATM partecipando, contestualmente, alle attività di standardizzazione internazionale in ATM Forum, ITU-T, DAVIC e FSAN. È attualmente impegnata, in supporto a Telecom Italia, nella realizzazione in campo di soluzioni di rete in tecnica ATM. Ha inoltre svolto attività didattica presso il Politecnico di Torino su aspetti di Networking per il corso di Telematica, ed è tra gli autori del primo volume della Collana CSELT su ATM.

Impatto del traffico Internet sulla rete commutata: caratteristiche e soluzioni

MARCO GREGORI

Il fenomeno Internet sta conoscendo un'evoluzione rapidissima non solo in termini di volumi di traffico ma anche di diversificazione dell'offerta di accesso, di servizi, di tecnologia. I gestori delle reti di telecomunicazione si trovano quindi a progettare soluzioni di rete in un contesto caratterizzato da continui e radicali mutamenti di scenario. L'accesso dial-up presenta oggi, nell'ottica della clientela, costi più contenuti a fronte di una qualità accettabile per le più diffuse esigenze di accesso. Si fa quindi sempre più stringente la necessità di adeguare la rete commutata alle diverse esigenze di raccolta e trasporto del traffico Internet.

Nel presente articolo sono illustrate le caratteristiche del traffico Internet allo scopo di valutare l'impatto di questo tipo di traffico sulla rete commutata. Una limitata percentuale di traffico Internet è in genere ben tollerata dalla rete e anzi contribuisce a migliorarne l'efficienza. L'impatto assume un rilievo assai maggiore quando il volume di traffico Internet raggiunge percentuali più elevate.

Un'analisi del fenomeno, non omogeneo sul territorio nazionale - in quanto influenzato da numerosi fattori e, in particolare, da quelli socio-economici - non può tuttavia prescindere da una suddivisione del territorio in classi caratterizzate da diverse penetrazioni del servizio.

Nell'articolo sono anche mostrate diverse possibili soluzioni per l'accesso ad Internet da rete commutata indagando, per ciascuna di esse, la robustezza ai possibili mutamenti di scenario (ad esempio possibilità di avere l'interconnessione a livello IP per traffico Internet destinato ad Internet Service Provider di altri operatori, o la penetrazione ADSL nelle reti di accesso). Un'approfondita analisi di campagne di misura sul traffico dial-up di accesso ad Internet sarà oggetto di un prossimo articolo.

1. Introduzione

Nel corso del 1999 sono stati rilevati in Italia eventi che, pur non consentendo ancora di parlare di "esplosione del fenomeno Internet", o perlomeno non ancora con gli stessi termini utilizzabili per quantificare la penetrazione del servizio in altri Paesi, costituiscono tuttavia una concreta premessa per la diffusione di massa ad esso legata.

L'affermazione trova sicuramente un riscontro quotidiano dai media attraverso i quali non è comunque possibile quantificare l'effettiva utilizzazione dei servizi, se non constatando una crescita esponenziale di citazioni.

Diversa è la percezione della crescita da parte dei gestori di telecomunicazioni che si sono trovati a

dover fronteggiare sovraccarichi di rete, mai riscontrati in anni precedenti. Non solo quindi una semplice sensazione ma un'effettiva crescita di utilizzatori attratti dalla diversificazione dell'offerta dei servizi.

Lo sviluppo di Internet è di certo ancora molto distante dai livelli già osservati in altri Paesi dell'Europa occidentale (un confronto con gli Stati Uniti sarebbe ancor più penalizzante ma probabilmente meno corretto sulla base di differenze culturali e socio-economiche che oggi caratterizzano le due realtà). È tuttavia possibile riscontrare oggi in Italia l'affermarsi di quei presupposti di mercato che sono stati altrove la base dello sviluppo del servizio.

Nell'affrontare l'anno Duemila una previsione di fortissima crescita di traffico Internet assume quindi diverse connotazioni, in termini di aleatorietà,

rispetto alle previsioni degli anni precedenti. L'approccio dei gestori nei confronti di Internet evolverà rapidamente trasformandosi, da una posizione che può essere solo di attesa, ad una mirata a favorire quella che si presenta come una delle più promettenti aree di sviluppo per il futuro.

L'esperienza acquisita nell'anno appena trascorso risulta allora fondamentale per pianificare e realizzare, secondo un ciclo che dovrà avere tempi assai rapidi, le soluzioni che sembrano al momento le più idonee per servire l'offerta di traffico.

2. Un anno di eventi

2.1 Le premesse

Fino all'intero 1998 era stata osservata una crescita lineare del traffico Internet con volumi che tuttavia, paragonati a quelli del traffico di fonia, risultavano percentualmente assai ridotti (da pochi punti percentuali di molte regioni, fino al 10 per cento del traffico complessivamente originato in alcune grandi reti metropolitane). La componente di traffico dovuta alle connessioni Internet veniva tenuta costantemente sotto controllo e se ne rilevava il contributo per migliorare il rendimento complessivo della rete telefonica dovuto allo sfasamento dei periodi di maggiore attività rispetto ai picchi del traffico telefonico tradizionale. Mediamente infatti il profilo giornaliero del traffico Internet presenta il picco più significativo dopo le nove di sera e si mantiene abbastanza elevato per alcune ore, rilevando un'attività ancora non trascurabile dopo la mezzanotte. Viceversa il profilo del traffico di fonia mostra i valori più elevati in periodi precedenti e decresce rapidamente dopo le 22 [1].

Il traffico Internet sfrutta quindi la rete anche in periodi nei quali, fino a qualche anno fa, il rendimento delle risorse risultava alquanto ridotto. Quanto precede vale prevalentemente su relazioni di traffico nelle quali il bacino di clientela attestato sulla centrale di origine risulta per lo più di tipo "residenziale". Nei casi in cui la penetrazione della clientela "affari" è più significativa, i profili giornalieri delle due componenti di traffico tendono a somigliarsi e l'effetto positivo sull'efficienza della rete si riduce.

Un fattore - sicuramente non l'unico ma probabilmente uno dei più influenti - che può fornire una spiegazione ai livelli ancora contenuti di traffico Internet può essere individuato nei costi affrontati dall'utilizzatore per fruire del servizio.

Gli utilizzatori infatti - oltre al costo della chiamata telefonica - dovevano pagare un canone di abbonamento annuo all'ISP (*Internet Service Provider*), fornitore del servizio di accesso alla rete Internet. Questa quota poteva costituire, per l'utilizzatore medio, il costo predominante della connessione. Se ad esempio il canone annuo per il servizio di accesso ad Internet era di 250 mila lire un utilizzatore medio del servizio, che effettuava una chiamata della durata di 20 minuti ogni due giorni di sera, doveva pagare un costo al minuto di connes-

sione così composto:

- quota da canone: lire 70 al minuto;
- costo della chiamata: lire 30 al minuto.

Il canone di abbonamento costituiva quindi un freno per la diffusione del servizio, anche solo psicologico.

2.2 Azzeramento del costo dell'abbonamento

Alla fine del 1998 alcuni ISP, attraverso rotocalchi con elevata tiratura, hanno effettuato un'estesa campagna pubblicitaria intensificando la distribuzione di abbonamenti gratuiti di durata limitata. Nello stesso periodo ha avuto un notevole successo l'offerta di carte telefoniche prepagate per l'accesso a Internet che consentivano al cliente un controllo sulla spesa per le connessioni.

Assieme a queste offerte è stato osservato un rapido aumento del traffico Internet e nei primi mesi del 1999, per la prima volta, si sono avuti fenomeni di congestione nelle reti telefoniche di Roma e Milano dovuti ad un elevato numero di connessioni contemporanee.

A maggio dello scorso anno TISCALI ha potuto offrire, per prima, l'accesso a Internet gratuito senza, cioè, alcun canone di abbonamento. L'offerta ha causato un quasi immediato aumento di traffico dovuto a nuovi utilizzatori del servizio, che già disponevano di un PC ma che fino a quel momento non si erano mai abbonati ad alcun ISP. Il bacino di clientela potenziale si è così ampliato in misura considerevole.

Nei mesi successivi quasi tutti gli operatori interconnessi hanno operato direttamente o ospitando sulle proprie reti ISP tradizionali, offerte equivalenti.

Anche Telecom Italia, che in base alle norme vigenti riconosce una remunerazione per ogni minuto di traffico terminato, ha consentito agli ISP attestati sulla propria rete di effettuare offerte di accesso con "abbonamento gratuito", per cui oggi il vincolo del canone è definitivamente scomparso.

La qualità del servizio di accesso sperimentata dalla clientela, prima del lancio delle offerte di accesso gratuito, era comunque migliore rispetto a quella attuale. Alcuni ISP hanno perciò mantenuto un servizio di accesso a pagamento che garantisce, sia in termini di prestazioni, sia in termini di servizi, caratteristiche di qualità superiori anche rispetto a quelle offerte in passato. Al fine del dimensionamento delle risorse di accesso è interessante rilevare il diverso comportamento degli utilizzatori dei due servizi: gli utilizzatori a pagamento effettuano infatti in media più chiamate al giorno di durata più contenuta.

2.3 Facilitazioni per l'acquisto di un PC

Il limite oggi sul numero di utilizzatori di Internet riguarda la penetrazione di PC nelle famiglie italiane dato che ormai la quasi totalità di terminali è venduto con un corredo completo di dispositivi e applicativi ausiliari necessari per la navigazione. Per favorire lo sviluppo del mercato alcuni ISP hanno quindi praticato offerte sull'acquisto di PC.

2.4 Introduzione di nuovi servizi

La vera esplosione del fenomeno non può essere misurata solo in termini di utilizzatori ma soprattutto in milioni di minuti di connessione: il business degli ISP, decaduti gli introiti da abbonamento, è infatti costituito dal tempo di connessione che riescono ad "attrarre". La competizione sul mercato, già dagli ultimi mesi dello scorso anno, si è così spostata dall'abbattimento dei costi per l'abbonamento alla fornitura di nuovi servizi.

La possibilità di reperire e di consultare informazioni che possono essere trovate nelle banche dati di tutto il mondo faceva di Internet uno strumento rivolto, in prevalenza, a classi socio-economiche ristrette. I nuovi servizi sono invece rivolti a strati sociali sempre più ampi. La clientela residenziale percepisce come valore aggiunto la capacità del servizio on-line di sostituirsi, in modo più comodo ed efficiente, allo stesso servizio svolto in maniera tradizionale. La velocità della posta elettronica o la possibilità di dichiarare i propri redditi compilando moduli disponibili, in formato elettronico, sul sito dell'Ente esattoriale, l'opportunità di acquistare generi di largo consumo scegliendo direttamente dal catalogo "pubblicato" sul sito del produttore, o la possibilità di prenotare la propria partecipazione a eventi di qualsiasi tipo, sono solo alcuni esempi di un'offerta di servizi sempre più ampia.

La nascita di questi servizi, per altro in Italia non ancora così diffusi come in altri Paesi occidentali, si è già manifestata in un aumento mensile del traffico Internet secondo un andamento quadratico.

Il traffico Internet è cresciuto nel 1999 con l'andamento mostrato nella figura 1. L'effetto degli eventi descritti è immediatamente deducibile dal rapido cambio di tendenza osservato tra aprile e maggio ed è stato confermato dal notevole ritmo di crescita dell'ultimo trimestre¹. Di particolare significato risulta anche l'andamento costantemente elevato che si osserva nei mesi estivi, periodo nel quale si osservano in genere flessioni del traffico. La diminuzione del traffico specifico per utilizzatore di questo periodo è stata quindi bilanciata da una crescita del numero di clienti che non ha quindi conosciuto rallentamenti.

Anche un confronto tra il numero di abbonati Internet stimato alla fine del 1998 (circa un milione) e quello alla fine del 1999 conferma la crescita osservata sul traffico: oggi numerosi ISP hanno annunciato

di aver superato il milione di sottoscrizioni. Il raffronto tra questi valori non è però immediato in quanto, mentre il dato relativo al 1998 costituiva una stima degli effettivi utilizzatori del servizio, quello attuale risente del fenomeno degli abbonamenti gratuiti. È verosimile infatti ipotizzare che un utilizzatore sia contemporaneamente abbonato a più ISP; ma il numero di sottoscrizioni dichiarato dagli ISP è talmente elevato da poterne dedurre una crescita di utilizzatori comunque significativa.

2.5 Riduzione dei costi telefonici della chiamata

Lo scenario italiano è già maturo quindi per poter presentare, nei prossimi mesi, una progressiva e quanto mai rapida espansione del fenomeno Internet.

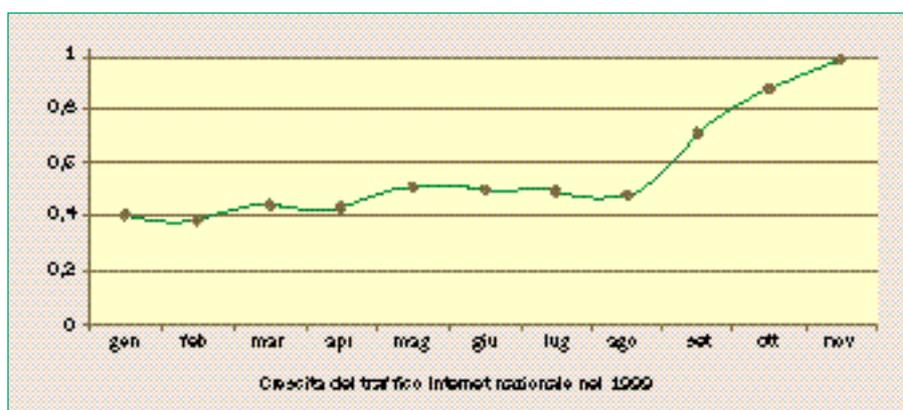


Figura 1 Andamento normalizzato dei volumi di traffico Internet dial-up in Italia.

Ma il fattore che potrà incidere in maniera ancora più significativa sulla crescita sarà l'erosione del costo della chiamata che il cliente deve affrontare per la connessione. Sono state già proposte offerte che traducono i minuti di connessione a Internet in sconti sui costi dei servizi di telefonia tradizionali. Ma, sulla scorta di quanto già accade nei Paesi con un'alta penetrazione del servizio Internet, le entrate da pubblicità potrebbero presto consentire agli ISP di rimborsare alla propria clientela quote via via crescenti dei costi telefonici sostenuti.

3. Caratteristiche del traffico Internet

La sensibile crescita del traffico Internet ha un impatto diretto sulla rete commutata costituendo la rete il mezzo strutturalmente ed economicamente più conveniente per connettere larghi bacini di utenza residenziale, distribuiti sul territorio, ai pochi siti di accesso alle reti dati.

La rete commutata è stata tuttavia progettata per gestire un servizio, quale quello di fonia, con caratteristiche molto diverse dal servizio Internet e la *convivenza* delle due tipologie di traffico implica notevoli difficoltà nel progettare gli interventi di adattamento necessari.

⁽¹⁾ Il cambiamento di tendenza che si osserva tra aprile e maggio coincide con la partenza dei primi servizi di accesso ad abbonamento gratuito.

Quando si parla di traffico Internet la caratteristica più intuitiva - perché direttamente sperimentata dagli utilizzatori - è la notevole durata media delle connessioni favorita, per altro, dalla progressiva riduzione dei costi telefonici descritta nel paragrafo precedente. L'impatto sulla rete commutata di connessioni di durata molto elevata è di certo rilevante. Si pensi, come caso limite, alle conseguenze che potrebbero avere connessioni di durata illimitata favorite da tariffe telefoniche svincolate dal fattore tempo (*tariffe flat*), o dal rimborso effettuato dall'ISP dei costi telefonici affrontati dal cliente. Le lunghe connessioni sottrarrebbero stabilmente risorse di rete al traffico telefonico tradizionale inducendo, come si vedrà in altra parte di questo articolo, alti investimenti con basso rendimento per non pregiudicare le prestazioni complessive della rete.

Altra peculiarità del traffico Internet è la concentrazione di esso verso un numero limitato di destinazioni (focalizzazione). Anche in questo caso, come si vedrà, l'impatto sulle prestazioni di rete può essere considerevole.

Tuttavia sono molte le soluzioni disponibili, tecnologiche o architetturali, per affrontare l'impatto delle caratteristiche proprie del traffico Internet. Ogni soluzione presenta un proprio campo di applicazione ottimale e l'efficienza di ciascuna di esse è resa massima in corrispondenza di specifici contesti. La maggiore difficoltà che si deve affrontare per individuare la migliore soluzione per la raccolta ed il trasporto del traffico Internet è allora costituita dalla mutevolezza degli scenari di riferimento.

La validità di ogni soluzione architetturale di rete deve essere valutata non solo in termini di redditività ma anche in termini di robustezza rispetto alle modifiche degli scenari di mercato che potranno essere anche molto differenti dal contesto nel quale le singole soluzioni sono state messe a punto.

Nel progetto di una soluzione uno dei primi aspetti da considerare riguarda la definizione della porzione di rete per la quale la soluzione deve essere realizzata. L'analisi sarà quindi qui di seguito avviata proprio individuando la porzione di rete interessata dal servizio Internet.

3.1 Un fenomeno di tipo locale

Il comportamento dell'utilizzatore del servizio Internet è legato non solo alle abitudini quotidiane ma anche, o forse soprattutto, alle tariffe telefoniche. Una conferma di questo comportamento è rilevabile dall'andamento del numero di impulsi di tassazione per connessione: questo parametro rimane infatti sostanzialmente invariato sia nel corso della giornata,

sia rispetto alla durata della connessione e mette, quindi, in evidenza una capacità di autoregolazione del cliente rispetto ai costi telefonici: nelle fasce orarie in cui le tariffe sono più elevate o per connessioni verso ISP non presenti nella propria area locale, le chiamate sono infatti più brevi.

Una connessione Internet ha una durata molto variabile dipendendo dal tipo di informazione che il cliente intende reperire in rete. Si può passare dai pochi minuti per le connessioni finalizzate all'acquisizione della posta elettronica, alle molte decine di minuti che caratterizzano le connessioni nel corso delle quali l'utilizzatore naviga attraverso banche dati residenti su diversi siti con possibilità di scaricare archivi di dati, anche con contenuti multimediali, spesso di notevoli dimensioni.

Gli elementi che influenzano il costo affrontato dal cliente per una connessione sono essenzialmente due: anzitutto la tariffa a tempo applicata alla chiamata telefonica e, in secondo luogo, la velocità di trasferimento di dati dal sito visitato al terminale del cliente.

Una connessione può avere una durata tanto più

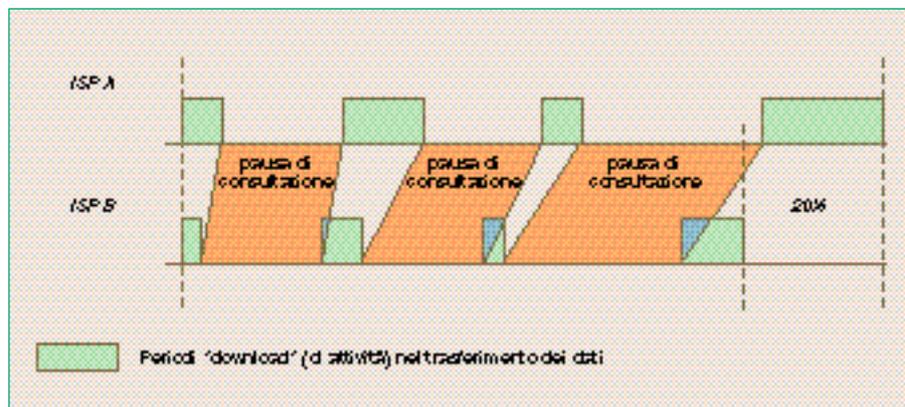


Figura 2 Confronto tra le durate di connessioni con diverse velocità di trasferimento dei dati da due diversi ISP.

ridotta quanto maggiori sono le risorse trasmissive messe a disposizione dal fornitore del servizio di accesso (ISP). Tuttavia, per quanto possano differire le velocità di collegamento per il servizio di accesso offerto dagli ISP, il costo di una connessione è in genere maggiormente influenzato dalla tariffa applicata alla chiamata.

Per valutare l'incidenza delle prestazioni della rete sulla durata di una connessione può essere tenuto presente l'esempio mostrato in figura 2.

Si supponga che due utilizzatori avvino contemporaneamente una connessione usufruendo del servizio di accesso offerto da due ISP differenti (la contemporaneità delle connessioni è un requisito fondamentale per il confronto in quanto nell'arco di una giornata le prestazioni di rete dipendono dal numero di connessioni contemporanee che condividono le risorse di rete).

Si ipotizzi poi che i due utilizzatori effettuino la stessa navigazione (stessi siti visitati, uguali richieste di informazioni) con le identiche modalità di consul-

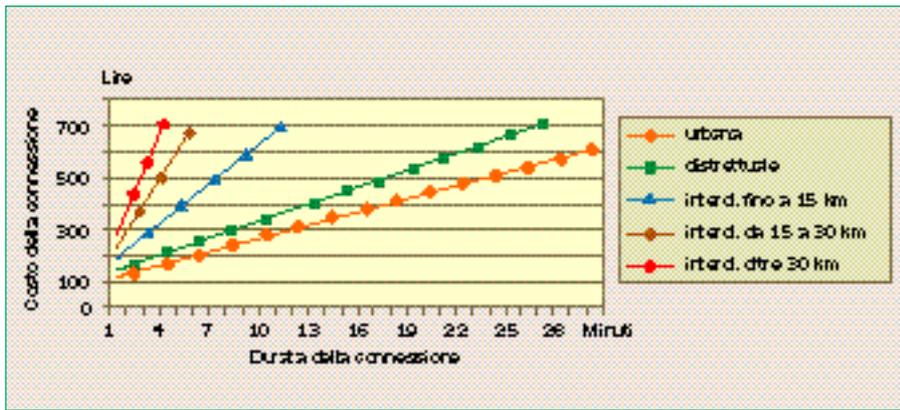


Figura 3 Costo di una connessione telefonica in funzione della durata e per diversi scaglioni tariffari.

tazione delle informazioni progressivamente ricevute (uguali periodi di pausa). Inoltre si supponga che la velocità di trasferimento dei dati ottenuta con il servizio di accesso offerto dal secondo ISP risulti doppia rispetto a quella del primo ISP. Il secondo utilizzatore, ad ogni richiesta, riceverà quindi i dati (*download* dal sito visitato al terminale di consultazione) in metà tempo rispetto al primo ma la durata complessiva della connessione risulterà più breve solo del 20 per cento, assumendo che in media il 60 per cento del tempo sia dedicato a consultazione dei dati scaricati (*pause*).

Questa riduzione dipende dal rapporto percentuale tra il periodo di consultazione e quello di attesa dei dati. Nel caso di ISP con prestazioni differenti, il risparmio è tanto maggiore quanto percentualmente risultino preponderanti i periodi di attività (*download*). Nel caso limite in cui, per la connessione di riferimento, il periodo di consultazione (pausa) sia solo il 5 per cento di quello di attività, con velocità di trasferimento rispettivamente doppie o triple, si ottengono risparmi del 48 e del 63 per cento².

In figura 3 sono rappresentati i costi di una chiamata al variare dei minuti di connessione con differenti schemi tariffari e con le tariffe oggi in vigore. Da essa può essere rilevato che il costo di una chiamata urbana di 30 minuti è circa pari al costo di una chiamata interdistrettuale nel primo scaglione tariffario (fino a 15 km) della durata di 10 minuti. È conve-

niente quindi scegliere un ISP fuori del proprio distretto qualora questi offra una velocità di connessione superiore di tre volte rispetto a quella di un generico ISP del proprio distretto. Per distretti più distanti, per i quali si applicano tariffe più elevate, la convenienza si ha solo per velocità ancora superiori (anche sei volte per distretti tra 15 e 30 km).

Poiché in genere non si osservano differenze di tale entità nelle prestazioni offerte dagli ISP, si può concludere che il cliente si

orienterà, tranne nei casi in cui il tempo di accesso alle informazioni non sia un requisito stringente, verso ISP con numerazione geografica della propria area locale.

Questa conclusione è ormai confermata tra l'altro in quasi in tutte le aree locali in cui è suddiviso il territorio nazionale, sia per la presenza di piccoli ISP locali, sia perché gli ISP di dimensioni maggiori rendono spesso disponibili, nel contesto dello stesso distretto, una numerazione per ogni area locale.

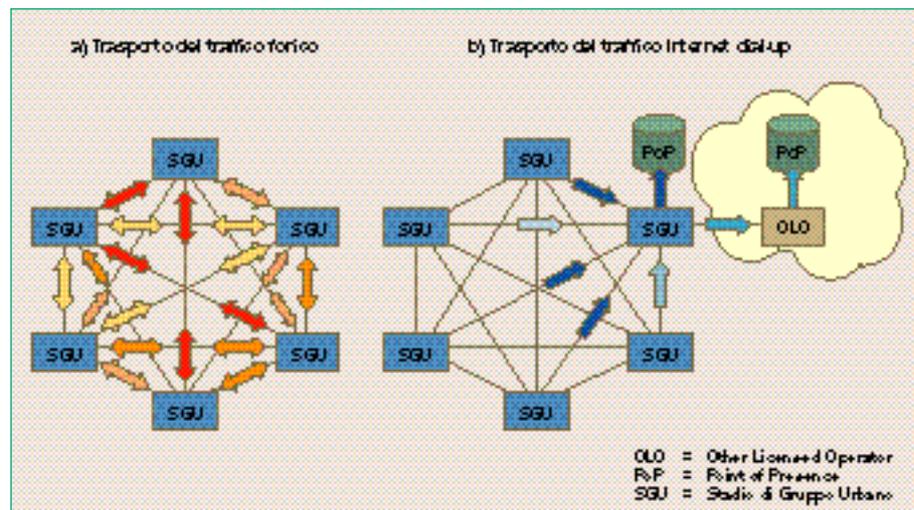


Figura 4 Esempio di impiego nella rete distrettuale.

Si può quindi affermare che il traffico Internet dial-up interessa quasi esclusivamente le reti urbane e in questo ambito sono analizzati nel presente articolo gli impatti sul traffico e sono valutate le soluzioni di instradamento più opportune.

3.2 Un traffico focalizzato

La rete commutata è progettata per consentire il servizio di fonìa che è tipicamente un servizio di tipo distribuito ovvero, come si è soliti chiamarlo con terminologia anglosassone, un servizio del tipo *many-to-many*; è così confermato il concetto che le risorse allocate

⁽²⁾ In generale, se la frazione del tempo di connessione dedicata a pause è α e si incrementa la velocità di trasferimento di un fattore M , la riduzione percentuale della durata complessiva di connessione è $100(1-1/M)(1-\alpha)$.

DIVERSE TIPOLOGIE DI ATTESTAZIONE DEGLI ISP (INTERNET SERVICE PROVIDER)

Un gestore di una rete di telecomunicazioni può classificare gli ISP sulla base del tipo di attestazione sulla propria rete commutata: una prima distinzione riguarda gli ISP direttamente attestati sulle proprie centrali e quelli connessi a centrali di altri operatori. In entrambi i casi gli apparati che costituiscono il punto di accesso alla rete dati possono raccogliere le connessioni di un unico ISP o possono essere condivisi da più ISP differenti.

La configurazione di un ISP

Indipendentemente dalla rete telefonica commutata nella quale è attestato, un ISP possiede in genere i seguenti apparati:

- *uno o più NAS (Network Access Server)*, costituiti essenzialmente da batterie di modem che terminano la parte di collegamento commutato. Questi apparati sono attestati agli autocommutatori tramite PRA che sono logicamente raggruppati con un'unica numerazione che può essere quella di un PBX (*Private Branch eXchange*) o di un GNR (*Gruppo di Numerazione Ridotta*).

Il numero telefonico che identifica il capostipite del raggruppamento è quello che l'utenza conosce e seleziona per ottenere l'accesso.

Nell'autocommutatore l'algoritmo di ricerca della linea libera assegna quindi un canale libero alla chiamata.

Il numero di canali costituenti il raggruppamento di PRA coincide con quello dei modem configurati nel NAS. Il NAS è collegato al router della rete dati (PoP) tramite una connessione con *CDN (Collegamento Diretto Numerico)* opportunamente dimensionato ("n" kbit/s per ogni porta modem presente nel

quella dell'ISP 4 di figura 8. La massima estendibilità di un PBX è 64 PRA (1920 canali). Raggiunto questo limite, eventuali incrementi di porte possono essere realizzati solo su un nuovo PBX che, naturalmente, avrà una diversa numerazione.

La pubblicizzazione di più numerazioni nello stesso ambito locale causa agli ISP numerosi problemi:

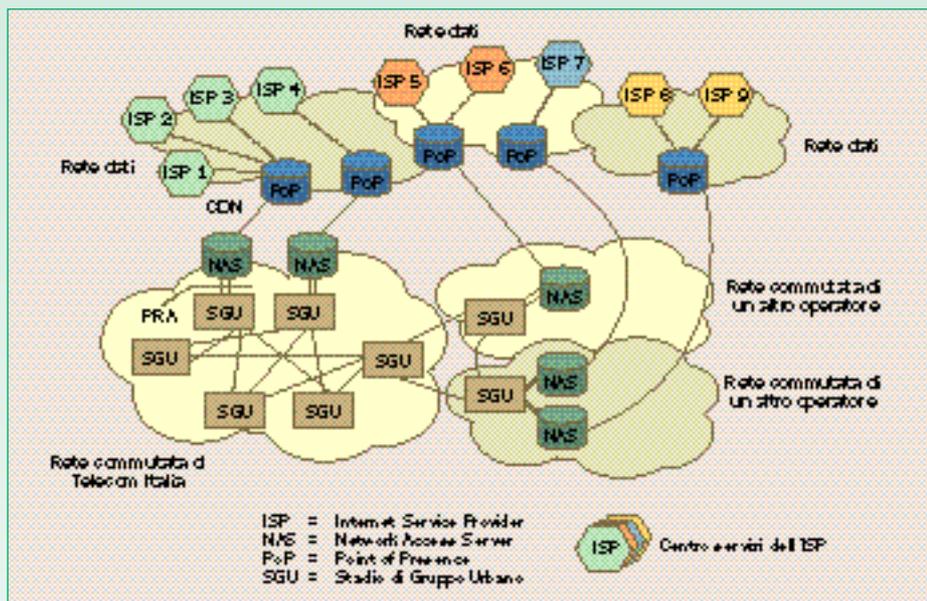


Figura A Attestazione degli ISP sulla rete di Telecom Italia.

NAS - maggiore è il valore di "n", migliore sarà la prestazione offerta all'utente in termini di velocità di trasferimento).

- *un gruppo di server*, collegati mediante LAN e residenti presso il centro servizi dell'ISP, attestati alla rete dati tramite un router. Su questi server risiedono gli applicativi che svolgono funzioni fondamentali - quali la certificazione dell'utente e il WEB server - e che consentono di fornire servizi come ad esempio la posta elettronica.

ISP con propri NAS

Con riferimento alla figura A la configurazione di questi ISP è identica schematicamente a

il nuovo NAS ha all'inizio una capacità molto inferiore di quello precedente e quindi è necessario ripartire gli utilizzatori sulle due macchine, in maniera proporzionale alle porte installate.

La gestione di questa situazione potrebbe essere realizzata agevolmente attraverso una numerazione unica, non geografica, di rete intelligente: la rete intelligente provvede infatti così a tradurre il codice del servizio in una delle possibili numerazioni geografiche disponibili sulla base del SGU di origine ed eventualmente di altri parametri, quali lo stato della rete e l'ora di inizio della chiamata.

Qualora l'ISP sottoscriva un apposito contratto con Telecom Italia, esso ottiene una remunerazione per ogni minuto di connessione terminata.

ISP con NAS condivisi (PoP hosting)

Con il termine *PoP hosting* si indica il servizio offerto da un Ente che, disponendo di strutture di accesso alla rete dati (tipicamente NAS), affitta l'utilizzo di queste risorse in maniera condivisa a più fornitori di servizi (*content o service provider*).

il router di accesso alla rete dati). La figura B mostra che la configurazione di questi ISP è rappresentabile con uno schema uguale a quello degli ISP 1, 2 e 3 di figura 8. La macchina NAS è condivisa da più ISP che hanno quindi centri di servizio distinti. La macchina NAS può appartenere al consorzio di ISP (o ad uno degli ISP che affitta proprie risorse agli altri) o al gestore

ISP è raccolto dalla rete commutata di Telecom Italia su uno o più SGU che svolgono la funzione di gateway verso le reti di altri operatori e provvedono ad instradarlo su flussi di interconnessione dedicati al *traffico reverse* (terminato su reti di altri operatori).

In questo caso Telecom Italia non ha visibilità su eventuali limiti di estendibilità dei NAS mentre un limite è costituito dal massimo numero di giunzioni documentabili, quali sono ad esempio le giunzioni costituenti i fasci di interconnessione che un SGU riesce a gestire. Superato questo limite - variabile per le diverse tecniche costruttive degli autocommutatori - deve essere previsto un nuovo nodo gateway. Poiché le chiamate terminate su reti di altri operatori sono instradate sulla base di archi di numerazione ad essi assegnati, il carico tra i diversi gateway è ripartito prevedendo, per lo stesso arco di numerazione, instradamenti diversi per sottogruppi di SGU.

Può essere in proposito ricordato che le tariffe di interconnessione prevedono che Telecom Italia riconosca all'operatore su cui è terminata la chiamata, un access charge per ogni minuto di traffico. Per l'operatore, detratti i costi della propria rete, rimane quindi un margine per remunerare l'ISP ospitato in base al traffico ad esso relativo (figura C).

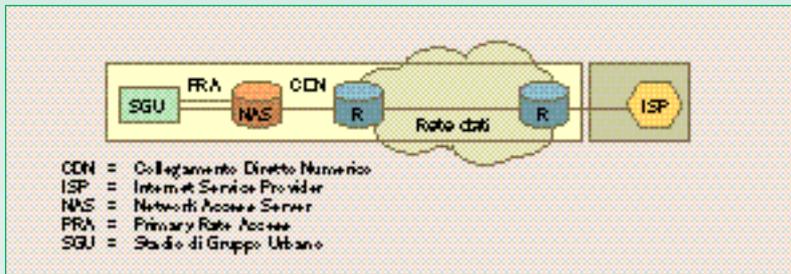


Figura B Schema del servizio di PoP hosting.

Il servizio di PoP hosting può essere quindi offerto o da un ISP che ospita altri ISP su propri PoP, o da un operatore di rete commutata; si rivolge ad esempio agli ISP che vogliono aumentare la copertura nazionale della propria rete senza effettuare investimenti rilevanti in linee ed in apparati.

Il contratto tra le parti prevede in genere che l'ISP ospitato stabilisca il livello di qualità del servizio in termini di numero massimo garantito di connessioni contemporanee e di banda minima garantita per connessione sulle reti dati.

Il fornitore del servizio risolverà ogni problema legato all'accesso, quale, ad esempio, l'apertura di nuovi PoP o l'adeguamento dei PoP esistenti in funzione della crescita dell'utenza. Nel caso in cui il servizio di PoP hosting sia offerto da un operatore di rete commutata lo schema del servizio è quello rappresentato nella figura B.

Il confine tra ISP e operatore di rete non è più quindi a circuito (le linee ISDN PRA tra centrale e NAS), ma a pacchetto (il collegamento tra il centro servizi ed

della rete commutata. Anche in questo caso si ha un limite sulla massima estendibilità del NAS con le stesse problematiche sopra descritte.

ISP sulle reti commutate di altri operatori

Anche in questo caso possono essere realizzate entrambe le configurazioni descritte in precedenza (NAS dedicati ad un unico ISP o NAS condivisi tra più ISP). Il traffico verso questi

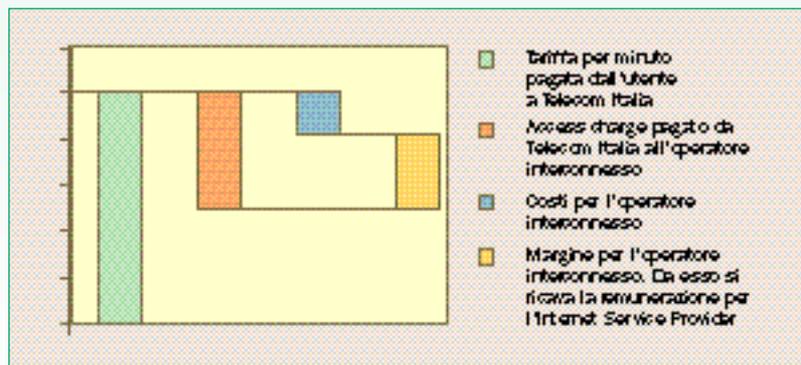


Figura C Legame tra la tariffa e il margine dell'operatore interconnesso.

devono permettere a ogni utente della rete di raggiungere qualsiasi altro utente della stessa rete.

Il servizio di accesso a Internet presenta invece una caratteristica opposta: sulla rete commutata questo traffico si presenta fortemente focalizzato; esso, come si è già anticipato, è infatti originato da utenti distribuiti sull'intera rete ed è indirizzato verso una sola destinazione (quella corrispondente al punto di accesso verso l'ISP). Il traffico è quindi del tipo *many-to-one*. Un esempio di rete distrettuale è mostrato in figura 4: nel lato destro è riportato il diverso impegno per il trasporto del traffico Internet verso un unico SGU (*Stadio di Gruppo Urbano*). I due traffici, rappresentati separatamente per metterne in luce le caratteristiche di instradamento, sono in genere sovrapposti sulle medesime vie di collegamento tra gli SGU.

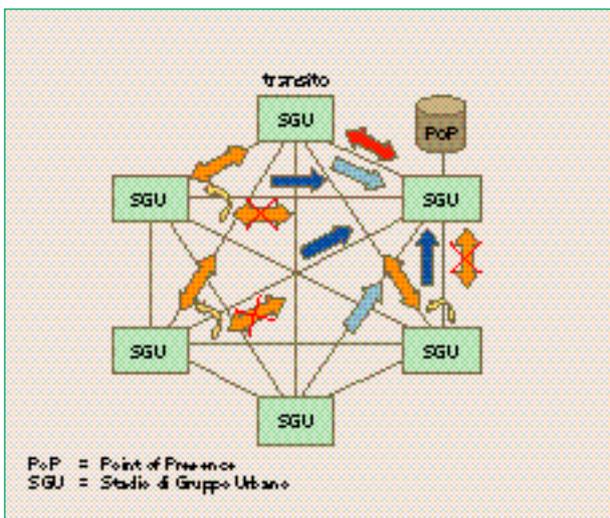


Figura 5 Fenomeni di congestione in una rete distrettuale causata da elevati livelli di traffico Internet.

In figura 5 sono mostrati i due tipi di traffico su una possibile porzione di rete. L'intero traffico fonico originato dagli utenti della rete si distribuisce, con intensità diverse, su tutte le relazioni tra SGU. Il traffico Internet converge viceversa verso un unico punto interessando un numero assai ridotto di relazioni (gli apparati e le modalità di attestazione degli ISP alla rete commutata sono descritti nel riquadro di pagina 30).

Questa caratteristica prescinde dalla tipologia di ISP: infatti, anche per ISP non attestati sulla rete di Telecom Italia, i pochi SGU di confine con le reti di altri operatori *OLO* (*Other Licensed Operator*), SGU gateway, costituiscono un punto di focalizzazione del traffico Internet.

Oltre al traffico Internet sono presenti sulla rete commutata distrettuale altre componenti di traffico focalizzato: questo accade, per esempio, per il traffico di trabocco in reti gerarchiche, o più in generale per ogni componente di traffico di fonìa che presenta in rete un punto di raccolta.

I volumi di traffico focalizzato originati nell'ambito di un'area locale o di un distretto si ripartiscono su un numero limitato di relazioni incidendo forte-

mente sul traffico complessivo della relazione stessa.

Il sovrapporsi di traffici con caratteristiche diverse è ben tollerato su una rete commutata finché le componenti di traffico focalizzato sono percentualmente basse rispetto a quello distribuito: i traffici focalizzati sono trasportati verso la loro destinazione dalle capacità residue dei fasci interessati, innalzandone il rendimento e contribuendo a migliorare l'efficienza complessiva della rete.

Il traffico Internet presenta poi un profilo giornaliero che generalmente ha il picco più significativo nelle tarde ore della sera, quando normalmente la fonìa raggiunge livelli di traffico più bassi. In questo caso le risorse disponibili per lo smaltimento del traffico Internet, aumentando il profilo del traffico complessivo, tendono a mantenersi elevate per un tempo maggiore con un conseguente impiego più prolungato della rete.

Quando il traffico focalizzato ha utilizzato le capacità residue della rete sarà comunque necessario intervenire per non pregiudicare le prestazioni da essa fornite.

La figura 5 mostra che sulle direttrici dove il traffico Internet è molto elevato (frecce di colore blu intenso), le connessioni di lunga durata tendono a occupare stabilmente le giunzioni del fascio diretto. La quasi totalità di eventuali chiamate in fonìa, non trovando risorse disponibili, è quindi instradata sulla via alternativa che prevede il transito su un SGU intermedio. I fasci da e verso la centrale di transito, dimensionati sulla base di un traffico di trabocco presente in condizioni normali, possono entrare a loro volta in congestione per effetto di un traffico di trabocco eccessivo. Può anche accadere che la centrale sede del *PoP* (*Point of Presence*) e quella di transito rimangano isolate, per le connessioni foniche, dalle aree di commutazione dove si originano grandi quantità di traffico Internet.

Oltre alla presenza della congestione sui fasci della rete, in condizioni di elevato traffico Internet si possono presentare anche sovraccarichi elaborativi delle centrali per effetto dei numerosi tentativi di chiamata che comporta il prolungato stato di congestione.

Quando una relazione di traffico cresce oltre i valori di progetto, lo stato di crisi è anticipato provvedendo in genere all'adeguamento dimensionale delle vie interessate sulla base dei nuovi volumi di traffico stimati.

Se tuttavia la causa del degrado potenziale della relazione è la componente di traffico Internet, la soluzione adottata può essere diversa. Il livello di traffico Internet su una relazione è infatti di norma contestuale allo scenario dei servizi offerti dai diversi ISP concorrenti sulla porzione di rete considerata. Eventuali nuove giunzioni, realizzate per l'adeguamento dimensionale delle vie che consentono le relazioni terminate su un ISP, potrebbero essere così impiegate solo per un periodo di tempo limitato: infatti l'eventuale verificarsi, anche nel breve termine, di uno spostamento di traffico sulla rete, dovuto alla maggiore capacità di attrarre traffico da parte di un altro ISP, porterebbe a un rapido svuotamento delle nuove giunzioni realizzate con una perdita conseguente di

redditività dell'investimento. Le strategie adottate sono quindi differenti in quanto non esiste un'unica strategia di intervento adatta per tutte le situazioni che possono presentarsi.

3.3 Un traffico con forti derive

L'azzeramento della quota annua di abbonamento per usufruire del servizio di accesso ad Internet ha risolto il concetto di fidelizzazione dell'utilizzatore a un ISP. Oggi infatti l'utilizzatore può stipulare un contratto, senza dover sostenere alcuna spesa, con più ISP che, nella propria area locale, offrono gratuitamente il servizio di accesso a Internet e scegliere, per ogni connessione, sulla base delle migliori prestazioni offerte nel periodo, con quale ISP collegarsi. Sulla rete commutata si osservano quindi fluttuazioni di traffico tra destinazioni sedi di PoP appartenenti a ISP differenti.

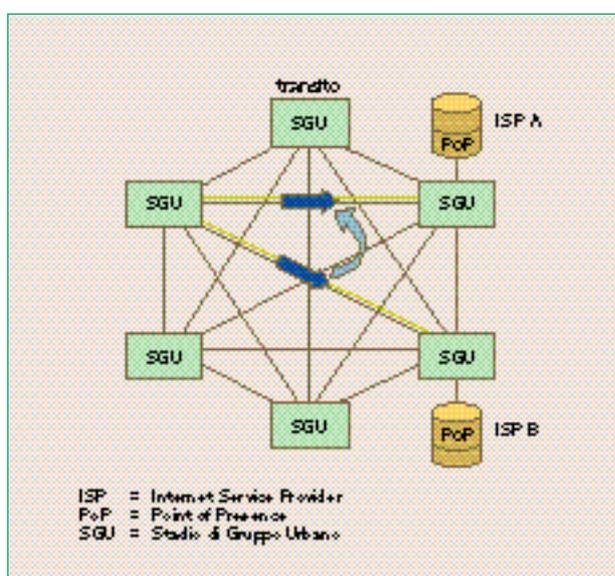


Figura 6 Spostamenti di traffico Internet in una rete distrettuale.

Nei primi giorni di servizio di un nuovo ISP gli utenti sperimentano in genere prestazioni molto buone, sia nella facilità di accesso, sia nella velocità di navigazione, in quanto è ridotto il numero di sottoscrittori iniziali che condividono le risorse rese disponibili dall'ISP. Questa situazione ha in genere una durata molto limitata e al termine di questo periodo le prestazioni offerte si assestano su valori abbastanza equivalenti per tutti gli ISP e le quote di mercato trovano un certo assestamento. La nascita di nuovi ISP, di nuove offerte di servizi o la disponibilità di nuove prestazioni sono per altro fenomeni assai frequenti e uno stato di equilibrio in pratica non permane a lungo.

Nel corso dello scorso anno il numero delle porte installate dai principali ISP ha avuto una crescita di gran lunga superiore a quella del traffico Internet in quanto ogni ISP ha forse predisposto una quantità di

risorse in grado di servire picchi di connessioni che si sarebbero presentati in conseguenza del lancio di nuove offerte. Il numero di porte di un ISP non costituisce quindi un parametro attendibile per dimensionare la rete commutata.

Si consideri, a titolo di esempio, una porzione di rete, quale quella rappresentata in figura 6, dove sono presenti due ISP concorrenti. Entrambi gli ISP hanno predisposto una quantità di porte modem superiore ai livelli medi di occupazione per servire eventuali picchi temporanei di connessioni dovuti al lancio di nuovi servizi o prestazioni.

Se si osserva l'andamento del traffico Internet su un periodo sufficientemente lungo (e tale da consentire di apprezzarne eventuali variazioni), a fronte di un traffico complessivo in continua crescita, gli andamenti dei traffici verso i due ISP possono subire sensibili fluttuazioni in direzioni opposte. Quando il primo ISP propone infatti un servizio migliore esso raccoglie un numero di connessioni crescente a scapito dell'altro ISP che conosce una contemporanea flessione. La situazione si inverte poi per motivi analoghi in un periodo successivo a favore dell'altro ISP e così via.

Per non pregiudicare le prestazioni sulla rete commutata il gestore dovrebbe perciò seguire in maniera puntuale le fluttuazioni in modo da dimensionare i fasci delle relazioni tra ogni SGU di origine del traffico e quelli dove gli ISP risultano attestati. Adeguamenti di rete così repentini non sono in pratica realizzabili, per cui il dimensionamento dei fasci deve essere fatto sul picco del periodo di ciascuna componente di traffico. Le giunzioni aggiuntive risulteranno così pienamente utilizzate solo quando il traffico sulla relazione presenta un ciclo di crescita positiva con conseguente redditività, valutata sul lungo termine, assai bassa. In figura 6 le giunzioni aggiuntive, che consentono di assorbire le fluttuazioni di traffico pur non costituendo una via separata, sono rappresentate con un colore giallo per mettere in evidenza come sulla rete commutata si induca l'effetto di un sovradimensionamento delle porte operato dall'ISP.

4. Le soluzioni per l'accesso al servizio Internet

Come si è già accennato, le diverse soluzioni per l'accesso al servizio Internet trovano campi di applicabilità differenti a seconda del contesto nel quale esse sono progettate. Alcune soluzioni possono risultare convenienti dal punto di vista economico solo per elevati volumi di traffico Internet; altre invece convengono solo in particolari scenari di mercato. In questo caso le valutazioni possono essere influenzate sia dalle quote di traffico raccolte direttamente dal gestore della rete e dalla possibilità che il gestore ha di governare l'attestazione dei PoP sulle centrali, sia dal regime tariffario vigente ovvero dalla durata media delle singole connessioni.

Le singole soluzioni sono indicate sottolineando la capacità potenziale di ciascuna di esse di soddisfare le caratteristiche del traffico descritte nel paragrafo precedente.

PRESTAZIONI DI RETE INTELLIGENTE

Le prestazioni che la Rete Intelligente può offrire in termini di uniformità di accesso, ottimizzazione degli instradamenti delle chiamate, riduzione delle probabilità di occupato subita dall'utenza, sono realizzate attraverso servizi di tipo *ARS (Advanced Routing Services)*. Questa categoria di servizi realizza l'instradamento attraverso la traduzione di un codice predefinito nell'effettivo indicativo di rete. Il Numero Verde, l'Addebito Ripartito o il servizio Auditel sono esempi di servizi di tipo ASR.

Questi servizi sono realizzati mediante la composizione di blocchi elementari di logica chiamati *SIB (Services Independent Building Blocks)*. La logica del SIB nel caso specifico di ARS è quella di analizzare la chiamata entrante, il *CLI (Calling Line Identity)*, di confrontarla con le tabelle di instradamento memorizzate e quindi di instradarla verso i rami di uscita corrispondenti.

Le funzioni dei blocchi possono essere così elencate:

- **Origin Dependent routing SIB:** permette l'instradamento in base all'identità della linea chiamante e in particolare in funzione di:
 - nazione;
 - distretto telefonico;
 - porzione all'interno del distretto telefonico chiamante;
 - centrale urbana di origine della chiamata.
- **Call Distribution SIB:** determina, tra più scelte possibili, la destinazione su base percentuale tra le possibili destinazioni stesse o su base sequenziale.
- **Originating Call Screening SIB:** abilita la chiamata a seconda che il *CLI (Calling Line Identity)* o il *PIN (Personal Identification Number)* del chiamante appartenga alla lista, di CLI o PIN, memorizzata in precedenza.
- **Time Dependent Routing SIB:** la destinazione della chiamata è decisa in base a:
 - giorno della settimana;
 - giorno dell'anno;
 - ora del giorno;
 - giorno festivo;
 - caratteristiche del giorno (e della festività).
- **Alternate Destination on Busy:** consente una scansione ordinata di destinazioni al fine di trovare una linea libera.

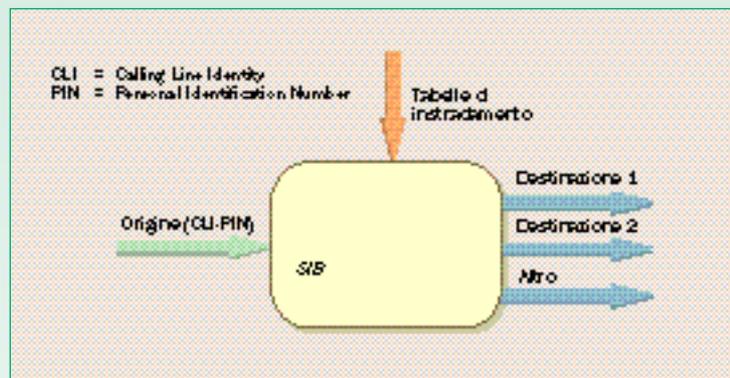


Figura A Logica dei SIB (Services Independent Building Blocks).

4.1 Soluzioni pre-switch

Le *soluzioni pre-switch* sono quelle che consentono di riconoscere la chiamata Internet prima che essa entri nel primo stadio di commutazione della rete. Per realizzare questa soluzione è necessario installare apparati in centrale che si attestino direttamente alla rete di distribuzione e che separino le

connessioni di dati dalle chiamate vocali [2]. L'adozione di queste soluzioni evita qualsiasi impatto del traffico Internet sulla rete commutata in quanto il traffico a pacchetto, estratto a monte dell'autocommutatore locale, dagli apparati di separazione del traffico dei dati da quello fonico, è direttamente multiplexato e instradato verso i PoP delle reti dati.

Le connessioni servite da soluzioni *pre-switch* sono

svincolate dal regime tariffario vigente sulla rete commutata e le offerte di servizio sono orientate a favorire connessioni di durata illimitata (*always-on*) attraverso tariffe che non tengono conto del fattore tempo. L'elevata durata delle connessioni, nel caso di soluzioni pre-switch, non costituisce tuttavia un problema in quanto si ha un impiego effettivo delle risorse solo durante i periodi di interattività tra terminale di utente e la rete (cioè di effettiva emissione o ricezione di pacchetti).

Sulla rete commutata connessioni di durata in pratica illimitata, avrebbero viceversa un impatto "drammatico" in quanto occuperebbero stabilmente risorse indipendentemente dall'effettiva attività del terminale d'utente. Per non pregiudicare le prestazioni del traffico telefonico tradizionale sarebbero quindi necessari sensibili adeguamenti dimensionali della rete che ne causerebbero un drastico calo di efficienza.

Un confronto tra le soluzioni pre-switch e quelle post-switch non è rappresentabile solo in termini della differente durata della connessione sostenibile. Anche la velocità di trasferimento dei dati può essere sensibilmente superiore nel caso di soluzioni pre-switch non valendo il vincolo strutturale dei 64 kbit/s imposto dalla rete commutata. La velocità effettiva dipende ovviamente dalla tecnica trasmissiva adottata sulla rete di distribuzione (ad esempio fino a 56 kbit/s per modem in banda fonica; alcuni Mbit/s con modem ADSL).

L'adozione capillare di soluzioni pre-switch non è tuttavia attuabile con i livelli di penetrazione oggi esistenti per il servizio Internet sulla clientela potenziale. Si tratta infatti di soluzioni locali, asservite cioè a bacini ridotti di utenza coincidenti con quelli di un normale stadio di linea o al più di un'area di commutazione. La redditività dei notevoli investimenti necessari è garantita quindi solo in determinate situazioni di alta concentrazione di utilizzatori, condizione che è presente solo in alcune zone delle aree metropolitane.

4.2 Soluzioni post-switch

Le soluzioni post-switch possono seguire differenti strategie di progetto. L'impatto del traffico Internet sulla rete commutata può essere limitato ai soli nodi di accesso prevedendo in ogni SGU un'uscita dedicata al traffico Internet: *NAS (Network Access Server distribuiti)* e *PRA (Primary Rate Access remotizzati)*. Si può invece pensare di favorire la focalizzazione del traffico Internet, concentrando i necessari adeguamenti di rete (commutata e trasmissiva) su un'unica direzione. Le due alternative presentano condizioni differenti di attuabilità ma possono coesistere in particolari scenari di mercato.

In entrambi i casi le modalità seguite per introdurre le singole soluzioni non devono consentire il fenomeno delle derive di traffico tra ISP concorrenti. Quest'obiettivo è raggiunto in genere quando le risorse di rete introdotte per raccogliere il traffico Internet sono condivise tra tutti gli ISP ed il traffico è ripartito tra i singoli ISP solo a valle del punto di raccolta. Il dimensionamento può così essere valutato sul traffico Internet complessivo e

gli spostamenti di traffico tra diversi destinatari risultano ininfluenti.

4.2.1 NAS distribuiti e PRA remotizzati

La soluzione che prevede di distribuire i NAS sui nodi della porzione di rete interessata dal progetto può costituire un'alternativa efficiente nella raccolta del traffico Internet quando il gestore della rete, offrendo il servizio di PoP hosting, può governare il posizionamento delle strutture di raccolta sulla rete. I NAS in questo caso sono condivisi da tutti gli ISP che aderiscono al servizio ed il rendimento di queste risorse non è quindi soggetto agli spostamenti di traffico tra gli ISP ospitati.

La soluzione è tanto più efficiente per permettere di fronteggiare il fenomeno delle derive quanto maggiore è la percentuale di traffico Internet originato nell'area e raccolto attraverso questi NAS. Lo scenario più favorevole è quello in cui il traffico IP destinato a ISP attestati sulle reti di altri gestori possa essere raccolto sugli stessi NAS ed essere trasportato poi su strutture di interconnessione tra reti di dati.

Anche in uno scenario favorevole, la distribuzione dei NAS sugli SGU risulta alquanto onerosa sia per gli investimenti (è necessario un gran numero di risorse di accesso e, inoltre, servono porte PRA sugli SGU e porte modem), sia nei costi di esercizio (ridondanza delle scorte, necessità di predisporre un sistema di raccolta degli allarmi). Potendo riconoscere la quantità di traffico Internet, originato da ogni SGU e offerto agli ISP ospitati su tali strutture, deve essere quindi analizzata di volta in volta la convenienza di collocare un NAS stabilendone il presumibile rendimento.

L'alternativa alla collocazione di un NAS, quando i valori di rendimento non ne giustificano la realizzazione, rimane l'instradamento in una giunzione verso un SGU adiacente dotato di un NAS. La valutazione dipende comunque dalla strategia di dimensionamento adottata e in particolare:

- se il dimensionamento è fatto sul valore di picco del traffico offerto dal SGU, scegliendo in questo caso di servire tutte le chiamate contemporanee che si presentino nell'ora di punta, il rendimento della macchina sarà massimo solo per un breve periodo nell'arco della giornata;
- se il dimensionamento è fatto sul valore di picco del traffico offerto complessivamente da tutti gli SGU, scegliendo in questo caso di servire localmente solo una quota delle chiamate contemporanee, il rendimento della macchina nell'arco della giornata è massimo per lunghi periodi.

Nella seconda ipotesi gli investimenti necessari sono sicuramente inferiori ma - per offrire la medesima qualità di servizio rispetto al primo caso - occorre offrire una via alternativa alle chiamate che, instradate come prima scelta sul NAS locale, trovino la macchina non disponibile per congestione o per fuori servizio. In questo caso la chiamata attraversa la rete di giunzione e, per non ricadere quindi in problemi di congestione, occorre che nella progettazione si trovi un giusto compromesso tra il numero di risorse per l'accesso a Internet installate localmente (porte modem) e la percentuale massima di chiamate

che si prevede possano andare in trabocco.

Si osservi come il meccanismo di trabocco sopra descritto sia alquanto diverso da quelli normalmente adottati su una rete commutata: infatti, mentre in quest'ultimo caso si realizzano differenti vie predisposte in alternativa per una medesima relazione di

zioni fatte per i NAS.

L'introduzione di PRA remotizzati consente anche il risparmio delle interfacce di giunzione tra i due SGU tra i quali si realizza il collegamento.

Sia nel caso di PRA remotizzati, sia nel caso di NAS distribuiti, ogni punto di accesso al servizio è caratterizzato da una numerazione geografica diversa. Poiché d'altra parte non è possibile ad un ISP comunicare con la propria clientela, in uno stesso ambito urbano o distrettuale, con una pluralità di numerazioni diverse, l'introduzione di soluzioni distribuite non può prescindere dall'adozione di una numerazione unica di rete intelligente. La rete intelligente, sulla base dei parametri di origine della chiamata, fornisce la numerazione geografica più conveniente e gestisce, come si è detto, gli stati di congestione fornendo in successione diverse possibilità di instradamento.

Con riferimento alla figura 8 i NAS grigi sono quelli installati dal gestore per fornire l'offerta di PoP hosting alla quale aderiscono gli ISP 1, 2 e 3. Per questo servizio può essere fornita la numerazione unica di rete intelligente SAC.XXXX selezionata da tutta l'utenza che appartiene all'area geografica considerata.

Per le chiamate originate da un SGU dotato di NAS locale, la numerazione non geografica sarà tradotta nella numerazione geografica corrispondente a questo NAS (0xy.aaa oppure 0xy.bbb e così via); per

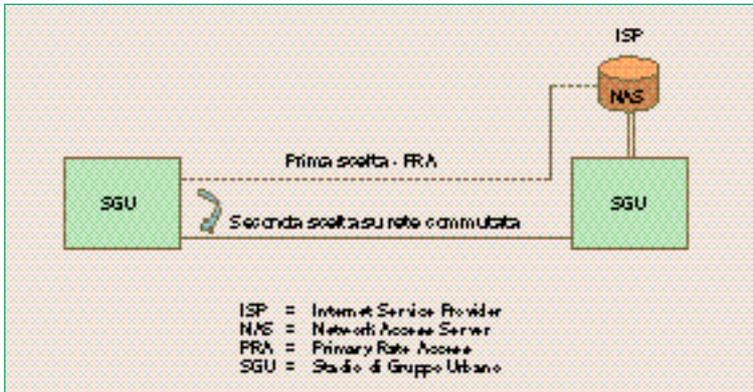


Figura 7 Utilizzo di PRA remotizzati (rappresentati in tratteggio) per il trasporto del traffico Internet originato da un SGU su cui non è attestato direttamente un NAS.

traffico, nel primo caso il trabocco avviene da una terminazione di utente (il PRA) ad una singola via. Questo meccanismo di trabocco non può quindi prescindere dall'utilizzo delle prestazioni di instradamento di tipo avanzato offerte dalla rete intelligente (si veda riquadro a pagina 34) che, dopo aver interpretato il criterio di indisponibilità della prima scelta, fornisce al SGU di origine una numerazione alternativa che consente ad esso l'instradamento su una giunzione.

Quando il traffico Internet originato da un SGU non raggiunge livelli tali da giustificare la realizzazione di un NAS locale, o comunque per il traffico Internet destinato a ISP che non aderiscono all'offerta di PoP hosting, e possiedono perciò NAS collocati presso le proprie sedi, l'impatto sulla rete commutata può essere ridotto estraendo una quota del traffico dal SGU di origine attraverso PRA portati con collegamenti trasmissivi fino alla sede del NAS (figura 7).

In questo caso il traffico Internet in eccesso è veicolato in seconda scelta sulla rete commutata distrettuale. Per il dimensionamento dei PRA, e per il meccanismo di trabocco tra PRA e giunzioni, valgono le stesse considera-

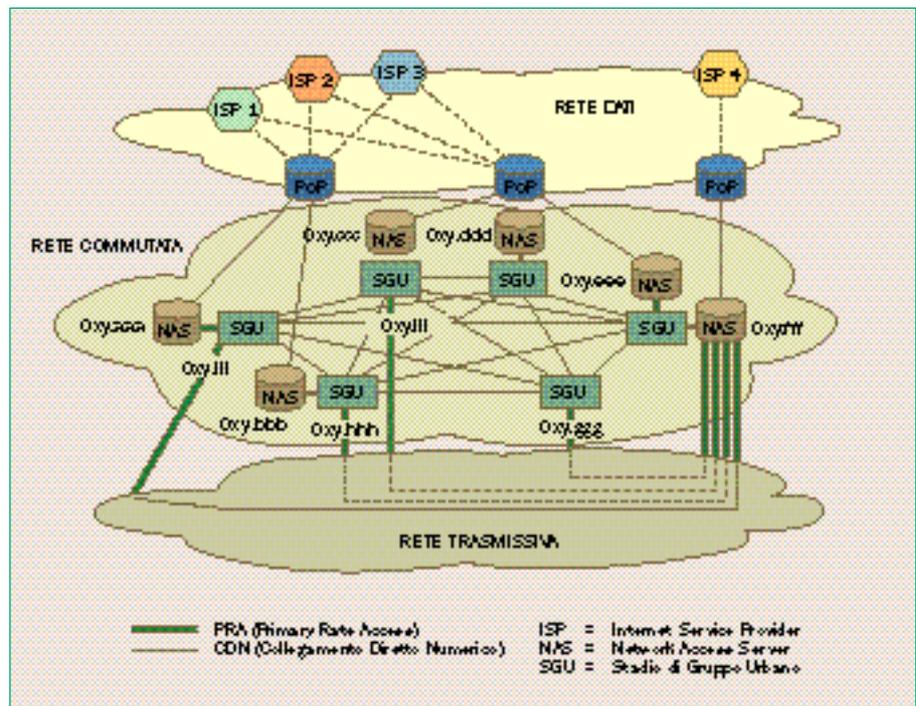


Figura 8 Diverse possibili attestazioni di ISP alla rete commutata. Sono indicate le strutture di raccolta del traffico Internet - NAS - installate dal gestore della rete commutata per offrire il servizio di PoP hosting.

le chiamate originate da SGU non dotati di NAS la rete intelligente fornisce la numerazione geografica del NAS più conveniente. L'ISP 4, dotato di proprio NAS, può disporre della numerazione unica di rete intelligente SAC.YYYY.

Per le chiamate originate da un SGU dotato di PRA remotizzati, la numerazione non geografica è tradotta in quella geografica corrispondente a questi PRA (ad esempio 0xy.fff oppure 0xy.ggg e così via); per le chiamate originate da SGU non dotati di PRA remotizzati, la rete intelligente fornisce la numerazione geografica 0xy.fff corrispondente all'attestazione diretta dell'ISP.

4.2.2 Raccolta centralizzata

La soluzione di raccolta centralizzata prevede di individuare in ogni distretto un nodo di raccolta verso il quale far convergere sia le chiamate destinate a ISP ospitati su reti di altri gestori, sia le chiamate destinate a ISP ospitati sui NAS di PoP hosting di Telecom Italia.

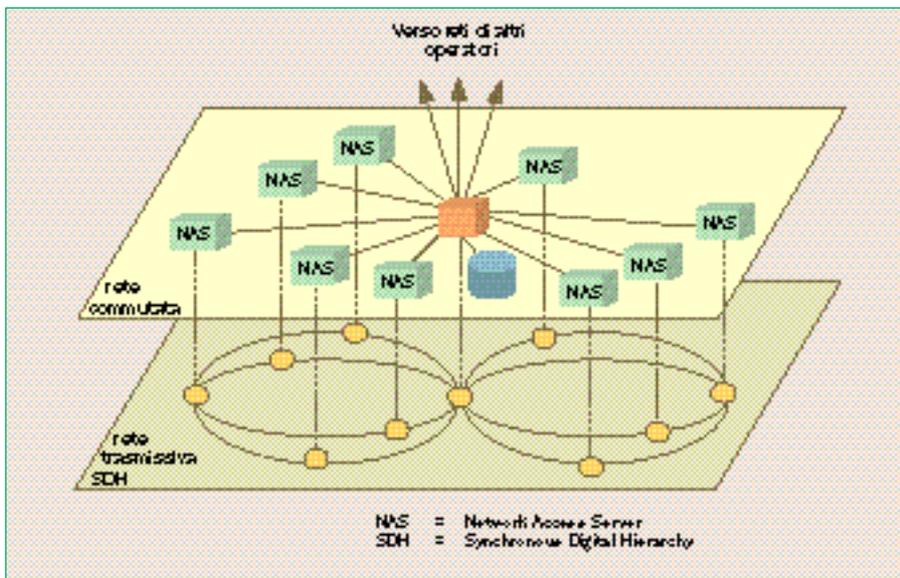


Figura 9 Scelta del nodo per la centralizzazione del traffico Internet secondo criteri che rendono minimi i costi trasmissivi.

In questo caso i fasci verso l'unica centrale, sulla quale debbono essere attestati i fasci di interconnessione e i NAS, possono essere dimensionati sul traffico complessivo originato nell'area e il loro rendimento risulta insensibile alle fluttuazioni di traffico tra i vari destinatari.

Il nodo di raccolta deve poter documentare³ un elevato numero di giunzioni di interconnessione e gestire un elevato numero di PRA. Qualora le presta-

zioni di un autocommutatore tradizionale non fossero sufficienti per far fronte a queste esigenze per tutta la porzione di rete considerata, è necessario introdurre una centrale evoluta oppure ripartire la funzione di raccolta su più centrali tradizionali. In quest'ultimo caso le strutture di raccolta di ogni ISP debbono essere ripartite su tutti i nodi di accentrimento del traffico e deve essere previsto da ogni SGU di origine un instradamento in load sharing tra questi.

La scelta dei punti di raccolta deve essere eseguita in modo da ottimizzare i costi trasmissivi che non sono trascurabili. Quest'obiettivo può essere raggiunto scegliendo centrali che, trovandosi all'incrocio di una serie di anelli della struttura trasmissiva SDH, siano raggiungibili dagli altri SGU attraverso il transito su un unico anello (figura 9).

La soluzione centralizzata, realizzabile anche in assenza di una numerazione unica di rete intelligente, consente di introdurre sistemi di raccolta con elevata capacità che hanno costi unitari inferiori rispetto ai piccoli sistemi installati a livello locale. Anche dal punto di vista della gestione la centralizzazione degli

appareati (non solo NAS ma anche server che consentono di introdurre servizi a valore aggiunto), presenta notevoli vantaggi richiedendo il presidio di un'unica sede.

L'aspetto al quale occorre prestare la maggior attenzione nel progetto di una soluzione centralizzata è l'affidabilità che da essa è garantita. La presenza di un unico nodo di raccolta per il traffico Internet di un intero distretto comporta infatti il rischio di un disservizio totale nel caso di un'avaria sulle strutture centralizzate. L'introduzione di ridondanze, al limite anche di un secondo punto di raccolta su cui suddividere il traffico Internet, aumenta i costi realizzativi a favore di una maggiore affidabilità. La soluzione distribuita presenta viceversa un'affidabilità intrinseca nel meccanismo di

instradamento del traffico: l'insorgere di un guasto su una struttura di raccolta locale implica infatti di dover distribuire le chiamate, non terminate localmente, verso altri SGU sedi di NAS o di PRA remotizzati.

4.2.3 Soluzione mista

La soluzione distribuita comporta che un'elevata percentuale del traffico Internet sia originata e terminata sulla rete di Telecom Italia per garantire un elevato rendimento delle strutture di raccolta installate. Da questo punto di vista la crescita sensibile di servizi, come l'ADSL o l'unbundling del local loop, che sottraggono chiamate alla rete, rappresenta un non trascurabile fattore di rischio. La soluzione centraliz-

⁽³⁾ La documentazione consiste nella creazione di un record per ogni chiamata diretta verso operatore ed è necessaria ai fini della contabilizzazione del traffico verso lo stesso operatore.

zata, in un contesto di scenari tecnologici e di mercato altamente variabili, presenta una maggiore robustezza e costi più contenuti.

Una possibile strategia nella progettazione di una soluzione per la raccolta del traffico Internet originato in un distretto potrebbe essere quindi quella di introdurre con gradualità strutture di raccolta distribuite su un'architettura inizialmente centralizzata, pervenendo così ad una soluzione mista.

5. Conclusioni

La notevole crescita del traffico Internet dial-up, osservata in Italia specie nel corso dello scorso anno, ha comportato la necessità di realizzare continui adeguamenti dimensionali sulla rete commutata per garantire una corretta qualità del servizio. Tuttavia la struttura di una rete progettata per il trasporto del servizio tradizionale di fonia non si adatta a svolgere contemporaneamente un servizio con caratteristiche molto diverse quale quello di accesso ad Internet. Le durate mediamente più lunghe di queste connessioni, la loro focalizzazione verso pochi punti di raccolta presenti su una rete distrettuale e soprattutto i frequenti mutamenti del mercato che comportano rapidi spostamenti di grandi volumi di traffico tra le diverse destinazioni, sono fenomeni che inducono un gestore di telecomunicazioni a valutare l'opportunità di realizzare architetture di accesso idonee.

Ogni soluzione, tra quelle analizzate nel presente articolo, consente di ottenere i migliori risultati in un particolare contesto di mercato. Quando il gestore della rete può raccogliere su proprie strutture di accesso una quota considerevole del traffico complessivamente originato dalla clientela, troverà conveniente prevedere, sui particolari Stadi di Gruppo Urbano che originano la maggior quantità di traffico, accessi diretti alla rete dati. Questa soluzione, denominata nell'articolo "distribuita", consente di sottrarre dalla rete commutata notevoli volumi di traffico Internet riducendo considerevolmente l'impatto che questo traffico ha sulle prestazioni dei servizi di fonia. D'altro canto la realizzazione di numerosi punti di raccolta dedicati ad una specifica componente di traffico richiede costi elevati la cui redditività è garantita solo da un impiego molto elevato degli stessi punti. In presenza di uno scenario ancora assai instabile, come quello italiano, il rischio di dover effettuare questi investimenti è quindi notevole.

La necessità di intervenire comunque al più presto per ridurre gli effetti di un traffico Internet che già nei primi mesi di quest'anno cresce con una velocità anche superiore a quella dell'anno appena trascorso, porta a considerare una soluzione più con-

servativa, robusta alle possibili evoluzioni del mercato, e che al contempo consenta di evolvere, a fronte di scenari più stabili, verso soluzioni diverse. Sono queste le caratteristiche della soluzione "centralizzata" che prevede di realizzare, su una porzione di territorio, un unico punto di raccolta su cui attestare tutti gli Internet Service Provider concorrenti, verso cui instradare tutto il traffico Internet ad essi destinato⁴.

Abbreviazioni

ADSL	Asymmetrical Digital Subscriber Line
ARS	Advanced Routing Services
CDN	Collegamento Diretto Numerico
CLI	Calling Line Identity
GNR	Gruppo di Numerazione Ridotta
ISP	Internet Service Provider
NAS	Network Access Server
OLO	Other Licensed Operator
PBX	Private Branch eXchange
PIN	Personal Identification Number
PoP	Point of Presence
PRA	Primary Rate Access
SIB	Services Independent Building Blocks

Bibliografia

- [1] Naldi, M: *Caratterizzazione del traffico di accesso ad Internet: primi risultati*. "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 7, n. 2, ottobre 1998, pp. 53-58.
- [2] Magnone, L.; Petrini, L.: *Sistemi xDSL per l'accesso ad alta velocità su coppie simmetriche in rame*. "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 7, n. 2, ottobre 1998, pp. 7-27.

Marco Gregori si è laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli studi "La Sapienza" di Roma e lavora in Telecom Italia (ex SIP) dal 1990. Ha operato per alcuni anni nell'ambito dell'Esercizio dei Sistemi di Commutazione assumendo responsabilità crescenti: gestione tecnica, referente per la tecnica Ericsson, referente per la stesura di Normative Tecniche. Con riferimento a quest'ultima attività, ha partecipato al progetto ESPRIT "Tecpad", contribuendo alla definizione di uno standard per la realizzazione di documentazione tecnica ipertestuale in ambiente SGML. Nel 1996 è passato ad operare nello staff del responsabile della Direzione Rete occupandosi di Verifiche Ispettive e di Valutazione delle Imprese Appaltatrici. Dal 1998 opera presso la Linea Pianificazione (Traffico) dove è referente per il traffico su reti dati e di soluzioni di accesso commutato ai servizi dati. Svolge attività di docenza formativa presso la scuola SSGRR tenendo lezioni a tecnici delle Unità Territoriali Rete e in particolare in questi ultimi tempi sugli argomenti oggetto del presente articolo.

⁽⁴⁾ Mentre questo numero della rivista sta andando in stampa, sono iniziate le campagne pubblicitarie di alcuni ISP che offrono un servizio di accesso a Internet con tariffe flat e, cioè, con tariffe indipendenti dalla durata della connessione. [N.d.R.]

Tecnologie dell'informazione

Verso una scheda universale: la Smart Card

STEFANO BRUSOTTI
FERNANDO GENOVA
SIMONETTA MANGIABENE
DAVIDE PRATONE



La carta dei servizi di Siena nata dalla collaborazione del Comune con la banca Monte dei Paschi di Siena.

Con i termini "Smart Card" e "carte chip" si indicano spesso oggetti molto differenti fra loro per costo e caratteristiche. Ciò che li accomuna è il formato ma soprattutto la presenza di un chip annesso nella carta in una posizione fisica definita, nel quale sono memorizzate ed eventualmente elaborate le informazioni.

L'idea di inserire un chip in una carta risale ai primi anni Settanta, e da oltre quindici anni diversi gestori di telecomunicazione le impiegano per le applicazioni di telefonia pubblica, ma solo negli anni Novanta si sono resi possibili impieghi più sofisticati. Queste carte stanno suscitando un sempre crescente interesse in diversi campi: nella telefonia cellulare (SIM card), nel settore bancario e del commercio elettronico, nella telefonia pubblica, nelle applicazioni relative alle loyalty, agli accessi controllati ed ai trasporti.

Nel corso degli ultimi anni sono apparsi sul mercato microprocessori con velocità di elaborazione e capacità di memoria tali da permettere un livello di sicurezza adeguato nel trattamento dei dati e la coesistenza di più applicazioni o servizi sulla stessa carta. La disponibilità di questi nuovi componenti, unita a una netta riduzione dei costi, sia per le carte a memoria (che stanno conquistando ampie fette di mercato sottraendole alle tradizionali carte magnetiche) sia soprattutto per quelle a microprocessore, ha fatto sì che le Smart Card potessero essere utilizzate con profitto come chiave d'accesso a servizi anche molto diversi tra loro: si pensi alle SIM card GSM, a servizi di pagamento sicuro (borsellini elettronici) e all'accesso a Internet (e-vai).

In questo articolo sono presentati e valutati lo stato dell'arte e le prospettive di impiego delle Smart Card. La panoramica copre molti degli aspetti rilevanti di questo settore, cercando di approfondire, per quanto possibile, le caratteristiche chiave di questo prodotto, le principali applicazioni e le prospettive dei diversi settori di mercato. È anche riportato in maniera concisa lo stato della normativa, specie per quanto concerne gli aspetti di interoperabilità fra carte prodotte da differenti costruttori.

1. Introduzione

Le Smart Card, dette anche carte chip, sono carte standard (per dimensioni e caratteristiche meccaniche), che contengono all'interno un chip (a microprocessore o a memoria) nel quale sono memorizzate ed elaborate le informazioni.

In relazione al chip impiegato si distinguono due tipi di carte: a memoria ed a microprocessore (per molti le Smart Card sono solo quelle che utilizzano quest'ultimo componente), mentre a seconda dell'interfaccia verso l'esterno sono state sviluppate carte a contatto e carte funzionanti senza contatto (*contactless*).

Le carte a memoria sono le più economiche e, pur disponendo di una logica "cablata" (definita quindi in fase di produzione del chip che consente l'autentica-

zione con un adeguato grado di sicurezza) non hanno altra capacità di elaborazione dei dati. Sono in prevalenza carte del tipo usa e getta e sono principalmente impiegate nella telefonia pubblica e nei distributori automatici (*vending machines*). Le carte a microprocessore hanno invece una capacità di elaborazione interna che le fa assomigliare molto a personal computer delle prime generazioni (con qualche limitazione nel colloquio con l'esterno).

Le carte a contatto si interconnettono con il lettore tramite una contattiera a otto pin e sono ormai di uso abbastanza diffuso, specie negli altri Paesi europei. Quelle contactless dialogano invece con il mondo esterno tramite un'antenna a radio frequenza "annegata" nella carta (le più comuni operano a 13,56 MHz), che serve anche al lettore per fornire energia al chip. Il costo di queste carte è, per ora, superiore rispetto a

CARATTERISTICHE DELLE SMART CARD

Le Smart Card (figura A) sono spesso classificate secondo le proprie "capacità" e quindi in base al tipo di chip di cui sono dotate. Ciò che le accomuna è il formato ma soprattutto la presenza di un chip annesso nella carta in una posizione fisica definita, dove sono memorizzate ed eventualmente elaborate le informazioni.

La prima distinzione è tra le carte a memoria e quelle a microprocessore (schematizzate nella figura B). Le prime sono più economiche e, pur disponendo in alcuni casi di una logica cablata (definita in fase di produzione del chip) che consente l'autenticazione con un adeguato grado di sicurezza, non hanno altra capacità di elaborazione dei dati. Sono in prevalenza carte del tipo

memorizzate in una ROM (Read Only Memory) e costituiscono il sistema operativo della carta, detto comunemente SCOS (Smart Card Operating System).

La EEPROM (Electrically Erasable Programming ROM) è invece utilizzata per personalizzare la carta in una fase successiva a quella di produzione e contiene i dati dell'utente, i dati di fabbricazione, le funzioni eseguibili non residenti in ROM ed il file system. Le dimensioni solitamente variano da 1 kbyte a 32 kbyte, anche se cominciano ad essere prodotte quelle a 64 kbyte ed alcuni produttori hanno realizzato delle EEPROM flash.

Per quanto riguarda le RAM

DRAM sono utilizzate come area di lavoro della carta per contenere i risultati intermedi di tutte le operazioni di calcolo e cifratura. Il microprocessore contiene inoltre un circuito di reset che provvede a reinizializzare la carta, un circuito di sincronizzazione (i valori tipici delle frequenze per le carte prodotte variano tra i 4 ed i 14 MHz), un'interfaccia per la gestione del connettore I/O (Input/Output) che permette di definire una porta di comunicazione tra la carta e l'ambiente esterno e può operare con modalità sia sincrona, sia asincrona. I microprocessori che consentono funzioni crittografiche sono dotati in genere anche di un coprocessore matematico per accelerare i tempi di calcolo degli algoritmi.

La sicurezza della carta è affidata a protezioni sia di tipo hardware sia di tipo software. La carta chip può essere oggetto di diversi tipi di attacchi hardware ai quali i costruttori rispondono con precauzioni in fase di progettazione o di realizzazione. Un tipico tentativo di attacco consiste nella messa a nudo del chip e nella ricostruzione dei circuiti al microscopio elettronico (è una procedura sofisticata che richiede know-how e strumentazione costosa). I costruttori per contrastarlo inseriscono sensori e fusibili che impediscono il corretto funzionamento della carta una volta scoperto il chip. Un altro possibile tentativo di attacco consiste nel sottoporre a brusche variazioni la tensione di alimentazione per

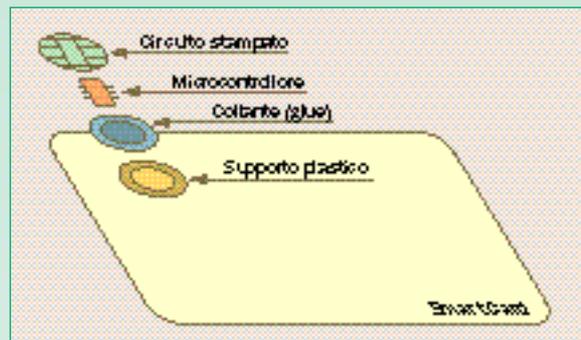


Figura A Componenti di una Smart Card.

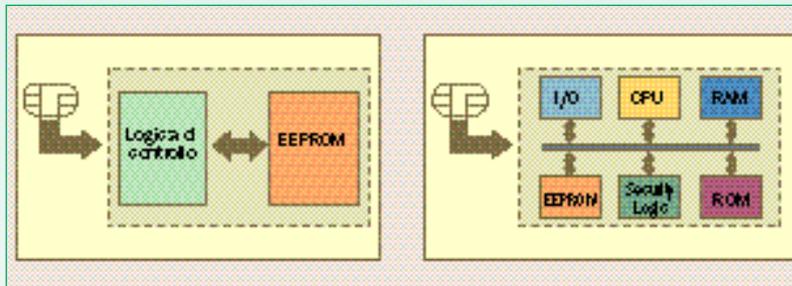


Figura B Schema di una carta a memoria (a sinistra) e di una carta a microprocessore (a destra).

“usa e getta” e sono impiegate principalmente nella telefonia pubblica, nei distributori automatici (vending machine) o in programmi di raccolta punti, presso esercizi commerciali.

La carta a microprocessore contiene una CPU (Central Processing Unit) nella quale sono memorizzate in modo permanente le istruzioni elementari che possono essere elaborate. L'architettura utilizzata più di frequente per questi microprocessori è a 8 bit con bus a 16 bit anche se sono in commercio prodotti a 16 ed a 32 bit. Le istruzioni ad alto livello invece sono

(Random Access Memory), esse si dividono in due tipi: statiche e dinamiche. Le SRAM (Static RAM) possono essere utilizzate solo in quelle carte che contengono una batteria, hanno il pregio di avere un basso consumo e di richiedere una bassa tensione di alimentazione. L'architettura è invece piuttosto complessa (quattro transistor e due resistenze per ogni cella). Le DRAM (Dynamic RAM) hanno un'architettura più semplice e, ricevendo l'alimentazione dal lettore in cui sono inserite, sono quelle maggiormente impiegate. SRAM e

simulare l'inserimento del PIN e consentire l'accesso alle aree di memoria; in questo caso il microprocessore "blocca" la carta, disponendo di una tensione di riferimento con la quale confronta la tensione di alimentazione ricevuta. Sono stati aggiunti inoltre alcuni bit "sentinella" inseriti a caso nelle aree di memoria, la cui presenza è controllata periodicamente dal microprocessore per evitare eventuali cancellazioni di aree di memoria (chiavi o codici di sicurezza) mediante l'impiego di raggi X.

Le protezioni software si basano sul calcolo di sofisticati algoritmi crittografici che si suddividono in algoritmi simmetrici - come ad esempio il *DES (Data Encryption Standard)* - ed algoritmi asimmetrici o a chiave pubblica/privata come l'*RSA (Rivest, Shamir, Adleman algorithm)*. Nel primo caso per la codifica e la decodifica si utilizza una chiave unica, uguale sia per il mittente sia per il destinatario del messaggio. È il sistema oggi utilizzato nel Bancomat, e dà garanzia di sicurezza purché sia al sicuro la chiave "comune". Nel caso di chiave asimmetrica, invece, un'autorità di certificazione possiede una chiave pubblica legata ad una chiave privata. La decodifica del messaggio avviene solo quando esiste una corrispondenza tra la chiave pubblica e quella privata che è stata ad essa associata. L'algoritmo consente inoltre di utilizzare la chiave privata per firmare il messaggio.

Le Smart Card si distinguono fra loro anche in funzione del tipo di interfaccia con cui si presentano: *carte contact* e *carte contactless*. Le prime si connettono con il lettore tramite una contattiera a 8 pin e sono ormai di uso abbastanza frequente; quelle contactless dialogano invece con il mondo esterno tramite un'antenna a radio frequenza annegata nella carta (le più comuni operano a 13,56 MHz). Essa serve anche al lettore per fornire energia al chip.

Il costo di queste carte è, per ora, superiore rispetto a quelle a contatto ed il principale impiego di

esse sta negli accessi fisici e nei trasporti. Il microprocessore di una carta contactless è alimentato da una tensione continua prodotta convertendo l'energia a radio frequenza ricevuta dall'antenna racchiusa tra gli strati di plastica della carta. Si può pensare al sistema di antenne riceventi come ai componenti di un trasformatore a radio frequenza: l'avvolgimento primario del trasformatore è nel lettore, quello secondario nella carta e lo spazio tra le due antenne costituisce il nucleo del trasformatore. Introducendo la carta contactless in un campo a radio frequenza si induce in essa una tensione alternata che ha la stessa frequenza del segnale trasmesso dal lettore. Questa frequenza portante può essere modulata per inviare dati alla carta.

Le prime realizzazioni di carte contactless consistevano nell'aggiungere alle carte preesistenti un circuito a radio frequenza e una logica di controllo. Si trattava di carte dotate di batteria interna per l'alimentazione oppure di componenti e circuiti per l'accumulo della corrente ricevuta per via induttiva, utilizzata poi nella fase di trasmissione e ricezione dei dati e nell'alimentazione del circuito. Si è assistito di recente al moltiplicarsi di soluzioni più o meno proprietarie finalizzate a due obiettivi: ottenere un'elevata velocità di comunicazione, in modo da ridurre la durata delle transazioni, e allo stesso tempo aumentare il raggio d'azione massimo della carta e quindi la distanza operativa del sistema di antenne riceventi.

Le aziende produttrici di microprocessori sono oggi orientate a realizzare un chip in grado di gestire con un'unica CPU sia la parte contact sia quella contactless della carta, garantendo un livello di sicurezza pari a quello ottenuto con le carte contact ma con un maggiore grado di flessibilità nell'impiego.

Sono disponibili oggi tre tipi di carte contactless che si differenziano in base alla distanza massima entro la quale sono in grado

di comunicare con il lettore: le *CICC (Close coupled Integrated Circuit Card)*, progettate per essere utilizzate al posto delle contact Smart Card, visto il ridotto consumo energetico da esse presentato e l'assenza di usura dei contatti che porta a un contenimento dei costi di manutenzione. Esse hanno una distanza utile di lettura di circa 1 mm.

In Giappone le contactless sono largamente utilizzate e diversi progetti in corso hanno permesso di rilevare che queste carte assicurano lo stesso grado di sicurezza delle contact.

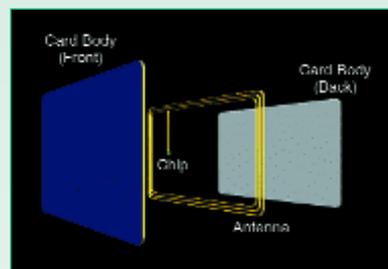


Figura C Foto di una contactless Smart Card.

Le *PICC (Proximity Integrated Circuit Card)*, hanno come campo di utilizzo il mercato dei trasporti di massa, dove è essenziale che la transazione avvenga in un tempo ridotto. Il range di lavoro della Proximity è circa di 5 cm; è perciò necessario che per completare una transazione di pagamento la carta non impieghi più di 100 ms. Infine le *VICC (Vicinity Integrated Circuit Card)*, utilizzate principalmente nei sistemi di riconoscimento e di accesso: esse hanno una portata di lavoro di un metro ma questo tipo di carte non ha ancora raggiunto un livello tecnologico soddisfacente.

Per approfondimenti si possono consultare:

Zoreda, J.L.; Otón, J.M.: *Smart Cards*. Artech House Inch, Boston - London 1994.

Cartes '98. Conference Proceedings, Parigi.

Smart Card '99. Conference Proceedings, Londra.

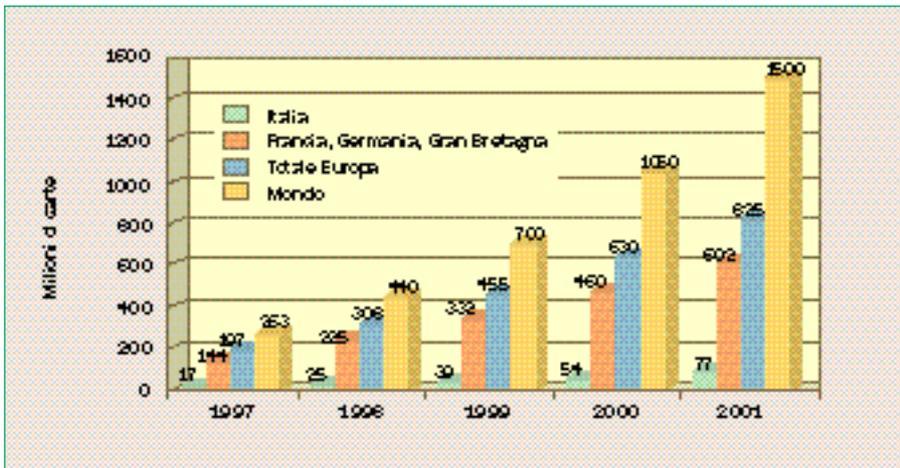


Figura 1 Crescita del mercato delle Smart Card (a microprocessore).

quelle a contatto e l'impiego prevedibile è quello degli accessi (fisici) e dei trasporti (ulteriori indicazioni in proposito sono riportate nel riquadro di pagina 40).

2. Una chiave per l'accesso

Il mercato delle Smart Card è da diversi anni in crescita anche se con un tasso inferiore alle attese. Molti fattori sembrano però indicare che nei prossimi anni si assisterà ad un vero e proprio "boom". Le previsioni di crescita del mercato sono superiori al 100 per cento nei prossimi due anni come illustrato in figura 1 [1].

Il successo delle Smart Card dipenderà principalmente dalla capacità che esse avranno di gestire, in sicurezza, applicazioni differenti in un contesto di offerta multiservizio e quindi diventeranno strumenti di integrazione per servizi anche sensibilmente differenti tra loro (quali le telecomunicazioni, i pagamenti, il trasporto, l'autenticazione, gli accessi, ...). Oggi sembrano essere presenti tutte le condizioni per una rapida diffusione di questo prodotto: la tecnologia è sufficientemente consolidata per consentire di far fronte a numerose esigenze applicative; sono disponibili standard internazionali riconosciuti ed i costi si stanno rapidamente riducendo.

I motivi che hanno frenato il mercato dei servizi basati sull'uso di carte a microprocessore, specie negli ultimi anni, sono molteplici ed in parte di carattere tec-

nico, ad esempio la capacità di memoria o la velocità di elaborazione dei dati. Ma i principali ostacoli sono derivati dagli elevati investimenti richiesti per introdurre i sistemi di lettura e di gestione, che hanno suggerito di limitare le sperimentazioni con carte chip ad ambiti geografici ristretti, e, soprattutto, la totale mancanza di interoperabilità fra carte di costruttori diversi.

L'impossibilità pratica di disporre di carte multiapplicazione ha impedito perciò di far condividere i costi di sviluppo fra più fornitori di servizi, provocando quindi note-

vole difficoltà per raggiungere la massa critica necessaria a far decollare il sistema.

L'assenza - o la non accettazione di fatto - di standard unici per i protocolli di livello più alto, specie per applicazioni di tipo finanziario, ha provocato una proliferazione di applicazioni proprietarie non interoperabili tra loro. Pur essendo, infatti, pochi i produttori di chip, sono oggi presenti numerosi produttori di carte, ciascuno dei quali ha sviluppato un proprio sistema operativo proprietario elevando di conseguenza i costi di sviluppo delle applicazioni software. L'unica eccezione riguarda il settore della telefonia mobile GSM dove lo standard unico europeo ha consentito un vero boom di questo servizio, permet-

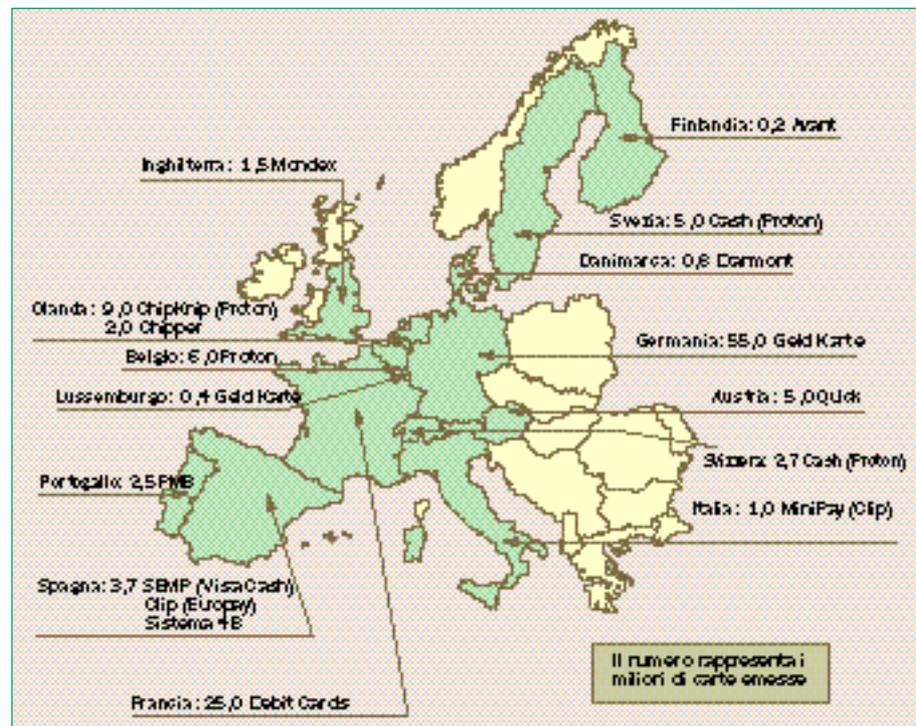


Figura 2 Sperimentazioni dei borsellini elettronici in Europa.

tendo l'interoperabilità fra carte e terminali di diversi costruttori e fra gestori.

Nella figura 2 sono mostrate, a titolo di esempio, numerose sperimentazioni indipendenti di borsellino elettronico, *EP (Electronic Purse)*, avviate in Europa e la dimensione in termini di carte distribuite (ma non necessariamente utilizzate) [1]. Solo la Germania ha deciso di diffondere sull'intero territorio nazionale il proprio borsellino elettronico abbinato alla carta sanitaria, per ora con un limitato successo commerciale.

3. Costo dei servizi

Le Smart Card più diffuse hanno una *CPU (Central Processing Unit)* a 8 bit e una *EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)* di 8 Kbyte ma le nuove applicazioni che sono in corso di sviluppo, soprattutto quelle legate al GSM e quelle che utilizzano algoritmi crittografici asimmetrici del tipo *RSA (Rivest, Shamir, Adleman algorithm)* [2], richiedono una maggiore potenza di calcolo e un maggior spazio di memoria per allocare i programmi. La competizione esistente tra i produttori di microprocessori, unita all'incremento del numero di carte prodotte, fa sì che l'aumento delle prestazioni dei chip non si traduca in un aumento eccessivo dei costi per chi emette le carte e per chi gestisce le applicazioni: il prezzo medio di un chip standard è oggi pari a 1,33\$ (fonte Dataquest), mentre un microcontrollore a 16 bit costa 6,50\$ ed uno a 32 bit costerà probabilmente intorno agli 8\$ (fonte Frost & Sullivan). In attesa del chip a 32 bit, è probabile che quello a 16 bit sia considerato troppo costoso nell'ottica prezzo-prestazione e che le aziende preferiscano passare direttamente al chip a 32 bit (alcuni produttori di semiconduttori hanno già a catalogo questo componente).

Per quanto riguarda invece le dimensioni della EEPROM, è possibile acquistare un chip con 32 kbyte a circa 3\$ ed un operatore potrebbe pagare una SIM di buone prestazioni, basata su di una Java Card¹ (vedi paragrafo 4 "Architetture"), tra i 10 ed i 15\$. Non è ancora noto invece il prezzo del microprocessore con EEPROM di 64 kbyte che ST Microelectronics ha di recente proposto al mercato. Si prevede in ogni caso che il prezzo medio di un chip per Smart Card aumenterà dagli attuali 1,33\$ fino a 1,42\$ nel 2003 perché saranno richiesti dagli utilizzatori microprocessori con migliori prestazioni (fonte Dataquest).

Sul fronte delle carte a memoria più economiche (utilizzate in grandissimi volumi per *vending machine* e, soprattutto, per carte telefoniche prepagate), si attende invece una notevole riduzione del costo del chip che scenderà dai 35 cents del 1999 fino a 15-16 cents entro il 2000 (i prezzi dipendono molto dai volumi di acquisto) [3].

I costi per la realizzazione di un servizio basato su Smart Card sono naturalmente molto più elevati rispetto a quello della sola carta giacché compren-

dono i terminali, i sistemi di gestione e la realizzazione del software necessario al corretto funzionamento del sistema, come è chiarito nella tabella 1 [4].

Componente	Prezzo (\$)
Smart Card	2 - 15
Terminale	40 - 1000
Lettore per Vending Machine	750 - 1000
Apparati per la ricarica della Smart Card	4000 - 8000
Software	2000 - 1 milione
Personalizzazione della Smart Card	2000

Tabella 1 Costi indicativi dei diversi componenti di un servizio basato sulla Smart Card.

4. Architetture di sistemi per Smart Card

L'architettura di una Smart Card è piuttosto complessa e si compone di diversi strati software memorizzati sia nella ROM sia nella EEPROM. Il sistema operativo è generalmente allocato nella ROM mentre i comandi necessari al funzionamento dell'applicazione residente sulla Smart Card possono essere memorizzati anche nella EEPROM. I dati utilizzati dall'applicazione, suddivisi in settori e partizioni (*file system*), risiedono nella EEPROM [5].

Questa suddivisione delle risorse software della Smart Card differenzia le responsabilità del gestore del servizio, del produttore della Smart Card e del produttore del chip: in particolare il gestore del servizio emette la carta ed offre un servizio agli utilizzatori (ad esempio alle banche o ai gestori di telecomunicazioni). Il costruttore della Smart Card si occupa invece dell'assemblaggio del chip sul supporto plastico e della personalizzazione grafica ed elettrica della Smart Card (realizzazione del *file system*, scrittura dei dati, inizializzazione della carta, ...). Il produttore del chip è poi il primo anello di questa catena e si occupa della realizzazione hardware del chip e della mascheratura del sistema operativo. Un discorso a parte merita l'evoluzione del sistema operativo e delle applicazioni che generalmente sono sviluppate congiuntamente dal costruttore della Smart Card e dal produttore del chip.

Come è stato già detto, il mercato delle carte chip si è sviluppato utilizzando architetture e sistemi operativi proprietari, legati spesso al tipo di microprocessore utilizzato. Il vantaggio rilevante di questa scelta consiste nella messa a punto di carte funzionanti e sicure nonostante i limiti dei microprocessori e la possibilità di confrontare numerose differenti architetture. Queste soluzioni presentano tuttavia un limite in quanto non consentono in genere di gestire più di un'applicazione per carta e costringono l'utilizzatore ad avere diverse Smart Card nel proprio portafoglio: ad esempio, una carta telefonica, una o più carte di debito e di credito, una tessera per gli accessi. I tempi ed i costi necessari per immettere sul mercato nuove soluzioni sono inoltre molto elevati.

⁽¹⁾ La Java Card è una Smart Card che utilizza una parte del linguaggio di programmazione Java per realizzare le applicazioni ad alto livello.

Un'architettura di questo tipo è, infatti, costosa sia per chi emette le carte sia per chi sviluppa le applicazioni: l'applicazione deve essere scritta per uno specifico tipo di microprocessore e di *SCOS (Smart Card Operating System)* e la possibile migrazione verso nuove piattaforme hardware diventa proibitiva a livello di costi. In questi ultimi anni si è fatta perciò molto pressante la domanda di una carta in cui le applicazioni siano del tutto indipendenti dal sistema operativo e dal microprocessore usato. I maggiori costruttori si stanno infatti sempre più orientando verso un'architettura aperta (*open platform*), che va a beneficio di utilizzatore, ente di emissione e produttore.

Un'architettura *open platform* consente all'utilizzatore di ridurre il numero di carte da usare e soprattutto un impiego dinamico delle stesse: sulla carta esso può caricare nuove applicazioni e scaricare quelle non più utili o in uso, assicurando un'ampia flessibilità e facilità di utilizzo. L'ente di emissione può a sua volta sfruttare i benefici economici di una carta che gli permette sia di utilizzare più microprocessori (senza dover sviluppare per ognuno di essi

l'applicazione), sia di compilare le applicazioni tramite un linguaggio di programmazione standard con una riduzione conseguente dei costi di progettazione e produzione della Smart Card. Una carta multifunzione di questo tipo favorisce infine, per sua natura, un aumento dei segmenti di mercato in cui essa può essere utilizzata creando così un maggior profitto ai produttori di Smart Card.

L'esigenza di usare piattaforme aperte ha comportato un'aspra contesa per definire lo standard di riferimento. Un ruolo di rilievo hanno giocato al riguardo i grandi Consorzi che hanno visto nella Smart Card una delle chiavi di successo del commercio elettronico. Oggi esistono tre piattaforme che si contendono il mercato: *MULTOS™* (il sistema di Mondex/MasterCard), *Java Card* (proposto da VISA) e il recentissimo *Microsoft Windows for Smart Card*.

I tre sistemi funzionano dal punto di vista architettonico allo stesso modo: tra il sistema operativo della carta ed i programmi applicativi sono stati inseriti dei programmi *API (Application Programming Interface)* che traducono in comandi interpretabili dal

MULTOS™

Il Sistema Operativo MULTOS, sviluppato originariamente dalla Mondex International (ora parte di MasterCard), è in grado di gestire più di un'applicazione garantendone la sicurezza ed è indirizzato espressamente ad applicazioni di tipo finanziario.

A differenza di Java Card, MULTOS è stato sviluppato proprio per le Smart Card, ottimizzando le risorse messe a disposizione dai processori e progettando un meccanismo di caricamento delle applicazioni affidabile e sicuro. Le applicazioni sono sviluppate in un linguaggio simile all'assembler, chiamato *MEL (MULTOS Enabling Language)*, che consente una maggior velocità nell'esecuzione dei programmi. Per superare la difficoltà introdotta dall'uso di un linguaggio di programmazione non standard, è stato sviluppato un compilatore che traduce in MEL le

applicazioni scritte in C standard. Al momento il compilatore non è molto efficiente e le applicazioni sono troppo onerose per le risorse hardware di una Smart Card.

Tramite MULTOS l'utilizzatore, in collaborazione con il

è in grado di verificare l'autenticità e l'integrità dell'applicazione caricata sulla carta e, in caso positivo, di elaborare un'*Application Load Certificate* memorizzato nella carta.

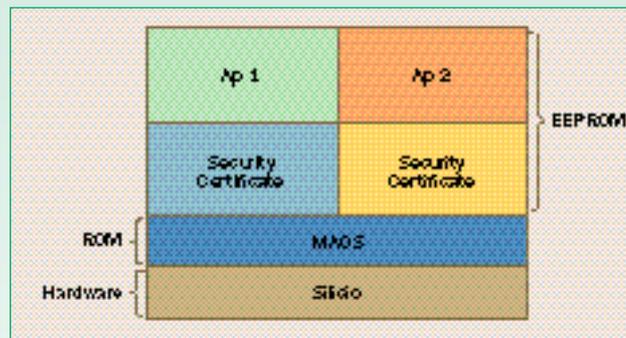
Le applicazioni in cui MULTOS è più utilizzato sono quelle finanziarie: sulla piattaforma disponibile con questo sistema risiedono infatti le applicazioni di carta di credito dei maggiori Istituti internazionali, come MasterCard International, American Express, Europay International e JBC. Sono state da poco realizzate carte multiapplicazione per le poste norvegesi (*Posten SDS*)

chiamate *MultiSmart* e una carta di credito della JBC utilizzata per l'identificazione dei dipendenti della Hitachi (*Hitachi Credit*).

Per approfondimenti si vedano:

Tissot, P.: *Open Smart Cards come of age*. Card Forum International, vol. 3, n. 4.

<http://www.multos.com/>



Architettura del Sistema Operativo MULTOS.

fornitore delle carte (*card provider*), è in grado di personalizzare la propria carta, caricando su di essa solo gli applicativi di interesse.

Questi applicativi possono essere "scaricati" dal server del card provider per mezzo di linee telefoniche o mediante l'*ATM (Automatic Teller Machine)*, che sono sportelli bancari automatici, oppure via PC con Internet. Grazie ad un meccanismo di controllo proprietario, MULTOS

JAVA CARD

Il linguaggio Java è stato introdotto da Sun Microsystem nel 1995 e, grazie alle proprie caratteristiche di sicurezza e alla relativa semplicità di sviluppo, rappresenta una scelta molto indicata per le Smart Card. Si definisce "Java Card" una Smart Card in grado di eseguire programmi in Java (o meglio in una versione ridotta di Java). Ai costruttori di carte sono fornite informazioni dettagliate per costruire la *JVM (Java card Virtual Machine)* e le API specifiche per il loro sistema operativo che sono componenti fondamentali per l'esecuzione delle applicazioni Java standardizzate dallo Java Card Forum. A questo partecipano i principali operatori legati al mondo della telefonia, al mondo finanziario e dei trasporti, costruttori di carte e microprocessori.

Nella ROM della Smart Card è installato stabilmente il sistema operativo del microprocessore *SCOS (Smart Card Operating System)*, la Java Virtual Machine, il loader *JCRE (Java Card Runner Environment)* e le *Java API (Application Programming Interface)*. Questi livelli servono a realizzare l'ambiente software necessario a rendere operative le applicazioni Java (*applet*) residenti invece nella EEPROM. Il primo strato software (che interfaccia direttamente l'hardware) è

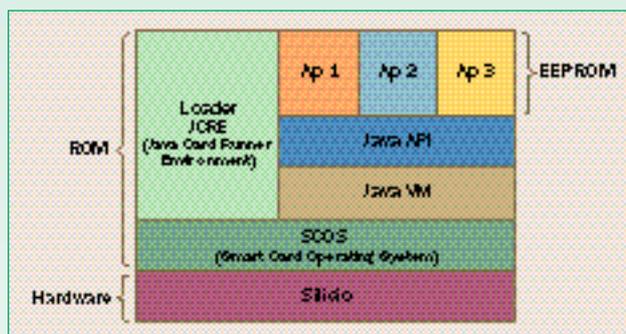
costituito dal sistema operativo del microprocessore della carta; esso è utilizzato sia dalla Java Virtual Machine sia dal loader JCRE. La Java Card Virtual Machine funge da interfaccia tra il sistema operativo originario della carta ed i livelli superiori del linguaggio Java. Tramite la JVM, le applicazioni residenti sulla carta sono indipendenti dal sistema operativo. Il loader JCRE è un programma particolare che consente il caricamento degli applicativi sulla carta, la loro selezione, la gestione delle *APDU (Application Protocol Data Unit)*¹ durante la fase di utilizzo della Smart Card e permette inoltre un

sostituito con quello degli oggetti condivisi.

In una Java Card è possibile far risiedere nella EEPROM più applicativi, ognuno dei quali è identificato unicamente dal suo *AID (Application Identifier)*. Un applicativo contenuto all'interno di una Java Card è un'entità totalmente indipendente; la selezione, l'esecuzione e le funzionalità di esso non sono disturbate dalla presenza di altri applet nella carta. All'interno di una Java Card è lo JCRE che assegna l'AID ai diversi applet e li associa alle librerie che sono utilizzate quando l'applicativo è in esecuzione e rimane inattivo fino a quando non è esplicitamente selezionato. Una volta inserita la Java Card in un terminale, quest'ultimo manda un comando di selezione al JCRE che sospende l'applicativo corrente con il comando "deselect" (necessario per pulire i registri) e chiede quello atteso dal terminale.

Il principale settore di utilizzo delle Java

Card è oggi quello delle telecomunicazioni: numerosi operatori di telefonia mobile, primo tra tutti TIM, hanno infatti puntato sulla tecnologia Java applicata alle SIM card per poter consentire ai propri clienti di usufruire dei servizi offerti dal SIM Toolkit (si veda il riquadro di pagina 48). In ambito finanziario invece VISA ha da tempo annunciato di aver individuato nella piattaforma Java Card l'architettura di riferimento per lo sviluppo delle sue applicazioni.



Architettura della Java Card.

accesso diretto allo SCOS. Le API forniscono un insieme di librerie chiamate Java Card Framework che permettono di sviluppare le applicazioni in Java e che offrono alcuni servizi di sistema. Le Java Card API sono state standardizzate dal Java Card Forum. Sono oggi disponibili due versioni, la 2.0 e la 2.1, la cui differenza principale sta nel fatto che nella più recente è stato standardizzato il compilatore Java-Binario, il loader JCRE (ora denominato Installer) ed è scomparso il concetto di file system,

⁽¹⁾ L'APDU è costituito da messaggi lunghi 5 byte inviati dal terminale (Card Accepting Device) alla carta perché esegua un comando. A questo tipo di istruzione la carta risponde con due bytes (status word) che indicano se l'operazione è andata a buon fine. La struttura di un comando APDU è la seguente:

byte 0 CLA, individua la classe alla quale appartiene il comando;

byte 1 INS, individua il tipo di comando; byte 2 P1, serve a definire un primo parametro;

byte 3 P2, è utilizzato per precisare un secondo parametro;

byte 4 LC, specifica la lunghezza di ulteriori eventuali dati da trasmettere alla carta.

Per approfondimenti si vedano:

Tissot, P.: *Open Smart Cards come of age*. Card Forum International, vol. 3, n. 4.

<http://www.javacardforum.org/>

WINDOWS PER UNA SMART CARD

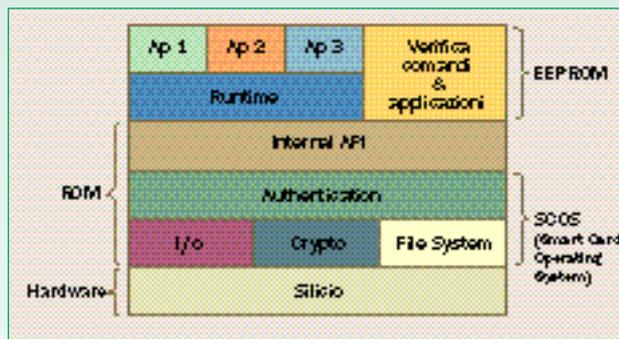
La più recente architettura sviluppata nell'ambito delle carte multiapplicazione è la *Windows for Smart Card* di Microsoft. Questa architettura estende ai produttori di carte a microprocessore i vantaggi del modello di sviluppo software per PC, ossia un ambiente comune di esecuzione, un ambiente di sviluppo indipendente dal linguaggio ed i comuni strumenti Microsoft Visual Basic e Microsoft Visual C++. Con questa architettura è possibile impiegare la conoscenza di Windows per sviluppare e realizzare una vasta gamma di applicazioni basate sulle Smart Card per un'ampia serie di utilizzi. Sistemi operativi tipo Windows consentono l'utilizzo di un file di sistema a partizione multipla,

che separa fisicamente i file di dati in modo che le applicazioni multiple possano funzionare in tutta sicurezza su una singola carta. Queste e altre caratteristiche sono molto apprezzate per la creazione delle applicazioni tipiche delle Smart Card, quali

La sicurezza di questa architettura è demandata ad un controllo degli accessi simile a quello utilizzato in Windows NT, associato all'utilizzo di algoritmi crittografici simmetrici o asimmetrici.

Il sistema consente inoltre ai tecnici cui è demandato lo sviluppo degli applicativi ed ai clienti di specificare e progettare supporti crittografici personalizzati.

La prima sperimentazione di questa carta sarà effettuata con una carta Corporate in dotazione a tutti i dipendenti della Microsoft, da utilizzare per gli accessi in rete e come carta loyalty.



Architettura Windows per una Smart Card.

le autenticazioni in rete, le transazioni aziendali sicure (operazioni bancarie e finanziarie online) e i programmi di fidelizzazione dei clienti. L'ambiente di sviluppo delle applicazioni è *Visual Basic 6.0* al quale va aggiunto *Smart Card for Windows Toolkit*.

Per approfondimenti si vedano:

Tissot, P.: *Open Smart Cards come of age*. Card Forum International, vol. 3, n. 4.

<http://www.microsoft.com/smartcard/>

sistema operativo gli applicativi scritti in un linguaggio standardizzato di livello alto. In questo modo ogni programmatore può sviluppare un'applicazione per la Smart Card, indipendentemente dal sistema operativo che la carta utilizza. (Maggiori dettagli sono riportati nei riquadri *Multos*, *Java Card* e *Microsoft Windows for Smart Card* inseriti in questo articolo).

Queste tre architetture rappresentano la risposta del mercato alla domanda di carte multiapplicazione, sicure, flessibili, facili da programmare. Java Card e MULTOS sono per ora gli unici sistemi realmente disponibili. Le prime carte con *Windows for Smart Card* saranno rilasciate nel Duemila.

MULTOS ha un linguaggio più efficiente, studiato appositamente per le Smart Card ma molto più difficile da sviluppare. I programmatori tendono invece ad utilizzare linguaggi standard che non li confinino in mercati di nicchia; la chiave del successo di MULTOS potrebbe quindi dipendere dall'efficienza del compilatore che converte programmi in linguaggio C in programmi in MEL (*MULTOS Enabling Language*).

Java Card ha invece il vantaggio di impiegare un linguaggio di programmazione che si è rapidamente affermato grazie a Internet e che può utilizzare risorse quali il Jini (un metodo per richiamare oggetti da altri software Java) e il JDBC (*Java Data Base Connectivity*).

Uno svantaggio potrebbe essere rappresentato dalla mancata ottimizzazione del linguaggio adattato alla Smart Card, poiché non è stato sviluppato direttamente per le carte a microprocessore come invece è accaduto per MULTOS. L'inconveniente dovrebbe però essere ridotto dall'introduzione dei nuovi processori a 32 bit RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), disponibili dall'inizio del Duemila, in grado di fornire una maggiore capacità elaborativa.

Si può anche ipotizzare che entrambi i sistemi possano divenire interoperabili in futuro, spartendosi così il mercato in relazione al proprio bacino attuale di utenza; esiste tuttavia l'incognita Microsoft, che potrebbe imporsi nel settore del commercio elettronico via Internet, anche grazie a una carta integrata con il sistema operativo Windows.

In un recente articolo della Frost & Sullivan's Smart Cards Industry Analyst la situazione attuale del mercato delle Smart Card è stata paragonata a quella dei PC sul finire degli anni Ottanta. I maggiori attori del mercato erano allora Apple Macintosh e IBM PC con MS-DOS e si pensava che Apple Macintosh dovesse prevalere per la sua migliore interfaccia grafica, ma la comparsa di Microsoft Windows 3.0 nel 1988 sconvolse i piani dei due giganti del mercato dei PC imponendosi come il dominatore del mercato.

Sarà quindi interessante osservare da vicino l'evoluzione del mercato nei prossimi anni.

È disponibile poi in via collaterale, ma pronto ad occupare tutti gli spazi disponibili, il mondo legato ad un "mezzo" per effettuare la transazione: il cellulare. Forte della sua posizione di cliente maggiore delle carte a microprocessore, nell'ambito della piattaforma GSM è stata messa a punto una piattaforma software, il *SIM Application Toolkit* in grado di integrare sulle SIM servizi e funzioni di solito insite nelle Smart Card, quali ad esempio applicazioni finanziarie e per i trasporti. Il SIM Toolkit introduce nuove funzioni e permette alla SIM di dialogare con la rete tramite i comandi a due vie *OTA (Over The Air)*, basati sullo scambio di messaggi brevi *SMS (Short Message Service)*. Ulteriori dettagli in proposito sono riportati nel riquadro di pagina 48.

Non sono state ancora sviluppate applicazioni rilevanti che sfruttino le architetture citate, nonostante sia già soddisfacente il livello tecnologico da esse raggiunto; sono presenti, infatti, ancora problemi da risolvere - in gran parte di natura economica e legale - per ottenere una piattaforma standard che consenta di gestire più applicazioni.

Gli investimenti da effettuare nella realizzazione di una di queste architetture sono notevoli e si prevede un rientro economico in tempi medio-lunghi (dai 5 ai 10 anni). Le carte multiapplicazione pongono poi la questione legale della proprietà della carta e della responsabilità in caso di furto o di danneggiamento della stessa.

Siamo tuttavia in presenza di un proliferare di iniziative e di proposte per arrivare rapidamente a uno standard minimo universale di interoperabilità, in particolare perché le banche si apprestano a sostituire le tradizionali carte di credito e di debito (Bancomat) con quelle a microprocessore. I prossimi due anni saranno probabilmente decisivi per conoscere chi riuscirà a imporre uno standard unificato.

5. Applicazioni delle Smart Card

Le Smart Card sono utilizzate, come è stato accennato in precedenza, per le più diverse applicazioni per le quali sia richiesto un pagamento, un'autenticazione o un accesso (fisico o logico). Esse stanno progressivamente sostituendo le più tradizionali carte a banda magnetica o quelle contenenti dati identificativi stampati.

L'applicazione maggiormente diffusa riguarda l'impiego di carte a memoria prepagate non ricaricabili nel settore della telefonia pubblica. Queste hanno, di fatto, sostituito sia le carte magnetiche (anche in Italia le scelte sembrano essere orientate in questa direzione), sia quelle ottiche e raggiungono già una produzione annua che si avvicina al miliardo.

L'incremento della richiesta ha permesso in questi anni ai costruttori di progettare e produrre chip con litografie submicrometriche (analoghe a quelle dei processori dei PC), con benefici per la sicurezza della carta e per i costi. Questa tendenza dovrebbe continuare ancora per i prossimi anni.

Nel settore delle Smart Card si assiste oggi ad un elevato sforzo dell'industria per offrire prodotti con prestazioni sempre più complete e per applicazioni sempre nuove, come ad esempio quelle legate al commercio elettronico: molti esperti ritengono che il commercio elettronico via Internet sarà per le Smart Card la *killer application*.

Altro settore in cui si presume che si avrà una sensibile crescita è quello degli accessi e della sicurezza: con i nuovi microprocessori a 32 bit, la potenza di calcolo delle Smart Card aumenterà sensibilmente e permetterà l'utilizzo di numerosi algoritmi crittografici da impiegare sia per riconoscere l'utilizzatore sia per certificare le transazioni.

Presto si useranno le Smart Card per accedere al proprio PC (già adesso alcuni fra i maggiori costruttori di PC come Hewlett-Packard e Dell Computer, stanno inserendo nei propri prodotti lettori e driver per Smart Card). Su questo fronte non poteva mancare Microsoft: sono infatti iniziate le prime prove della *Smart Card for Windows* che potrà essere impiegata anche per fornire licenze d'uso del software per Windows, impedendo così la diffusione di copie non autorizzate [6].

5.1 Carte sanitarie

La Pubblica Amministrazione e la Sanità sono utilizzatori potenziali importanti di Smart Card. Infatti, la gestione dei dati mediante l'autenticazione del paziente e l'accesso sicuro ai database (contenenti risultati di esami clinici, di radiografie o di altre indagini diagnostiche) consentirà di effettuare diverse attività legate alla medicina o alla finanza in modo elettronico senza il timore di rendere pubblici i dati personali del paziente. I servizi che possono essere attivati tramite questa architettura ed i relativi benefici sono molteplici e vanno dalla immediata disponibilità dei dati relativi al paziente alla maggior qualità del servizio (prenotazione delle visite mediche e degli esami clinici tramite linea telefonica, registrazione delle ricette mediche sulla card con relativa facilitazione nel rimborso di prodotti sovvenzionati dal sistema sanitario e facilitazione nell'utilizzo dei servizi ospedalieri, eventualmente pagati con un'applicazione di borsellino elettronico).

In Europa sono stati avviati due importanti progetti per la carta sanitaria nazionale in Francia e in Germania. Il progetto francese, chiamato *SESAM-Vitale*, è più avanti nella fase di realizzazione ed è anche stato recepito meglio da parte degli utenti. *SESAM-Vitale* è il primo sistema al mondo basato su Smart Card che permette un'automazione completa nel settore sanitario. Il sistema prevede il rilascio di una carta familiare (*Carte Vitale*) contenente le informazioni di tipo amministrativo (dati anagrafici dell'assicurato, compagnia assicuratrice, tipo di copertura, benefici, ...) in modo da snellire la gestione dei ticket sanitari e dei rimborsi assicurativi.

L'architettura del sistema prevede una Smart Card in dotazione all'intero personale medico, da quello ospedaliero al medico di base, e la dotazione hardware dei medici che sarà composta da un PC, un lettore di Smart Card a due ingressi, un modem e

SMART CARD NELLA COMUNICAZIONE MOBILE

La Smart Card legata al mondo della comunicazione mobile per eccellenza è la carta *SIM (Subscriber Identification Module)*, una carta a microprocessore concepita circa dieci anni or sono come modulo per l'identificazione dell'utente. Il livello di sicurezza legato al suo utilizzo nella comunicazione mobile è piuttosto elevato e prevede un'identificazione del possessore della carta, mediante l'inserimento di PIN a quattro cifre e quindi una verifica della validità della carta stessa mediante l'autenticazione in rete di tipo *challenge-response*. Nata quindi come modulo di sicurezza, con memoria sufficiente per alcuni dati privati, come ad esempio la numerazione abbreviata (*Abbreviated Dialling Numbers*) o la lettura dell'importo residuo (*Advice of Charge*), ha avuto una rapida ed estesa evoluzione ed è oggi diventata una piattaforma per lo sviluppo di *servizi a valore aggiunto*, anche grazie all'evoluzione dei chip.

Le carte dell'ultima generazione, integrate con il *SIM Application Toolkit*, si sono evolute dal punto di vista della memoria; le SIM di fase 2+ utilizzate hanno mediamente 16 kbytes di EEPROM, 20-32 kbytes di ROM, 1 kbytes di RAM e presto saranno disponibili carte con 32 kbytes di EEPROM per poter gestire un numero sempre crescente di servizi.

I due elementi fondamentali in questo tipo di carta sono la prestazione di *Proactive SIM*, con la quale la carta ha la capacità di richiedere al terminale l'invio di alcuni comandi necessari per eseguire l'applicazione in questione,

e la prestazione di *Data Download*, mediante la quale l'operatore può aggiornare o caricare da una località remota una nuova applicazione originariamente non presente sulla carta. Il meccanismo chiave utilizzato per questa "personalizzazione" è quello dello *SMS (Short Message Service)*; possono tuttavia essere utilizzati anche altri meccanismi di trasporto quali l'*USSD (Unstructured Supplementary Services Data)* o il *GPRS (General Packet Radio Service)*. Il SIM Toolkit offre numerosi vantaggi in quanto esso è definito all'interno dello standard GSM, è incorporato nei terminali mobili di numerosi costruttori e può essere utilizzato per diverse tipologie di servizi: dal *mobile banking* a servizi di informazione e di posta elettronica. Inoltre i dati dell'utilizzatore finale continuano a risiedere sulla SIM permettendo autenticazioni sicure, necessarie per applicazioni quali ad esempio il commercio elettronico. Numerosi operatori, tra cui Dutchtone, Orange, D1 T-Mobil, TIM, hanno chiesto che i nuovi terminali mobili operanti sulle proprie reti gestiscano il SIM Application Toolkit. Ad esempio con la carta *Super Power* di TIM (*Telecom Italia Mobile*) sono già disponibili applicazioni che permettono di gestire la propria casella di posta elettronica, le informazioni sul conto corrente, e consentono di ricevere le informazioni più diverse quali quelle dalla Borsa, le notizie principali, i risultati calcistici, l'oroscopo. In particolare TIM in colla-

borazione con alcuni tra i principali fornitori di Smart Card, ha puntato sull'utilizzo di Java card per lo sviluppo di applicativi SIM Toolkit, sfruttando in questo modo l'interoperabilità tra differenti piattaforme hardware offerte da Java (*develop once, run everywhere*). Questo tipo di carte, quali ad esempio le Cyberflex Simera di Schlumberger, sono, infatti, piattaforme di sviluppo di



Figura A Suddivisione dell'area di memoria di una SIM Card GSM.

applicativi molto potenti ed offrono possibilità effettive di ridurre i costi di integrazione. Accanto al SIM Application Toolkit si stanno rapidamente definendo e affermando anche altri protocolli "wireless", come ad esempio il WAP (*Wireless Application Protocol*) (per ulteriori dettagli <http://www.wapforum.org/>) e il MEXE (*Mobile station application EXecution Environment*) (ulteriori dettagli al sito <http://www.mobile-mexe.com/>). Si tratta di sistemi basati su architetture client-server che rendono disponibili nuove funzioni nei menu dei terminali mobili e nuovi server in rete; in questo scenario la carta SIM ha

una stampante. Questo tipo di architettura permette di poter riconoscere e autorizzare il medico tramite la sua carta prima di permettergli l'accesso ai dati sanitari di un paziente, o di effettuare operazioni di telemedicina; consente poi l'identificazione del beneficiario dei servizi sanitari ed il controllo di eventuali esenzioni. Inoltre, grazie alle capacità crittografiche della Smart Card, è possibile cifrare i dati

riservati durante la trasmissione in rete e firmare elettronicamente le ricette mediche registrate sulla carta del paziente.

Questa carta non è tuttavia un borsellino elettronico, i pagamenti da parte del paziente ed i rimborsi dell'assicurazione sono effettuati separatamente sulla base dei dati contenuti nel sistema [7].

Per quanto riguarda il progetto tedesco, esso è

sempre il ruolo di "modulo di sicurezza" dell'utente, oltre a quello di "memoria portatile" di dati legati all'accesso WAP (indirizzi IP, Bearers adottati, Port, ...). Probabilmente la diffusione di questo protocollo aumenterà con l'introduzione del GPRS (*General Packet Radio Service*) per il quale sono stati ottimizzati i servizi WAP. Non sembra che esso al momento possa sostituirsi al SIM Toolkit: le due architetture sono, infatti, complementari piuttosto che in competizione tra loro. Il SIM Toolkit è più indicato per le applicazioni che richiedono un elevato grado di sicurezza (ad esempio *mobile banking*), mentre il WAP è principalmente orientato a servizi più "dinamici" quali ad esempio l'*Internet browsing*. In futuro la situazione potrebbe ulteriormente mutare grazie all'introduzione di una nuova Smart Card: WIM (*WAP Identification Module*). Questo nuovo tipo di Smart Card è stato presentato da Schlumberger alla recente edizione di Cartes '99 a Parigi ed è stato introdotto dal WAP Forum nella versione 1.2 delle specifiche. La carta presentata da Schlumberger permette un'autenticazione mediante chiave privata, utilizzando algoritmi tipo RSA o con curve ellittiche e può avere la firma digitale, con la quale rendere sicure le transazioni effettuate. Al momento Schlumberger ne prevede un utilizzo come modulo addizionale che affianchi la SIM in terminali *dual slot*, operando in modo simile ad una carta bancaria per la sicurezza dei pagamenti. La rapidità con cui si possono attivare nuovi servizi è dimostrata dalla possibilità di accedere già oggi a Internet dal terminale mobile grazie ad esempio al servizio *universal number* proposto da TIM, ed a breve inizierà anche

una nuova sperimentazione: Banca 121. Si tratta di un servizio di *virtual banking* per la Banca del Salento, nato da un accordo tra l'istituto di credito e TIM relativo a servizi di *mobile banking*. Il cliente potrà richiedere, via GSM direttamente dal telefonino, informazioni sul proprio conto corrente (saldo e ultimi movimenti) e sulla gestione titoli (composizione, ultimi movimenti, situazione giornaliera). Le nuove opzioni affiancheranno quelle già disponibili (SMS contenenti notizie finanziarie e informazioni personalizzate, come l'*eseguito* degli ordini di operazioni nei titoli) e anche un progetto di sperimentazione di servizi di "banca mobile" su WAP (*Application Protocol*). Questo tipo di servizio è in corso di attivazione presso diversi operatori GSM assieme a numerose banche.

Il MEXE (*Mobile station application EXecution Environment*) ha l'obiettivo di offrire un ambiente per l'esecuzione di applicazioni dell'operatore o del service provider direttamente sul terminale mobile dell'utente, creando una Java Virtual Machine nel terminale stesso. L'utilizzatore finale potrà in questo modo programmare, almeno in parte, le proprie applicazioni. Il protocollo è molto simile al WAP ed anch'esso utilizza numerosi servizi del GSM (quali SMS, GPRS) e dell'UMTS. La standardizzazione è seguita all'interno dell'ETSI (*European Telecoms Standards Institute*) dal Gruppo di Studio SMG4 del quale fanno parte anche rappresentanti di Motorola, Nokia, Lucent Technologies e Nortel. Il protocollo è ancora in fase di definizione e riguarda la prossima generazione di smart phone richiedendo ai terminali di elaborare applicazioni Java.

L'utilizzo delle Smart Card nel mondo della comunicazione

mobile non è però solo limitato alle carte SIM: un'ulteriore evoluzione in questo settore è rappresentata dall'utilizzo dell'*electronic cash* (Smart Card di una terza parte) tramite il terminale mobile. Il telefono può, infatti, diventare anche un terminale per il pagamento di servizi ed in tal caso l'infrastruttura di reti e terminali necessari per l'utilizzo dei normali borsellini elettronici viene ad essere notevolmente semplificata e soprattutto è già largamente diffusa per l'elevato numero di abbonati GSM. Sono stati avviati molti progetti pilota in questo senso: durante l'esposizione internazionale di Cartes '99 a Parigi, ad esempio, Mondex, assieme a Vodafone, Giesecke & Devrient e Arena Leisure, ha presentato un terminale mobile equipaggiato anche con un lettore di *Smart Card*, tramite il quale possono essere effettuati acquisti su tutta la rete GSM europea grazie ad un'applicazione basata sul SIM Application Toolkit. Mondex inoltre, permettendo l'utilizzo di cinque differenti valute, rende la propria soluzione flessibile ed aperta a mercati differenti.

L'operazione di Mondex non costituisce un caso isolato: Motorola ha infatti già realizzato il proprio terminale mobile StarTAC *dual slot* dedicato al commercio elettronico e partecipa ad un progetto pilota iniziato a Leeds insieme a CellNet, Barclay e Visa. Nella sperimentazione è utilizzata una Barclaycard con funzionalità VisaCash inserita nel cellulare Motorola caricabile tramite rete GSM di CellNet.

Per approfondimenti si vedano:

<http://www.gsmworld.com/>
<http://www.mobileworld.org/>

iniziato con lo scopo di gestire i dati amministrativi ma ha come obiettivo finale la memorizzazione sulla carta anche dei dati sanitari del paziente (cartella clinica, prescrizioni, ...). Gemplus ha già consegnato per questo progetto 15 milioni di carte e circa 50 mila terminali (dato Gemplus) e in questo caso si tratta di un'integrazione all'interno dello schema di borsellino *GeldKarte*.

5.2 SIM Card per GSM

È stato già in precedenza sottolineato che l'applicazione più importante per numero di Smart Card emesse ed utilizzate (specie in Italia) è la SIM card per la telefonia mobile GSM: oltre ai normali servizi offerti dalle SIM card, quali selezione del numero abbreviato (*Abbreviated Dialing Numbers*), servizio

GSM di Short Message, comunicazione del credito residuo (*Advice of Charge*), selezione fissa del numero (*Fixed Dialing Number*), le carte di nuova generazione (phase 2+) forniscono nuove funzionalità quali quelle del *SIM Toolkit* che aprono la via ad una serie di nuove applicazioni (borsellini elettronici, servizi bancari, prenotazioni, trasmissione di dati o in facsimile) gestite tramite la tecnologia *Over-The-Air* (ulteriori informazioni sono riportate nel riquadro di pagina 48). Le specifiche GSM phase 2+ offrono, ad esempio, nuove possibilità di servizi che permettono l'invio e la ricezione di messaggi di posta elettronica (e-mail) dal telefono cellulare.

5.3 Carte finanziarie

Nel campo finanziario la situazione è ancora abbastanza incerta perché la presenza di numerose architetture e standard (internazionali o proprietari) concorrenti suggeriscono agli operatori di attuare politiche di investimento prudenti.

I grandi gestori di carte, come Visa, MasterCard ed American Express, stanno però convergendo verso soluzioni almeno in parte interoperabili. Per le carte di debito o di credito è oggi impiegato in Europa lo standard EMV, mentre per i borsellini elettronici (*E-Purse*) i principali operatori, ad eccezione di Mondex, stanno convergendo verso le *CEPS (Common Electronic Purse Specifications)* proposte dalla Visa.

Si profila così (per il mercato europeo) la coesistenza di due soluzioni: quella nata intorno alle CEPS di VISA e quella di Mondex. Le CEPS definiscono un protocollo completo con comandi tra la carta e il terminale - in pratica ereditati dallo standard sviluppato da *ISO ECBS (ISO European Committee for Banking Standards)* - con comandi tra il terminale e il punto di raccolta (*collection point*), con comandi per il cambio di valuta (necessari prima dell'introduzione dell'Euro e, in seguito, per quei Paesi che non hanno aderito alla moneta unica europea) e con comandi, infine, per l'interscambio internazionale.

Possono anche essere citate le carte *loyalty*, utilizzate soprattutto dai grandi centri commerciali e dalle società petrolifere per fidelizzare il cliente; queste carte sono in genere a memoria. Di recente tuttavia cominciano ad essere usate Smart Card anche in quest'ambito in modo da poter impiegare ancora meglio le potenzialità della carta.

Nella tabella 2 sono riportati i dati sul numero di milioni di carte (Smart Card e Memory Card) prodotte nel biennio 1998-99 e le previsioni di crescita in ogni settore [8].

6. Normativa

La normativa internazionale per le carte a contatto descrive in modo completo e consolidato il livello fisico, il protocollo di comunicazione tra terminale e carta. Fornisce anche precise indicazioni sull'organizzazione della EEPROM (*file system*) e dei principali comandi gestionali (serie ISO/IEC 7816).

La normativa per le *carte contactless* è invece in fase di definizione, a parte il livello fisico delle *carte close coupled* (serie ISO/IEC 10536); è prevista la stesura delle ISO/IEC 14443 per le *carte proximity* e le ISO/IEC 15693 per le *carte vicinity* (maggiori informazioni sulle carte contactless sono riportate nel riquadro di pagina 40).

Le applicazioni sono in genere gestite dal *CEN (Comité Européen de Normalisation)* che ha già pubblicato normative riguardanti un'applicazione di borsellino elettronico interoperabile (serie EN 1546) e un'applicazione di telefonia pubblica (serie EN 726).

Inoltre sono in fase di stesura gli standard per le applicazioni relative a trasporti, sanità ed a documenti amministrativi (carta d'identità, patente).

Applicazioni	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Crescita annua (%)
Telefoni Pubblici	600	1120	1408	1772	2229	2804	26
GSM	120	145	176	213	257	311	21
Finanziarie	75	110	163	240	353	520	47
Fidelizzazione (Loyalty)	33	49	72	107	159	236	46
Sanità	28	41	60	88	129	189	46
Commercio Elettronico	3	7	15	33	73	162	122
Pay TV	20	42	61	88	127	184	45
Distributori automatici	16	21	28	37	50	66	33
Accesso/Identificazione	24	39	63	102	165	267	62
Trasporti	13	22	36	60	99	165	66
Altro	25	33	44	58	77	103	33
Totale	1256	1629	2126	2796	3716	5007	32

Tabella 2 Previsione di crescita mondiale per il mercato delle Smart Card.

In parallelo alle "norme ufficiali" sono stati sviluppati nel tempo anche alcuni *standard de facto* che si sono imposti grazie alla grande quota di mercato già acquisita dai costruttori o dagli enti che emettono le carte. È il caso del T2G e dell'Eurochip, rispettivamente di ST Microelectronics e di Infineon Semiconductor (Siemens), per le carte a memoria utilizzate nella telefonia pubblica, ma anche quello delle applicazioni finanziarie su Smart Card rispondenti in parte alle *EMV (Europay, Mastercard e Visa)* e alle recentissime *CEPS (Common Electronic Purse Specifications)* realizzate da Visa, Proton e American Express.

Gli standard a disposizione sono quindi numerosi e coprono in gran parte il fabbisogno di chi deve realizzare un'applicazione su Smart Card, ma lasciano

ancora troppo spazio alla discrezionalità impedendo così una reale interoperabilità tra i diversi gestori di servizi.

7. Situazione italiana

L'Italia è in ritardo per quanto riguarda le Smart Card rispetto a Paesi quali la Francia, la Germania o l'Inghilterra. La figura 3 mostra la situazione e le previsioni per il 2001 [1].

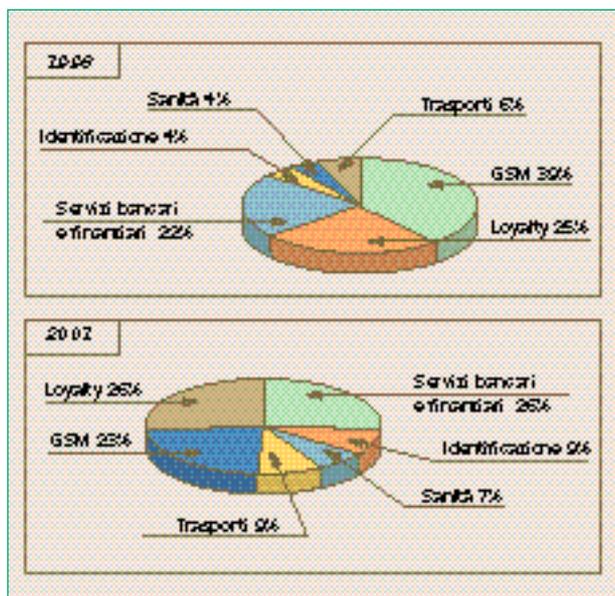


Figura 3 Suddivisione percentuale per tipo di applicazione.

Per quanto riguarda i settori interessati può essere rilevato che al momento il maggiore impiego italiano di carte a microprocessore si ha nel campo della comunicazione mobile, ma le ricerche di mercato prevedono una crescita in altri settori, soprattutto per le loyalty e per i trasporti. Si attende inoltre un incremento anche nei settori legati all'identificazione delle singole persone e alla sanità, subordinato ad una maggiore spinta in questo senso da parte della Pubblica Amministrazione che, con il proprio processo di informatizzazione, dovrebbe portare all'impiego della Smart Card come strumento per il riconoscimento delle persone. In generale, se si eccettua l'impiego nella comunicazione mobile e nelle loyalty, le altre applicazioni possono essere considerate ancora in una fase di studio, in quanto la maggior parte dei progetti nazionali sono ancora nella fase di sperimentazione o di progetti pilota, che interessano campioni assai limitati di popolazione.

Per entrare nel dettaglio delle carte oggi distribuite ed in uso sul territorio, si deve sicuramente citare il borsellino elettronico *MiniPay* di SSB (*Società per i Servizi Bancari*) sperimentato inizialmente nel 1996 a Torino come mezzo di pagamento presso alcuni esercizi e su alcuni telefoni pubblici.

La società TSP (*Tecnologie e Servizi per il Pubblico*), costituita nel 1997 tra SSB e Telecom Italia, si occupa

ora di progettazione, realizzazione e commercializzazione di servizi a valore aggiunto che utilizzano come mezzo le carte a microprocessore e che impiegano la piattaforma *MiniPay*. Il totale complessivo delle carte emesse fino ad aprile del 1999 era di 1.003.976 pezzi. La società offre principalmente tre tipologie di carte in base al settore applicativo: la Carta dei servizi, la Carta per il commercio elettronico, la Carta dei trasporti.

7.1 Carte dei servizi

Le carte TSP sono utilizzate nell'ambito di numerosi progetti nazionali e sono in pratica carte dei servizi, cioè carte a microprocessore multifunzione contenenti a bordo il borsellino elettronico *MiniPay*. Queste Smart Card sono personalizzate secondo esigenze locali con una struttura che permette di utilizzare servizi anagrafici, servizi di identificazione in ambito universitario, programmi di loyalty. Esse consentono anche di rinnovare abbonamenti per parcheggi o per trasporti. Le carte offrono una parziale interoperabilità, garantita dalla realizzazione di un borsellino elettronico utilizzabile in tutto il territorio nazionale presso gli esercizi convenzionati. Tutti gli altri servizi possono essere interoperabili se nelle diverse piazze agisce, ad esempio, un unico gestore di programmi di fidelizzazione a livello nazionale, come nel caso di *Global Card*, trattato qui di seguito [9].

Sono state condotte sperimentazioni estese nelle città di Siena, Firenze, Brescia, Pavia e nelle regioni Friuli Venezia Giulia e Valle d'Aosta.

Per quanto riguarda *Siena*, la carta è nata dalla collaborazione del Comune con la banca del Monte dei Paschi di Siena e permette l'accesso a servizi comunali; il pagamento consente di abbonarsi ai parcheggi della città. Il progetto è partito nel 1996, conta circa 13 mila utenti e trecento esercizi convenzionati. Questa carta è stata realizzata in modo sinergico con quella per Firenze e permette l'interoperabilità tra i due sistemi.

La carta per *Firenze* è stata realizzata con una collaborazione del Comune con la Cassa di Risparmio di Firenze, la Banca Toscana e il Monte dei Paschi di Siena. La carta è stata utilizzata a partire dal giugno 1997 e le nuove timbratrici dei mezzi pubblici sono predisposte per accettare il pagamento tramite *Fiorino Card*. Un impiego analogo riguarda i pagamenti nei parcheggi comunali o il pagamento delle multe. Anche l'ARDSU (*Azienda Regionale per il Diritto allo Studio*) ha deciso di diventare fruitore dei servizi della *Fiorino Card MiniPay*, uniformando così la gestione dei pagamenti dei servizi forniti agli studenti universitari.

Di rilievo anche l'iniziativa presa a *Brescia* dove è stata introdotta la *CiviCard*, nata dalla collaborazione tra Comune, Azienda Servizi Municipalizzati, ASL di Brescia, Ospedali Civili di Brescia, Banca Popolare di Brescia, Banca San Paolo di Brescia e Credito Agrario Bresciano. In questo caso oltre ai servizi comunali e ai servizi legati alla mobilità, sono compresi anche servizi sanitari, quali ad esempio la scelta o la revoca del medico di base, la prenotazione di esami diagnostici,

le prescrizioni farmaceutiche. L'iniziativa è stata avviata nell'aprile 1997 ed il progetto è partito interessando circa 20 mila utenti per essere successivamente diffuso all'intera cittadinanza.

Più recente è la carta utilizzata a Pavia, richiesta dalla Banca Commerciale Italiana, dalla Banca Regionale Europea, dalla Banca Popolare di Brescia e dalla Banca Popolare di Lodi nell'ambito del progetto "Pavia città pilota per l'Euro". Questa carta prevede il servizio di borsellino elettronico con la visualizzazione della doppia valuta sia sui terminali sia sugli scontrini rilasciati. La carta, a seguito di un accordo con l'Università degli Studi di Pavia e l'Istituto per il Diritto allo Studio Universitario, sarà utilizzata come carta *Ateneo* e consentirà l'accesso a servizi universitari oltre a permettere di effettuare micropagamenti su Internet tramite il servizio *PayOnWeb*. È previsto l'invio della carta agli oltre 25 mila studenti dell'Università di Pavia durante l'anno accademico 1999-2000.

Analoga alla carta precedente è la *Euro Cuneo Card*, sviluppata in collaborazione tra la Banca Regionale Europea, la Banca Commerciale Italiana e il

In maniera analoga la *Regione Autonoma Valle d'Aosta*, in collaborazione con Asso Credito Valdostano, ha attivato la *Carte Vallée* destinata al servizio di erogazione del carburante in esenzione fiscale per i residenti. La carta è già stata distribuita agli oltre 80 mila residenti aventi diritto.

La *Global Card* costituisce infine un'innovazione nel settore delle carte fedeltà: difatti non si raccolgono punti o bollini, ma sconti e bonus in denaro offerti dagli esercenti in base agli acquisti effettuati. I buoni sconto, garantiti dalla Cassa di Risparmio di Volterra, crescono nel tempo presso un conto corrente bancario, intestato all'Assicurazione (Ligure Assicurazioni). Una volta raggiunta la cifra di centomila lire, il sottoconto riferito al cliente permette, tra le formule integrative proposte, di attivare una polizza pensionistica.

7.2 Commercio elettronico

La soluzione introdotta dalla TSP per il commercio elettronico si chiama *Pay On Web*: basandosi sulla piattaforma TSP ed utilizzando il borsellino elettronico, *MiniPay* permette di pagare piccoli importi [9].

La transazione è realizzata tra un fornitore di beni o servizi ed un utente connesso via Internet e consente il passaggio di fondi tra la carta del cliente ed il Web-server del fornitore. L'operazione è svolta con modalità off-line e migliora la durata delle transazioni, abbassando i costi di gestione rispetto ai sistemi tradizionali. L'applicazione è riconosciuta dal sistema bancario ed ha validità su tutto il territorio nazionale; essa è gestita attraverso il riconoscimento tra modulo di sicurezza del merchant e della carta e non da un Ente terzo che autorizzi l'operazione. A garanzia dell'avvenuta transazione, sulla carta è memorizzata una *prova d'acquisto* che registra termini ed attori dell'operazione. Da segnalare in quest'ambito l'accordo siglato lo scorso anno tra IBM, SSB e TSP per identificare e proporre soluzioni integrate

nei settori del commercio elettronico, della firma digitale e dell'autenticazione su reti aperte.

7.3 Carta dei Trasporti

Questa carta, realizzata nell'ambito del progetto Europeo *Calypto*, costituisce forse la soluzione più innovativa nella situazione presente in Italia. Il progetto prevede di integrare un'applicazione *contactless* per i trasporti con una di borsellino elettronico nelle città di Parigi, Costanza, Lisbona e Venezia. Alla realizzazione italiana collabora TSP. La carta, realizzata da Veron con chip ST Microelectronics (ST16RF58), utilizzerà per la parte *contact* di borsellino il MiniPay ed avrà, nella parte *contactless*, l'abbonamento ai mezzi pubblici sfruttando anche la collaborazione tecnica di Innovatron in questo settore. I terminali saranno forniti da Ascom e l'avvio della sperimentazione è previsto per l'inizio del Duemila [9].



Alcune delle Smart Card oggi impiegate.

Comitato provinciale per l'Euro, nell'ambito del progetto nazionale "Città Pilota per l'Euro" tra le quali è compresa anche Cuneo.

È sempre a proposito di Euro, è stata sviluppata anche la *Cefalù Card*, che nasce da un'iniziativa del Comune di Cefalù, della Provincia di Palermo, del Comitato Euro provinciale di Palermo, con gli istituti di credito Banco di Sicilia, Monte dei Paschi di Siena e Banca Popolare di Sant'Angelo. La carta è un borsellino elettronico che permette di effettuare le spese in Euro e che sarà presto arricchita con i diversi servizi per il cittadino.

Sono disponibili anche carte "regionali" come quella per la *Regione Friuli Venezia Giulia*, realizzata per le locali Camere di Commercio, in accordo con la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, che permette ai residenti nella regione di fruire di un sistema sviluppato da Insiel per l'erogazione della benzina a prezzo ridotto. A breve sarà legata anche a servizi comunali, sanitari e di mobilità.

La *Carta di Venezia* è stata ufficialmente presentata il 9 novembre 1999 dal Comune di Venezia, assieme a Venus e al Centro Studi S. Salvador di Telecom Italia. Il piano di realizzazione del progetto, al momento il solo in Italia, prevede: uno studio di fattibilità (concluso ad ottobre 1999); la progettazione esecutiva e la prima fase sperimentale (entro il 31 dicembre 1999); il progetto pilota allargato (a partire da dicembre dello scorso anno) e quindi l'apertura del servizio da ottobre 2000. La sperimentazione sarà inizialmente rivolta agli utenti dei parcheggi dell'Azienda Servizi Municipalizzati e ad un campione selezionato, che sperimenterà il pagamento di servizi comunali o di aziende pubbliche. Successivamente la carta sarà distribuita gratuitamente a ogni cittadino iscritto all'anagrafe del Comune di Venezia nonché al bacino regionale di utilizzatori tradizionali dei servizi della città (pendolari, studenti, ...).

È prevista infine una versione della carta per i turisti. Da segnalare in questo settore l'accordo siglato all'inizio dell'anno dalla TSP con RATP (azienda per il trasporto pubblico di Venezia) per una collaborazione reciproca nel mondo del trasporto e delle banche nell'ambito del mercato italiano.

7.4 Inoltre ...

Oltre alle carte su piattaforma MiniPay sono in corso altre sperimentazioni, quali la soluzione *Smartpay* voluta dalla Banca Popolare di Bolzano e dalla Cassa di Risparmio di Bolzano. Non si tratta di un borsellino elettronico, bensì di una carta di debito, una sorta di bancomat equipaggiato con il chip anziché con la banda magnetica. La soluzione è indirizzata a facilitare ed a velocizzare le piccole spese: non è richiesto infatti il PIN per cifre inferiori alle 100 mila lire e l'autenticazione è off-line fino a importi di 400 mila lire. Le carte, fornite da Gemplus, sono state personalizzate da LogikaComp mentre i terminali sono stati prodotti da Verifone. In Alto Adige sono stati installati circa 6 mila terminali POS (*Point Of Sale*) presso gli esercenti e la carta, oltre ad avere la funzione "locale" *Smartpay*, ha anche le funzioni *Bancomat*, *PagoBancomat*, *FastPay* in Italia e *Cirrus*, *edc/Maestro*, *Eurocheque* all'estero.

A partire dal '98, inoltre, sono state avviate anche altre iniziative da parte di grandi aziende per offrire alla propria clientela la possibilità di usufruire di vari servizi tramite la Smart Card. Tra i maggiori progetti in termini di utenti raggiunti, possono essere ricordati quello della *Cariplo* che ha all'attivo 1,5 milioni di carte distribuite con funzioni di debito e credito ma anche *Telepiù* e *Stream* con circa 1,3 milioni di carte con funzioni di pagamento dei servizi di televisione numerica (dati Databank Consulting [10]).

Infine sono in corso le sperimentazioni riguardanti la *carta d'identità elettronica* (di grande importanza per l'affermazione delle Smart Card nel nostro Paese), che interesseranno molti Comuni italiani (in alcuni casi li coinvolgono già): a seguito della legge Bassanini (art. 15, L. n° 59 del 15/3/1997 e Regolamento del 13/3/98) documenti, atti e contratti realizzati con strumenti informatici e trasmessi per via telematica saranno validi ai fini di legge. La Smart Card diven-

terà così uno strumento quasi indispensabile all'interno delle cosiddette *reti civiche* per consentire di identificare il singolo cittadino. Quest'ultimo avrà l'accesso a informazioni e servizi di tipo anagrafico ma potrà anche effettuare pagamenti di bollette, abbonamenti, multe grazie all'introduzione nelle carte della firma digitale che garantirà la sicurezza delle varie operazioni con essa effettuabili.

A Milano è stato avviato un progetto pilota per una carta d'identità elettronica contenente anche informazioni sanitarie o fiscali dell'utente, in modo analogo a quanto accade a Torino con la carta *Torinofacile* [11]. Quest'ultima sperimentazione rientra nel più ampio progetto europeo *DISTINCT (Deployment and Integration of Smartcard Technology and Information Networks for Cross-sector Telematics)*, finanziato parzialmente dalla Commissione Europea e orientato in modo specifico verso le cosiddette città digitali.

L'iniziativa, coordinata a livello europeo dall'Università di Newcastle-upon-Tyne (Gran Bretagna), comprende i siti di Newcastle-upon-Tyne, Helsinki e Rovaniemi (Finlandia), Salonico (Grecia), la Regione Zeeland (Olanda) e Torino.

Il budget internazionale è di oltre 10 MECU con un contributo CEC (*Commission of the European Community*) del 31 per cento.

Promosso dalla città di Torino in collaborazione con il CSI-Piemonte si avvale della consulenza tecnico-scientifica del Politecnico di Torino. Partner commerciali dell'iniziativa in Torino sono l'Istituto Bancario San



La Smart Card della città di Torino: *Torinofacile*.

Paolo di Torino, Telecom Italia, il Consorzio torinese per la Mobilità 5T, le società IBM e BULL. L'obiettivo assai innovativo del progetto riguarda l'impiego della carta sia per i servizi su rete aperta Internet sia per quelli off-line. Per le funzioni on-line la carta opera come sistema per l'identificazione dell'utente e la gestione sicura di transazioni su reti aperte. La carta contiene, infatti, un certificato digitale che permette lo scambio sicuro di documenti e la firma elettronica. Il punto di accesso è costituito da un qualunque terminale collegato a Internet dotato di un apposito lettore (a basso costo) delle carte. Per le funzioni che non richiedono l'utilizzo della rete, la carta opera come database locale in grado di gestire iniziative di fidelizzazione promosse dai diversi fornitori pubblici o privati, trasformando così la carta elettronica in una carta multiservizio.

8. Conclusioni

Da questa panoramica emerge che le Smart Card sono considerate oggi un mezzo semplice, economico e sicuro per l'accesso a nuovi servizi. Le caratteristi-

che principali che le contraddistinguono sono la sicurezza dell'autenticazione e la capacità di "gestire" applicativi che abilitano la fruibilità dei servizi, primi fra tutti quelli che richiedono transazioni economiche. Si calcola che la produzione di carte supererà il miliardo nel 2000, con una crescita del 100 per cento nei prossimi due anni.

Sul fronte delle carte a memoria quelle prepagate (usa e getta) per la telefonia pubblica rappresentano la quasi totalità del mercato. Tutti i principali gestori mondiali si sono orientati verso le carte chip. Anche l'Italia, che pure vanta una formidabile tradizione nelle carte a banda magnetica, si sta indirizzando verso questa soluzione.

Per quanto riguarda invece le carte a microprocessore, sono largamente impiegate dalla telefonia mobile e se ne prevede l'utilizzo nell'ambito delle carte di debito/credito. A questo proposito, tutti i maggiori Paesi europei hanno già pianificato per questi mezzi di pagamento la migrazione verso lo standard EMV.

Il successo delle Smart Card dipenderà principalmente dalla capacità di gestire, in sicurezza, applicazioni differenti in un contesto di offerta multiservizio e quindi nella possibilità di diventare strumenti di integrazione per servizi anche sensibilmente differenti tra loro (quali le telecomunicazioni, i pagamenti, il trasporto, l'autenticazione, gli accessi,...).

In questi anni, i principali ostacoli alla diffusione delle Smart Card, sono stati gli elevati investimenti richiesti per introdurre i sistemi di lettura e di gestione, che hanno suggerito di limitare le sperimentazioni ad ambiti geografici ristretti e, soprattutto, la mancanza di interoperabilità fra carte di costruttori diversi. Unica eccezione è stata quella delle SIM card dei telefoni GSM che hanno avuto una grande diffusione anche grazie all'interoperabilità fra costruttori di carte, terminali e gestori.

Si sta andando verso un rapido superamento di queste limitazioni, principalmente grazie allo sviluppo di nuove architetture, che utilizzano sistemi operativi aperti e non più proprietari. Questo indirizzo consente oltre all'interoperabilità fra carte di costruttori diversi, anche l'abbattimento dei costi di realizzazione degli applicativi e quindi dei servizi.

Le piattaforme che si contendono oggi il mercato sono tre: MULTOS™ (il sistema di Mondex/MasterCard), Java Card (proposto da VISA) e il recentissimo Microsoft Windows for Smart Card. Forte della sua posizione di cliente maggiore delle carte a microprocessore, nell'ambito della piattaforma GSM è stato inoltre messo a punto il *SIM Application Toolkit*, che è una piattaforma software in grado di integrare sulle SIM servizi e funzioni di solito insite nelle Smart Card quali ad esempio applicazioni finanziarie e per i trasporti. Non sono state ancora sviluppate applicazioni rilevanti che sfruttino le architetture citate, nonostante il livello tecnologico da esse raggiunto sia già soddisfacente. Sono presenti, infatti, ancora numerosi problemi da risolvere (in gran parte di natura economica e legale) per ottenere una piattaforma standard che consenta di gestire più applicazioni. Siamo tuttavia in presenza di un proliferare di iniziative e

di proposte per arrivare rapidamente a uno standard minimo universale di interoperabilità, in particolare perché le banche Italiane si apprestano a sostituire le tradizionali carte di credito e di debito (Bancomat) con quelle a microprocessore. I prossimi due anni saranno probabilmente decisivi per scoprire chi riuscirà ad imporre uno standard unificato.

Abbreviazioni

AID	Application IDentifier
APDU	Application Protocol Data Unit
API	Application Programming Interface
ARDSU	Azienda Regionale per il Diritto allo Studio
ATM	Automatic Teller Machine
CEC	Commission of the European Community
CEN	Comité Européen de Normalisation
CEPS	Common Electronic Purse Specification
CICC	Close coupled ICC
CPU	Central Processing Unit
DES	Data Encryption Standard
DISTINCT	Deployment and Integration of Smart-card Technology and Information Networks for Cross-sector Telematics
DRAM	Dynamic RAM
ECBS	European Committee for Banking Standards
EEPROM	Electrically Erasable Programmable ROM
EMV	Europay, Mastercard & Visa
EP	Electronic Purse
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System Mobile
ICC	Integrated Circuit(s) Card
IDC	International Data Corporation
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organisation for Standard
JCRE	Java Card Run Environment
JDBC	Java Data Base Connectivity
JVM	Java card Virtual Machine
MAOS	Multi Application Operating System
MEL	MULTOS Enabling Language
MEXE	Mobile station application EXecution Environment
OTA	Over The Air
PC	Personal Computer
PICC	Proximity ICC
PIN	Personal Identification Number
POS	Point Of Sale
RAM	Random Access Memory
RISC	Reduced Instruction Set Computer
ROM	Read Only Memory

RSA	Rivest, Shamir, Adleman algorithm
SCOS	Smart Card Operating System
SIM	Subscriber Identifier Module
SMS	Short Message System
SO	Sistema Operativo
SRAM	Static RAM
SSB	Società per i Servizi Bancari
TSP	Tecnologie e Servizi per il Pubblico
USSD	Unstructured Supplementary Services Data
VICC	Vicinity ICC
WAP	Wireless Application Protocol
WIM	WAP Identification Module



Stefano Brusotti si è laureato in Scienze dell'Informazione presso l'Università degli Studi di Torino. È in CSELT dal 1996 e opera nel centro di competenza "Architetture e Servizi di Sicurezza" all'interno dell'area "Applicazioni e Servizi Internet". Si è occupato di Smart Card sia da un punto di vista tecnologico sia applicativo partecipando al progetto di sperimentazione del primo borsellino elettronico italiano, il MiniPay, e seguendo i diversi gruppi di lavoro attivati da Telecom Italia sul tema delle carte intelligenti.

Nel 1997 ha conseguito un Master COREP in Telecomunicazioni. Dal 1999 è responsabile delle attività a supporto della funzione "Intelligence e Sicurezza Informatica" di Telecom Italia.



Fernando Genova si è laureato in Fisica nel 1976 all'Università di Torino, dove ha svolto attività di ricercatore associato fino al 1979, anno in cui è stato assunto in CSELT. Qui si è occupato della crescita esponenziale di semiconduttori, per la realizzazione di dispositivi optoelettronici e fotonici da impiegare nelle trasmissioni in fibra ottica. In questo campo ha contribuito allo sviluppo di dispositivi ad elevato contenuto innovativo. Nel 1993 ha assunto la responsabilità del Laboratorio Controllo Qualità Forniture di

Telecom Italia ottenendone l'accreditamento. Nel 1995 è rientrato in CSELT per seguire l'attività sulle carte magnetiche, le Smart Card e la telefonia a disposizione del pubblico. Nell'ambito della sua attività scientifica ha pubblicato oltre cinquanta articoli su riviste specializzate e memorie a congressi internazionali. Ha inoltre partecipato a diversi progetti europei ed è stato membro di comitati scientifici ed organizzativi di numerose conferenze internazionali.



Simonetta Mangiabene si è laureata in Fisica presso l'Università degli Studi di Torino nel 1997 e, dopo una breve esperienza di collaborazione con l'Università, da due anni opera in CSELT, dove si occupa della qualificazione di Smart Card impiegate nel settore dei borsellini elettronici, del GSM, della Telefonia Pubblica e del controllo degli accessi.

Bibliografia

Questo articolo è un estratto della Nota Tecnica CSELT "Smart Card - Stato dell'Arte e Tendenze di Mercato" (Davide Pratone, Simonetta Mangiabene, Fernando Genova, Stefano Brusotti).

Di seguito sono riportati i riferimenti ad altre pubblicazioni citate nell'articolo.

- [1] *Smart Cards 1999*. Conference Proceedings, IDC Italia, Milano, 29-30 Aprile 1999.
- [2] Schneier, B.: *Applied Cryptography (Protocols, Algorithms and Source Code in C)*. John Wiley & Sons, Inc., 1994, pp. 281-288.
- [3] Balaban, D.: *Semiconductor vendors rev up chip horsepower*. Card Technology, Faulkner & Gray ed., maggio 1999.
- [4] Mitchell, R.: *Getting a handle on chip card costs*. Card Technology, Faulkner & Gray ed., maggio 1999.
- [5] Zoreda, J.L.; Otón, J.M.: *Smart Cards*. Artech House Inc., Boston - London 1994.
- [6] Eichinger, S.: *The U.S. Smart Card market expect big growth*. Card Technology, Faulkner & Gray ed., ottobre 1999.
- [7] <http://www.sesam-vitale.fr>
- [8] Cartes '98. Conference Proceedings, Parigi.
- [9] <http://www.tsp.it/>
- [10] <http://www.databank.it/dbc/sc2710.htm>
- [11] <http://www.comune.torino.it/distinct/>

Siti Internet relativi alle Smart Card:

- <http://www.iso.ch/>
- <http://www.cenorm.be/>
- <http://www.etsi.fr/>
- <http://www.multos.com/>
- <http://www.javacardforum.org/>
- <http://www.smartcrd.com/>
- <http://www.cp8.bull.net/>
- <http://www.gemplus.com/>
- <http://www.orga.com/>
- <http://www.slb.com/smartcards/>
- <http://www-us2.semiconductors.philips.com>
- <http://mot-sps.com/>
- <http://www.infineon.com>
- <http://www.st.com/>
- <http://www.europay.com/>
- <http://www.visa.com/>
- <http://www.mastercard.com/>
- <http://www.mondex.com/>



Davide Pratone si è laureato in Fisica presso l'Università degli Studi di Torino nel 1994.

Nel 1999 ha conseguito il Master in Telecomunicazioni rilasciato dalla Scuola Superiore Guglielmo Reiss Romoli e dal COREP. Opera in CSELT dal 1997, dove si è dapprima occupato della qualificazione in rete di modem analogici V34 e V90 su rete di accesso PSTN e su rete di accesso ISDN. Dal 1998 segue l'attività sulle Smart Card interessandosi, in particolare, delle applicazioni ai servizi di

telefonia a disposizione del pubblico ed a quelli bancari.

Servizi innovativi a larga banda nelle reti di accesso: sperimentazioni internazionali

MARCO DE BORTOLI
ADLER TOFANELLI

Nell'articolo sono delineate le caratteristiche e gli orientamenti più significativi delle principali sperimentazioni di servizi innovativi avviate presso operatori di telecomunicazioni a livello mondiale, prendendo in esame la situazione oggi esistente per uno sviluppo della rete di accesso che favorisca l'introduzione di reti e servizi a larga banda.

La descrizione delle sperimentazioni è completata con alcuni elementi che chiariscono le caratteristiche dei singoli gestori e il contesto in cui essi operano, per fornire ai lettori un quadro di insieme che consenta un'interpretazione corretta delle sperimentazioni.

1. Introduzione

Negli ultimi anni sono emersi numerosi fattori che hanno contribuito a stimolare l'innovazione nella rete di accesso: l'effetto congiunto di richieste di disporre di nuovi servizi, le opportunità tecniche e, allo stesso tempo, la cornice in cui occorre muoversi - costituita dal quadro regolamentare legato al nuovo scenario competitivo - hanno portato a cambiamenti sensibili dello scenario delle telecomunicazioni anche nella rete di accesso [1].

La sfida per i gestori della rete è duplice: essi devono in primo luogo continuare a essere competitivi nelle attività tradizionali e, allo stesso tempo, devono ampliare l'offerta con nuovi servizi a larga banda. Con questi obiettivi molti gestori hanno dovuto intraprendere sperimentazioni assai estese per guadagnare nel settore dei servizi a larga banda un margine competitivo, in termini di posizionamento di mercato, di approfondimento delle conoscenze disponibili e, non ultimo, di sviluppo della propria immagine.

In quest'articolo sono riportate alcune tra le sperimentazioni più significative per consistenza, innovazione e posizionamento degli operatori [2], [3]. L'attenzione è stata focalizzata sui principali gestori europei: British Telecom, Deutsche Telekom e France Télécom; su NTT per il Giappone e su GTE per gli Stati Uniti, che è risultata peraltro essere uno degli operatori da tempo particolarmente attivi nel settore.

2. BT (British Telecom)

2.1 Caratteristiche dell'operatore

BT è, in termini di fatturato, il sesto operatore mondiale¹; è stata completamente privatizzata nel

1993 e conta oggi più di 2,5 milioni di azionisti. BT opera in Gran Bretagna e con accordi singoli con gestori locali in altri numerosi Paesi. Il mercato delle telecomunicazioni inglese è oggi il terzo in Europa.

La liberalizzazione del mercato è stata avviata in Gran Bretagna già dai primi anni Ottanta e, dopo una fase temporalmente limitata di duopolio (con la Mercury di Cable & Wireless), nel Paese si è passati a una fase di graduale e completa liberalizzazione. Il mercato inglese è caratterizzato oggi da un regime di grande competizione in tutti i settori delle telecomunicazioni: nel mercato operano, infatti, oltre duecento gestori che comprendono una decina di *national carrier*, quattro operatori mobili e sessanta operatori per i servizi internazionali.

Alla fine del 1998, BT controllava il 71,5 per cento del mercato nazionale a lunga distanza; il 52,8 di quello internazionale; il 59,7 del mercato business (nel 1993 controllava invece l'83 per cento di questo mercato) e l'82 per cento del mercato residenziale.

I gestori della *CATV (Cable TeleVision)* - in prevalenza legati ad operatori delle telecomunicazioni nordamericani - possono fornire oggi nel Paese oltre ai servizi di *video entertainment* anche quelli telefonici; la regolamentazione oggi applicata non consente invece a BT di fornire servizi CATV.

Gli operatori CATV proseguono nelle attività legate all'ammodernamento e alle nuove realizzazioni di reti: un terzo circa delle nuove connessioni alla rete pubblica sono realizzate da operatori CATV. Il 50 per cento degli utenti residenziali inglesi possono scegliere i

⁽¹⁾ Questi dati come gli altri riportati nell'articolo vanno considerati come indicativi in quanto con le recenti acquisizioni o fusioni la classifica tra i diversi operatori si modifica nel tempo.

cable operator come fornitori di servizi telefonici. Per ora sono un po' più di 3,5 milioni gli utenti di CATV (su circa 11 milioni di abitazioni connesse a questa rete); 130 sono le licenze (*franchise*) assegnate. In 127 di queste nuove reti i gestori fornivano a ottobre del 1998 a circa 3,4 milioni di utenti anche servizi di telefonia (con una crescita del 23 per cento rispetto all'anno precedente). La tabella 1 mostra la consistenza degli accessi alle reti di telecomunicazione della Gran Bretagna. I valori indicativi fanno riferimento all'autunno del 1999.

L'elevato grado di competizione esistente nel Paese ha poi portato a una costante e continua riduzione dei livelli tariffari dei servizi di telecomunicazione che risultano oggi tra i più bassi del mondo. Sebbene il livello di diffusione di Internet sia tra i più alti nell'ambito europeo e il tasso di crescita continui a mantenersi a un livello sostenuto, l'aumento nel biennio 1997-'98 del numero di host è risultato del 42 per cento. Nel 1998 la crescita degli abbonamenti a pagamento a Internet è stata inferiore all'1 per cento contro l'80 per cento dell'anno precedente: questa brusca riduzione è conseguenza dell'introduzione nel 1998 di abbonamenti a Internet gratuiti. Nell'autunno del 1999 gli abbonamenti gratuiti erano circa quattro milioni. Per il sensibile clima di compe-

Accessi (in milioni)	
Numero di linee telefoniche	32,2
CATV (abitazioni predisposte)	10,6 (+10% annuo; 100 al 2002)
CATV (abitazioni connesse)	3,5
CATV (abitazioni con TLC)	3,4 (+22% annuo)
Utenti radiomobili	25,02

Tabella 1 Consistenza indicativa della rete di accesso in Gran Bretagna.

tizzazione oggi presente in Gran Bretagna, BT ha dovuto essere particolarmente attiva al di fuori del Paese: si pone infatti come operatore *new entrant* in quasi tutti i mercati europei. Ha quindi siglato accordi in Belgio (BT Belgium), in Germania (Viag Interkom), in Spagna (AirTel) - dove ha in corso di realizzazione un backbone nazionale per il traffico IP - nei Paesi Scandinavi (Telenordia), in Olanda (Telfort), in Giappone (con INS), in Italia (Albacom e Blutel come quarto gestore mobile), in Francia (Cegetel), in Svizzera (Newtelco e Sunrise) e in Irlanda (Ocean).

BT è anche presente in numerosi mercati extra-europei, in particolare in quelli dell'area del Sud-Est asiatico e del Medio Oriente. Recentemente ha siglato un importante accordo di collaborazione con AT&T.

2.2 Sperimentazioni e realizzazioni

BT è stata in passato tra i gestori delle reti di telecomunicazioni più attivi nelle sperimentazioni in rete di accesso. Una rappresentazione schematica della

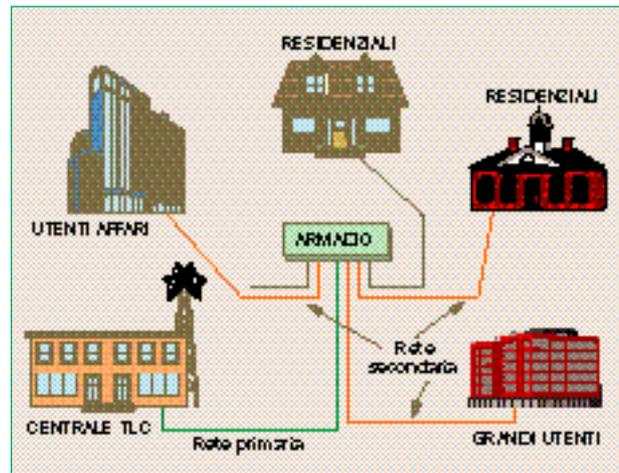


Figura 1 Schema della rete di distribuzione.

rete di distribuzione di BT è mostrata in figura 1. Essa ricalca sostanzialmente la struttura della rete di distribuzione a coppie simmetriche degli operatori di telecomunicazioni europei.

Nella figura 2 sono riportate le distribuzioni cumulative delle lunghezze delle reti di accesso dei principali Paesi. Le prime sperimentazioni di reti di accesso a larga banda furono condotte negli anni Ottanta (Milton Keynes, Martlesham, Westminster).

In tempi meno lontani sono state avviate numerose sperimentazioni con alcune migliaia di utenti a Bishop's Stortford (1990-1993) su tecnologie sia del tipo *PON* (*Passive Optical Network*) per telefonia, sia *TPON* (*Telephone Passive Optical Network*) a larga banda, *BPON* (*Broadband Passive Optical Network*) sia anche di tipo attivo denominate *BIDS* (*Broadband Integrated Digital Services*).

Nel 1995 è stata avviata a Colchester ed a Ipswich una sperimentazione con 2500 utenti (paganti) che impiegavano soluzioni ADSL: in questo caso i servizi

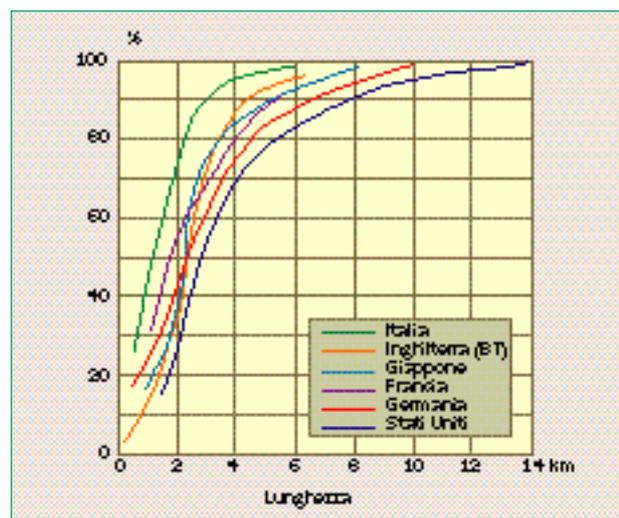


Figura 2 Distribuzione cumulativa delle lunghezze nella rete di accesso in diversi Paesi.

forniti erano del tipo VOD (*Video On Demand*), home banking-shopping, servizi educativi e di intrattenimento.

Nel corso del 1998 è stato deciso di effettuare una sperimentazione su duemila utenti a Londra con apparati ADSL, prevalentemente dedicata ad accessi veloci a Internet: in questo caso sono stati offerti servizi a 2 Mbit/s su lunghezze massime dei rilegamenti di utenti di 2 km. Per il prossimo futuro è previsto di sperimentare soluzioni VDSL (*Very high bit-rate Digital Subscriber Line*).

Un'altra sperimentazione è stata avviata nel corso del 1998 a Birmingham ed a Coventry con circa trecento utenti. La sperimentazione fornisce contemporaneamente agli utenti ISDN (*Integrated Services Digital Network*) e PSTN (*Public Switched Telecommunication Network*).

Dopo la lunga serie di annunci da parte della stampa specializzata, è stato di recente annunciato da BT (nel luglio 1999) un piano per l'introduzione di sistemi ADSL su larga scala nel territorio nazionale. Le prime installazioni dovrebbero essere effettuate nel corso del 2000 e saranno terminate in quattrocento delle circa seimila centrali che svolgono anche il traffico terminale di BT. Sarebbe così garantita una copertura di 6 milioni di linee in dieci città. L'utenza servita con il piano di duemila centrali permetterà di fornire il servizio al 75 per cento degli utenti. I servizi esaminati riguarderanno in particolare il commercio elettronico, la videoconferenza, i giochi e, più in generale, le connessioni Internet. La prima fase della realizzazione sarà indirizzata in prevalenza all'utenza affari e alle piccole e medie imprese. I canoni mensili dovrebbero essere compresi tra 40 e 150 sterline a seconda della banda richiesta.

L'elevato livello di competizione nell'ambito dell'utenza affari ed i margini di profitto ridotti hanno spinto BT a dedicare particolare attenzione alla difesa del segmento di utenza residenziale ed a quello delle PMI (*Piccole e Medie Imprese*). A questo scopo sono state introdotte politiche tariffarie (ad esempio sconti di fedeltà), con offerte mirate ad alcune classi di utenti: attraverso Syncordia sono offerti ad esempio alle PMI pacchetti di servizi (software, hardware, supporto) che consentono all'utente di scegliere quelli di interesse in funzione del tipo di attività (tra i pacchetti offerti sono compresi, ad esempio, BT Home Works, BT Team Works, BT Mobile Works).

3. DTAG (Deutsche Telekom AG)

3.1 Caratteristiche dell'operatore

Il mercato delle telecomunicazioni tedesco è il più importante nel nostro continente e rappresenta un quarto circa di quello europeo e il 7,5 per cento di quello mondiale.

DTAG è con oltre 47 milioni di linee (di cui circa 14,4 milioni ISDN) il maggior gestore di telecomunicazioni europeo, il terzo al mondo dopo NTT e AT&T, il più importante Internet service provider d'Europa ed il secondo gestore a livello mondiale del

traffico internazionale.

Alla fine del 1996 è stata avviata la privatizzazione di DTAG, ma lo Stato tedesco conserva ancora la maggioranza nel capitale della società.

A partire dal primo gennaio 1998 è entrato in vigore in Germania un regime di competizione che riguarda in pratica tutti i diversi settori delle telecomunicazioni: sono state assegnate circa 150 licenze e di queste quattro nel settore delle telecomunicazioni mobili dove DTAG con 8,5 milioni di utenti a fine 1999 conserva il 35 per cento del mercato.

Nei primi mesi del 1999 il numero delle linee fisse connesse alla rete è cresciuto con un tasso dello 0,9 per cento mentre la crescita degli utenti ISDN è risultata superiore. Queste ultime connessioni costituiscono il 23 per cento di quelle in servizio su un piano mondiale e circa la metà di quelle finora installate in Europa.

Anche il servizio T-Online ha avuto una notevole crescita della domanda e contava alla fine dello scorso anno oltre 3,1 milioni di utenti (rispetto ai 2 milioni del marzo 1998). Nel primo semestre del 1999 gli introiti tuttavia sono diminuiti del 6,7 per cento per la sensibile riduzione delle tariffe nel settore delle comunicazioni a lunga distanza e per la perdita di quote di mercato di DTAG a favore dei competitor.

DTAG ha realizzato una delle reti più moderne ed estese a livello europeo: in particolare quella della parte Est del Paese è stata completamente rinnovata dopo la riunificazione della Germania anche per gli ingenti investimenti effettuati, in particolare con il progetto Telekom 2000.

Accessi (in milioni)	
Numero di linee telefoniche	47,8
Linee ISDN equivalenti	14,4
CATV (abitazioni predisposte)	25,1 (per metà circa a beneficio di proprietà di DTAG, 1/3 di accesso date con DTAG, 1/3 di altri operatori)
CATV (abitazioni connesse)	18,7
Utenti radiomobili	23

Tabella 2 Consistenza indicativa degli accessi nella rete locale tedesca.

La rete DTAG è costituita da oltre 150 mila km di cavo ottico posato. Essa è quindi una delle reti ottiche che presenta una delle maggiori densità per chilometro quadro.

La rete CATV è assai estesa. Su circa 36 milioni di abitazioni, più di 25 milioni risultano oggi connesse alla rete. DTAG controlla direttamente un terzo delle reti CATV; un altro terzo vede DTAG come comproprietaria di queste reti, mentre la parte restante è di proprietà di altre società. DTAG conta già 6 milioni circa di utenti CATV. La tabella 2 sintetizza la consistenza indicativa degli accessi nelle reti di telecomunicazioni tedesche nello scorso anno.

3.2 Sperimentazioni e realizzazioni

Per rinnovare la rete di accesso DTAG ha stabilito in passato di raggiungere alcuni obiettivi: la necessità di ammodernare la rete della zona ad Est del Paese; l'esigenza di razionalizzare la rete riducendo il numero di centrali; la crescente domanda di linee dati e l'esigenza di stimolare la produzione delle industrie nazionali che operano nel settore.

È stato deciso che l'utilizzo della fibra ottica nella rete dell'Est del Paese fosse una tecnologia da impiegare sia per un rapido ammodernamento della rete esistente ormai obsoleta sia per le nuove realizzazioni; nella parte Ovest della Germania l'impiego di portanti ottici è stato invece ritenuto come un'integrazione della rete esistente o idoneo per fornire nuovi servizi alla clientela, specie a quella affari. Sono stati usati infatti sistemi di accesso a banda stretta attivi (*sistemi Hytas*, punto-punto sino a 40 km) o di tipo passivo (*PON* con velocità di trasmissione da 20 a 50 Mbit/s).

DTAG ha avviato le prime sperimentazioni già sul finire degli anni Settanta - *progetti Berkom, Bigfon* - con poche centinaia di utenti. Esse sono state rivolte principalmente a servizi telefonici, dati, telefax, audio e video. Sono state condotte negli anni passati anche alcune sperimentazioni con soluzioni *HFC (Hybrid Fiber Coaxial cable)* per servizi di televisione a pagamento, commercio elettronico e di *Video on Demand*.

Successivamente, negli anni 1993-'95, è stato deciso di effettuare una serie di sperimentazioni prevalentemente con soluzioni HFC e ADSL per servizi VOD. Queste prove hanno interessato diverse città (Amburgo, Berlino, Monaco, Colonia, Bonn, Lipsia, Norimberga, Stoccarda) con circa settemila utenti interessati a queste prove. Come si è in precedenza ricordato, a causa di ritardi nelle realizzazioni, di problemi con le autorità locali e dello scarso interesse dei fornitori di servizi (legato al numero limitato di utenti coinvolti), molte delle sperimentazioni sono state ridimensionate o, in qualche caso, è stato deciso anche di non effettuarle.

Nel corso del 1998 è stata avviata una nuova fase di attività di sperimentazione sui sistemi ADSL, in particolare a Bonn, Colonia, Dusseldorf e Dortmund. I clienti serviti alla fine di giugno 1998 erano circa cinquecento. A fine anno le città interessate alla sperimentazione sono passate a otto. Lo scorso anno è stato deciso di introdurre commercialmente i sistemi ADSL. Il piano prevede di giungere a circa 270 mila utenti alla fine del 2000 con circa duecento città interessate a queste prove (alla fine del 1999 erano una cinquantina).

Per gli utenti affari sono previste soluzioni *HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line)* - con anelli di raccolta *SDH (Synchronous Digital Hierarchy)* - e successivamente del tipo *VDSL* simmetrico, per fornire accessi bidirezionali fino a 12 Mbit/s su singola coppia della rete di distribuzione secondaria.

4. FT (France Télécom)

4.1 Caratteristiche dell'operatore

France Télécom è il secondo operatore di telecomunicazioni a livello europeo, il quarto nel mondo. La fase

di privatizzazione della società è stata avviata nel corso del 1997; oggi tuttavia lo Stato possiede ancora la maggioranza del capitale della società.

Dal primo gennaio 1998, France Télécom opera in regime di concorrenza in tutti i settori delle telecomunicazioni. A luglio dello scorso anno erano state assegnate circa ottanta licenze mentre una trentina di richieste erano ancora in attesa di essere valutate da parte degli Organismi preposti a fornire le licenze.

Nonostante l'alto livello di competizione (i competitor sono passati dal 5,1 per cento del mercato a lunga distanza a fine '98 al 12,1 per cento a fine giugno 1999) i ricavi di France Télécom sono cresciuti di circa il 10 per cento nei primi sei mesi dello scorso anno. L'aumento dei ricavi è dovuto in larga misura alla crescita del settore del mobile (oltre il 44 per cento in più rispetto all'anno precedente).

Nella rete di FT sono stati installati oltre 2 milioni di km di fibra, principalmente nella rete di giunzione (67 mila km di cavo) e in quella a lunga distanza (22 mila km). Limitato invece è l'impiego del portante ottico nella rete di accesso.

Attraverso una controllata, France Télécom fornisce anche la CATV (terzo operatore in Francia in termini di abbonati). L'interesse nel settore della CATV è cresciuto di recente in France Télécom: sono state infatti acquisite partecipazioni significative della società NTL che opera in Inghilterra nel settore CATV. Il servizio videotex, chiamato Minitel, è il più diffuso nel mondo ed è arrivato a contare oltre 15 milioni di utenti. La diffusione del Minitel in Francia ha però causato, rispetto ad altre realtà europee, un ritardo nella penetrazione di Internet. Nell'agosto 1999 France Télécom ha avviato un piano per l'accesso ai servizi Internet a basso costo.

Accessi (in milioni)	
Numero di linee telefoniche	37,3
CATV (abbonati predisposti)	6,5
Utenti Minitel	15
Utenti radiomobili	21,8

Tabella 3 Consistenza indicativa degli accessi nella rete locale francese.

La tabella 3 riassume la consistenza degli accessi a reti di telecomunicazioni francesi. I valori indicativi si riferiscono all'autunno del 1999.

4.2 Sperimentazioni e realizzazioni

France Télécom è risultata sempre particolarmente attiva nell'ambito delle sperimentazioni condotte nel settore dell'accesso a larga banda. Le prime sperimentazioni sono state condotte da France Télécom già a partire dai primi anni Ottanta nelle città di Biarritz e di Parigi (a Place Vendôme, a La Défense ed a Saint Quentin).

ORIENTAMENTI TECNOLOGICI PER LE RETI DI ACCESSO

- **Fibra nella rete di accesso:**
 - Abbandono della prospettiva di cablaggio ottico generalizzato (a tappeto).
 - Cablaggio mirato (anelli di raccolta SDH; prime sperimentazioni di B-PON in accordo con la Raccomandazione G.983 ITU-T).
- **Reti CATV:**
 - Dove le reti già esistono, esse costituiscono una valida alternativa anche per la larga banda (Cable Modem).
- **Rete di distribuzione con cavi a coppie simmetriche:**
 - Dalla sperimentazione a significativi piani di introduzione di ADSL (diverse centinaia di migliaia).
 - Inizialmente affari e PMI (Piccole e Medie Imprese) - in prospettiva SDSL e VDSL - ma anche residenziali (in prospettiva G.Lite).
 - Interesse dei gestori degli Stati Uniti al mercato xDSL europeo.

Dopo queste sperimentazioni fu lanciato il progetto Plan Cablé, avviato nel 1984 e rivolto prevalentemente alla distribuzione di CATV.

Sperimentazioni minori, orientate a soluzioni *FTTB/C (Fiber To The Building/Curb)*, sono state effettuate in passato con circa 300 clienti a Serris (ad est di Parigi) per servizi a banda stretta e di CATV; poi a Epagny (località nel sud est della Francia nei pressi di Annecy) e ad Arcachon (vicino a Bordeaux) per soli servizi a banda stretta con qualche decina di utenti connessi in ciascuna delle due località.

Più di recente è stato avviato un progetto ambizioso, denominato *Dora*, per collegare con portanti ottici (*FTTB/FTTC*) utenti residenziali e piccoli utenti affari con servizi multimediali e video. Erano previste inizialmente circa 500 mila linee nel triennio 1996-98. Il progetto ha tuttavia subito già nelle sue fasi iniziali un sensibile rallentamento: alla fine del 1998 solo 50 mila utenti risultavano connessi. France Télécom ha quindi rivisto più volte il progetto per poi abbandonarlo. L'insuccesso di questo progetto, unito all'accresciuto livello di competizione, ha portato, come per altri operatori, ad una fase di riflessione sulle strategie da seguire nell'introduzione di nuove tecnologie in rete di accesso.

Più di recente la sperimentazione è stata concentrata nel progetto chiamato *Tamaris*, con prove in campo condotte con tre diverse soluzioni: *ADSL*, *FTTB/C* e *FTTH (Fiber To The Home)*; l'esperimento ha interessato 250 utilizzatori.

Infine è stato avviato il progetto *Jasmin* per lo studio di interoperabilità fra diverse soluzioni quali *FTTB/C*, *ADSL* e con piattaforme *ATM (Asynchronous Transfer Mode)* su *HFC (Hybrid Fiber Coaxial cable)*.

Sulla base dei risultati positivi ottenuti da queste sperimentazioni, France Télécom ha deciso di introdurre sistemi *ADSL* su scala nazionale a partire dal novembre del 1999. Il progetto si rivolge prevalentemente alla diffusione dei servizi Internet

al cliente finale (offerta chiamata *Netissimo*), ma anche agli *ISP (Internet Service Provider)* con il *turbo IP* e ad imprese o ad operatori di telecomunicazioni con il *turbo LL*.

Il progetto persegue l'obiettivo legato alla crescente volontà di difendere meglio il segmento del mercato dell'accesso oggetto in questi ultimi tempi di un'elevata competizione non solo da parte dei nuovi operatori di telecomunicazione ma anche da quelli della CATV. Il piano dovrebbe riguardare inizialmente l'area di Parigi (sei centrali) e tre località prossime alla capitale. Successivamente il servizio dovrebbe essere introdotto sull'intero territorio nazionale e svilupparsi sull'effettiva domanda dell'utenza.

Sebbene sia ancora in fase di definizione il piano tariffario, è previsto per ora un canone di 265 franchi circa al mese (*Netissimo*). Un'attenzione particolare sarà dedicata alla grande utenza affari e al settore delle piccole e medie imprese alle quali France Télécom vuole fornire in futuro pacchetti di servizi in forma integrata e sviluppati per tipologia di utenza. Per i clienti affari sono anche previsti apparati di raccolta di tipo PON con sistemi SDH.

Scarso appare invece oggi l'interesse per soluzioni *WLL (Wireless Local Loop)*, mentre l'orientamento a lungo termine sembra rivolto ad alternative di tipo FTTH.

5. GTE (Stati Uniti)

5.1 Caratteristiche generali

L'introduzione commerciale di soluzioni *ADSL* è stata avviata negli Stati Uniti prima che in Europa. Può essere ricordato, a titolo di esempio, che a metà del 1999 US West contava già 50 mila clienti (in quaranta città di quattordici Stati degli Stati Uniti); SBC

21 mila utilizzatori (diventati oltre 100 mila a fine anno); GTE 20 mila; Cincinnati Bell 12 mila.

L'introduzione in rete di queste soluzioni non riguarda solo gli operatori incumbent, *RBOC (Regional Bell Operating Company)* e *ILEC (Incumbent Local Exchange Carrier)*, che controllano circa il 95 per cento del mercato locale, ma anche nuovi operatori *CLEC (Competitive Local Exchange Carrier)* che controllano il restante 5 per cento. La Covad, ad esempio, alla stessa data aveva installato 20 mila apparati.

Tra le ragioni del successo si ricordano l'alta richiesta da parte del mercato, l'ampia disponibilità di prodotti da parte di più costruttori ed il notevole livello di competizione tra gli operatori di telecomunicazione, gli Internet Service Providers (circa 5 mila) e gli operatori CATV. Si è così ottenuta una riduzione apprezzabile delle tariffe praticate che risultano inferiori a quelle medie in vigore in Europa. Numerosi operatori offrono anche da alcuni mesi servizi di tipo *IDSL (ISDN Digital Subscriber Line)* e *SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line)*. Ad esempio Q West offre servizi SDSL a prezzi variabili dai 149 \$ ai 439 \$ mensili corrispondenti a capacità trasmissive messe a disposizione dell'utente nei due versi che vanno da 192 kbit/s a 1,1 Mbit/s.

Si va diffondendo infine la tendenza di condividere tra gli operatori le linee esistenti per offrire separatamente servizi *DSL (Digital Subscriber Line)* e *POTS (Plain Old Telephone Service)*. Ad esempio Covad nello Stato del Minnesota affitta linee della US West esclusivamente per servizi DSL a 6 \$ al mese, rispetto ai 17 \$ pagati per l'affitto della linea completa. Cresce anche l'interesse che gli operatori del Nord America mostrano per il mercato dei sistemi DSL in Europa.

A titolo di esempio sarà esaminata in questo articolo la situazione della GTE, nono operatore mondiale delle telecomunicazioni e quinto degli Stati Uniti.

GTE opera in tutti i settori delle telecomunicazioni. È inoltre presente, direttamente o tramite accordi con operatori locali, nei cinque continenti. Negli Stati Uniti fornisce servizi in ambito locale in ventotto Stati mentre è presente nel mercato wireless in diciassette Stati. Alla fine del 1998 contava circa 29,5 milioni di linee telefoniche (di cui circa 23,5 milioni negli Stati Uniti), con un aumento di 1,8 milioni rispetto all'anno precedente.

Anche nel settore della CATV, dopo la completa liberalizzazione delle telecomunicazioni negli Stati Uniti - stabilita nei Communication Acts - GTE è oggi presente con circa settanta concessioni (*franchise*) sul territorio nazionale.

La rete dorsale di GTE conta 17 mila km di colle-

gamenti in fibra ottica che connettono le cento principali città del Paese. GTE Internetworking è anche uno dei principali Internet Service Providers, che opera in modo indipendente da GTE TLC, sia negli Stati Uniti sia all'estero, ed è rivolto principalmente al mercato dei clienti affari. Sempre alla fine del 1998 operavano in GTE circa 120 mila dipendenti contro i 114 mila della fine del 1997.

5.2 Sperimentazioni e realizzazioni

GTE è stato tradizionalmente uno degli operatori più attivi degli Stati Uniti nel settore delle sperimentazioni in rete di accesso. Prime prove nel settore sono state effettuate già nel corso degli anni Ottanta.

Successivamente, pur continuando le attività di sperimentazione avanzata, GTE ha avviato un piano significativo di introduzione in rete di sistemi HFC.

Il piano prevedeva di connettere circa 7 milioni di utenti sebbene solo alcune centinaia di migliaia siano stati poi effettivamente collegati. La scelta HFC è stata in un secondo tempo abbandonata preferendo le soluzioni xDSL, ritenute di maggior interesse da un punto di vista tecnico ed economico ed in grado di consentire un'offerta commerciale immediata.

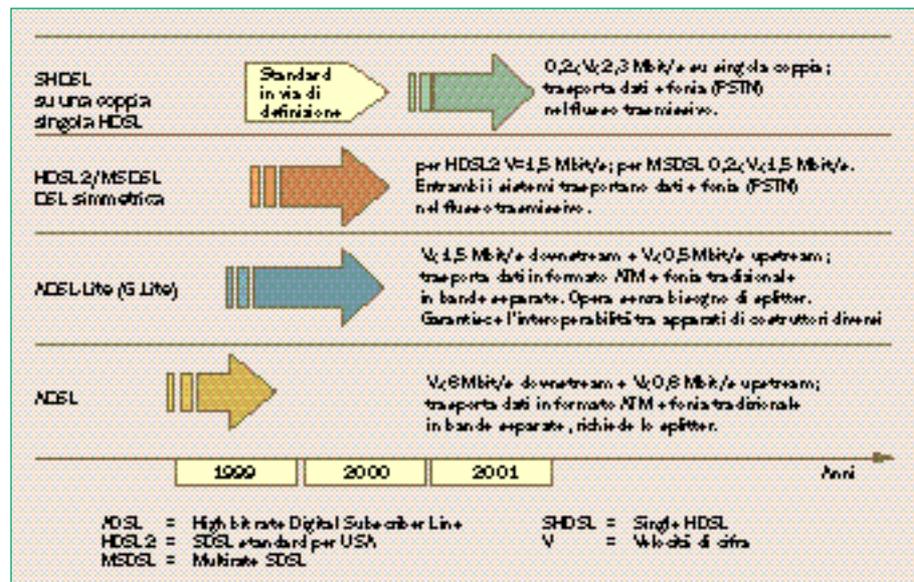


Figura 3 Stato dell'arte dei sistemi xDSL.

Anche nel settore dei sistemi xDSL (figura 3), GTE è stato particolarmente attivo ed è risultato tra i grandi operatori uno dei primi a fornire il servizio commerciale. Le prime sperimentazioni risalgono già ai primi anni Novanta. Nel corso del 1998 le prime prove in campo sono state convertite in offerte commerciali. Alla fine dello scorso anno circa trenta città avevano utenti che fruivano di servizi ADSL di tipo commerciale.

Circa 470 centrali risultano predisposte al servizio con una copertura di circa 6 milioni di utenti in diciassette Stati del Paese. GTE, uno dei principali ISP degli Stati Uniti, ha anche sottoscritto accordi con altri centottanta ISP.

Per quanto riguarda le sperimentazioni è da ricordare che GTE è stato uno tra i primi operatori a provare, dai primi mesi del 1999, soluzioni G.Lite ottenendo risultati incoraggianti, soprattutto nell'ambito della interoperabilità.

Più di recente GTE ha avviato alcune applicazioni commerciali di sistemi *SDSL* (*Symmetric Digital Subscriber Line*) indirizzate prevalentemente verso l'utenza affari. Sempre per la clientela affari sono molto impiegati apparati di raccolta Sonet. Un limitato interesse è invece stato finora mostrato per i sistemi *WLL* (*Wireless Local Loop*).

Nel settembre 1999 GTE ha avviato una sperimentazione FTTH ad Atlanta rivolta principalmente alle piccole e medie imprese con apparati ATM-PON che rispondono alle Raccomandazioni ITU-T della serie G983 [4]. Le Raccomandazioni sono state inizialmente sviluppate come *Common Technical Specification* nell'ambito del Gruppo di interesse internazionale *FSAN* (*Full Services Access Networks*) ai cui lavori partecipa GTE.

6. NTT (Giappone)

6.1 Caratteristiche generali

La *NTT* (*Nippon Telegraph and Telephone Co.*) è il maggiore operatore telefonico del mondo e conta circa 60 milioni di clienti. Nel luglio del 1999, per meglio inserirsi nel nuovo mercato competitivo, la società si è organizzata seguendo una nuova struttura formata da tre aziende.

NTT opera in un ambiente competitivo nel quale di recente cominciano ad affacciarsi, oltre agli operatori nazionali, anche quelli internazionali. Il gestore deteneva alla fine del 1999 il 70 per cento circa dell'intero mercato nazionale. La rete di NTT è tra le più moderne al mondo anche se in essa viene fatto un ampio uso di palificazioni aeree che sono impiegate nell'80 per cento circa degli impianti dell'intera rete.

6.2 Sperimentazioni e realizzazioni

L'attività di sperimentazione nel settore della rete di accesso è stata avviata da NTT già sul finire degli anni Settanta. Quest'attività è stata sempre caratterizzata da una stretta collaborazione con i produttori di apparati e di dispositivi. A partire dagli anni Ottanta sono state effettuate alcune sperimentazioni su soluzioni FTTH; in questo ambito furono avviate le sperimentazioni *Hi-Ovis* e quelle condotte a Yokosuka, Tagigawa e Tokyo. NTT ha approntato alcuni anni fa un piano per impiegare portanti ottici sull'intera rete.

Il piano denominato *All Optical Network* prevedeva la connessione entro il 1997 di tutti i più importanti clienti affari con soluzioni FTTH/B ed entro il 2000 di tutti i piccoli utenti affari; tutta (o quasi) la clientela residenziale dovrebbe essere connessa con portanti ottici entro il 2010.

Per questi motivi l'ADSL ha avuto in Giappone un'introduzione più lenta rispetto ad altri Paesi. Altri aspetti di carattere tecnico che possono limitare l'impiego dell'ADSL dipendono dalla qualità dei cavi in

rame - a volte non adeguata all'impiego di sistemi ad alta velocità - e ad aspetti di compatibilità con i servizi ISDN. NTT considera tuttavia l'ADSL come una soluzione promettente per rispondere alle esigenze che si manifesteranno nel breve termine.

Il servizio commerciale è stato avviato in Giappone da Tokyo Metallic Comm. che lo offre in alcune città con tariffe pari a circa 50 \$ al mese. Anche NTT, dopo alcune sperimentazioni oggi in corso, dovrebbe avviare il servizio commerciale nei primi mesi del 2000 partendo dalla città di Tokyo.

7. Principali elementi emergenti nel settore

A conclusione della rassegna presentata sugli aspetti legati all'introduzione di reti e servizi a larga banda da parte di gestori incumbent e tenendo anche conto della situazione presente in altri Paesi (non riportata nel presente articolo per ragioni di brevità) possono essere presentate alcune considerazioni di compendio:

- L'attenzione dei nuovi operatori finora si è orientata in genere verso alcuni settori delle telecomunicazioni quali la telefonia mobile, la trasmissione a lunga distanza nazionale e internazionale, i servizi per l'utenza affari, i servizi Internet ritenuti remunerativi in tempi più brevi. In questi settori le quote di mercato perse dagli operatori incumbent sono in alcuni casi di entità non trascurabile. La competizione sembra ora spostarsi anche in nuove aree di mercato: ad esempio verso l'offerta alle PMI. La perdita di quote di mercato nazionale spinge quindi quasi tutti gli operatori a entrare - direttamente o con partecipazioni con gruppi locali - nei mercati delle telecomunicazioni di altri Paesi.
- Le soluzioni HDSL/ADSL, unitamente ad anelli di raccolta SDH, indirizzate in prevalenza verso l'utenza affari, sembrano oggi godere presso la maggior parte degli operatori dei maggiori consensi, in particolare per soddisfare le esigenze relative a uno scenario a breve ed a medio termine.
- I grandi progetti di cablaggio ottico a larga banda, annunciati nel passato da alcuni operatori, sono stati in pratica abbandonati o sono stati sostanzialmente rivisti da quasi tutti gli operatori. Sta tuttavia emergendo una nuova generazione di apparati (rispondenti alle Raccomandazioni ITU-T della serie G.983) mirati inizialmente al mercato delle PMI ed oggetto di alcune prime sperimentazioni di mercato.
- Rispetto al passato sembra ridotta in Europa l'attenzione verso i servizi VOD; in Giappone e presso alcune BOC americane i risultati delle sperimentazioni sembrano invece indicare un certo interesse da parte della clientela.
- Presso alcuni operatori sono in corso servizi commerciali in cui vengono offerti anche servizi video con soluzioni integrate fibra-VDSL.
- Un limitato interesse è ancora manifestato verso le soluzioni *WLL* (*Wireless Local Loop*), in particolare presso gli operatori incumbent. Crescente è l'interesse per questa soluzione fra i nuovi operatori entranti.
- Diventa più significativa l'attività di sperimenta-

zione e di offerta di servizi di telefonia via Internet. Analogo interesse è mostrato per le applicazioni denominate Web-TV.

Si può quindi affermare che, a valle di un'intensa fase di sperimentazione e pur mantenendo una certa prudenza sulle previsioni dell'ampiezza del mercato, i principali operatori mondiali hanno deciso di introdurre in tempi brevi e in misura significativa nelle proprie reti sistemi xDSL (principalmente ADSL ma successivamente G.Lite e SDSL). Questi piani di sviluppo sono favoriti dalla disponibilità di apparati con buone prestazioni e di costo contenuto, che consentono di potenziare l'offerta di servizi alla propria clientela.

I piani di introduzione dei sistemi xDSL nel mercato nordamericano sono molto ambiziosi ed aggressivi. Come riflesso di questo orientamento sono infatti già visibili segni di un rallentamento nell'introduzione dei Cable Modem nel corso del 1999.

Anche in Europa, pur con una minor pressione della concorrenza dovuta agli operatori di CATV, i più importanti gestori incumbent sono molto impegnati nell'introduzione in rete su vasta scala della tecnologia ADSL, sebbene altre tecnologie trasmissive, sia del tipo xDSL sia in fibra, siano in fase di sperimentazione come potenziali alternative per specifici segmenti di mercato.



Marco De Bortoli ha conseguito il diploma in Elettronica e telecomunicazioni nel 1973. Nello stesso anno è entrato in CSELT, ove ha svolto le proprie attività nell'ambito della ricerca sui sistemi di trasmissione in fibra ottica per applicazioni sia in rete di accesso sia per lunga distanza. Ha inoltre operato nella fase di pianificazione e realizzazione di sistemi ottici sottomarini. Ha partecipato a numerosi progetti internazionali sia in ambito Race (progetti Titan, Optimum), sia in ambito Eurescom,

focalizzando la propria attività sugli aspetti tecnico-economici ed evolutivi della rete di accesso. È inoltre impegnato nella standardizzazione internazionale sulle reti di accesso sia in ambito ITU-T (negli Study Group SG15 e SG13) sia in ambito ETSI (TM6) ed è il coordinatore nazionale del gruppo di esperti del settore. È ora impegnato principalmente nelle attività di studio sugli aspetti connessi all'Unbundling del Local Loop, al Benchmarking internazionale con particolare riferimento all'introduzione di nuove tecnologie nell'accesso.



Adler Tofanelli ha conseguito il diploma di laurea in Ingegneria elettronica presso il Politecnico di Torino nel 1974 presentando una tesi sul progetto di segnali per la trasmissione numerica su canali a banda limitata. Nel 1975 è entrato a far parte dello CSELT nella direzione trasmissione. Ha partecipato ai lavori degli Enti di normativa internazionali e nazionali ed alla progettazione di sistemi per l'accesso ISDN, conseguendo quattro brevetti sui sistemi trasmissivi che richiedono la presenza di

cancellatori d'eco e sofisticati algoritmi di sincronizzazione. Ha impostato e coordinato le attività per la caratterizzazione della rete di distribuzione in Italia. È oggi responsabile dell'unità di ricerca "architetture e sistemi per la rete di accesso" nella quale si svolgono studi, valutazioni sistemiche e di laboratorio, architetture e tecnico-economiche sulle tecnologie di accesso xDSL e su fibra che hanno come obiettivo l'evoluzione della rete di accesso verso i servizi a larga banda.

Abbreviazioni

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AOL UK	American On Line-UK
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BIDS	Broadband Integrated Digital Services
BOC	Bell Operating Company
BPON	Broadband Passive Optical Network
CATV	Cable TeleVision
CLEC	Competitive Local Exchange Carrier
DSL	Digital Subscriber Line
FSAN	Full Services Access Networks
FTTB	Fiber To The Building
FTTC	Fiber To The Curb
FTTH	Fiber To The Home
HDSL	High bit rate Digital Subscriber Line
HFC	Hybrid Fiber Coaxial cable
IDSL	ISDN Digital Subscriber Line
ILEC	Incumbent Local Exchange Carrier
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISP	Internet Service Provider
MSDSL	Multirate SDSL
NTT	Nippon Telegraph and Telephone Co.
PMI	Piccole e Medie Imprese
PON	Passive Optical Network
POTS	Plain Old Telephone Service
PSTN	Public Switched Telecommunication Network
RBOC	Regional Bell Operating Company
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line
SHDSL	Single HDSL
TPON	Telephone Passive Optical Network
VDSL	Very high bit-rate Digital Subscriber Line
WLL	Wireless Local Loop

Bibliografia

Il lavoro presentato è il risultato di un'intensa attività di osservatorio internazionale basata principalmente sulla consultazione di testi, riviste, siti Internet, colloqui con colleghi di altre società di telecomunicazioni, partecipazioni a convegni. È difficile elencare tutti i documenti esaminati. Si riportano quindi solo alcuni riferimenti utili per la consultazione.

- [1] Luvison, A.; Tosco, F.: *La rete di accesso per telecomunicazioni*. Ed. CSELT, ottobre 1996.
- [2] *European Information Technology Observatory 1999*. Ed. Eito, 1999.
- [3] *Yearbook of European Telecommunications*. CIT Publications, Londra 1999.
- [4] *ONT management and control interface specification for ATM PON*. ITU-T Recommendations G. 983.2.

Esperienze Telecom Italia

Tecnologie "senza scavo" a cielo aperto per la realizzazione delle reti di telecomunicazioni

ANGELO MARIA CASTELLANO
FELICIANO ESPOSTO
PAOLO TROMBETTI

Telecom Italia è da molti anni impegnata nella realizzazione di infrastrutture per la posa di reti di telecomunicazioni mediante tecniche alternative ai tradizionali scavi in trincea. Queste tecniche, diventate ormai di impiego generalizzato, hanno raggiunto livelli di costo tali da entrare in diversi casi in competizione con i metodi classici; inoltre, essendo caratterizzato da un impatto sociale e ambientale molto contenuto, sono in grado di salvaguardare gli aspetti ad esso connessi e legati alla realizzazione degli impianti.

Nell'articolo si ripercorrono motivazioni, storia ed esperienze di Telecom Italia nel campo della realizzazione degli impianti "trenchless" (senza scavo).

Sono descritte le principali tecniche di perforazione esistenti mettendo in luce rispettivi punti di forza e limiti di ciascuna di esse. Sono illustrati i sistemi radar per l'introspezione del sottosuolo messi a punto da Telecom Italia che, frutto di un'attività di ricerca pluriennale, risultano all'avanguardia in campo mondiale.



Avvio di un lavoro trenchless.

1. Introduzione

Risale al 1987 l'interesse di Telecom Italia per individuare e sperimentare in campo nuove tecniche di installazione delle reti di telecomunicazione; in particolare le perforazioni orizzontali guidate come alternativa allo scavo. Da un primo attento esame risultò che una attività di rilievo in questo settore era svolta allora abbastanza diffusamente in Giappone, e in particolare a Tokyo.

Nel quadro degli scambi di esperienze fra Telecom Italia (allora SIP) e NTT (Nippon Telegraph & Telephone Co.) fu quindi avviato, con il coinvolgimento di alcune Società di installazione, un trasferimento di informazioni e un approfondimento congiunto.

L'attività proseguì fino al 1990 quando alcune delle imprese coinvolte nella sperimentazione cominciarono ad attrezzarsi e iniziarono a operare alla realizzazione di attraversamenti stradali, ferroviari, di fiumi e di canali sostituendo le tradizionali metodologie fino a quel momento impiegate (*pressotrivelle e spingitubo*), con nuovi sistemi quali le microgallerie (*micro-tunnelling*) e la perforazione orizzontale guidata (*directional drilling*). L'evoluzione che le tecniche in que-

stione hanno avuto in Italia, e in modo particolare l'esperienza di Telecom Italia, sono riportate nel seguito di quest'articolo.

La "rivoluzione" legata all'impiego di queste tecniche comporta implicazioni importanti nell'organizzazione del lavoro e negli investimenti necessari per eseguire le opere con questi sistemi. Le imprese operanti nel settore telefonico sono state stimolate ad attrezzarsi e, soprattutto, a sentirsi coinvolte nelle varie fasi di acquisizione di esperienza organizzativa e di maturazione del personale, indispensabili per consentire una graduale introduzione di questi nuovi sistemi di posa delle infrastrutture.

L'impiego delle tecniche di perforazione orizzontale guidata nel campo della realizzazione di nuove infrastrutture - siano esse reti di telecomunicazioni, elettriche o di distribuzione di acqua e gas - rappresenta una soluzione alternativa alle tecniche di scavo che, in determinate situazioni, permette di eseguire il lavoro più velocemente e con un minore ricorso alla manodopera, limitando in misura sensibile il danneggiamento al manto stradale e, in generale, garantendo la posa dell'infrastruttura con un impatto ambientale assai limitato.

Le attuali metodologie tradizionali di esecuzione

di opere civili connesse alla posa di sistemi di servizi presentano infatti problemi in termini di impatto sociale e ambientale.

Dal punto di vista sociale possono essere ricordati la presenza di escavatori ingombranti, il traffico di autocarri per il trasporto dei materiali di scavo, il rallentamento e l'intralcio al traffico, l'inquinamento acustico, il disfacimento e il ripristino delle pavimentazioni stradali e dei marciapiedi.

Per quanto riguarda l'impatto sull'ambiente i sistemi tradizionali causano l'inquinamento da gas di scarico (prodotti anche dai mezzi d'opera ma soprattutto dal traffico rallentato), la necessità di reperire materiale da cava per riempire gli scavi (con un conseguente depauperamento dell'ambiente), il trasferimento alle discariche (anche di materiali speciali come gli asfalti) dei materiali di risulta e il danneggiamento delle radici degli alberi adiacenti allo scavo.

Riuscendo a eliminare, o quantomeno a limitare sensibilmente, alcuni degli effetti suddetti, si apporta naturalmente un beneficio all'ambiente e alla vita dei residenti nei luoghi in cui si eseguono le opere e, più in generale, in diversi casi si ottiene una non trascurabile riduzione dei costi sia sociali sia ambientali.

Anche dal punto di vista dei costi diretti di realizzazione già oggi, in alcune situazioni, questa tecnologia risulta più conveniente di quella tradizionale. D'altra parte il maggiore impiego di manodopera necessario per le tecniche tradizionali di scavo, lascia presumere che i sistemi di perforazione orizzontale guidata saranno nel tempo sempre più competitivi.

Mediante le trivellazioni orizzontali guidate i Gestori di servizi si attendono anche un ritorno di immagine che li agevoli nella realizzazione delle reti per i nuovi servizi, riducendo i tempi necessari per ottenere i permessi di scavo ed i costi di occupazione delle aree pubbliche, sulla base della minore incidenza di questi sistemi sulla proprietà pubblica: con l'emanazione da parte dello Stato della legge 249 del 31 luglio 1997, che recepisce alcune direttive comunitarie in materia di telecomunicazioni, è stato infatti liberalizzato in Italia il settore delle telecomunicazioni e istituita l'Autorità per le Comunicazioni.

Con un successivo regolamento di attuazione del Decreto 138 del 19 settembre 1997, è stata definitivamente aperta alla libera concorrenza la fornitura di servizi di telecomunicazioni, da realizzarsi mediante reti che interesseranno anche il sottosuolo.

La liberalizzazione del settore delle telecomunicazioni e l'attenzione alle tematiche ambientali ha portato i due maggiori Comuni italiani, Roma e Milano, a prendere provvedimenti in proposito. Milano è il primo Comune italiano ad aver messo a punto un regolamento "per la concessione del suolo, sottosuolo e di infrastrutture municipali per la costruzione di reti pubbliche di telecomunicazioni". Il regolamento intende razionalizzare l'impiego del suolo e del sottosuolo in modo da ottimizzare, per quanto possibile, la qualità dei servizi, consentendo la regolare agibilità del traffico urbano - veicolare e pedonale - in modo da arrecare il minor danno possibile alla collettività. Nel caso di attraversamenti il decreto prescrive perciò l'impiego di tecnologie di *scavo trenchless* come priori-

tario tra le diverse soluzioni che possono essere impiegate per la realizzazione degli impianti.

Già oggi, ad esempio, il Regolamento cavi del Comune di Roma (art. 14, comma 1), nei casi di posa di infrastrutture con tecniche trenchless, prevede una riduzione del 70 per cento della tassa di ristoro; è auspicabile inoltre che, essendo il ristoro per il trenchless limitato alle buche di inizio e fine o addirittura inesistente (nel caso di partenza e arrivo in pozzetti preesistenti), questa tassa possa essere eliminata.

Ultima in ordine di tempo, ma non di minore rilevanza, è la Direttiva del 3 marzo 1999 emanata dal Dipartimento delle aree urbane del Ministero dei Lavori Pubblici che riguarda la "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici". Nella Direttiva si menzionano le tecnologie trenchless come valide alternative di posa dei sottoservizi in ambito urbano per il basso impatto ambientale da esse presentato e se ne prescrive un impiego diffuso nel territorio ove lo consentano le valutazioni economiche.

2. Le tecniche utilizzate da Telecom Italia

Le tecniche oggi impiegate sono di due tipi: sistemi direzionabili che prevedono la realizzazione della perforazione con asportazione di materiale, mediante sistemi meccanici (coclea), fanghi di perforazione (acqua e bentonite) o aria compressa, e sistemi non direzionabili che consentono di effettuare la perforazione senza asportazione di materiale (per compattazione). Il limite di applicabilità dei sistemi direzionabili è rappresentato principalmente dall'elevata presenza di servizi nel sottosuolo; mentre con le tecnologie oggi disponibili la tipologia del terreno da attraversare non rappresenta più un limite se non di tipo economico. Per quanto riguarda il secondo tipo di sistemi utilizzati, la non direzionabilità rappresenta un vincolo che si aggiunge alla difficoltà o, in alcuni casi, alla non applicabilità a particolari contesti litologici. Telecom Italia si è perciò orientata verso l'impiego esclusivo di metodi direzionabili.

Propedeutica all'adozione di tecnologie trenchless è la conoscenza del sottosuolo, in termini di presenza e ubicazione di sottoservizi e di conoscenza della natura del



Milano. Posa di un'infrastruttura in ambito urbano: attraversamento di una strada.

terreno; questa conoscenza può essere acquisita, per esempio, da una cartografia aggiornata o da una base dati del sottosuolo che riporti tutte le informazioni necessarie per la realizzazione dell'infrastruttura. In mancanza delle predette informazioni, o per una loro integrazione, è necessario ricorrere ad un'indagine radar per l'introspezione del sottosuolo che rilevi natura del terreno e quote dei servizi preesistenti. Telecom Italia, per la carenza oggi esistente di cartografia aggiornata sull'ubicazione dei sottoservizi degli altri Enti, prescrive sempre di effettuare in via preliminare un'indagine georadar.

2.1 Perforazione con asportazione di materiale

2.1.1 Perforazione orizzontale guidata

Questo sistema di perforazione (*directional drilling*) è basato sull'esecuzione di un foro pilota realizzato da una testa guidabile dalla superficie mediante un sistema di localizzazione situato nella stessa alla quale sono collegate una serie di aste molto flessibili e, generalmente, di diametro ridotto (figura 1). L'avanzamento avviene per la spinta esercitata dalla macchina e, in alcuni casi, per effetto di un violento getto di una miscela di acqua e bentonite che, pompata a pressione dentro il treno di aste, asporta il terreno facendolo fluire a ritroso dalla testa di trivellazione alla buca di partenza. La bentonite lubrifica così le aste e provvede a consolidare il foro nel terreno. Sono anche impiegati sistemi a secco che, anziché fanghi, utilizzano l'azione esercitata dall'aria compressa.



Figura 1 Perforazione orizzontale guidata (*directional drilling*).

L'operazione di *directional drilling* parte generalmente dalla superficie e consente anche di superare ostacoli quali boschi, fiumi o bracci di mare, senza che la superficie venga interessata dai lavori. Il tubo da installare è tirato a ritroso all'interno del foro pilota che può essere eventualmente allargato mediante appositi alesatori. Il diametro dei fori realizzabili è estremamente variabile e può arrivare anche a 1000 mm per una lunghezza massima di tratta di 1200 m; per la realizzazione di impianti di telecomunicazioni si utilizzano generalmente diametri fino a 200 mm che, in un terreno di media consistenza, consentono di superare una lunghezza di tratta di circa 120 m.

2.1.2 Micro-gallerie

Per realizzare micro-gallerie (*microtunnelling*) si parte da una buca nel terreno e si spingono, una per volta, sezioni di tubo in acciaio, cemento centrifugato o gres con una lunghezza variabile da 1,5 a 6 metri, opportunamente giuntati fra loro, fino a raggiungere l'estremità lontana della perforazione (figura 2).

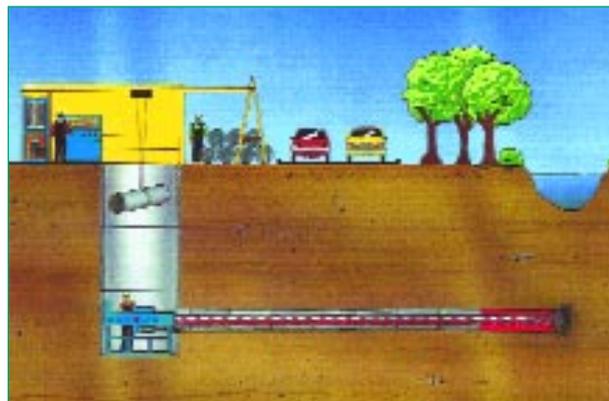


Figura 2 Tecnica di perforazione con *microtunnelling*.

La microgalleria è rettilinea ed i diametri realizzabili possono variare da 250 a 2500 mm.

Questo sistema rappresenta un'evoluzione rispetto allo spingitubo tradizionale; ma, mentre con lo spingitubo non è possibile controllare e indirizzare l'avanzamento del tubo spinto nel terreno (se non

contando unicamente sulla rigidità flessionale da esso presentato e sulla probabilità di non incontrare ostacoli, vuoti o variazioni di densità del suolo) nel caso del *microtunnelling* la sezione più avanzata del tubo è costituita da una fresa o da una trivella con la testa orientabile. Dalla

buca di partenza un laser emette un fascio di luce che, orientato verso l'obiettivo, colpisce uno schermo graduato solidale con la testa fresante. Un sistema di telecamere consente all'operatore di "guidare" questa testa mantenendo fisso il fascio laser sul bersaglio.

2.2 Perforazione senza asportazione di materiale

2.2.1 Spingitore di aste

Lo spingitore di aste (*rod pusher*) è concettualmente semplice e realizza la messa in opera di tubazioni di piccolo diametro (circa 200 mm) per brevi lunghezze (circa 50-60 m).

Lo spingitore di aste è costituito da un'intelaiatura meccanica montata all'interno di una buca o di un pozzetto di dimensioni ridotte, da uno o più pistoni idraulici, da una serie di aste con connessione a vite, da una testa sagomata a scalpello per ottenere la guidabilità, da un sistema di rilevazione della posizione della testa e da una motopompa idraulica per l'azionamento del cilindro idraulico.

La testa è spinta nel terreno dal pistone idraulico; per le ridotte dimensioni delle aste è possibile effettuare a mano la rotazione delle aste. Anche in questo caso il tubo o i tubi da installare sono inseriti all'interno del foro predisposto in una fase successiva alla realizzazione del foro pilota.

2.2.2 Talpa a percussione

Con la talpa a percussione (*impact moling*) una massa battente, contenuta nella testa di perforazione, è azionata da aria compressa e permette l'avanzamento della testa in modo da realizzare, fin dalla prima passata, il diametro necessario alla posa del tubo (figura 3).

Con questa tecnica, l'avanzamento della perforazione nel terreno è consentito dalla percussione della massa battente, alloggiata all'interno della testa perforante, che agisce come martello pneumatico azionato dall'aria compressa che fluisce all'interno delle aste cave.



Figura 3 Talpa a percussione (*impact moling*).

Sistemi più semplici, chiamati *siluri*, consentono di posare tubi flessibili in pezzatura continua, agganciati direttamente in coda alla testa di perforazione, costituita essenzialmente da un martello pneumatico azionato da un flusso di aria compressa.

3. Sistemi radar per l'introspezione del sottosuolo

Dalla fine degli anni Ottanta Telecom Italia ha adottato sistemi di prospezione geofisica di tipo radar, comunemente denominati *GPR (Ground Penetrating Radar)* per individuare gli impianti tecnologici sotterranei, in modo da evitarne il danneggiamento nel corso dei lavori.

Tra le indagini non distruttive di bassa profondità il GPR riveste un ruolo di primaria importanza grazie alla sua caratteristica peculiare di indagare il



Analisi del terreno per verificare la stabilità del sottosuolo stradale a Sellano in provincia di Perugia dopo il terremoto del 1997.

sottosuolo in modo continuo e con elevato grado di risoluzione.

Il principio di funzionamento della tecnica georadar si basa sull'invio nel sottosuolo di onde elettromagnetiche di brevissima durata e sulla registrazione - sia del tempo di ritorno sia dell'ampiezza del segnale riflesso - di discontinuità tra materiali caratterizzati da diversa costante dielettrica.

La riflessione generata dalla superficie di un oggetto interrato è registrata dal sistema ricevente come un impulso ritardato di un tempo proporzionale alla profondità dell'oggetto. Per un utilizzo corretto del georadar è importante selezionare la frequenza di trasmissione, che deve essere un giusto equilibrio tra penetrazione nel suolo, risoluzione dell'immagine e ingombro del sistema; dal punto di vista applicativo si utilizzano frequenze di 1-1,2 GHz per indagini superficiali, 400-600 MHz per ricerche nell'ordine di 1,5 m e basse frequenze intorno a 100-200 MHz per esami fino a circa 3 m.

A questo scopo sono stati impiegati in particolare sistemi radar commerciali con caratteristiche non specializzate di tipo SIR prodotti negli Stati Uniti dalla GSSI.

In considerazione del crescente interesse per le tecnologie trenchless, Telecom Italia stipulò un accordo con la società IDS (Ingegneria Dei Sistemi) e avviò e finanziò un progetto per un nuovo sistema radar denominato *RIS/S (Radar per l'Introspezione del*

Sottosuolo dedicato alla ricerca dei Sottoservizi), con l'obiettivo di migliorare il rilevamento degli impianti interrati e di facilitare l'interpretazione dei diagrammi radar e la relativa estrazione dei dati finali.

Il progetto ha permesso di realizzare un sistema radar dedicato a 500 MHz con antenne commerciali che utilizza una tecnica basata su un ricetrasmittitore multicanale e pluriantenna; si ottiene così una più ampia copertura del sito esaminato garantendo l'acquisizione di un maggior numero di informazioni relative alla posizione degli oggetti interrati, facilitando quindi l'interpretazione delle tracce radar e limitando notevolmente la possibilità di falsi allarmi e di mancati rilevamenti.

Ulteriori evoluzioni del sistema sono state ottenute con progetti successivi intervenendo sul software di post elaborazione che stabilisce un collegamento automatico con una stazione CAD per trasferire i dati relativi a posizione e profondità di impianti interrati o di ostacoli, direttamente su una mappa numerica che rappresenta il risultato finale



Figura 4 Trasferimento alla stazione CAD dei dati rilevati su un impianto.

dell'indagine. Questo software consente di ridurre notevolmente i tempi di lavoro e la possibilità di errore, adeguando il formato di restituzione dei risultati agli standard di Telecom Italia.

Sono stati sviluppati nuovi moduli ricetrasmittenti multifrequenza (200 MHz e 600 MHz) e con diversità di polarizzazione. È stato così possibile ridurre le dimensioni delle antenne, per poter realizzare un sistema radiante di dimensioni analoghe a quello del RIS/S ottimizzato non solo per la ricerca dei servizi ma anche per eseguire un'indagine sulla natura del terreno. L'utilizzo di frequenze più basse per le onde elettromagnetiche ha consentito di incrementare la capacità di penetrazione (figura 4).

La conclusione dell'ultimo progetto è rappresentata dallo sviluppo e dalla messa in produzione del sistema multifrequenza denominato *RIS/A (Radar per l'Introspezione del Sottosuolo di tipo Avanzato)* ottimizzato per la ricerca dei servizi fino a 3 m di profondità (in funzione delle caratteristiche del terreno) e predisposto per individuare la natura del terreno, anche con l'ausilio di una base dati sulle caratteristiche dei suoli, in modo da permettere la riduzione del numero



Elaborazione in Sirti dei dati acquisiti con il georadar.

dei sondaggi preliminari da effettuare.

Il nuovo sistema ha anche consentito di ottenere sensibili miglioramenti nella velocità di rilevamento dei sottoservizi e nella restituzione dei risultati, conferendo così un maggior grado di affidabilità globale alle indagini.

4. Esperienze di Telecom Italia

Telecom Italia, come già si è detto, ha perseguito l'obiettivo di estendere in ambito urbano, ove lo consentissero le condizioni economiche, le perforazioni, impiegando macchine compatte da utilizzare all'interno di camerette e disponendo di indagini preliminari del sottosuolo, effettuate con tecniche radar, sempre più affidabili. L'evoluzione delle macchine perforatrici ha consentito di estenderne il campo di impiego anche ai terreni rocciosi ed al reimpiego di tubazioni esistenti in disuso.

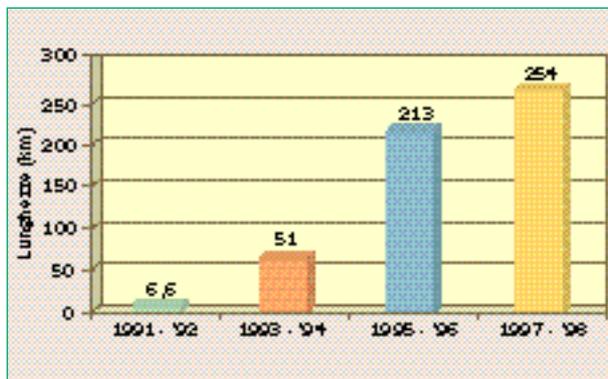


Figura 5 Crescita dell'impiego di tecniche "no dig" nella realizzazione di infrastrutture della rete di Telecom.

Le esperienze di Telecom Italia nel campo delle perforazioni orizzontali guidate sono sintetizzate nelle figure 5 e 6 che riportano rispettivamente l'evoluzione dell'impiego di tecniche trenchless e la distribuzione per area di intervento dal 1991 al 1998.

Il diagramma delle lunghezze di perforazione realizzate (figura 5), mostra il sensibile incremento nell'utilizzo di questi sistemi negli ultimi due anni grazie soprattutto all'impiego di un numero crescente di attrezzature da parte delle aziende che

hanno investito in questa tecnologia e nella formazione del personale.

La maggior parte dei lavori è stata eseguita con la tecnica di *perforazione orizzontale guidata* che ha permesso di migliorare notevolmente la produttività consentendo di raggiungere, in diverse applicazioni, la condizione di equicosto rispetto alle tecniche di scavo tradizionale, e quindi di aumentare il numero dei lavori eseguiti con queste tecniche.

Telecom Italia per accrescere l'impiego di questo sistema ha modificato la tipologia di interventi a partire dalla fine del 1993 adottando le trivellazioni orizzontali guidate non solo per eseguire attraversamenti di strade, ferrovie e corsi d'acqua, ma soprattutto per realizzare impianti extraurbani nei casi in cui si sarebbero avute difficoltà alla circolazione e sarebbe stato necessario eseguire lavori di rilievo nel ripristino delle pavimentazioni stradali con costi di esecuzione degli impianti elevati.



Attraversamento del Grande Raccordo Anulare di Roma.

Inoltre Telecom Italia risulta essere al primo posto tra i gestori di telecomunicazioni dei Paesi Europei per lunghezza di infrastrutture posate con tecnica trenchless e terza nel mondo, dopo il Giappone (NTT) e gli Stati Uniti d'America.

Un impulso allo sviluppo di queste tecniche e alla promozione dei vantaggi associati è stato fornito dalla costituzione della *IATT (Italian Association for Trenchless Technology)*. Quest'Associazione senza scopo di lucro è stata fondata nel 1994 e annovera tra i suoi membri, oltre ai gestori di servizi (Aziende municipalizzate, Enel, Italgas, Snam, Telecom Italia, ...), anche numerose imprese e costruttori.

Fanno parte dell'Associazione tutti i soggetti direttamente interessati all'utilizzo di nuove tecnologie realizzative, con l'obiettivo di concorrere allo sviluppo delle tecniche trenchless, sia da un punto di vista più strettamente legato all'evoluzione tecnologica, sia per promuovere la diffusione di una più capillare informazione al riguardo. La IATT aderisce, insieme ad altre Associazioni Nazionali rappresentanti dei Paesi più industrializzati o in via di sviluppo,

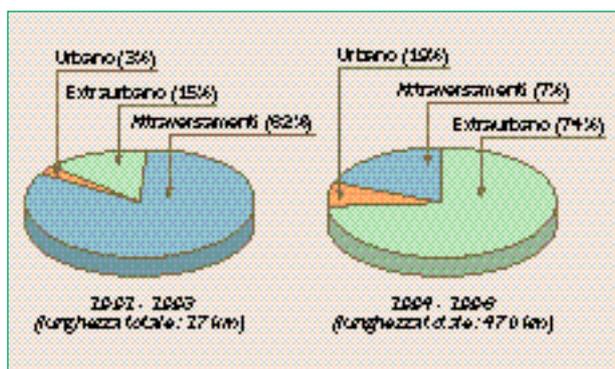


Figura 6 Distribuzione delle tipologie di intervento di Telecom Italia con la tecnica "no dig".

Dai diagrammi di distribuzione delle perforazioni per tipologia di impianto (figura 6) può essere rilevato che, a partire dal 1994, si è assistito ad un notevole incremento dei lavori di tipo longitudinale, eseguiti in particolare in ambito extraurbano, rispetto a quelli di "attraversamento".

5. Attività svolte in ambito nazionale e internazionale

Le tecnologie trenchless sono utilizzate in Italia anche da altri gestori di servizi per la realizzazione di nuove infrastrutture sotterranee o per la manutenzione di quelle già esistenti. Snam, Italgas, Aziende municipalizzate, e in particolare l'*AMGA (Azienda Municipalizzata Gas e Ambiente di Genova)*, impiegano sistemi di tipo trenchless, anche se i volumi di lavoro risultano significativamente più ridotti rispetto a quelli effettuati da Telecom Italia, che ha eseguito con queste tecniche oltre il 70 per cento del totale delle attività svolte nel nostro Paese.



Posa longitudinale dell'impianto di telecomunicazioni tra Grottaferrata e Piani di Gaiano (in provincia di Roma).

alla *ISTT (International Society for Trenchless Technology)*¹.

La *ISTT* rappresenta quindi un organismo che consente alle varie realtà nazionali che operano nel settore (gestori, imprese, manifatturiere) di mettere a confronto le diverse esperienze effettuate al fine di ottimizzare l'impiego delle tecniche in questione.

Inoltre nel febbraio 1996 è stata ufficializzata, in ambito *ITU-T (International Telecommunication Union)*, la decisione di porre allo studio della Commissione VI una "Questione" dedicata all'impiego di tecniche trenchless per la realizzazione di infrastrutture per reti di telecomunicazione. Questo studio è stato proposto da Telecom Italia e dallo CSELT, che ne hanno assunto la responsabilità, con l'obiettivo di definire Raccomandazioni relative all'impiego delle tecniche trenchless e alle attività collegate (ad esempio l'indagine preventiva del sottosuolo). Allo stato attuale è stata predisposta una nuova Raccomandazione relativa all'impiego di tecniche trenchless per la realizzazione di infrastrutture per reti di telecomunicazioni il cui approntamento è stato concluso dalla Commissione suddetta e che sarà approvata definitivamente dall'*ITU-T* entro il corrente periodo di studio. Nello stesso periodo di studio sarà messa a punto un'analoga Raccomandazione riguardante l'indagine preventiva del sottosuolo.



Posa di un'infrastruttura per i servizi di TLC nel parco naturale delle Dolomiti di Sesto.

6. Trenchless e ambiente

Tra i vari aspetti positivi che caratterizzano le tecnologie trenchless, quello legato al loro basso impatto ambientale costituisce sicuramente il più interessante per la collettività.

Telecom Italia, in linea con le direttive europee, ha da tempo avviato un progetto aziendale denominato "Ecogestione e Audit", mirato alla costituzione di un sistema di gestione ambientale. L'impiego di tecniche

trenchless per la realizzazione di infrastrutture di rete, o comunque di tecniche a basso impatto ambientale, costituisce uno dei punti principali del progetto.

L'esigenza di ridurre al minimo l'impatto ambientale delle tecniche trenchless è stata sostanzialmente soddisfatta grazie allo sviluppo, in collaborazione con ditte e imprese italiane, di nuove macchine trenchless di dimensioni ridotte e che consentono di effettuare una perforazione guidata senza l'uso di fanghi di bentonite.

I sistemi a secco, che prevedono soltanto l'uso di limitate quantità di schiumogeni biodegradabili per lubrificare e raffreddare gli utensili, consentono di evitare problemi legati allo smaltimento dei fanghi bentonitici di lavorazione ed eventuali infiltrazioni in strutture adiacenti al percorso di posa, che in ambito urbano possono risultare particolarmente significativi.

Le nuove macchine sviluppate risultano inoltre particolarmente versatili in funzione del tipo di terreno. Sono stati infatti messi a punto sistemi di perforazione a secco in grado di lavorare in presenza di roccia, con i quali sono già stati realizzati impianti significativi. Possono essere ricordati i 6 km realizzati in roccia sull'impianto Dobbiaco-Cortina (Bolzano), dove l'impiego della tecnologia trenchless, in particolare quella a secco, ha costituito l'unica soluzione impiegabile senza impatto ambientale (che, peraltro, ha consentito di ottenere i permessi di posa da parte dell'ANAS).

Nel disciplinare stipulato con Telecom Italia, l'ANAS richiede infatti il doppio senso di circolazione alternato, nonché la posa, quando in banchina, a 1,5 m di profondità. Questi requisiti per il particolare impianto di Dobbiaco avrebbero comportato un significativo intralcio alla circolazione, caratterizzata soprattutto da traffico pesante, e la necessità di recidere piante all'interno del Parco Naturale delle Dolomiti di Sesto. Altro lavoro significativo è stato l'attraversamento della piazza di Gerace (Reggio Calabria) dove la particolare pavimentazione a mosaico antistante il Duomo ha costituito un vincolo per le modalità di esecuzione dell'impianto.

Degno di nota sia dal punto di vista della mole sia dell'impatto ambientale nonché dei risparmi conseguiti, è l'attraversamento del porto canale di Porto Garibaldi (Ferrara), eseguito con una tecnica di *directional drilling* impiegando una macchina da 800 kN, che ha consentito di installare ad una profondità massima di 18 m un tubo in acciaio da 400 mm di diametro equipaggiato all'interno con tre cavi in rame da 800 coppie e tre tubi in polietilene ad alta densità da 50 mm di diametro per una lunghezza di 480 m. Per la realizzazione di questo collegamento sono state analizzate una serie di soluzioni. L'impiego del *directional drilling* ha consentito un risparmio di circa 200 milioni di lire, rispetto alla più economica delle altre soluzioni possibili.

7. Conclusioni

Lo sforzo congiunto di Telecom Italia e di alcune imprese nazionali ha permesso di ampliare la conoscenza e l'utilizzo di nuove tecniche per la realizza-

⁽¹⁾ Oltre all'Italia, fanno parte della *ISTT* associazioni appartenenti a numerosi Paesi: Argentina, Australia, Austria, Brasile, Repubblica Ceca, Cina (Repubblica Popolare, Hong Kong, Taipei), Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Gran Bretagna, Iberia (Spagna e Portogallo), India, Nord America (USA e Canada), Olanda, Polonia, Russia, Scandinavia (Norvegia, Svezia e Danimarca), Slovacchia, Sud Africa, Svizzera, Ungheria.

zione di infrastrutture che limitano il ricorso allo scavo tradizionale e di renderle disponibili nel nostro Paese su scala "industriale". Si sono così volute ampliare le gamme delle soluzioni tecnico-economiche esistenti e renderle più confacenti alle esigenze di installazione, consentendo una maggiore rapidità nel rilascio dei permessi da parte degli Enti proprietari di strade.

Le tecniche sono tuttora in evoluzione e si intravede la possibilità concreta di apportare ulteriori miglioramenti sia sotto l'aspetto tecnico sia dal punto di vista dei costi di realizzazione ad esse relative.

Lo sviluppo della tecnologia consentirà di disporre di macchine specializzate tali da poter operare in condizioni molto diverse e da permettere quindi l'esecuzione di lavori al momento ancora ritenuti problematici. La scelta della macchina o della testa di perforazione più indicata può comunque essere fatta solo se si conoscono le caratteristiche del terreno interessato dal lavoro. A questo proposito sono stati già compiuti passi significativi verso un miglioramento delle tecniche di individuazione dei servizi sotterranei e della natura del sottosuolo. Sarà comunque necessario uno stretto coordinamento tra i vari attori (imprese di perforazione, ditte di prospezione, operatori), al fine di ottimizzare l'impiego delle tecniche in questione e fornire quindi ai progettisti di rete uno strumento consolidato da utilizzare, in alternativa alle tradizionali soluzioni realizzative.

Risulterà infine fondamentale adoperarsi per la diffusione della cultura legata all'impiego di nuove tecnologie a basso costo ed a basso impatto ambientale sia verso gli utilizzatori, sia verso gli Enti preposti alla regolamentazione di tali attività e alla concessione dei relativi permessi. Sarebbero infatti auspicabili, oltre all'adozione di sgravi fiscali, direttive di legge atte a favorire e ad incoraggiare l'utilizzo mirato di tecniche alternative allo scavo tradizionale.

L'impiego diffuso di queste tecnologie può costituire un elemento di rilievo per migliorare la vivibilità, specie nei centri urbani, e per contribuire alla salvaguardia del patrimonio artistico, consentendo nello stesso tempo anche in diversi casi una riduzione dei costi di realizzazione di impianti di servizio; un elemento significativo tra tutti quelli da attuare per garantire uno sviluppo sostenibile.

Abbreviazioni

AMGA	Azienda Municipalizzata Gas e Ambiente di Genova
GPR	Ground Penetrating Radar
IATT	Italian Association for Trenchless Technology
ISTT	International Society for Trenchless Technology
ITU-T	International Telecommunication Union
NTT	Nippon Telegraph & Telephone Co.
RIS/A	Radar per l'Introspezione del Sottosuolo di tipo Avanzato
RIS/S	Radar per l'Introspezione del Sottosuolo dedicato alla ricerca dei Sottoservizi



Angelo Maria Castellano si è laureato con lode nel 1988 in Ingegneria, presso l'Università degli Studi della Calabria (Cosenza). Nello stesso anno ha svolto attività di ricerca presso il CERN dove ha effettuato la caratterizzazione elettromagnetica delle cavità acceleratrici del SPS (Super Proton Synchrotron). Nel 1990 ha conseguito il diploma di "Ingegnere Specializzato in Telecomunicazioni" presso la "Scuola Superiore di Specializzazione di Telecomunicazioni" dell'Istituto Superiore delle Telecomunicazioni. Nel 1991 è stato assunto nella Direzione Generale della SIP dove si è occupato di progettazione della rete trasmissiva a lunga distanza ed ha curato le tematiche della qualità e della disponibilità dei collegamenti numerici anche mediante campagne di misura estese a tutto il territorio nazionale. Nel 1994 è passato ad operare nell'Ingegneria di Rete di Telecom Italia nel campo dell'industrializzazione delle fibre ottiche e dei componenti coassiali della rete a Larga Banda (Socrate). Dal 1999, nell'ambito del settore dell'Industrializzazione Cavi e Materiali, coordina lo sviluppo delle tecniche innovative di installazione degli impianti di telecomunicazioni (Microtrincea, Minitrincea, No-Dig, In-House) e la gestione dei relativi impianti sperimentali. È membro di diversi Organismi di normazione nazionali ed internazionali e, dal 1996, è segretario del CEI SC86C (Sistemi ottici e dispositivi attivi).



Feliciano Esposto è stato assunto nel 1969 in CSELT, dove ha svolto attività di ricerca nel campo dell'ottica e delle comunicazioni ottiche, con particolare riferimento alla caratterizzazione della fibra ottica e olografia. Nel 1976 ha conseguito la laurea di Dottore in Fisica presso la facoltà di scienze dell'Università di Torino. Nel 1980 è passato in SIP, dove si è occupato di tematiche relative agli impianti in fibra ottica ed alla loro caratterizzazione. Nel 1993 è divenuto responsabile di "Marketing Strategico degli Approvvigionamenti". Nel 1994 è stato nominato Assistant Manager del Responsabile della Rete di Telecom Italia, con la funzione di coordinamento delle Regioni Operative, con particolare riferimento all'ottimizzazione dei processi e al monitoraggio delle attività operative. Nel 1995 ha avuto l'incarico di coordinatore delle operazioni del progetto di Rete a larga banda in Direzione Generale; due anni dopo gli è stata conferita la responsabilità dell'Area di Sviluppo Impianti Marche e Umbria. Dal 1998 ha ricoperto la responsabilità in Direzione Generale di "Industrializzazione dei Cavi e Materiali di rete e Tecnologie di Installazione". Dal 1999 opera con il gruppo di lavoro "Estrategia de Red y Bucle Local" presso l'AIE de Telecomunicaciones composta da Endesa, Unión Fenosa e Telecom Italia, e dal 15 ottobre 1999 ha assunto la responsabilità di Direttore di Rete, presso la stessa Società. Ha operato nei seguenti Organismi di standardizzazione: presidente nazionale del IEC TC 86 e IEC TC 86 A; presidente dell'IATT. È stato inoltre coinvolto come esperto tecnico, in attività di ETSI TM1, CECC WG 28 (fibre e cavi), COST 246 (reliability of networks) ed ha ottenuto il titolo di Fellow di AEI e FITCE. È autore di un libro e di diversi articoli e pubblicazioni riguardanti le telecomunicazioni con fibra ottica.



Paolo Trombetti si è diplomato in Meccanica di Precisione; assunto in SIP nel 1987, fino al 1994 si è occupato dello studio e progettazione dei materiali accessori dei cavi in rame, effettuando anche valutazioni di tipo economico. Dal 1994 segue la stesura delle specifiche e della valutazione economica dei materiali per la realizzazione delle infrastrutture della rete di TLC in fibra ottica e rame, compresi gli aspetti installativi di tali materiali. Ha partecipato alla realizzazione delle Norme e Specifiche del progetto Socrate. Cura la definizione delle norme di realizzazione della rete di accesso in fibra ottica, con particolare riguardo alle nuove tecnologie di posa dei cavi e/o delle infrastrutture (Trenchless Technology, Microtrincea, Minitrincea, tecnologie radar, ecc.) per la realizzazione della rete in ambito urbano ed extraurbano; di tale attività segue gli aspetti di sperimentazione, sviluppo e valutazione economica. Dal 1998 ricopre la carica di segretario della I.A.T.T. (Italian Association for Trenchless Technology) l'Associazione Italiana delle tecnologie trenchless. Ha partecipato come docente a corsi sulle tecnologie impiegate da Telecom Italia nella realizzazione delle infrastrutture per reti di TLC. Ha collaborato all'organizzazione, ed è stato relatore, di diversi convegni nazionali ed internazionali sulle trenchless technology. Ha pubblicato, su riviste del settore, diversi articoli sull'impiego delle tecnologie trenchless nel campo delle telecomunicazioni. Frequenta il corso di laurea di Economia Aziendale, presso la 3^a Università di Roma.

L'energia e le sue problematiche

L'energia in Telecom Italia

MAURO ANTONETTI

In quest'articolo viene analizzato il sistema di telecomunicazioni dal punto di vista energetico individuando, in proposito, i sottosistemi che lo compongono ("flussi energetici"). Dall'analisi dei principali flussi è possibile rilevare eventuali criticità e ipotizzare interventi di risparmio volti alla riduzione dei consumi energetici. Le aree di intervento stabilite al riguardo da Telecom Italia sono volte sia a ridurre i volumi di consumo per gli impianti di condizionamento impiegati nelle telecomunicazioni (interventi sui "consumi") oggi troppo elevati rispetto a quelli che alimentano gli apparati di telecomunicazione, sia a contenere i costi unitari (interventi sui "costi") sfruttando le opportunità offerte dal mercato.

1. Introduzione

Una moderna rete di telecomunicazioni è un sistema di rilevante complessità costituito da numerosi apparati impiegati per svolgere diverse funzioni e da un insieme di mezzi trasmissivi integrati e gestiti da un software sempre più evoluto. Il sistema, mediante la sinergia di tecnologie di telecomunicazioni e dell'informazione, è capace di trasferire informazioni da un punto ad un altro (o tra più punti) a *volontà* sia pure con limiti - sempre più ridotti - dettati dalle prestazioni dell'insieme e dei suoi sottosistemi.

In ottica energetica possono essere presi in considerazione, tra gli altri, due aspetti fondamentali: il primo riguarda il potentissimo "amplificatore energetico" costituito dalle telecomunicazioni, poiché *spostando bit invece di atomi* (secondo la "filosofia" di Negroponte) esse forniscono alle attività economiche e sociali uno strumento mai eguagliato finora nella storia della tecnologia. Quest'aspetto è un punto di forza da valorizzare.

Il secondo elemento da tener presente riguarda il sistema delle telecomunicazioni che, paradossalmente, è una *macchina* ancora con ampie sacche di inefficienza - pur nell'ambito di una tendenza favorevole rappresentata, ad esempio, dall'introduzione dei componenti allo stato solido con consumi specifici, per prestazioni elementari, sempre più contenuti e dall'adozione delle fibre ottiche - le cui capacità di trasporto crescenti dell'informazione sono accompagnate da un fabbisogno energetico specifico decrescente.

In effetti la maggior parte dell'energia erogata al sistema è dissipata sotto forma di calore o è impiegata per rimuovere il calore stesso, mentre solo una frazione assai modesta dell'energia veicola l'informazione. Questo secondo elemento individua un'oppo-

tunità di miglioramento e di riduzione dei costi da perseguire, quale leva competitiva, nell'attuale contesto di mercato con un livello crescente della concorrenza.

Il sistema delle telecomunicazioni ed i suoi sottosistemi (quali i sistemi e gli apparati) per funzionare debbono infatti essere alimentati da energia elettrica con idonee caratteristiche e secondo appropriate modalità. Tra l'altro, devono essere garantite continuità e stabilità dell'alimentazione e, nel contempo, devono essere preservate condizioni ambientali compatibili con un corretto funzionamento dei sistemi: deve essere, ad esempio, permesso alla componentistica elettronica di operare nei previsti intervalli di temperatura.

Gli impianti tecnologici a supporto degli impianti di telecomunicazioni debbono poi soddisfare livelli di affidabilità elevati. Si è quindi in presenza di un vincolo che rappresenta una condizione non necessariamente contrastante con la semplicità e con l'economicità degli impianti.

2. Aspetti relativi al contenimento dei "volumi" di energia

Lo schema a blocchi riportato in figura 1 è valido concettualmente sia per un sistema di telecomunicazioni nel suo insieme sia se riferito a sottosistemi, a singole sale od a singoli apparati.

Il flusso globale prelevato dalla rete di energia elettrica o da altra fonte è ripartito in due flussi principali:

- a) il primo, attraverso il sistema di alimentazione (che converte ed accumula l'energia elettrica in forma e con caratteristiche appropriate alle esigenze) raggiunge, al netto delle perdite del blocco SA (*Sistema di Alimentazione*), quello relativo alle

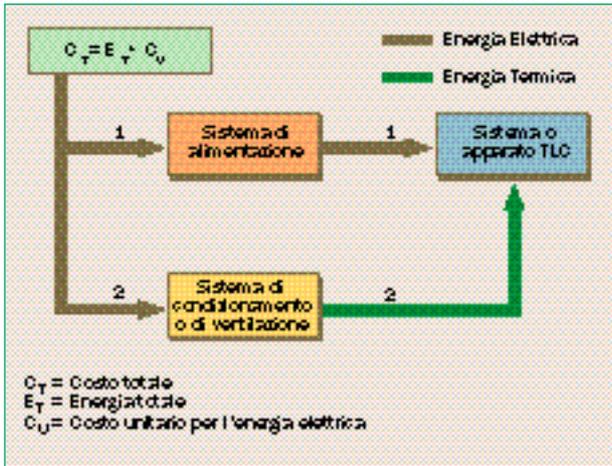


Figura 1 Schema a blocchi del "sistema energia" per le telecomunicazioni.

telecomunicazioni (utenza-cliente effettiva) e si trasforma quasi totalmente in calore;

b) il secondo alimenta il blocco CDZ (ConDiZionamento), e cioè l'impianto di condizionamento o di ventilazione, che estrae e allontana il calore dissipato dal blocco relativo agli apparati per le telecomunicazioni.

Gli interventi di risparmio possibili, relativi ai consumi, possono essere facilmente riferiti allo schema a blocchi sia per quel che riguarda il costo unitario (che incide sul prelievo delle quantità di energia elettrica dalla rete elettrica pubblica di distribuzione o da altra fonte) sia per i volumi consumati.

Da questo ultimo punto di vista, attraverso l'analisi dei percorsi dei due principali flussi di figura 1, è possibile identificare i fenomeni tipici ed i processi rilevanti da un punto di vista energetico e - con riferimento ai singoli blocchi attraversati - rilevare criticità e valutare differenti scelte architettoniche e tecnologiche alternative.

È così possibile intervenire a diversi livelli, definendo sia politiche sia linee guida di progettazione, realizzazione ed esercizio. È inoltre possibile prendere decisioni progettuali per i singoli casi in esame e, allo stesso tempo, adottare puntuali modalità di esercizio.

L'esame dei percorsi dei due flussi principali della figura 1 permette alcune considerazioni di natura generale [4]:

a) I sistemi di alimentazione (sul percorso 1) sono in generale macchine statiche, i cui rendimenti, abbastanza stabili, sono migliorati notevolmente nelle ultime generazioni di apparati. Una criticità è rappresentata dall'impiego corretto delle ridondanze

dei raddrizzatori, su cui peraltro sono stati già avviati interventi migliorativi in Telecom Italia.

b) Gli impianti di condizionamento o di ventilazione (sul percorso 2) sono caratterizzati da rendimenti che tendono intrinsecamente a scendere per talune tipologie tecnologiche. La propensione può essere contrastata con l'adozione di sistemi di regolazione e di controllo e con adeguamenti degli impianti esistenti, come si è cominciato a fare in Telecom Italia. Interventi architettonici radicali più efficienti (soluzioni tipo *dislocamento*¹) sono peraltro possibili così come possono essere attuate scelte sicuramente vantaggiose, quali il *free-cooling*².

c) Il nodo su cui i due "percorsi" si incontrano è l'apparato per le telecomunicazioni e la sala in cui esso è collocato. Le caratteristiche dei componenti elettronici, sia dal punto di vista elettronico sia termico, sono alla radice dei fabbisogni energetici del sistema e rappresentano, quindi, il vero motore (*driver*) di interventi di risparmio (*saving*) importanti e duraturi. Altrettanto rilevanti sono le configurazioni "meccaniche", e quindi fluido-dinamiche e termiche, degli armadi e la configurazione termo-geometrica delle sale. Dalle caratteristiche suddette e da queste configurazioni sono dettate le specifiche per le sale apparati e per il condizionamento, e, quindi, le prestazioni energetiche ed esse relative.

d) I punti precedenti mettono quindi in evidenza come nelle telecomunicazioni gli aspetti energetici rappresentino un sistema energia organico ed integrato nelle varie parti, per cui le soluzioni ottimali possono derivare da un approccio globale, e dunque sistemico.

Sulla base di queste considerazioni generali può quindi essere descritto come si ripartiscono in termini percentuali i flussi energetici nel caso di Telecom Italia riferendosi al sistema aziendale nel suo complesso (figura 2).

Questa rappresentazione, integrata con lo schema

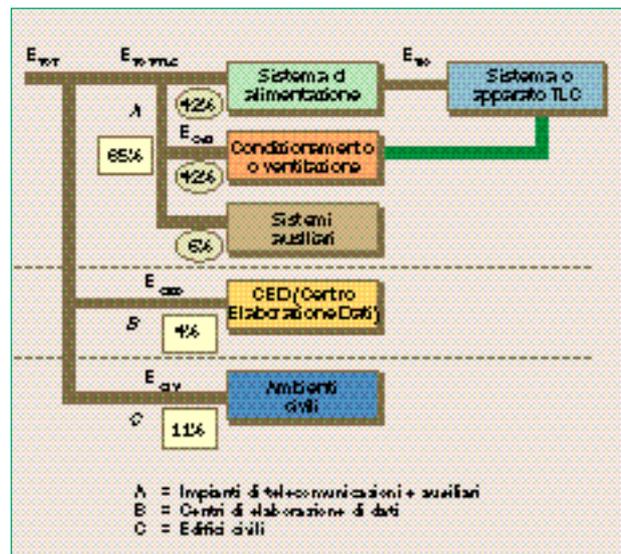


Figura 2 Ripartizione percentuale del sistema per l'energia di Telecom Italia.

⁽¹⁾ Il dislocamento è una modalità innovativa di condizionamento delle centrali telefoniche, che prevede l'immissione dell'aria di raffreddamento "rasente" il pavimento, a bassa velocità e con temperature non troppo basse.

⁽²⁾ Free-cooling è il raffreddamento "gratuito" ottenuto impiegando l'aria esterna immessa direttamente nell'ambiente da raffreddare, ogni qualvolta le condizioni di temperatura esterna lo consentano.

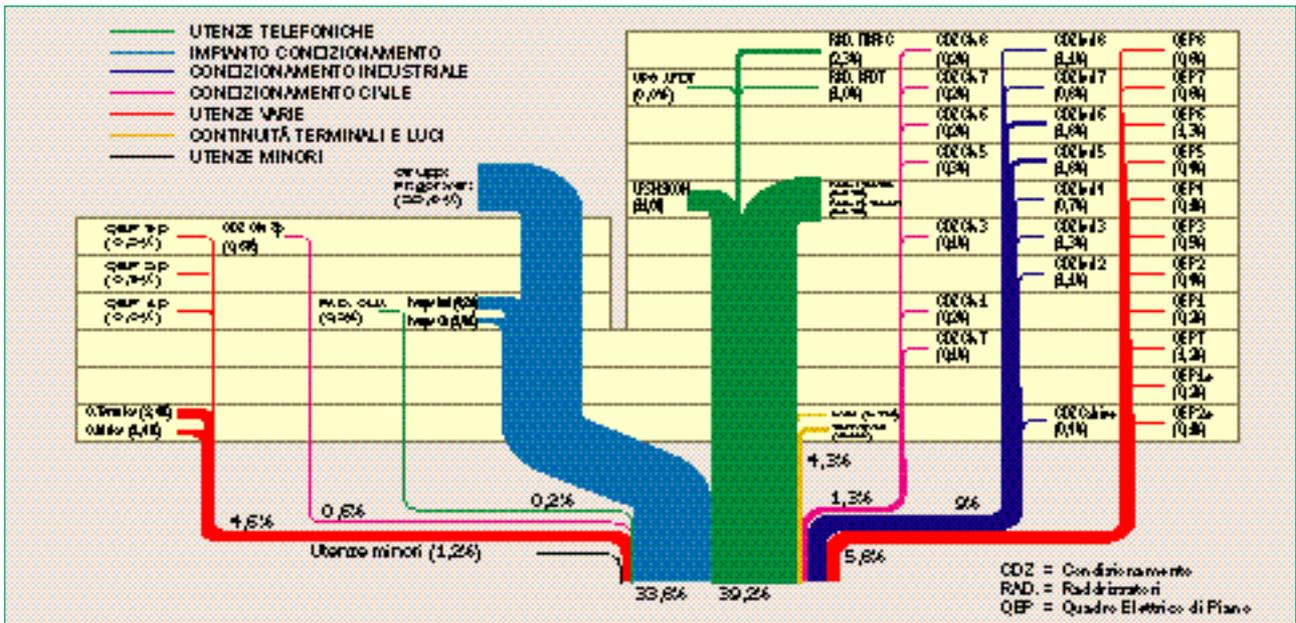


Figura 3 Centrale di Genova Lagaccio: ripartizione percentuale per le diverse destinazioni d'uso (fiume energetico).

a blocchi della figura 1, permette già di identificare una possibile area per ottenere un sensibile miglioramento nei volumi di consumo per il condizionamento. Questi volumi sono infatti troppo elevati rispetto a quelli che alimentano gli apparati di telecomunicazioni.

Le figure 3 e 4 riportano, con maggiori particolari, i flussi energetici rilevati in collaborazione con la facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Genova e che riguardano due grandi centrali tipiche di Telecom Italia. Si tratta in particolare delle centrali di Firenze Bruni e di Genova Lagaccio. In accordo con la figura 1

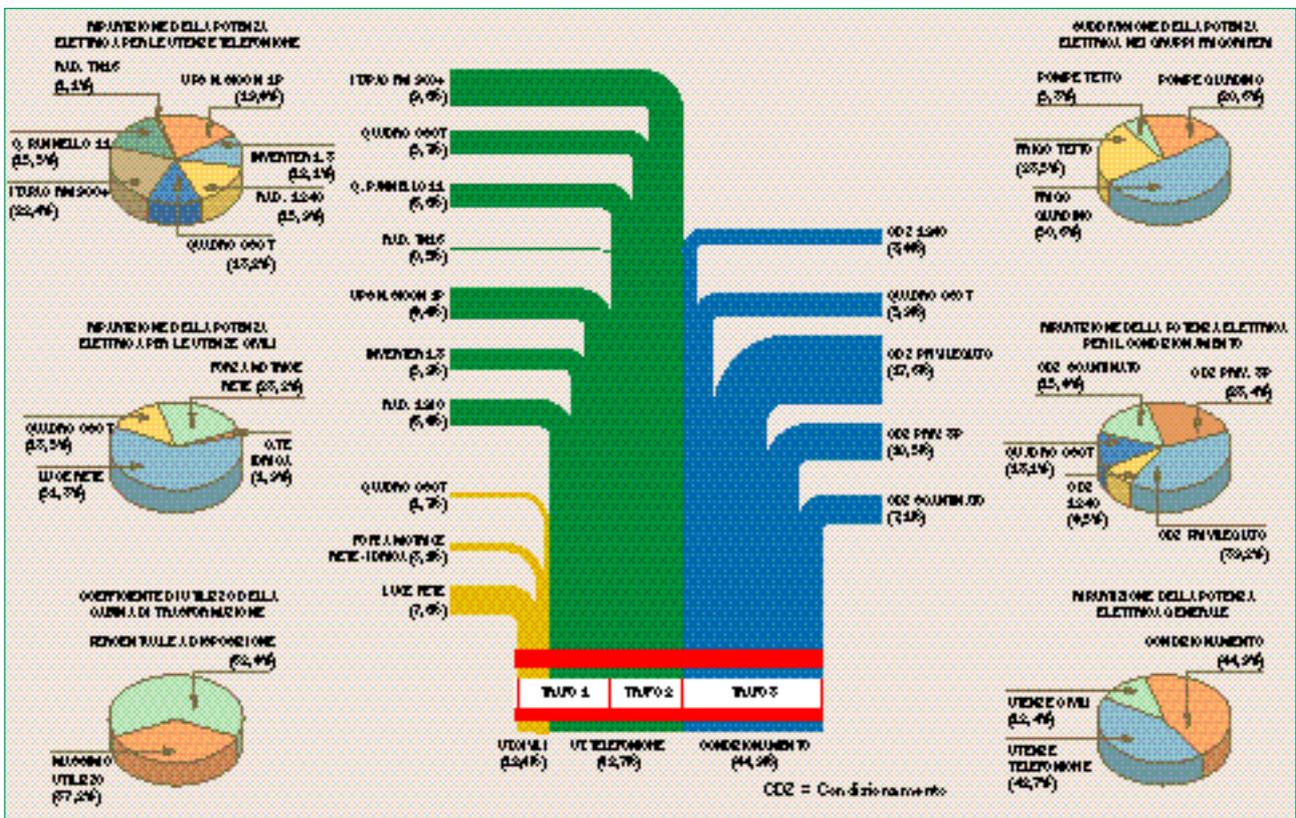


Figura 4 Centrale di Firenze Bruni: ripartizione percentuale per le diverse destinazioni d'uso (fiume energetico) e ripartizione percentuale delle singole destinazioni d'uso.

APPROCCIO AI COSTI GLOBALI

L'approccio più completo per determinare i costi collegati ad un *sistema energia* nelle telecomunicazioni (o a sue parti) deve prendere in considerazione, come di consueto, gli oneri di ammortamento, i costi esterni e quelli interni. Questa modalità di operare è tanto più importante nell'ottica manageriale di governare e rendere minimi i costi globali sostenuti, evitando che costi "scomparsi" da una "classe" di oneri ricompaiano in un'altra classe.

Lo schema della figura A, integrato con quello della figura 2, fornisce una "traccia" sulla cui base è possibile definire, per blocchi, gli addendi del costo globale di un "sistema energia" idonei ai sistemi di telecomunicazione (o di parti di questo: una "famiglia" di impianti, singoli impianti, o singoli apparati).

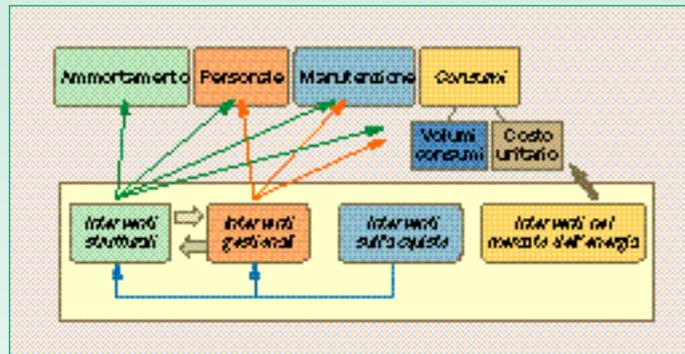


Figura A Ripartizione indicativa dei costi in un'azienda di telecomunicazione e principali tipologie di intervento.

La figura B mostra, sinteticamente, le principali tipologie di intervento finalizzate a minimizzare i costi globali. È interessante osservare come diverse azioni, se ben studiate e condotte, possano produrre effetti positivi maggiori.



Figura B Ripartizione percentuale indicativa dei costi di un'azienda di telecomunicazione (in particolare di Telecom Italia).

Dai costi esterni sono stati scorporati e presi in considerazione separatamente i costi relativi al consumo, in modo da mettere in rilievo il peso assoluto, il margine di contenimento e il tipo di interventi possibili. La figura B fornisce, sulla base di valutazione effettuate nel 1997, i valori approssimati riferibili a Telecom Italia.

i flussi possono essere sostanzialmente ricondotti a due valori principali. Può essere notato che i valori percentuali sono allineati con quelli complessivi della figura 2 e che misure eseguite su numerosi altri impianti confermano i casi riportati in questo articolo.

Il condizionamento appare, in sostanza, l'area nella quale possono essere introdotti i miglioramenti di maggior interesse; diversi interventi sono stati perciò focalizzati su questo segmento del sistema energetico aziendale e molti altri sono previsti in futuro.

Una misura dei risultati ipotizzabili può essere stimata confrontando le prestazioni attuali di Telecom Italia con quelle di altri gestori di reti di telecomunicazione che hanno adottato soluzioni ritenute più efficienti, ovvero confrontando le prestazioni che si ottengono oggi con le soluzioni ottimali [5].

In quest'articolo è utilizzato il risultato di una simulazione ottenuta con il programma di calcolo SIMEN (SIMulatore ENergetico per apparati di telecomunicazione) [3], un software di simulazione sviluppato da Telecom Italia in collaborazione con lo CSELT, assemblando diversi pacchetti software in commercio, ampiamente sperimentati.

È stato valutato il comportamento energetico di una centrale collocata in un ambiente con caratteristiche climatiche medie per il nostro Paese utilizzando sia la soluzione standard, generalmente adottata in Telecom Italia (che prevede l'immissione dell'aria di raffreddamento dal plenum³ del controsoffitto) sia quella complessiva migliore costituita da una configurazione geometrica di sala con un impianto di condizionamento "a dislocamento", con il massimo possibile sfruttamento del *free-cooling* e con la migliore regolazione dello stesso condizionamento e, nella stessa configurazione, escludendo l'uso del *free-cooling* [2].

Il confronto (riportato in tabella 1) permette di concludere che oggi si hanno margini di miglioramento conseguibili molto elevati, ancorché in modo graduale, poiché non è sempre possibile un adeguamento totale delle configurazioni di sala e dell'im-

⁽³⁾ Il plenum è il vano presente all'interno del controsoffitto dove sono installate le canalizzazioni per l'aria di raffreddamento.

pianto di condizionamento oggi esistente [1].

Nel caso di nuove realizzazioni è, invece, generalmente possibile adottare soluzioni ottimali. Alcuni impianti più recenti sono stati perciò orientati ai nuovi criteri di progettazione.

	Tipico di Telecom Italia ¹	Configurazione ottimale ²	Configurazione ottimale ³
$\frac{E_{cdt}}{E_{tc}}$	1	0,2	0,5

E_{cdt} = Energia consumata dall'impianto di condizionamento per centrali di telecomunicazioni.
E_{tc} = Energia dissipata dagli apparati di telecomunicazioni.

- 1 = Impianto di condizionamento con immissione dell'aria di raffreddamento dal "plenum" del contro-soffitto.
- 2 = Impianto di condizionamento con immissione dell'aria di raffreddamento dal basso, rasente il pavimento, con modalità "a dislocamento" e con l'utilizzo del free-cooling quando le condizioni di temperatura esterna lo consentono.
- 3 = Impianto di condizionamento con immissione dell'aria di raffreddamento dal basso rasente il pavimento, con modalità "a dislocamento" ma senza l'impiego del free-cooling.

Tabella 1 Confronto tra diverse soluzioni impiantistiche impiegate in Telecom Italia.

Un indicatore significativo del consumo di energia elettrica è riportato nella figura 5 e rappresenta i consumi riferiti al numero di utenti dei servizi di telecomunicazioni, in servizio, installati in centrale. Questi valori considerano solo l'energia elettrica utilizzata da Telecom Italia.

La figura 6 fornisce invece l'andamento dei consumi nel tempo in funzione dello sviluppo della rete e della "numerizzazione".

I valori globali (ed i costi totali) in gioco sono rilevanti sia in assoluto sia se riferiti ai valori complessivi del Paese: il Gruppo Telecom consuma infatti più di 2,5 TWh/anno (2,5 miliardi di kWh/anno). In particolare, Telecom Italia consuma 2,1 TWh/anno con un costo che nel 1997 raggiungeva i 400 MLD, mentre le previsioni per lo scorso anno si attestavano, anche per l'effetto di azioni di contenimento sul costo unitario del kWh, intorno ai 345 miliardi di lire⁴.

I consumi del Gruppo Telecom sono infatti l'1 per cento circa di quelli totali in Italia; per cui esso è uno dei più grandi utilizzatori di energia elettrica del Paese.

La propensione a contenere i consumi può quindi

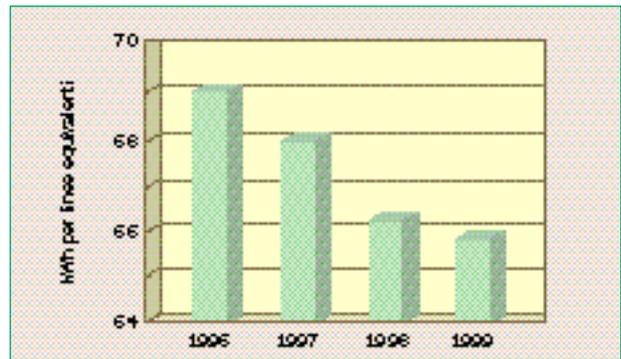


Figura 5 Indicatore di consumo di energia elettrica.

avere anche un risvolto significativo sull'ambiente esterno alle centrali di telecomunicazione.

3. Aspetti relativi al contenimento dei "costi unitari" di energia

Le attività di contenimento dei costi già in atto e quelle future sui volumi, focalizzate sui vari aspetti impiantistici, progettuali, realizzativi e sulle modalità di esercizio, sono affiancate e integrate con iniziative mirate alla riduzione del costo unitario del kWh.

L'approccio di Telecom Italia al riguardo continua ad essere orientato alla massima riduzione possibile dei costi. A questo la società esamina le diverse opzioni oggi possibili e quelle praticabili nel prossimo futuro in modo da effettuare le scelte più convenienti riferibili all'"acquisizione" di energia.



Figura 6 Andamento dei consumi nel tempo in funzione dello sviluppo della rete e della numerizzazione.

Nel settore elettrico è stata avviata di recente la liberalizzazione del mercato che apre opportunità interessanti ai cosiddetti *clienti idonei*.

Telecom Italia, e più in generale l'intero Gruppo Telecom, hanno messo assieme il 30 per cento circa dei propri consumi in modo tale da costituire un cliente idoneo in accordo con le attuali normative italiane, accedendo già in questa prima fase al mercato libero. L'obiettivo mira a un utilizzo del mix più conveniente tra tutte le possibili opzioni, sfrut-

⁽⁴⁾ Quando è stato redatto quest'articolo non erano ancora noti i dati a consuntivo per il 1999. Anche i valori riportati nelle figure 5 e 6 sono quelli presunti. [N.d.R.].

tando quindi le migliori tariffe, la tariffa "negoziata" e, al tempo stesso, avviando eventuali iniziative di "autoproduzione", puntando così a rendere minimi i costi.

In questo articolo è stato adottato un approccio mirato ai consumi ed ai fattori che ne determinano i costi associati: volumi di consumo e costo unitario. Nel riquadro di pagina 75 si richiamano, peraltro, tutte le componenti del costo globale dell'energia in Telecom Italia. Quest'impostazione sembra essere naturalmente la più appropriata per rendere minimi i costi totali.

La gestione di interventi complessi e articolati sul piano impiantistico e su quello dell'acquisizione e dell'utilizzo dell'energia richiede poi che siano resi disponibili strumenti informatici e telematici adeguati.

Alcuni dati chiariscono la portata gestionale: le utenze di energia di Telecom Italia sono più di 20 mila (senza contare diverse decine di migliaia di cabine telefoniche e di apparati installati all'esterno delle centrali) mentre i siti "idonei" sono solo 250. Su questi siti è stato messo a punto un sistema informatico dedicato denominato *SIBE (Sistema Informativo del Bilancio Energetico)* che permette di gestire in modo unitario i diversi aspetti rilevanti del processo energetico procedendo a una integrazione di alcuni sistemi aziendali: l'*ACL (Automazione Centri di Lavoro)* che ha le consistenze degli impianti e dei sistemi di alimentazione; il *SIE (Sistema Informativo dell'Edilizia)* che riporta i principali dati edilizi; il *GESOM (Gestione SOMministrazioni)* che contiene i dati di consumo e di costo dell'energia elettrica, del gas e dell'acqua.

In questi ultimi tempi, in concomitanza con l'accesso al mercato libero e ad un programma di interventi di economizzazione sulle grandi centrali, si sta mettendo a punto, tra l'altro, un sistema di telelettura dei consumi di energia elettrica per circa 250 siti; è previsto che i dati siano disponibili "in tempo reale".

La telelettura è già attiva nei primi siti ed è previsto di completare gli interventi programmati nei primi mesi del Duemila.

L'approccio, orientato a costi globali dell'energia in Telecom Italia e integrato con metodologie di contabilità industriale e con l'ausilio degli idonei strumenti informatici, può permettere di attribuire correttamente volumi e costi per il settore energetico a singoli clienti (o a fasce di clienti) e anche ai singoli servizi di telecomunicazioni. Il nuovo sistema applicativo denominato *NAMAS (New Advanced Management Accounting System)*⁵ sembra essere uno strumento molto promettente ed ora comincia ad essere popolato con dati e parametri.

Da quanto è stato fin qui descritto emerge che l'insieme di queste iniziative e di questa strumentazione è finalizzato a permettere di raggiungere l'obiettivo di Telecom Italia di dotarsi di un "sistema energetico" all'altezza delle proprie esigenze competitive.

4. Conclusioni

L'approccio - descritto nel presente articolo - che utilizza una metodologia di *costi globali dell'energia* in Telecom Italia, ha messo in evidenza la presenza di diverse aree - sulle quali è possibile attuare interventi di rilievo - collegate ad altrettante criticità e, quindi, realizzare azioni tese al risparmio energetico, in particolare sui consumi degli impianti di condizionamento a servizio delle telecomunicazioni.

L'utilizzo di strumenti informatici adeguati e di appropriate metodologie di contabilità industriale consentono - in un contesto sempre più competitivo - di associare in maniera puntuale *volumi e costi* energetici ai singoli clienti o ai servizi di telecomunicazione e, quindi, di individuare *aree di miglioramento*, stabilendo obiettivi di risparmio energetico e target delle prestazioni.

Abbreviazioni

ACL*	Automazione Centri di Lavoro
CDZ	ConDiZionamento
GESOM*	GEstione SOMministrazioni
NAMAS	New Advanced Management Accounting System
SA	Sistema di Alimentazione
SIBE*	Sistema Informativo del Bilancio Energetico
SIE*	Sistema Informativo dell'Edilizia
SIMEN	SIMulatore ENergetico (per apparati di telecomunicazione)

* Acronimi di sistemi informativi di Telecom Italia

Bibliografia

- [1] Canuzzi, E.; Cinato, P.; Palmisano, F.; Pizzuti, F.: *A cost effective and low environmental impact approach for climate control of outdoor electronic enclosures*. Intelec '99.
- [2] Antonetti, M.; Cinato, P.; Bianco, C.; Grossoni, M.; Pizzuti, F.; Licciardi, L.: *An innovative approach to the environmental system design for the rooms in Telecom Italia*. Intelec '98.
- [3] Cinato, P.; Bianco, C.; Pizzuti, F.: *SIMulatore ENergetico per apparati di telecomunicazione (SIMEN): architettura del sistema*. Documenti tecnici CSELT, dicembre 1996.
- [4] Materiale illustrativo "Energy Day" 1995.
- [5] Materiale illustrativo "Energy Day" 1996.

Mauro Antonetti è laureato in ingegneria nucleare. Ha operato come ricercatore in ENEA (Ente Nazionale Energia e Ambiente) dove si è occupato di termotecnica, di affidabilità, di problematiche ambientali e di uso razionale dell'energia. È stato componente del Comitato Permanente dell'Energia presso il Ministero dell'Industria. Ha ricoperto la carica di presidente della Commissione Energia presso la CISPEL (Confederazione Italiana delle Aziende Municipalizzate). È dirigente della Telecom Italia S.p.A. e dal 1994 è l'Energy Manager della Società.

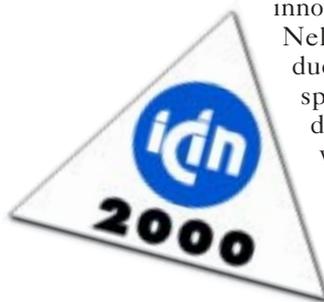
⁽⁵⁾ Il NAMAS è il nuovo modello di contabilità industriale che consente di valutare i costi dei servizi erogati dalla Direzione Rete nell'ottica allocativa (costi storici e correnti) o in quella incrementale, in base ai criteri di progettazione ottimali delle piattaforme di rete.

Dalla rete intelligente all'intelligenza di rete

International Conference on Intelligence in Networks: ICIN 2000

Arcachon (Bordeaux), 17-20 gennaio 2000

Vincenzo Aurucci, Margherita Miali,
Corrado Moiso



IN QUESTI ULTIMI MESI SIAMO TESTIMONI DI UN RADICALE TRASFERIMENTO DI INTERESSE DALLE RETI COMMUTATE A QUELLE A PACCHETTO. LE PRIME COSTRUITE PRINCIPALMENTE PER IL TRASPORTO DELLA VOCE E BASATE SUL CANALE COMUNE DI SEGNALEZIONE N. 7 (SS7); LE SECONDE PROGETTATE PER IL TRASFERIMENTO DI DATI E BASATE SU IP, ADESSO CANDIDATE A DIVENTARE L'INFRASTRUTTURA UNIVERSALE PER TUTTE LE TIPOLOGIE DI SERVIZI DI TELECOMUNICAZIONI.

IN QUESTO CONTESTO L'INTELLIGENZA DI RETE, OPPORTUNAMENTE REINGEGNERIZZATA E RIDISTRIBUITA, COSTITUISCE L'ELEMENTO CHIAVE PER GARANTIRE CONTINUITÀ E INTEGRAZIONE TRA DUE MONDI: QUELLO DELLE RETI COMMUTATE E DEI SERVIZI "TRADIZIONALI" E QUELLO DELLE RETI DATI E DEI SERVIZI "INNOVATIVI".

1. Introduzione

Cos'è l'intelligenza di rete? Dove può essere localizzata? In che cosa differisce dalla rete intelligente? Qual è il valore aggiunto che fornisce al contesto turbolento nel quale è oggi immerso il mondo delle telecomunicazioni? Ha senso porre la tematica intelligenza di rete al centro di un tavolo, dove si discute sul modo in cui "dar voce ai dati"?

Una risposta a queste domande è stata data nel corso della sesta *International Conference on Intelligence in Networks: ICIN 2000*, tenuta in Francia, ad Arcachon (Bordeaux), dal 17 al 20 gennaio 2000, senza dubbio la principale conferenza europea riguardante l'intelligenza di rete. A quest'edizione ha partecipato un'audience di più di 400 delegati composta da

costruttori e da operatori del settore, molti dei quali *new entrant*. Questo interesse conferma che l'intelligenza di rete è giudicata un elemento essenziale per l'offerta di servizi innovativi ed a valore aggiunto.

Nel corso della conferenza sono emersi due elementi fondamentali: il primo è la spinta del mercato all'apertura globale delle reti tra operatori, tecnologie e servizi diversi. Il secondo riguarda invece la pressione della tecnologia che fornisce i mezzi per soddisfare e anticipare le richieste del mercato: nuove architetture, interfacce standard tra i diversi elementi di rete, ambienti di sviluppo distribuiti, interfacce di programmazione aperte, nuovi servizi "ibridi" di voce e dati, intelligenza distribuita nelle reti, nei server e nei terminali.

2. L'evoluzione dell'intelligenza di rete

Il convegno è stato diviso in diverse sessioni riguardanti principalmente l'intelligenza di rete nel mondo IP e l'intelligenza nel futuro, nelle *next generation networks*. Sono stati in particolare curati aspetti riguardanti architetture, tecnologie e servizi. Le principali conclusioni emerse nella conferenza sono riportate qui di seguito.

Architetture

I temi emersi nel corso di questa sessione riguardano l'architettura delle reti IP e delle *next generation networks* e le tecnologie che permettono la fornitura di servizi a valore aggiunto su queste infrastrutture.

Alcuni dei lavori presentati sono stati incentrati sulle potenzialità e sulle innovazioni che architetture e tecnologie di reti di nuova generazione possono introdurre nel mondo dei servizi di telecomunicazioni, rendendosi così appetibili per gli operatori. La possibilità di trasportare al cliente finale servizi di voce, dati e video su un unico portante riduce infatti gli investimenti necessari, i costi operativi e gestionali e consente una maggiore flessibilità nella fornitura di questi servizi.

Si è anche messo in luce che negli ultimi anni, la maggior parte dei costruttori e degli operatori (particolarmente *gli incumbent*) hanno effettuato alti investimenti nelle reti "tradizionali". Pur dimostrandosi pronti al salto tecnologico, essi hanno bisogno perciò di riutilizzare le infrastrutture di rete intelligente ed i servizi ad esse legati.

Conferenze

Il tema maggiormente dibattuto in questa sessione è stato quindi quello relativo al modo in cui mettere in relazione il modello di controllo di chiamata del protocollo *INAP* (*Intelligent Network Application Part*), proprio della rete intelligente, con quelli di chiamata per *VoIP* (*Voce su IP*), quali quelli basati sul protocollo *SIP* (*Session Initiation Protocol*) e sui protocolli che rispondono alla Raccomandazione H.323 ITU-T. La tendenza è quella di definire *mapping* tra questi modelli nel medio termine, per interconnettere la rete intelligente con i sistemi di controllo chiamata (*call control*) della rete IP quali i *Gatekeeper H.323* e i *Proxy Server SIP*.

tivo. Il secondo governa invece le informazioni relative alla segnalazione e al *call control* e gestisce le risorse.

Durante la conferenza è stata messa in luce l'attenzione che gli Enti di standardizzazione (ITU e IETF) stanno ponendo sul protocollo di comunicazione tra *Media Gateway* e *Media Gateway Controller* e, in particolare, *SGCP* (*Simple Gateway Control Protocol*), *IPDC* (*Internet Protocol Device Control*), *MGCP* (*Media Gateway Control Protocol*), *MDCP* (*Media Device Control Protocol*) fino ad arrivare allo sviluppo congiunto del nuovo protocollo *MeGaCoP* (*Media Gateway Control Protocol*), definito nella Raccomandazione ITU-T H.248.

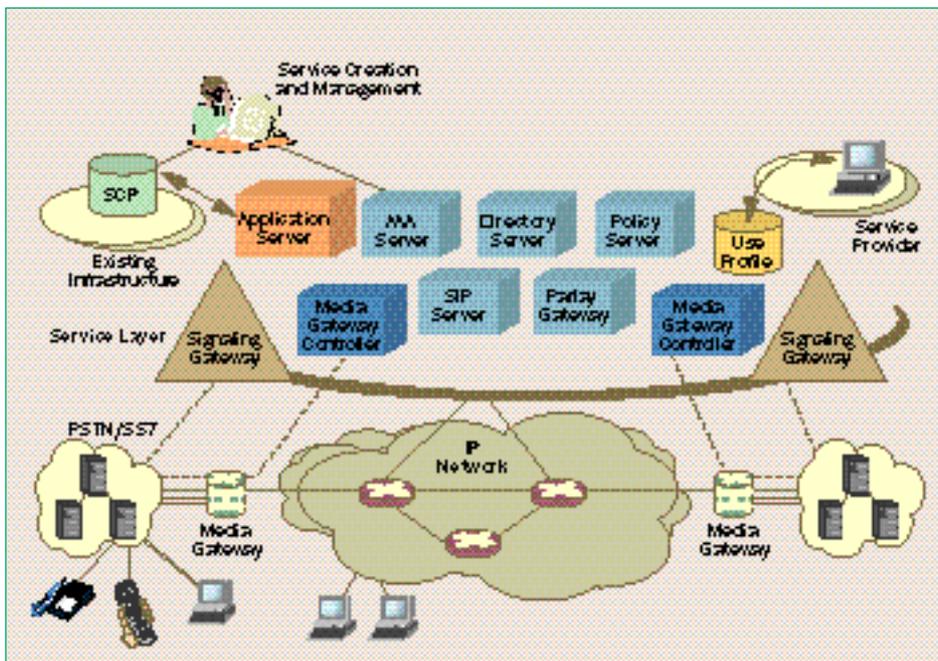
Diversi lavori presentati hanno descritto funzionalità che utilizzano i protocolli H.323 e SIP. Per quanto riguarda il confronto tra queste due famiglie di protocolli, nel congresso è stato ribadito che SIP è più potente dal punto di vista espressivo di quello H.323, ma che non è altrettanto maturo e richiede, perciò, alcune estensioni al fine di coprire tutte le esigenze di fornitura di servizi di telecomunicazione.

Sempre nell'ambito della sessione riguardante architetture e tecnologie si è discusso sull'opportunità di interconnettere sistemi di rete intelligente tradizionali - ad esempio gli *SCP* (*Service Control Point*) - con server applicativi, come quelli presenti in Internet (ad esempio server per *Authentication, Authorization, Accounting*)

e di derivare dai sistemi di rete intelligente architetture di server applicativi su Internet che soddisfino a requisiti di alta affidabilità con prestazioni elevate.

Tecnologie

Per quanto riguarda gli aspetti tecnologici, un tema ricorrente è stato quello relativo alla standardizzazione delle *API* (*Application Programming Interface*). Numerose iniziative sono state avviate negli ultimi anni relativamente alla definizione di API per l'intelligenza di rete.



L'intelligenza di rete nelle "Next Generation Networks".

Nel medio o lungo termine, al fine di impiegare al meglio le potenzialità multimediali delle reti IP e delle reti convergenti, occorrerà tuttavia adottare soluzioni più innovative e definire un unico framework architetturale per realizzare servizi su questi nuovi scenari di rete.

Elementi di rete fondamentali per l'evoluzione delle reti di telecomunicazione verso quelle multiservizio sono *Media Gateway* e *Media Gateway Controller*. Entrambi rappresentano l'interfaccia tra reti commutate e reti dati: il primo esegue principalmente funzioni di transcodifica o di mapping sul flusso informa-

Possono essere citate al riguardo due delle principali attività: il consorzio *Parlay* proposto da BT e quello *JAIN (Java API for Intelligent Networks)* di SUN, a cui partecipa anche Telecom Italia.

Nel corso della conferenza è emerso che sono prioritarie le interfacce che permettono l'interoperabilità tra prestazioni di servizi di telecomunicazioni - fornite da sistemi di intelligenza di rete - e applicativi informatici, quali i servizi di tipo Internet. In particolare, risulta importante identificare API per il controllo di *Gatekeeper H.323*, *Proxy Server SIP* e per interconnettere i diversi elementi dei sistemi tradizionali di rete intelligente. Si faciliterebbe così la fornitura di servizi ibridi Internet-IN e si offrirebbe la possibilità di sviluppare servizi e nuove funzionalità ai service provider o a parti terze.

Un altro tema proposto nel congresso ha riguardato soluzioni basate sulla tecnologia degli agenti mobili e degli *intelligent agent*. L'impiego di tecnologie per l'elaborazione distribuita è stato confermato come uno degli elementi essenziali per consentire l'evoluzione dell'intelligenza di rete.

Servizi

Per quanto riguarda i servizi è stato osservato che le innovazioni apportate dalle reti di nuova generazione conducono a tre categorie di servizi: i tradizionali *servizi di rete intelligente*, i *servizi ibridi o convergenti* ed i *servizi delle reti di nuova generazione*. La prima categoria è necessaria per gestire i servizi voce (*Virtual Private Network*, *Numero Verde*, *Calling Card*); la seconda categoria combina le funzionalità di rete intelligente con quelle di Internet (*Internet Call Waiting*, *Unified Messaging*, *Internet Voice Messaging*, *Click-to-Dial*, *Web Call Center*); l'ultima è quella relativa ai servizi multimediali, indipendenti dalla tecnologia di rete che li supporta.

Per i servizi innovativi sono ritenute fondamentali alcune caratteristiche quali:

- *servizi any-to-any*: le funzionalità offerte dal servizio devono essere accessibili da qualunque terminale (da telefono a telefono, da telefono a PC, da PC a PC), in qualunque modo (messaggi in tempo reale o asincroni) ed in qualunque configurazione (da uno a uno, da uno a molti, da molti a molti);
- *servizi incentrati sul cliente*: occorre avere un'unica vista del cliente, indipendentemente dal tipo di servizio che gli si offre (voce, dati, video). Il profilo del cliente

deve essere condiviso da tutti i servizi che ad esso sono offerti; in particolare, in contesti sia di rete fissa sia di rete mobile, risulta importante definire profili d'utente di tipo "orizzontale". Questi profili d'utente, diversamente da quelli oggi definiti che sono "verticali" - ossia legati al servizio - sono utilizzati per la personalizzazione di insiemi di funzionalità e servizi riferiti ad un unico sottoscrittore;

- *servizi convergenti di voce e dati* con la possibilità di controllare la *QoS (Quality of Service)* offerta;
- *servizi semplici* da usare;
- *servizi che consentono una personalizzazione dinamica* al cliente finale, ad esempio tramite Web.

Servizi innovativi che cominciano ad essere disponibili ora sul mercato sono quelli di tipo misto. Per questi servizi sono messe assieme prestazioni di tipo voce con quelle dati, come accade in quelli di numero personale avanzato, quale il servizio di *virtual presence*¹ e in servizi di *unified messaging evoluti*².

Emerge inoltre l'opportunità di utilizzare soluzioni di intelligenza di rete per la realizzazione di prestazioni di micro-pagamento e per l'estensione dell'insieme di servizi prepagati.

È stata infine posta l'attenzione sulla possibilità di effettuare una configurazione dinamica

⁽¹⁾ Il servizio di virtual presence permette al sottoscrittore di essere raggiunto ovunque, in ogni modo (con messaggi asincroni o con comunicazioni in tempo reale) e con qualunque tipo di terminale, indipendentemente dal terminale con il quale esso è collegato alla rete (telefono fisso, mobile, fax, PC, terminali di nuova generazione). Inoltre, fornisce funzionalità di selezione sulle richieste di comunicazione entranti, che il sottoscrittore può controllare direttamente.

⁽²⁾ I servizi di unified messaging evoluti aggiungono nuove funzionalità alle prestazioni introdotte dai servizi di unified messaging oggi in uso (integrazione dei messaggi voce, fax, e-mail ed accessibilità a questi servizi da diversi tipi di terminale). Le nuove funzionalità offerte sono quelle di selezione controllabili dal sottoscrittore e di integrazione dei diversi tipi di comunicazione (messaggio o chiamata). In particolare, esempi di integrazione delle comunicazioni sono le funzioni "chiama un messaggio" o "invia un messaggio ad una chiamata". La prima funzione permette di rispondere ad un messaggio (ad esempio una e-mail) con una telefonata; la seconda, viceversa, di rispondere a una chiamata telefonica con un messaggio (ad esempio, il chiamato risponde tempestivamente ad una telefonata con un messaggio audio).

di *package* di servizi, in cui l'infrastruttura di rete consente di soddisfare le richieste provenienti da sottoscrittori che eseguono un *login* dinamico in una rete visitata.

Riguardo alle modalità di sviluppo, gli articoli presentati durante la conferenza hanno messo in luce che sono utilizzabili due diverse modalità per realizzare nuovi servizi: sviluppare nuovi protocolli in grado di gestire un insieme di funzioni sempre più ricco, oppure sviluppare API standard e ambienti di elaborazione distribuita per avere una maggiore interoperabilità, programmabilità, estensibilità, apertura nelle diverse piattaforme.

È sembrato quindi emergere l'orientamento che l'introduzione di interfacce aperte di rete intelligente riduce il problema dell'identificazione di servizi "vincenti" a priori. La capacità di sviluppare grandi quantità di servizi - abilitata da questi API - consente un approccio di selezione dei servizi da parte del mercato, come accade nel mondo Internet, e fornisce la possibilità di sviluppare nuove funzionalità, proprio quando il mercato le richiede, "alla velocità di Internet".

Dimostrazioni

Il convegno è stato completato da un'esposizione di prodotti e da alcune dimostrazioni effettuate in alcuni padiglioni allestiti in una sala espositiva. I principali costruttori di sistemi di intelligenza di rete (Alcatel, Ericsson, Lucent Technologies e Siemens) hanno mostrato alcune applicazioni da essi realizzate. In particolare, Alcatel ha presentato applicazioni basate sull'integrazione tra Internet e le reti tradizionali (fissa o mobile), quali il service management via Web e il WAP (*Wireless Access Protocol*) e servizi di tipo *click-to-dial*. Ericsson ha presentato la propria piattaforma di intelligenza di rete di nuova generazione, Jambala, basata su CORBA e Java, tra le prime ispirate ai principi di *Parlay* e *UMTS/OSA* (*Universal Mobile Telecommunications System/Open Service Architecture*). Lucent ha mostrato il servizio *Portal de Voz* basato sull'applicazione *TelePortal* che consente, in particolare, l'accesso in fonia ai sistemi Web. Per quanto riguarda gli operatori, sono stati allestiti stand espositivi da parte di CNET, T-NOVA e CSELT.



Office du Tourisme de Arcachon (Bordeaux)

Arcachon (Bordeaux). Sullo sfondo il centro in cui si è tenuto il congresso.

In particolare lo CSELT ha presentato il servizio WebCentric, oggi utilizzato da Telecom Italia per fornire ai propri clienti il servizio di Web Call Center denominato C@LLWEB, e alcune sperimentazioni di servizi di rete intelligente per VoIP, che fanno uso di soluzioni basate sul protocollo SIP.

3. La presenza del gruppo Telecom Italia a ICIN 2000

Il gruppo Telecom Italia, leader europeo nell'impiego di sistemi e servizi di intelligenza di rete, ha partecipato attivamente all'organizzazione ed ai lavori della conferenza. In particolare, Daniele Roffinella dello CSELT e Fabrizio Panaioli di TIM hanno fatto parte del Comitato Scientifico che ha effettuato la selezione delle memorie presentate al convegno.

Ancora Daniele Roffinella e Saverio Orlando di Telecom Italia hanno presieduto due sessioni riguardanti rispettivamente: *Network Intelligence in the IP world - IN/IP* e *Advanced Services - Innovative Services*.

Durante la *key note session*, la presentazione che è sembrata riscuotere maggiore successo è stata quella di Claudio Carrelli di Telecom Italia, oggi Direttore di EURESCOM. Partendo dal gioco di parole

Intelligence in Networks or Intelligent Networks?, Claudio Carrelli ha indicato i passaggi chiave nel mondo delle comunicazioni (dalle comunicazioni punto-punto alla costruzione delle prime reti commutate, arricchite poi dall'introduzione di servizi avanzati di rete intelligente, "stravolte" dall'esplosione delle reti dati). Da questi passaggi, secondo il relatore, emerge oggi il bisogno di disporre di una *skin network*, e cioè di una rete fortemente capillarizzata, caratterizzata da comunicazioni sempre più veloci, economiche e onnipresenti, dove l'intelligenza è reingegnerizzata e si espande dal centro fino alla periferia, terminali compresi. CSELT ha infine presentato cinque articoli:

- *Will the Circuits to Packets Revolution pave the way to Protocols to APIs Revolution?*, che analizza possibili soluzioni di intelligenza di rete per reti di nuova generazione.
- *Ubiquitous Communication over IN and*

Conferenze

Internet, che descrive una sperimentazione di un servizio di *virtual presence* su una rete mista PSTN-IP.

- *Framework-based service creation: an evaluation of the approach*, che descrive e valuta quantitativamente un approccio per la creazione di servizi su architetture di servizi a oggetti.
- *Management issues for a multi-subscriber Web Call Center Service*, che presenta una soluzione per la gestione dei servizi misti Internet-telefonici.
- *Supporting H.323 by IN*, redatto in collaborazione con ricercatori coinvolti nel Progetto Eurescom P916, sullo sviluppo di servizi per VoIP su una infrastruttura basata sul protocollo H.323.

Un'altra immagine caratteristica di Arcachon, località sull'Oceano Atlantico nella quale si è tenuto l'ICIN 2000.



Office du Tourisme de Arcachon (Bordeaux)

(secondo quanto è emerso a Miami all'ultima edizione della Lucent Intelligent Networks Conference - LINC 2000). Ciò che è apparso evidente è che solo il mercato può individuare la killer application e che le reti devono essere sviluppate in modo da poter soddisfare rapidamente le richieste che da esso provengono.

Il prossimo appuntamento è previsto per ottobre del 2001, con l'intelligenza nelle *Next Generation Networks*; in questa conferenza particolare attenzione sarà posta ai temi dell'"intelligenza di rete" (per reti dati e per reti mobili di terza generazione) e dell'interconnessione e dell'interlavoro tra l'intelligenza di rete e gli apparati di *Consumer Electronics*.

4. Conclusioni

La conferenza è stata caratterizzata da una attenzione concentrata nella "rivoluzione" in corso nelle reti IP. Questi cambiamenti devono essere accompagnati da un analogo rinnovamento nel campo dei servizi a valore aggiunto. Nel congresso, in particolare, è emerso come l'intelligenza di rete sia l'elemento chiave per la fusione dei due mondi, finora separati, di reti e servizi di fonia e dati.

L'intelligenza di rete, a partire dai sistemi centralizzati di rete intelligente, si diffonde sull'intera rete - commutata e dati - diffondendosi sui server e sui terminali e dotandosi di interfacce aperte, che permettono lo sviluppo rapido di nuove funzionalità e servizi, al passo con le turbolenze del mercato.

Un dilemma non risolto è quello della *killer application*: del servizio vincente sul quale gli operatori devono puntare. Una killer application potrebbe essere basata ancora sulla voce, sui dati o sul Web come gli *instant messenger*³

⁽³⁾ Gli instant messenger sono programmi di comunicazione personale (ad esempio C6 di tin.it) che permettono a più utenti connessi in rete di comunicare tra loro in tempo reale, tramite voce, video o testo, di avere notifica sulla presenza in rete di altri sottoscrittori prescelti e che forniscono funzionalità di scelta (screening) personalizzabili dal sottoscrittore.

Abbreviazioni

API	Application Programming Interface
INAP	Intelligent Network Application Part
IPDC	Internet Protocol Device Control
JAIN	Java API for Intelligent Networks
MDCP	Media Device Control Protocol
MeGaCoP	Media Gateway Control Protocol
MGCP	Media Gateway Control Protocol
OSA	Open Service Architecture
QoS	Quality of Service
SCP	Service Control Point
SGCP	Simple Gateway Control Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VoIP	Voce su IP
WAP	Wireless Access Protocol

Vincenzo Aurucci, Margherita Miali - Telecom Italia DG - Roma
Corrado Moiso - CSELT - Torino

CeBIT 2000: siamo entrati nella seconda età delle telecomunicazioni

CeBIT 2000

Hannover, febbraio 2000

Alfredo De Donno, Fabio Romano,
Fabio Sambiasi, Valter Subissi



PUNTO FOCALE DI QUEST'EDIZIONE TARGATA 2000 È STATO ANCORA UNA VOLTA "INTERNET" IN TUTTE LE SUE FORME DI APPLICAZIONE: DAI CALL-CENTER INTEGRATI AI SISTEMI DI GESTIONE DOCUMENTALE E DI TRASMISSIONE DATI UNIFICATI.

IN PARTICOLARE, AD HANNOVER, È APPARSO CHIARO L'AVVIO DELLA SECONDA ETÀ DELLE TELECOMUNICAZIONI. LA PRIMA ERA RAPPRESENTATA DALLE CONNESSIONI VIA PC ALLA RETE INTERNET, GRANDE NOVITÀ DEGLI SCORSI ANNI; LA SECONDA VEDE IL COINVOLGIMENTO DELLE RETI MOBILI E DATI NEL PRIMO TENTATIVO EFFETTIVO DI REALIZZARE UNA RETE INTEGRATA NEI SERVIZI E NELLE APPLICAZIONI, CHE RAPPRESENTANO IL VERO MOTORE TRAINANTE DI QUESTO BUSINESS DI INIZIO MILLENNIO.

Il CeBIT, giunto all'edizione del Duemila, ha ospitato quest'anno 7515 espositori, in numero ancora maggiore rispetto agli ultimi anni (figura 1), distribuiti su ventisei padiglioni, divisi in aree tematiche: Information Technology, Network Computing, Automatic Data Collection, Engineering, Design, Manufacturing, Planning, Software Consulting and Services, Telecommunications, Office Automation, Bank Technology, Card Technology/Security Equipment, Research and Technology Transfer, Distributors.

Le applicazioni WAP (*Wireless Application Protocol*), vero tema dominante del Cebit 2000, sono state presentate da numerosi espositori che mostravano potenzialità e possibili sviluppi applicativi. Il commercio elettronico, nelle sue accezioni più diffuse di *B2B (Business to Business)* e *B2C (Business to Consumer)*, attraverso la tecnologia WAP, rappresenta una realtà sempre più presente nel mercato. Si pensi, ad esempio, alla facilità di

Utilizzazione di un'agenda condivisa con l'ausilio di un terminale WAP.



Figura 1 Crescita del numero degli espositori negli ultimi anni.

acquistare con un terminale WAP, un biglietto aereo tramite il sito della compagnia prescelta o anche di consultare un'agenda condivisa tra persone appartenenti alla stessa società.

Per quanto riguarda le reti di accesso, l'ADSL e in generale l'xDSL, sono stati proposti dalla maggior parte dei gestori internazionali, come unica soluzione per "navigare" nella rete delle reti a velocità dieci volte superiore a quella oggi consentita dalle terminazioni ISDN.

Particolare interesse hanno suscitato tra i visitatori i modem ADSL (ma anche i Terminal Adapter ISDN) proposti ad esempio da Nokia e Aztech; i modem, dotati di interfac-

Conferenze

cia lato utente di tipo wireless a 2,5 GHz (a 10 Mbit/s e le evoluzioni future verso i 54 Mbit/s), consentiranno di realizzare, con costi assai contenuti, reti LAN Wireless per applicazioni di tipo *SOHO* (*Small Office Home Office*).

I padiglioni dedicati alle telecomunicazioni (sette al coperto più quelli all'aperto per l'al-



Il modem ADSL della Aztech.

lestimento degli apparati) hanno registrato anche quest'anno una massiccia presenza delle principali aziende operanti nel settore, da quelle note a quelle meno conosciute anche dagli addetti ai lavori. Senza alcuna pretesa di completezza possono essere ricordati tra i gestori, i service provider e le manifatturiere: Deutsche Telekom, DeTeWe, Swisscom, Belgacom, France Télécom, Telenor, Telia, MCI Worldcom, Lucent, Ericsson, Alcatel, Siemens, Nokia, Sony, Panasonic, UUNET, Telecom Italia.

La visita ai padiglioni riservati alle telecomunicazioni ha messo in luce uno spiccato orientamento ai servizi dati e alle nuove tecnologie per reti fisse e mobili che i produttori di terminali ed i service provider si sono imposti per affrontare il mercato.

Gli stand di telecomunicazioni allestiti per la manifestazione sono stati suddivisi in due categorie: quelli per i prodotti destinati alla clientela finale (con prodotti di largo consumo quali ad esempio terminali d'utente) e quelli indirizzati agli operatori (con soluzioni per le architetture di rete).

Passando ad esaminare alcune tra le proposte più interessanti presentate alla mostra, sembra opportuno segnalare che ancora una volta sono state al centro dell'attenzione le soluzioni legate alla mobilità.

In particolare per i prodotti ed i servizi orientati a queste reti si è potuta rilevare una massiccia presenza di terminali d'utente dell'ultima generazione che permettono di usufruire dei servizi per dati conformi allo standard *GPRS* (*General Packet Radio Service*), terminali WAP, che senza dubbio rappresentano la tendenza evolutiva dei cellulari del Duemila, in particolare per l'accesso a speciali siti Internet. Queste proposte rappresentano il primo passo di un'alta innovazione nel campo delle applicazioni mobili che puntano decisamente - anche o soprattutto a causa della limitazione della banda disponibile - sulla terza generazione per la fornitura di servizi e per l'accesso IP ad alta velocità.

Il motore per le reti mobili è ancora una volta costituito dai prodotti di consumo destinati alla clientela: da quella affari ai "teenager".

Questi prodotti, a un design avveniristico, uniscono caratteristiche come peso e dimensioni ridotte, elevata usabilità e conformità ai nuovi standard di rete; i prodotti hanno quindi attratto negli stand dei maggiori produttori migliaia di potenziali acquirenti e nuovi utilizzatori dei servizi e delle applicazioni messe a disposizione dalle reti mobili.

Una particolare affluenza si è avuta nei padiglioni che mostravano questi prodotti quali i Nokia, gli Ericsson ed i Sony. A tal proposito

Il terminale R380s della Ericsson.



può essere ricordato il nuovo modello di *terminale R380s* della Ericsson, che pur conservando dimensioni e peso di un normale cellulare, una volta aperto diventa un computer con browser WAP, con modem e con un collegamento a raggi infrarossi verso il PC.

L'Ericsson ha anche presentato il Communi-

Conferenze

cator Platform, un palmare che permette di navigare in Internet e che integra il sistema di posizionamento satellitare *GPS (Global Position System)*.

Alle proposte di Ericsson, Nokia ha risposto presentando il nuovo *terminale 8890* che opera su una doppia gamma di frequenze permettendo di essere impiegato sia in Europa sia nel Nord America e che integra un sistema di riconoscimento del testo che facilita l'invio degli *SMS (Short Message Services)*. Sempre nel quadro delle proposte innovative Nokia ha presentato la *tecnologia Hscsd*, con la quale ha realizzato il *modello 6210* che consente una navigazione su Internet a velocità maggiore delle attuali. Entrambi i costruttori hanno anche realizzato soluzioni destinate ad un mercato di nicchia con prodotti atti a resistere ad urti e ad intemperie e perciò adatti a chi opera all'esterno degli edifici in condizioni difficili. (Modelli *62590* per Nokia e *310s* per Ericsson).

Passando poi alle applicazioni ed ai servizi proposti per le reti fisse, le tendenze rilevabili nella fiera possono essere sostanzialmente riassunte nello sviluppo di reti dorsali a lunga distanza con integrazione di voce e dati e nell'incremento dello sviluppo di Internet.

Rispetto agli anni passati è stata infatti riscontrata una tendenza generalizzata da parte delle diverse società manifatturiere a realizzare apparati d'accesso e nodi multiservizio in grado di utilizzare le nuove tecnologie ATM o quelle IP per il trasporto di voce e dati in maniera integrata. I modelli realizzativi ed i prodotti erano mostrati tra l'altro nei padiglioni Lucent Technologies, Nortel, ed Ericsson per le manifatturiere, e nello stand di France Télécom per i gestori.

Fra le varie soluzioni proposte è sembrata di notevole interesse quella che la Ericsson ha esposto presso il proprio stand. Il *progetto Engine* un insieme di prodotti e servizi che guidano la transizione e la convergenza delle reti wireless e wireline verso le reti multiservizio più innovative in grado di gestire applicazioni e servizi quali IP, VoIP, VPNs, accesso Internet. I prodotti proposti con questa soluzione sono basati su IP ed ATM vanno dal sistema AXE, a quello ATM AXD301, un modulo costituito da un singolo subtelaio con la capacità di commutare 10 Gbit/s e avente una modularità fino a 160 Gbit/s; al router IP AXI 520 con capacità di 40 Gbit/s, alla fonia

su IP Gateway AXI 511.

Di grande effetto la demo che mostrava un'applicazione Client per *computer IPULSE* che dà la possibilità di usufruire dalla propria postazione di lavoro di Voce su IP, Pagine, Text Chat, Web conferencing fornendo valore aggiunto ai servizi che offrono i gestori o gli *ISP (Internet Service Provider)*.

Tra le altre proposte spiccava anche il nodo di *accesso multiservizio (7R/E-PD)* che la Lucent Technologies ha presentato presso il proprio stand. Un commutatore ATM con una capacità di 10 Gbit/s che consente di controllare altre macchine più piccole della stessa tecnologia per realizzare una sorta di rete privata tra aziende.

La Memory Stick della Sony.



Tra le presentazioni dei gestori spiccava la rete dorsale europea che France Télécom ha presentato come elemento centrale della propria strategia: questa rete, con l'ausilio di diversi partner nazionali, consentirà di rendere disponibili nuovi servizi in oltre 250 città con capacità di trasporto di 80 Gbit/s per ogni anello SDH. Le località italiane interessate dalla rete di France Télécom saranno inizialmente Milano e Roma.

Anche quest'anno il Gruppo Telecom Italia è stato presente all'esposizione con uno stand in cui le maggiori aziende del Gruppo hanno presentato i propri prodotti e servizi innovativi per la clientela privata e affari. CSELT, in particolare, ha esposto i più recenti risultati della ricerca nel campo delle Virtual Communities: *TINPLAYER* è infatti un'applicazione che, in spazi Internet condivisi, integra una serie di funzioni quali: giochi online, audio-video conferenze, chat e filmati.

Conferenze

Questi ambienti tridimensionali condivisi diventano spazi d'incontro per navigatori che possono animare conferenze multipunto avvalendosi dei loro *avatar* (modelli tridimensionali virtuali antropomorfi) che possono essere creati con JOE, l'applicativo interamente ideato e realizzato dallo CSELT. Per il Personal Computing, come negli anni scorsi, erano presenti numerosi espositori provenienti da Taiwan per il Personal Computing e non solo. Dall'Estremo Oriente, società di ogni tipo hanno presentato prevalentemente le unità periferiche di tipo *USB* (*Universal Serial Bus*). Questo bus permette uno scambio di informazioni tra il personal computer e le periferiche ad una velocità di 12 Mbit/s per un numero massimo di 127 connessioni contemporanee.

Le porte USB già presenti sulle *mother board* commercializzate in Italia, consentiranno di utilizzare nell'immediato futuro le più comuni periferiche esistenti (schede di rete, stampanti, modem, terminal adapter, porte seriali e parallele, webcam, telecamere digitali, scanner, tastiere, mouse) con un unico bus universale (l'USB). La Società Belkin ha esposto un'ampia gamma di accessori dimostrando anche la facilità d'uso e la completa modularità dei propri prodotti *Bus Station™*.



Lo *standard firewire* (*IEEE 1394*), concorrente dello standard USB, è stato presentato per le applicazioni di acquisizione e di post produzione video per professionisti del settore e per sistemi di videoconferenza. Lo standard *IEEE 1394*, a differenza di quello USB, può gestire contemporaneamente 63 dispositivi (quali: scanner, stampanti, televi-

sori digitali), assicurando una nuova gamma di applicazioni.

Con i sistemi firewire è possibile trasferire dati video da una telecamera ad un PC o ad un televisore, senza introdurre distorsioni nelle immagini e con una velocità massima di 400 Mbit/s. La tedesca Pinnacle System è stata una delle società promotrici dello standard *IEEE 1394* e ha presentato una scheda di acquisizione video, *miròVideo DV500*, che consente di memorizzare filmati importati tramite una porta firewire da videocamere *DV* (*Digital Video*), in formato *MPEG2*.

Un esempio di impiego di Memory Stick.



La Bus Station™ USB della Belkin.

Per quanto riguarda infine la multimedia, può essere ricordato il padiglione della Sony dove erano mostrati, oltre ai sempre meno costosi schermi al plasma in formato 16:9 e ai monitor Trinitron, un'interessante innovazione: le *memory stick* utilizzate per radio portatili, macchine fotografiche e numerosi oggetti della vita quotidiana "miniaturizzati".

In conclusione, la fiera di Hannover anche quest'anno è stata la più importante vetrina di sistemi e di prodotti per le telecomunicazioni europee. Ma l'area espositiva è così vasta che, completando la visita, si parte con il rammarico di aver forse perso l'opportunità di esaminare qualcosa d'importante.

Alfredo De Donno, Fabio Romano,
Fabio Sambiasi, Valter Subissi
Telecom Italia DG - Roma

LA GESTIONE DEL TRAFFICO IN TELECOM ITALIA

Riccardo Aniello

ANNI FA ASIMOV, NOTO SCIENZIATO E AUTORE DI LIBRI DI FANTASCIENZA, IMMAGINAVA LA POSSIBILITÀ DI PREVEDERE CON PRECISIONE I COMPORTAMENTI DI MASSA E DELLE SOCIETÀ, FERMA RESTANDO LA LIBERTÀ DELL'AGIRE INDIVIDUALE, SULLA BASE DI UNA SOFISTICATA TEORIA STATISTICO-MATEMATICA. UN'ASPETTATIVA DI QUESTO TIPO CIRCA IL TRAFFICO, IN PARTICOLARE QUELLO DELLA RETE TELEFONICA, SEMBRA PERÒ DOVER ESSERE DELUSA. IL TRAFFICO, INFATTI, PRESENTA ACCANTO A TENDENZE ED A VARIABILITÀ PREVEDIBILI IN TERMINI STATISTICI E FRONTEGGIABILI NEI PIANI DI SVILUPPO DELLA RETE, FENOMENI DI VOLATILITÀ O DI ANOMALIA CHE RICHIEDONO INTERVENTI DI SUPERVISIONE E DI GESTIONE.

Le chiamate di massa legate a votazioni o a promozioni radiotelevisive, le condizioni che si creano in presenza di disastri, calamità naturali, incidenti o

comunque eventi localizzati di vasta risonanza, gli spostamenti stagionali, le quote crescenti di traffico Internet e di traffico di interconnessione verso altri gestori, sono tutti esempi di variabilità anche estreme del traffico che non è possibile o conveniente affrontare con piani di adeguamento della rete. Si tratta d'altra parte di fenomeni che possono incidere in misura non marginale sulla qualità percepita dagli utenti e, di riflesso, sull'immagine del gestore. Di qui la necessità di creare uno strumento di controllo, un osservatorio della dinamica del traffico, dal quale il faticoso *deus ex machina* possa abbracciare con uno "sguardo" lo stato della rete e intervenire là dove serve, in tempo reale. La Gestione del Traffico (nel

seguito indicata come GdT) consente a un gestore di telecomunicazioni di conoscere, in tempo reale, lo stato del traffico nella propria rete e di intervenire, in caso di necessità, per incrementare, quanto più possibile, il numero di chiamate portate a termine con l'obiettivo di mante-

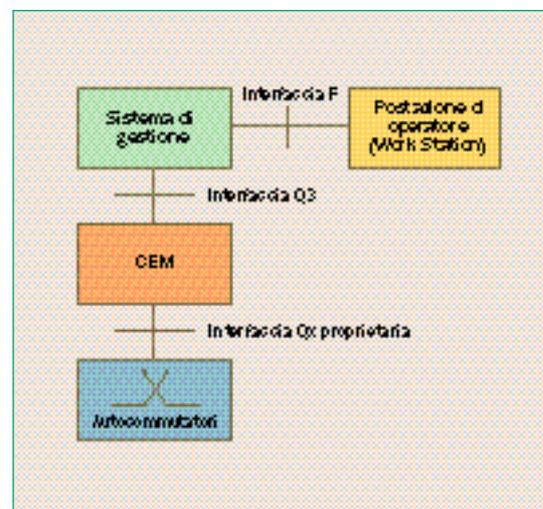


Figura 1 Architettura del sistema di gestione.

nerne il grado di servizio stabilito in fase di progetto. È attuabile, in generale, sulla PSTN (*Public Switching Telephone Network*), sulle reti cellulari, su quella di segnalazione e sulle reti dati. La GdT sulla PSTN in Telecom Italia è effettuata dal CNGT (*Centro Nazionale Gestione Traffico*) per il traffico interdistrettuale sulle porzioni di rete tra due qualunque SGT (*Stadio di Gruppo di Transito*) e tra un SGT e un generico SGU (*Stadio di Gruppo Urbano*) e da dieci ulteriori centri operativi presenti in ambito UTR (*Unità Territoriali di Rete*) per il traffico svolto nelle reti metropolitane e distrettuali SGU-SGU. Il sistema di gestione utilizzato da tutti i centri è lo STAR/GD (*Sistema per il Traffico e per l'Analisi della Rete per la Gestione del Traffico*). L'architettura utilizzata



Controllo della dinamica del traffico nella rete di Telecom Italia.

è conforme agli standard *TMN (Telecommunication Management Network)* ITU, Serie M.3000 (figura 1). In particolare il sistema può colloquiare con gli autocommutatori di tutte le tecniche presenti in rete (Italtel, Alcatel ed Ericsson) attraverso i *CEM (Centro Esercizio e Manutenzione)*, utilizzando l'interfaccia Q3. I collegamenti tra il sistema di gestione ed i CEM sono a 64 kbit/s. Il sistema consente di attivare ed acquisire - ogni quarto d'ora - misure di traffico sui nodi, sui fasci e sulle destinazioni della porzione di rete sotto controllo. In ciascun nodo sono, in particolare, acquisiti il numero globale di tentativi di chiamata offerti, il numero di tentativi persi per congestione interna¹ ed il carico elaborativo dei processori. Le misure di fascio consentono di rilevare oltre al numero di tentativi offerti, quello degli impegni, dei fine selezione, delle risposte, delle giunzioni indisponibili ed il valore del traffico smaltito (in erlang) sui fasci di giunzione monitorati.

Le misure effettuate in base alla destinazione forniscono, infine, il numero dei tentativi, degli impegni e dei fine selezione su specifiche numerazioni la cui individuazione e *profondità di cifra* dipende dalla strategia di gestione adottata. Si può mettere ad esempio sotto osservazione l'insieme delle destinazioni il cui indirizzo inizia con 06 (Roma)

⁽¹⁾ In un nodo di commutazione di una rete a circuito si distinguono i fenomeni di congestione interna, cioè l'impossibilità di completare il circuito tra un dato ingresso del nodo e l'uscita desiderata per l'insufficienza delle risorse di connessione interne al nodo, e quelli di congestione esterna, legati all'impossibilità di completare il circuito suddetto per mancanza di risorse di connessione sul fascio uscente del nodo stesso in quanto tutte le giunzioni della direttrice desiderata sono impegnate.

oppure 08 (Campania, Abruzzo, Molise, Puglia). La profondità di misura può essere incrementata fino all'intera numerazione di un singolo utente.

Il sistema STAR/GD calcola, attraverso questi dati, parametri di traffico, qualità e disponibilità della rete che sono confrontati, ogni quarto d'ora, con soglie di allarme preventivamente impostate sul sistema. Il superamento di una o più soglie d'allarme è poi trasmesso alle stazioni di lavoro o ai *video-wall* dei centri, attraverso la variazione di colore di oggetti grafici che forniscono, nel loro insieme, una rappresentazione sintetica della rete supervisionata.

dite presenti e da consentire il ripristino di un adeguato grado di servizio.

Le anomalie di traffico che possono presentarsi sono riconducibili, in generale, a due tipi di cause:

- destinazioni finali di traffico difficili da raggiungere (*hard to reach destination*);
- capacità dei fasci di giunzione di una o più relazioni tra due nodi contigui, temporaneamente insufficiente a sostenere la domanda di traffico.

Il primo tipo di anomalia è relativo ad un'area telefonica terminale verso la quale si origina un numero di chiamate talmente elevato (ad esempio a seguito di



L'attività di gestione del traffico in Telecom Italia.

L'operatore può quindi eseguire la diagnosi dello stato del traffico presentato dal sistema, operando la correlazione dei dati di misura degli oggetti in allarme. È così possibile individuare l'effettiva presenza di perdite (*overflow*) in rete, le relazioni di traffico interessate e le azioni da intraprendere.

Questa è la fase più delicata dell'attività di gestione poiché richiede di ripianificare, in tempo reale, l'assetto del traffico in rete in modo da ridurre le per-

una calamità naturale) da non poter essere smaltito.

In assenza di interventi, lo stato di congestione si propaga anche ad altre parti della rete non direttamente interessate dal fenomeno. Per evitare che si verifichi questo disservizio, occorre limitare il traffico diretto verso l'area in questione a quello da essa effettivamente smaltibile. Questo provvedimento può essere preso attraverso l'applicazione di *controlli protettivi*, tanto più efficaci, quanto più in grado di bloccare a



La sala del Centro nazionale per la gestione del traffico di Telecom Italia.

monte i tentativi di chiamata in eccesso.

Il secondo tipo di anomalia può presentarsi in occasione di un guasto trasmissivo, che riduce la capacità disponibile dei fasci di giunzione in rete, oppure nei casi in cui su una o più direttrici tra due nodi si verificano incrementi occasionali di traffico, rispetto ai valori di picco previsti. In entrambi i casi occorre incrementare, in tempo reale, le risorse a disposizione delle relazioni di traffico interessate. Questo risultato può essere ottenuto aggiungendo, al piano d'instradamento programmato in centrale, ulteriori cammini d'instradamento attraverso l'adozione di controlli espansivi. Il CNGT ed i centri territoriali possono applicare, attraverso il sistema di gestione STAR/GD, controlli sia protettivi sia espansivi, sulle reti di competenza. L'attivazione dei controlli deve essere sempre preceduta, come si è già chiarito, da una diagnosi puntuale dello stato del traffico in rete. Occorre in proposito sottolineare che possono presentarsi situazioni in cui risulta necessario un intervento congiunto di più Centri (è il caso, ad esempio, di perdite di traffico sui fasci tra SGT e SGU).

I controlli protettivi più usati sono il *Call Gapping* ed il *Code Blocking*: il primo consente di stabilire il valore minimo dell'inter-

vallo temporale, *gap-time*, tra due chiamate successive instradate da un autocommutatore verso una specifica numerazione (limitazione temporale). Il *Code Blocking* consente invece di operare - anch'esso verso una specifica numerazione - una limitazione di tipo percentuale di tentativi di chiamata bloccando una prefissata quota (ad esempio il 50 per cento).

L'espansione del traffico, quando necessaria, è effettuata attraverso il controllo espansivo *TAR* (*Temporary Alternative Routing*), che consente di ampliare il piano d'instradamento programmato in centrale per una certa relazione di traffico, aggiungendo ad esso

temporaneamente nuovi cammini alternativi.

Si tratta sempre di operatività molto delicate che richiedono, da parte dei gestori, un'elevata professionalità e ottime capacità di analisi e di decisione.

Nei centri di gestione del traffico di Telecom Italia sono svolte numerose attività che possono essere così elencate:

- contenimento delle perdite in occasione di anomalie di traffico (guasti o sovraccarichi di rete);
- gestione del traffico originato da altri gestori o ad essi indirizzato;
- reinstradamenti temporanei in occasione di picchi di traffico stagionali;
- interventi per rispondere a eventi noti quali i sovraccarichi giornalieri (*peak day*) o di trasmissione televisive con chiamate degli ascoltatori;
- supporto alle attività di esercizio e manutenzione della rete;
- verifica dei piani di instradamento presenti in rete rispetto a quelli pianificati.

Particolare importanza riveste la gestione del traffico da e verso altri gestori poiché essa consente di controllare eventuali sbilanciamenti di traffico indotti in rete

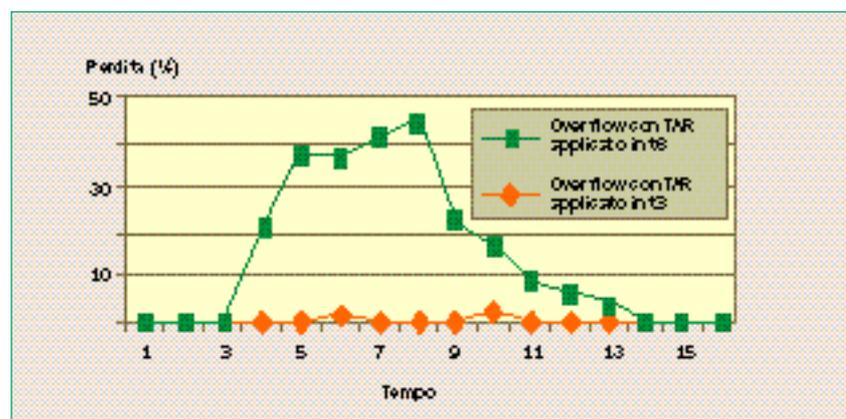


Figura 2

Esempio di azione espansiva attraverso il controllo TAR (*Temporary Alternative Routing*) operata sulle chiamate dirette dalla Calabria verso il distretto di Napoli.

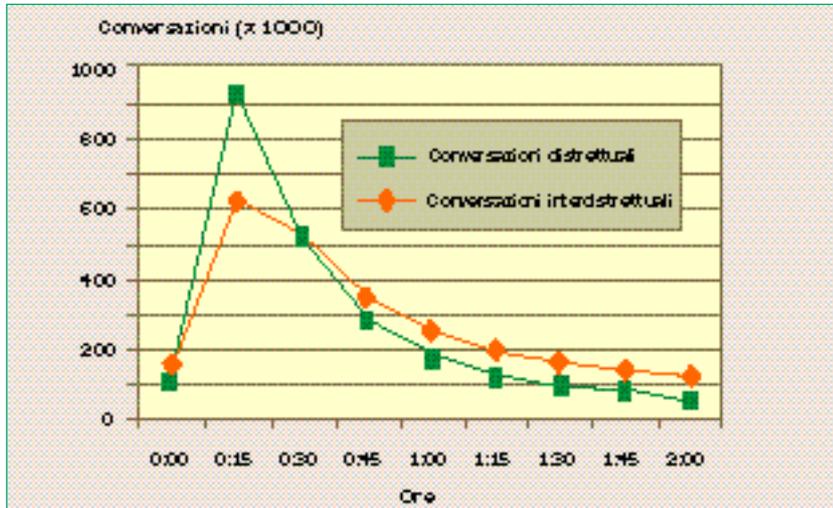


Figura 3 Numero complessivo delle conversazioni distrettuali e interdistrettuali a partire da mezzanotte del Duemila.

dai servizi di raccolta e di terminazione (in particolare utilizzando un instradamento su doppio SGT). In questi casi, le concentrazioni di traffico che si producono su alcune direttrici, che possono causare perdite in rete, sono agevolmente risolte attraverso l'adozione di controlli espansivi temporanei del tipo TAR.

Anche gli incrementi di traffico che si originano nei mesi estivi da e verso alcune zone balneari sono gestiti attraverso l'applicazione di controlli espansivi (è il caso, ad esempio, dei reinstradamenti temporanei operati dal CNGT nei mesi di luglio e agosto, sul traffico scambiato tra la Calabria e la Campania). Questi provvedimenti consentono di far fronte al fenomeno di picco, caratteristico di questo periodo, utilizzando al meglio la capacità di rete disponibile ed evitando interventi di ampliamento sugli impianti che sarebbero giustificati solo per un periodo di tempo limitato. La figura 2 mostra l'annullamento della perdita (*overflow*) tra gli SGT della Calabria ed il distretto di Napoli, con l'applicazione di un instradamento alternativo temporaneo TAR già dal-

l'inizio del picco di traffico (istante t3).

Un ulteriore importante contributo è stato fornito da tutti i cen-

tri di gestione del traffico in occasione del passaggio al nuovo millennio, quando sono state verificate, a partire dalla mezzanotte, le buone condizioni di smaltimento del traffico distrettuale e interdistrettuale e la tenuta della rete durante il picco, atteso, un quarto d'ora dopo la mezzanotte (figura 3).

Questi esempi mostrano come la gestione del traffico sulla PSTN rappresenti uno strumento necessario per un gestore di telecomunicazioni che desideri controllare il servizio offerto: la conoscenza, in tempo reale, dello stato del traffico e la possibilità di intervenire da un centro remoto, riducendo gli impatti di fenomeni altrimenti non sostenibili (senza perdite) dalla rete, costituisce, infatti, la "chiave" per fornire senza soluzione di continuità gli standard qualitativi attesi dal cliente.

Abbreviazioni

CEM	Centro Esercizio e Manutenzione
CNGT	Centro Nazionale Gestione Traffico
GdT	Gestione del Traffico
PSTN	Public Switching Telephone Network
SGT	Stadio di Gruppo di Transito
SGU	Stadio di Gruppo Urbano
STAR/GD	Sistema per il Traffico e per l'Analisi della Rete per la Gestione del Traffico
TAR	Temporary Alternative Routing
TMN	Telecommunication Management Network
UTR	Unità Territoriali Rete



Centro Gestione Traffico nella linea Esercizio e Sistemi. Opera attualmente nella funzione Service Assurance della Direzione Rete.

Riccardo Aniello si è laureato nel 1986 in Ingegneria Elettronica presso l'Università di Bologna. Nel 1988, dopo il servizio militare prestato come ufficiale delle "Trasmissioni", è stato assunto in SIP - Direzione Regionale Marche Umbria- dove l'anno successivo ha assunto la responsabilità degli impianti di centrale dell'Agenzia di Pesaro. Nel 1992 è passato ad operare presso l'Unità Territoriale Rete di Perugia in qualità di responsabile dell'esercizio degli impianti di centrale e di linea. Nel 1995 è entrato in Direzione Generale dove si è occupato di Network Traffic Management e della realizzazione del Centro Nazionale Gestione Traffico nell'ambito della linea Esercizio e Gestione Operativa. Nel 1997 ha assunto la responsabilità del settore

RUPA: LA RETE UNITARIA DELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Claudio Brosco

1. Introduzione

All'inizio del 2000, dopo anni di preparazione e di attese, è entrata in servizio la RUPA (*Rete unitaria della Pubblica Amministrazione*), la rete destinata ad essere per il prossimo decennio l'infrastruttura di telecomunicazioni comune per tutte le Amministrazioni pubbliche, centrali e locali.

L'evento rappresenta per la Pubblica Amministrazione italiana un traguardo di portata storica, giunto a compimento dopo un lungo e difficile percorso di progetti, idee, leggi, che hanno trovato finalmente condizioni favorevoli per realizzarsi concretamente.

2. Passi di sviluppo della RUPA

La storia della rete per le Pubbliche Amministrazioni è cominciata con i primi studi di fattibilità del 1995, ispirati dalle linee guida per la sua realizzazione, emanate dalla Presidenza del Consiglio. È continuata nel maggio 1997 con l'istituzione del Centro Tecnico AIPA - che ha la missione, nell'ambito della RUPA, di assistere le Amministrazioni garantendo il presidio della qualità e dell'innovazione tecnologica e dei servizi - ed è proseguita con il bando di gara per la RUPA, del febbraio 1998, indetta dall'AIPA (*Autorità per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione*) articolato in due lotti:

- il primo aveva come oggetto lo sviluppo e la gestione dell'infrastruttura geografica di trasporto e dei relativi servizi, inizialmente X.25, IP, frame relay e relativi servizi di corredo: formazione, supporto sistemistico,

call center, gestione della sicurezza fisica e logica;

- il secondo lotto riguardava lo sviluppo e la gestione dei servizi di interoperabilità tra i domini delle varie Amministrazioni, comprendenti diverse funzionalità base di groupware, quali la posta elettronica, la posta sicura, il trasferimento di file e l'accesso a Web e ad Internet.

La gara prevedeva, anche, spazi contrattuali per lo sviluppo dell'innovazione tecnologica e l'introduzione nel tempo di nuovi servizi per mezzo di opportuni iter di approvazione.

Un terzo livello funzionale, designato con il termine di *Cooperazione applicativa*, già presente nell'architettura funzionale della RUPA descritta dall'AIPA, è stato formulato con l'obiettivo di superare la "tradizionale incomunicabilità" tra applicazioni costruite su piattaforme informatiche diverse, mediante l'adozione di modelli, linguaggi e protocolli comuni. Il livello della cooperazione applicativa, appartiene ad una fase futura di sviluppo della RUPA e non è stato, perciò, oggetto della gara suddetta.

Destinatari dei servizi RUPA sono le Amministrazioni centrali dello Stato - globalmente un centinaio di istituzioni, articolate in circa 6 mila unità organizzative in 50 mila siti - che sono tenute per legge ad avvalersi dei servizi di trasporto e di interoperabilità definiti, sottoscrivendo con gli aggiudicatari della gara i relativi contratti di fornitura; destinatari sono anche le Amministrazioni locali - circa 10 mila istituzioni con 30 mila unità organizzative e 70 mila siti - che hanno facoltà di

avvalersi dei servizi suddetti nell'ambito del proprio dominio o per le interconnessioni con le Amministrazioni centrali o con altre locali.

Nel dicembre '98, il primo lotto della gara RUPA è stato aggiudicato a Telecom Italia ed il secondo a EDS Italia.

L'offerta di gara presentata da Telecom era basata su un progetto per lo sviluppo di un'infrastruttura dedicata in modo esclusivo alle Pubbliche Amministrazioni, e di essa già esistevano, per così dire, le basi, costituite da una precedente rete di Telecom Italia, la Rete Integrata, già utilizzata da molte Amministrazioni. Il 31 maggio '99 (con validità 22 giugno '99) è stato poi siglato tra il Centro Tecnico AIPA e Telecom Italia il cosiddetto *contratto quadro* che definisce, per il lotto 1, diritti e obblighi del fornitore (Telecom) verso le Amministrazioni clienti. Lo schema del contratto con le Pubbliche Amministrazioni, allegato al contratto quadro con il Centro Tecnico AIPA, fissa in cinque anni - prolungabili fino a nove - la durata dei contratti (un analogo contratto è stato stipulato con EDS per i servizi di interoperabilità del lotto 2).

Tra gli impegni prescritti nel contratto quadro con il Centro Tecnico AIPA, era richiesto che Telecom costituisse entro due mesi dalla stipula del contratto una società per azioni a cui trasferire tutti i diritti e gli obblighi contenuti nel contratto. È nata così nel luglio '99 Path.Net, nuova Società del Gruppo Telecom dedicata allo sviluppo ed alla gestione della RUPA ed alla commercializzazione dei relativi servizi verso le Pubbliche Amministrazioni. La Società, partecipata al 99,99 per cento da Telecom e per lo 0,01 per cento dalla Società Sodalìa di Trento, ha un capitale di 50 miliardi di lire e sede legale a Roma in via Paolo Di Dono 44.

3. Motivazioni alla base dell'infrastruttura

Prima di descrivere l'architettura ed i servizi della RUPA, le caratteristiche della soluzione messa a punto da Telecom e lo stato dell'arte del progetto, è utile soffermarsi sui fattori e sugli obiettivi che hanno favorito la nascita dell'infrastruttura

3.1 Contesto normativo

Va sottolineato innanzitutto che il contesto legislativo e, in particolare, le leggi Bassanini ed i successivi decreti di attuazione hanno dato una spinta decisiva al progetto di realizzazione della RUPA: infatti, il disegno dei poteri assegnati alle Pubbliche Amministrazioni dagli interventi legislativi e normativi, lungo la gerarchia di Amministrazioni statali, regionali ed Enti locali, ha delineato un percorso per l'evoluzione dei sistemi informativi modellato in base ai processi di delega. Nel contempo, è stata definita una ben precisa strategia e direzione di sviluppo dai sistemi di amministrazione ai sistemi interamministrativi. Questi indirizzi di riforma hanno portato a concepire la Rete unitaria come un'infrastruttura di supporto ai processi di trasformazione organizzativa e di ammodernamento tecnologico della Pubblica Amministrazione. Il modello della nuova rete prevede anche la connessione "controllata" al mondo esterno - Internet ed Extranet - per tutte le esigenze di relazione tra i differenti comparti della Pubblica Amministrazione ed i *Business System* esterni.

3.2 Razionalizzazione nel trasporto della Pubblica Amministrazione

All'obiettivo di creare un'infrastruttura per l'interscambio tra le diverse Amministrazioni, si aggiunge l'opportunità di impie-

gare questo cambiamento innovativo per razionalizzare le soluzioni di trasporto all'interno delle stesse Amministrazioni, costituendo Intranet virtuali sulla stessa rete fisica. Si vuole così unire ai vantaggi della standardizzazione dei servizi tra le diverse Pubbliche Amministrazioni quello delle economie di scala (*rete multichient*) e di gamma (*rete multiservice*) ricavabili dalla condivisione di una stessa struttura di telecomunicazioni.

zioni, la straordinaria velocità di diffusione delle tecniche di comunicazione di Internet - unita all'evoluzione delle tecniche e tecnologie dei commutatori di dati e dei mezzi trasmissivi - sono ulteriori fattori decisivi che hanno reso possibile oggi veicolare a costi contenuti informazioni multimediali per milioni di utenti, trasformando da utopia a realtà la globalizzazione della comunicazione a livello planetario.

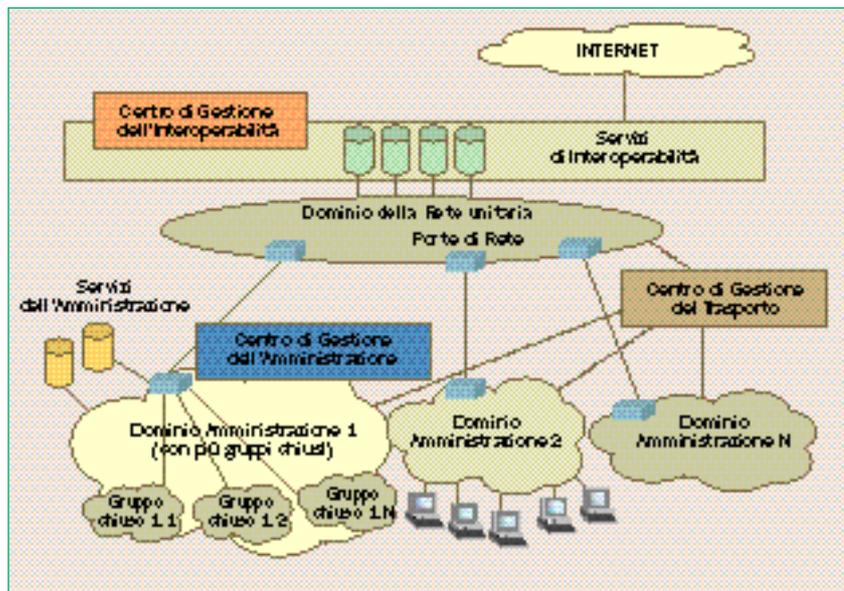


Figura 1 Modello funzionale della RUPA.

3.3 Opportunità offerte dalle nuove possibilità tecnologiche

Un ulteriore fattore che ha reso possibile l'attuazione del progetto della RUPA è il *driver tecnologico*: è infatti sotto gli occhi di tutti il rapido passo dell'evoluzione delle tecnologie informatiche e di telecomunicazioni. In campo informatico, si è giunti a disporre di ambienti standard - hardware e software - adeguati alle esigenze applicative e sufficientemente stabili e universali. Nel campo delle telecomunica-

Anche se resta non facile la gestione nel tempo del driver tecnologico, la consapevolezza della disponibilità di soluzioni tecniche idonee permette, oggi, di impiegare nuove idee per la progettazione e consente di avviare - come è avvenuto per la RUPA - progetti ambiziosi di interesse nazionale. In coerenza con il quadro descritto, il capitolato ed il progetto della RUPA già annunciano la disponibilità nel breve termine di forme evolute di trasporto in grado di integrare fonia, dati e videocomunicazione.

3.4 Il mercato

I driver precedenti sono ulteriormente avvalorati dall'elevato potenziale di idee di business scaturite dalla realizzazione del modello unitario di rete. Come fatto rilevante nel campo della Pubblica Amministrazione, può essere citato l'esempio di esperienze - già realizzate all'estero e in corso di approntamento in Italia - di *Business Service Center* ai quali il cittadino può rivolgersi per ogni esigenza o istanza che riguardi la Pubblica Amministrazione, tramite una sorta di sportello virtuale multiservice di una Pubblica Amministrazione Unitaria, in grado cioè di rispondere con linguaggi e con modelli operativi unitari.

Per riassumere, i principali fattori concomitanti di sviluppo della RUPA sono i nuovi modelli di riforma e di riassetto organizzativo della Pubblica Amministrazione promossi nelle sedi di Governo e in quelle legislative, l'obiettivo di razionalizzazione e di ottimizzazione economica delle infrastrutture tecnologiche, le possibilità offerte dalle nuove tecnologie e le iniziative di business indotte.

4. L'architettura della rete unitaria ed i servizi di trasporto richiesti

In questo quadro nasce il *capitolato della gara RUPA*, nell'ambito del quale viene definito uno specifico ed originale modello di rete. Il capitolato introduce, infatti, alcuni concetti che caratterizzano in modo distintivo l'architettura funzionale della RUPA. Con riferimento alla figura 1, è definito "dominio" un ambito di risorse di rete assegnato virtualmente ad un'Amministrazione. Dal punto di vista del cliente, un dominio è anche l'insieme degli accessi alla RUPA che formano la

partizione logica di utenze associata alla singola Amministrazione. Utenti appartenenti allo stesso dominio comunicano tra di loro direttamente attraverso connessioni logiche rese disponibili dai servizi di trasporto della RUPA nell'ambito delle risorse dello stesso dominio. All'interno di ogni dominio sono altresì definibili ulteriori sottoinsiemi di risorse, detti *gruppi chiusi*, associabili, ad esempio a specifici centri

di file, il "terminale virtuale", l'accesso a news, a world wide web e ad Internet e come *servizi addizionali*: i servizi di "hosting" e "mirroring" dei server web, il collegamento a banche dati esterne e servizi di interoperabilità interna ad ogni amministrazione). Il modello definito prevede quindi che le Amministrazioni che abbiano l'esigenza di comunicare tra loro per mezzo dei servizi di interoperabilità,



Centro di gestione della rete di trasporto (CG-T).

di costo dell'Amministrazione. Per poter realizzare comunicazioni tra domini diversi - cioè tra differenti Amministrazioni - e per poter accedere alla rete Internet, il modello architetturale prevede l'accesso ad un livello superiore di rete, detto *Dominio della rete unitaria*, attraverso opportune *porte di rete*. Ogni dominio di Amministrazione avrà infatti una sua porta di uscita collegata alla porta di ingresso nel dominio della *rete unitaria*.

Il capitolato definisce, inoltre, un Centro di gestione di servizi interamministrativi e di accesso a Internet, detto *CG-I (Centro di Gestione dell'Interoperabilità)*, che sviluppa e gestisce i servizi inclusi nel lotto 2 della gara (questi sono classificati come *servizi base*: la posta elettronica, il trasfe-

cedano al dominio della Rete unitaria ed al Centro di gestione dell'Interoperabilità.

L'architettura delineata nel Capitolato definisce, inoltre, le funzioni del *CG-T (Centro di Gestione del Trasporto)*, in carico al gestore della rete di trasporto, riassumibili in competenze di gestione di rete e di servizio sia per le reti interne al dominio di ogni Amministrazione sia al dominio della Rete unitaria.

Infine, nell'ambito di ogni dominio di Amministrazione è anche definito un *CG-Amm (Centro di Gestione dell'Amministrazione)*, in carico all'Amministrazione stessa, con funzione di help desk verso gli utenti del dominio e di controllo dello stato di funzionamento della rete di dominio. Il CG-Amm, per poter svolgere

Servizi di trasporto
<ul style="list-style-type: none"> X.25 (0,6 Mbit/s - 64 Mbit/s) Frame Relay (64 Mbit/s - 2 Mbit/s) IP permanente (64 Mbit/s - 2 Mbit/s) IP commutato (64 Mbit/s - 128 Mbit/s) Circolo Trasmissivo Numerico (0,6 Mbit/s - 2 Mbit/s) Customer Service Management: <ul style="list-style-type: none"> vieta e allo stato delle risorse del dominio del cliente notifica dei malfunzionamenti di rete monitoraggio della qualità della rete e dei servizi Supplementi: <ul style="list-style-type: none"> backup ISDN delta di banda garantita assistenza e all'interno arco giornaliero (24h) sicurezza (IPSEC)
Servizi di supporto
<ul style="list-style-type: none"> Gestione della rete Gestione delle reti virtuali delle amministrazioni Call Center per help desk di 2° livello Assistenza specialistica alle amministrazioni nella formulazione dei fabbisogni Formazione del personale dei Centri di Gestione delle Amministrazioni, del Centro di Gestione dell'Interoperabilità e del Centro Tecnico

Tabella 1 Servizi di trasporto e di supporto della RUPA (previsti nel 1° lotto).

queste funzioni, è connesso al CG-T ed al CG-I. Per quanto riguarda i servizi richiesti per il lotto 1 della gara RUPA, essi sono ripartibili nei servizi di trasporto in quelli di supporto rappresentati in tabella 1. Oltre a questi servizi è già pianificata l'introduzione di servizi di trasporto SNA/IP da 64 kbit/s a 2 Mbit/s, dell'IP *secondario* - che consente di rilanciare le connessioni IP da un sito di concentrazione verso una pluralità di siti periferici -, dell'IP *commutato mobile* - che permette di accedere alla rete IP da postazioni mobili affacciate sulla rete telefonica/ISDN -, del servizio di ripristino veloce, che offre entro quattro ore il ripristino del corretto funzionamento dei servizi a seguito di anomalie.

5. Il progetto RUPA

Sulla base del modello di rete sopra descritto e dei requisiti posti, Telecom Italia ha sviluppato il progetto per la RUPA.

I requisiti generali, tratti dal capitolato di gara, hanno indirizzato il progettista verso la creazione di un'infrastruttura che fosse innanzitutto modulare, e quindi ben scalabile per nove anni, sia in termini di dimensioni sia di gamma di servizi predisponibili.

Chi opera nel campo dello sviluppo delle reti per dati sa bene quanto lungo sia un arco temporale di nove anni rispetto al ciclo per l'aggiornamento delle tecnologie impiegate, e quali sfide ponga l'obiettivo di gestire lo sviluppo di infrastrutture dedicate a una molteplicità di

clienti nazionali senza discontinuità e senza impatti sulla qualità

dei servizi erogati e nel rispetto dei criteri di efficienza e di redditività.

Per realizzare la RUPA è stato perciò scelto un insieme di tecnologie e di costruttori leader assoluti a livello internazionale - Nortel, Cisco, IBM e Lucent - e sono stati messi in atto una serie di accorgimenti progettuali tesi a rendere massima la flessibilità delle attività per ampliare e per modificare la rete.

Il peso notevole attribuito dal capitolato di gara agli aspetti di qualità e di sicurezza ha, inoltre, orientato il progetto a esaminare con particolare cura i processi organizzativi necessari per il presidio di questi valori oltre che a dedicare una speciale attenzione ai livelli di servizio, agli strumenti ed ai processi di monitoraggio proattivo della rete e di registrazione delle prestazioni.

L'architettura di rete, disegnata in base ai requisiti del capitolato ed

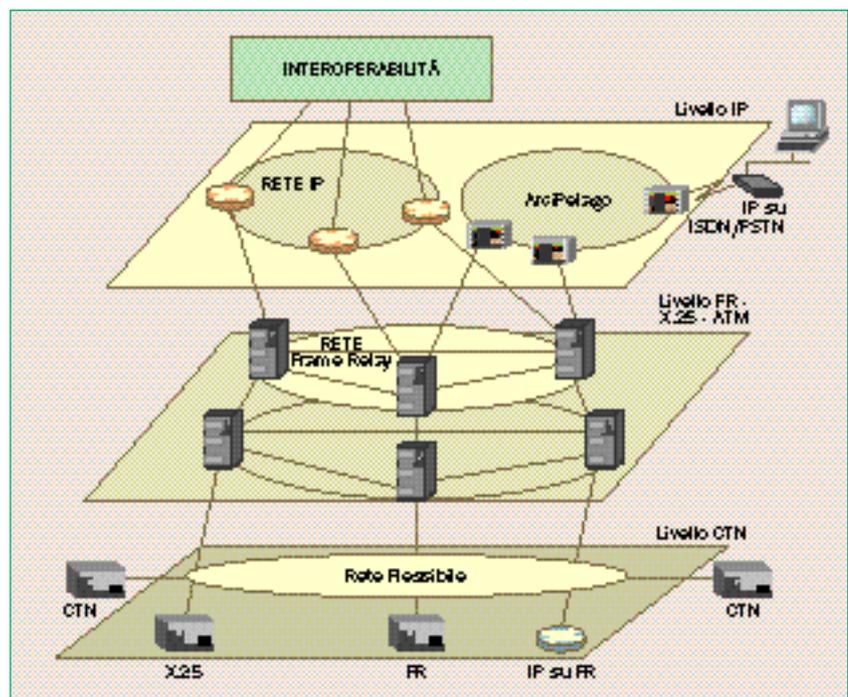


Figura 2 Architettura della RUPA.

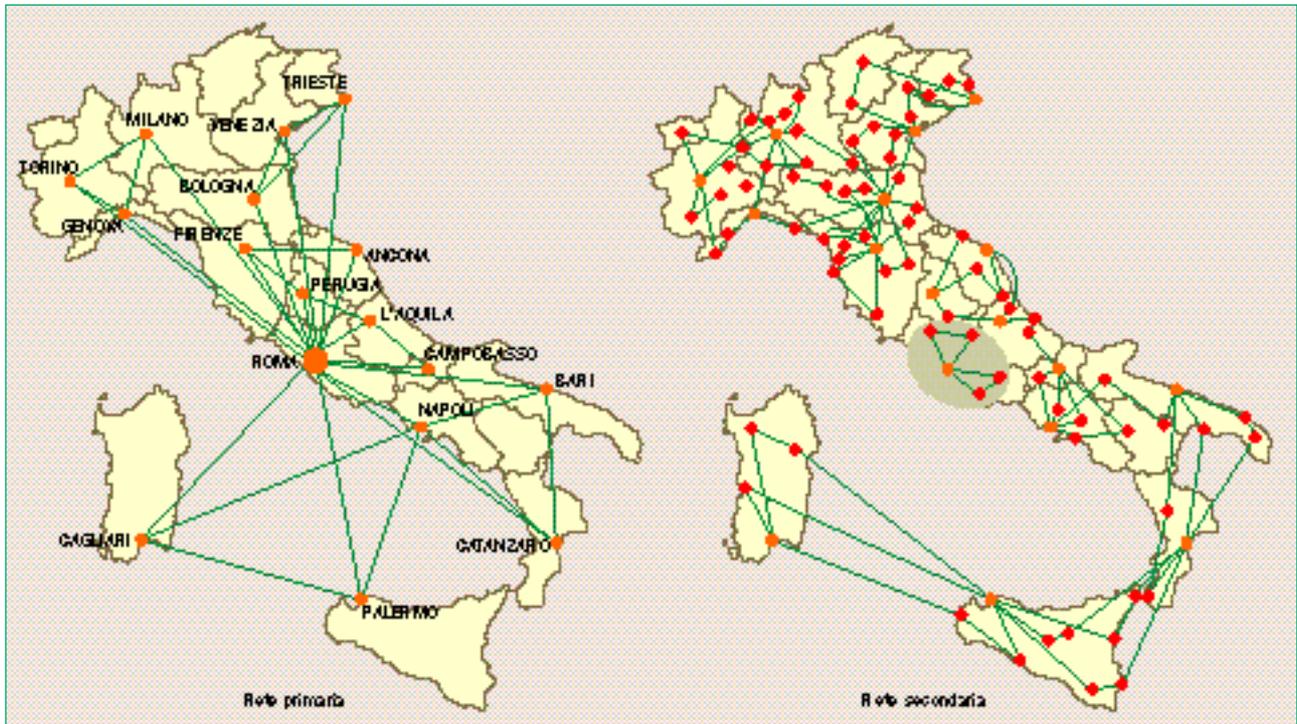


Figura 3 Topologia della RUPA.

alle soluzioni progettuali scelte da Telecom (figura 2), prevede, al livello più basso, l'impiego della "Rete Flessibile" per l'erogazione del servizio CTN (*Circuiti Trasmisivi Numerici*) - servizio definito nel Capitolato, simile al CDN (*Circuiti Diretti Numerici*) già in servizio in Telecom - e per realizzare il circuito di rilegamento tra la sede del cliente ed il PoP (*Point of Presence*) degli altri servizi di trasporto (X.25, Frame Relay e IP). Al livello superiore una rete costituita da 103 nodi di commutazione - a sua volta articolata in un backbone primario ed una rete secondaria (figura 3) - situati in altrettante località italiane, garantisce le funzioni di commutazione per i servizi Frame Relay e X.25. Ogni nodo è costituito da apparati Nortel, DPN e Passport. Il livello IP sovrastante, nel quale si realizzano le funzioni di accesso e di trasporto per i servizi *IP Permanente* e *IP Commutato*, si avvale di

un "backbone" specializzato di router e della rete di accesso Arcipelago di Telecom.

Uno dei principali valori aggiunti all'infrastruttura di trasporto è costituito dal sistema di gestione. In conformità agli standard internazionali, i sistemi di gestione della RUPA sono stati strutturati per realizzare le tre "viste": *Network Management*, *Service Management* e *Customer Focused Management*. Il primo livello è tipicamente realizzato tramite sistemi gestionali proprietari messi a disposizione dai costruttori e da sistemi sviluppati ad hoc per adeguare le funzionalità e le prestazioni di reporting alle prescrizioni di capitolato. Tra questi il sistema *MONRES (MONitor REsource)*, sviluppato dallo CSELT per il monitoraggio gerarchico delle prestazioni di rete ed il sistema *SMR (Service Management Reporter)*, personalizzato dalla Nortel in base alle specifiche RUPA. Gli altri livelli di

gestione consentono di svolgere le funzioni di controllo per servizio e per cliente.

I principali sistemi sviluppati a questo scopo sono: i sistemi *IDNM-SP (Integrated Data Network Management)* per il *Service Provisioning*, *IDNM-FM* per il *Fault Management*, sviluppati da Sodalia, e il sistema *TTPA (Trouble Ticketing Pubblica Amministrazione)*, sviluppato da Telesoft.

Un'ulteriore componente, finalizzato alle misure di qualità sia della rete RUPA sia delle reti virtuali dei clienti in essa configurate, è il sistema *BDQST (Base Dati della Qualità dei Servizi di Trasporto)*, che costituisce l'archivio dei dati di qualità, necessario anche ai fini contrattuali. I dati sono relativi sia alla qualità dei servizi sia alla qualità dei processi (ad esempio, il tempo di fornitura del servizio).

Associato al BDQST è il servizio *SMQST (Servizio di Monitoraggio della Qualità dei Servizi di Tra-*

sporto), che permette agli addetti del CG-T e agli operatori dei CG-Amm di utilizzare le funzioni di *Performance Monitoring* e di *Fault Management*.

È stato anche previsto - trasversale a tutti i componenti gestionali sopra citati - uno strato di sistemi per il presidio della sicurezza della RUPA che garantisce la salvaguardia dei servizi in occasione di tentativi di attacco o di una violazione di qualsiasi genere all'integrità fisica e logica della rete.

La struttura organizzativa di Path.Net nella quale sono posti tutti i sistemi gestionali citati è il CG-T, che ospita le funzioni di *Customer Care* e di *Sicurezza della Società* (figura 4).

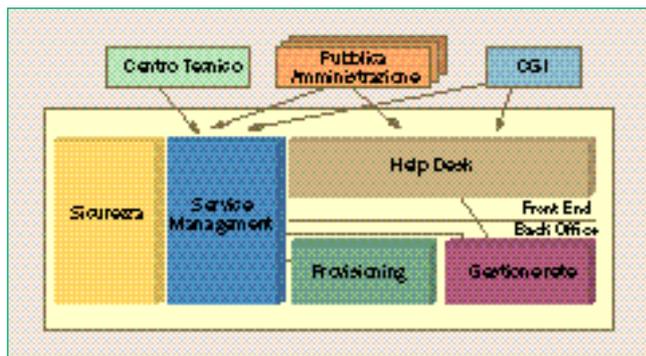


Figura 4 Organizzazione del Centro di Gestione del Trasporto della RUPA.

Per quanto sintetica, la descrizione dei Sistemi Gestionali della RUPA sopra riportata mette in luce l'alto livello tecnologico di questa componente di rete - punto nevralgico dell'intera infrastruttura - caratterizzato, già nelle specifiche AIPA, da un elevato grado di integrazione e da cospicue possibilità di controllo.

5.1 Qualità e sicurezza della RUPA

Come già accennato nel capitolato e nel progetto della RUPA, una particolare attenzione è posta agli aspetti di qualità e sicurezza. Senza entrare in una descrizione

particolareggiata dei requisiti abbastanza complessi e delle soluzioni messe a punto, può essere rimarcato che, per quanto riguarda la qualità tecnica della rete, il risultato atteso è una disponibilità del servizio pressoché assoluta.

La rete dovrà essere percepita dall'utilizzatore finale esclusivamente come mezzo di connettività e non come infrastruttura tecnologica; quanto più "invisibile" è la rete come entità tecnica, tanto più sofisticato deve essere il sistema integrato di qualità della rete, attinente alle tecnologie di base, ai sistemi ed ai processi. A questo obiettivo è finalizzata l'organizzazione del

CG-T ed è ispirata la politica della qualità di Path.Net. L'obiettivo di sicurezza della RUPA è rappresentato dai servizi di sicurezza definiti anche essi nel Capitolato di gara. In sintesi, il requisito richiesto

riguarda la salvaguardia della riservatezza, integrità e disponibilità dell'informazione - elaborata su computer, memorizzata su supporti di varia natura o trasmessa lungo canali trasmissivi - contrastando efficacemente ogni minaccia di violazione sia di tipo accidentale che intenzionale. Il progetto della sicurezza stabilisce innanzitutto cosa deve essere protetto, da chi ed in quale misura dal punto di vista tecnico ed economico. Da queste richieste scaturisce la *security policy* e la definizione delle soluzioni tecniche. Sulla RUPA sono state già predisposte e collaudate le misure di

sicurezza fisica, quali il controllo dell'accesso alle aree con apparecchiature critiche e le protezioni contro eventi accidentali (quale, ad esempio, gli incendi), e le misure di sicurezza logica, la protezione del software, l'identificazione e l'autenticazione degli operatori, l'attivazione dei log degli eventi, la rilevazione automatica degli attacchi.

Per presidiare efficacemente i due aspetti di qualità e sicurezza, sono già operative nell'ambito di Path.Net e del Centro Tecnico AIPA Comitati specifici di coordinamento e operativi, coadiuvati da funzioni di auditing.

6. Stato dell'arte del progetto

A metà aprile del 2000, quando viene redatto quest'articolo, la Rete RUPA è già decollata operativamente.

Lo sviluppo e il collaudo interno dell'intera infrastruttura è concluso, e le diciotto maggiori Amministrazioni Centrali hanno già stipulato il Contratto RUPA, per un valore globale di circa il 90 per cento del totale previsto, alle quali si è recentemente aggiunta la Regione Lazio, come prima Amministrazione Locale. Le Amministrazioni Centrali che hanno stipulato il contratto RUPA sono: INPDAP, INAIL, INPS, Ministero del Tesoro, Ministero dei Trasporti e della Navigazione, Ministero dei Lavori Pubblici, Ministero delle Comunicazioni, Ministero della Giustizia, Ministero delle Finanze, Ministero del Lavoro, Ministero della Sanità, Croce Rossa Italiana, CONI, Monopoli di Stato, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Ministero del Commercio Estero, ACI, Istituto di Previdenza per il Settore Marittimo, Istituto Postelegrafonici. Il servizio più richiesto è quello IP, con tutte le varianti previste (permanentemente, commutato e mobile).

In numero nettamente minoritario sono gli accessi X.25, mentre l'accesso Frame Relay è richiesto dalle Amministrazioni che, per motivi differenti, hanno preferito gestire autonomamente la *CPE* (*Customer Premises Equipment*). Sono invece assai richiesti i servizi SNA su IP e quelli IP a 34 Mbit/s, che sono di recente entrati nel portafoglio RUPA. Per quanto concerne le altre Amministrazioni locali, si è nella fase di divulgazione e di promozione della soluzione ad opera - oltre che di Path.Net e di Telecom Italia - di tutte le parti coinvolte, con obiettivi diversi sul tema (Presidenza del Consiglio dei Ministri, AIPA, centro tecnico, partner).

7. Ulteriori sviluppi

Prima ancora di far entrare in servizio operativo la rete, si è già nella fase di progettazione dell'evoluzione per essa prevista. Le direzioni di sviluppo sono, da un lato, l'"upgrade" della rete per consentire il trasporto integrato di informazioni multimediali e, in particolare, di dati e voce e, dall'altro, il potenziamento delle funzioni legate alla possibilità di instradamento per accrescere la connettività all'interno o tra le Amministrazioni e quella verso il mondo esterno. Le motivazioni e le linee di sviluppo di questi progetti possono essere così sintetizzate: il primo progetto, chiamato "RUPA multi-servizi", ha origine ancora una volta dalla direttiva Bassanini del 20 luglio 1999, che ha rappresentato con chiarezza le nuove opportunità di integrazione multimediale offerte dalle tecnologie delle reti dati e che indicava alle Amministrazioni Pubbliche l'obiettivo di utilizzare la RUPA - risorsa già acquisita come patrimonio comune, unitario ed esclusivo della Pubblica Amministrazione

- per il trasporto, oltre che dei dati (prodotti dalle applicazioni informatiche) anche della voce, per le comunicazioni nell'ambito delle singole Amministrazioni o tra diverse Amministrazioni (*on-net*) e per quelle dirette al mondo esterno (*off-net*). Path.net e Telecom Italia hanno risposto con tempestività alle indicazioni contenute nel messaggio della direttiva, definendo e realizzando un progetto di arricchimento dell'architettura della RUPA, già entrato con successo nella prima fase sperimentale. Il secondo progetto, che mira alla estensione delle funzioni di instradamento della rete, ha l'obiettivo di creare in tempi brevi una piattaforma flessibile di connettività orientata a rispondere a tutte le esigenze di connessione *any-to-any* derivanti dalle nuove applicazioni per la Pubblica

Amministrazione e dagli indirizzi di sviluppo applicativo tracciati dalla AIPA. Il modello di routing, opportunamente integrato con quello dell'interoperabilità (riferito al lotto 2), potrà poi consentire la connessione sia con i fornitori di servizi (*Service Providers*) sia con reti esterne a quelle della Pubblica Amministrazione dopo aver adottato opportune protezioni per la sicurezza. Saranno così incrementati i drivers di sviluppo del Business System della RUPA ed il valore del patrimonio applicativo che transita su di essa. Su questa base è, infine, di notevole interesse lo studio di modelli di trasporto per la Pubblica Amministrazione che rendano fruibile in modo ottimale agli utilizzatori l'uso di Internet e della RUPA, in relazione ai profili applicativi ed alla caratterizzazione delle due reti.

Abbreviazioni

AIPA	Autorità per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione
BDQST	Base Dati della Qualità dei Servizi di Trasporto
CDN	Circuiti Diretti Numerici
CG-Amm	Centri di Gestione delle reti delle Amministrazioni
CG-I	Centro di Gestione dell'Interoperabilità
CG-T	Centro di Gestione del Trasporto
CPE	Customer Premises Equipment
CTN	Circuiti Trasmissivi Numerici
MONRES	MONitor RESource
PoP	Point of Presence
RUPA	Rete Unitaria delle Pubbliche Amministrazioni
SMQST	Servizio di Monitoraggio della Qualità dei Servizi di Trasporto
SMR	Service Management Reporter
TTPA	Trouble Ticketing Pubblica Amministrazione



Rete Unitaria delle Pubbliche Amministrazioni.

Claudio Brosco si è laureato in Ingegneria Elettronica a Roma nel 1976. Dal '78 all'84 ha operato presso la Scuola Superiore G. Reiss Romoli in attività di docenza e ricerca nel campo della ITC. È quindi passato in Direzione Generale SIP per occuparsi di metodologie e tecnologie per la progettazione delle reti per la Clientela Business. Nel 1990 è stato nominato responsabile in Telecom dello sviluppo delle reti multicient nazionali per la Clientela Business, attività proseguita fino al '99. In questo periodo, il team di sviluppo reti ha realizzato le reti dati tuttora in campo, tra cui le reti InterBusiness, Tin.it e l'infrastruttura ATM. Nel dicembre 1999 è stato nominato Direttore Generale della Società Path.Net, dedicata allo sviluppo tecnico e commerciale della

QUALIFICAZIONE DEGLI APPARATI E TEST PLANT PER I SISTEMI TRASMISSIVI

Marco de Grandis, Pierpaolo Moretti

L'APERTURA DEL MERCATO DELLE TELECOMUNICAZIONI ALLA LIBERA CONCORRENZA RICHIEDE AD OGNI OPERATORE CHE, COME TELECOM ITALIA, ESCE DA UNA SITUAZIONE DI



Banco di prova per sistemi di linea HDSL a 2 Mbit/s.

MONOPOLIO DI VALORIZZARE I PROPRI PUNTI DI FORZA, SOPRATTUTTO PER QUANTO RIGUARDA LE INFRASTRUTTURE DI RETE. LA REALTÀ MULTIFORNITORE DELLA RETE TRASMISSIVA DI TELECOM ITALIA COSTITUISCE SENZA DUBBIO UN VANTAGGIO SE LA SI CONSIDERA IN RELAZIONE ALLA POSSIBILITÀ DI NON VINCOLARSI NEL TEMPO ALL'OFFERTA DI UN NUMERO LIMITATO DI FORNITORI; L'EFFETTIVA CONCORRENZA TRA UNA PLURALITÀ DI MANIFATTURIERE OTTENIBILE AD OGNI ACQUISIZIONE DI APPARATI CONSENTE COSÌ DI CONSEGUIRE UN ABBATTIMENTO NON MARGINALE DEI COSTI DI ACQUISIZIONE.

D'altro canto la realtà multifornitore pone anche l'esigenza di

mantenere un adeguato controllo sulla qualità dei prodotti offerti, una volta effettuata la scelta dei fornitori. La possibilità poi di esaminare problemi che possono nascere dall'interconnessione di sistemi realizzati da Società manifatturiere diverse rappresenta da alcuni anni un'esigenza molto sentita difficile da controllare in via preliminare, cioè prima della messa in servizio degli apparati. Questa esigenza si

è acuita con l'introduzione di sistemi di gestione multifornitore che richiedono prove con apparati diversi e di differenti costruttori in condizioni assai simili a quelle di esercizio. Per questo Telecom Italia si è da tempo dotata di strumenti necessari ad assicurare un adeguato presidio nell'acquisizione degli apparati attraverso la definizione di un processo di qualificazione ormai consolidato. Nell'ambito di questo processo, il test plant trasmissioni riveste particolare importanza perché consente di disporre di un modello di rete che riproduce le principali caratteristiche della rete in esercizio e che costituisce quindi un ambiente ideale per effettuare le prove di interoperabilità

tra una tipologia di apparato di nuova acquisizione e la rete esistente.

Il processo di qualificazione degli apparati trasmissivi

Il processo di qualificazione degli apparati ha l'obiettivo di verificare la rispondenza dei prodotti destinati ad essere inseriti nella rete trasmissiva alle specifiche tecniche di Telecom Italia. Esso si articola in due fasi operative principali: le *PVV (Prove di Verifica e Validazione)* e le *PQR (Prove di Qualificazione in Rete)*. Le *PVV* sono effettuate su uno o più esemplari di apparato, spesso in forma di prototipo, messi a disposizione dal fornitore presso il proprio test plant o presso quello di Telecom Italia. Sulla base di un elenco di rilevazioni predisposto da Telecom Italia, si esegue una serie di prove per verificare che le caratteristiche funzionali dell'apparato rispettino quanto richiesto dalle specifiche tecniche ed a quanto dichiarato e garantito dal fornitore. In questa fase, si mira in particolare a caratterizzare le interfacce dal punto di vista elettrico, a esaminare le prestazioni trasmissive ed a controllare le prescrizioni riguardanti i meccanismi di protezione in caso di guasto quali ad esempio il corretto subentro delle unità di riserva o gli scambi. Durante le *PVV* sono controllate anche le prestazioni del sistema di gestione sia a livello di *TAL (Terminale di Accesso Locale)* sia, ove esistente, a livello della catena di gestione completa comprendente il sistema di gestione di rete (*Network Manager*), il sistema di gestione d'apparato (*Element Manager*) ed il singolo apparato (*Network Element*). In questa fase si traggono utili indicazioni sul livello di esercibilità del sistema. Nell'ambito

delle prove di validazione si inseriscono anche le verifiche connesse al mantenimento delle prestazioni al variare della temperatura. Utilizzando appositi ambienti denominati *camere climatiche*, si riproducono, con le apparecchiature in essi installate, le condizioni ambientali corrispondenti ai limiti inferiore e superiore delle temperature previste nell'ambiente di esercizio nel quale l'apparato si troverà a funzionare.

L'esito delle PVV è riportato su un documento che costituisce il rapporto conclusivo delle prove di verifica e di validazione. In questo documento sono indicate, secondo una classificazione basata su tre livelli crescenti di gravità - bloccante per la messa in esercizio, non bloccante, di

base di un elenco di prove redatto da Telecom Italia, su un impianto non ancora in servizio, ma posto nell'ambiente operativo di esercizio. Uno o più esemplari di apparato, installati su impianti facenti parte della rete di Telecom Italia e sono destinati a essere messi in servizio dopo il completamento con esito positivo delle attività di qualificazione.

Le PQR perseguono l'obiettivo di verificare il corretto funzionamento dell'apparato nel contesto della rete trasmissiva di Telecom Italia ed in condizioni di carico reali. In questa fase particolare attenzione è posta all'interlavoro con gli altri elementi della rete, alle prestazioni del sistema connesso con portanti fisici in condizioni reali quali ad

di qualificazione dell'apparato e del relativo sistema di gestione, che possono così essere inseriti in rete e messi in servizio.

Anche l'esito delle PQR è riportato in un documento nel quale sono indicate le anomalie non bloccanti ancora aperte al termine delle prove e gli impegni presi dal costruttore per eliminarli in tempi compatibili con le esigenze di Telecom Italia.

Il presidio sul funzionamento e le prestazioni dell'apparato non si esaurisce al termine delle PQR. Anche nella fase di esercizio possono, infatti, presentarsi alcune anomalie che richiedono un'attività specifica di prova per individuarne cause e possibili soluzioni.

Il test plant trasmissioni: struttura e attività

Il test plant delle trasmissioni è stato approntato nel settembre del 1992; occupa una superficie complessiva di circa 270 mq, distribuita su alcune aree predisposte a questo scopo nei locali della Direzione Rete (in via di Val Cannuta, 250 a Roma).

Esso risponde all'esigenza di permettere di eseguire le prove di verifica e di validazione degli apparati trasmissivi e dei relativi sistemi di gestione in un contesto più ampio e complesso di quello disponibile presso gli analoghi centri di un fornitore.

Presso il test plant, gli apparati e i sistemi di gestione di fornitori diversi sono connessi tra loro in modo eterogeneo e riproducono la realtà multi-fornitore che caratterizza la rete trasmissiva di un gestore che opera da tempo in questa realtà come Telecom Italia. È così possibile rilevare eventuali problematiche riconducibili ad anomalie di funzionamento nell'interoperabilità tra elementi di rete di costruttori diversi. Questo aspetto è dive-



Sistemi di gestione SDH (Synchronous Digital Hierarchy).

lieve entità - le anomalie riscontrate eventualmente durante le attività di prova. Per ogni anomalia aperta di classe non "bloccante per la messa in esercizio" è riportata anche la data prevista dal costruttore per la risoluzione di singola anomalia, mentre per quelle bloccanti si richiede al fornitore un intervento risolutivo prima del termine del processo di qualificazione.

Le PQR sono effettuate, sulla

esempio distanze, connessioni con connettori, diafonie nel caso di cavi in rame. Inoltre le PQR sono un'occasione per compiere un'ulteriore analisi *in campo* delle funzionalità gestionali e di esercizio e per acquisire gli elementi utili per la stesura delle norme di collaudo e di esercizio e per la manutenzione dell'apparato oggetto delle prove. Il completamento delle PQR con esito positivo chiude il processo

Osservatorio



Manutenzione del RED (Ripartitore Elettronico Digitale) 4/4.

Il test plant rappresenta un modello, "in piccolo", della rete trasmissiva di Telecom Italia. In esso, infatti, sono installati e sono equipaggiati tutti gli apparati ed i sistemi di gestione nelle stesse configurazioni hardware e software presenti nella rete in esercizio. L'assenza di connessioni alla rete pubblica consente poi di evitare che inconvenienti legati a manovre errate durante il collaudo o attribuibili ad anomalie presenti sugli apparati, come pure misure e prove di tipo "intrusivo", possano causare effetti sul traffico pagante. In accordo con queste caratteri-

stiche, il test plant risulta essere l'ambiente ideale non solo per effettuare le prove di PVV, in un ambiente controllato e simile al reale, ma anche per riprodurre eventuali anomalie rilevate in esercizio e per individuarne la soluzione.

Le attività di collaudo che si svolgono presso il test plant comprendono in particolare:

- prove di interconnessione degli apparati alla rete;
- collaudo del software degli apparati installati in configurazione "stand alone";
- collaudo di nuovi rilasci del software delle nuove prestazioni degli apparati;
- prove di interconnessione con altri gestori;
- ausilio tecnico nel collaudo dei centri di gestione e per le prove svolte negli altri test plant;
- prove su apparati della rete di accesso, in particolare quelli utilizzati per le applicazioni d'utente (quali, ad esempio, DCEu, DCE3, HDSL).

nuto di particolare rilevanza con la crescita, negli ultimi anni, delle funzioni di tipo software negli apparati che ha portato un incremento delle interazioni tra di essi.

laudo o attribuibili ad anomalie presenti sugli apparati, come pure misure e prove di tipo "intrusivo", possano causare effetti sul traffico pagante. In accordo con queste caratteri-

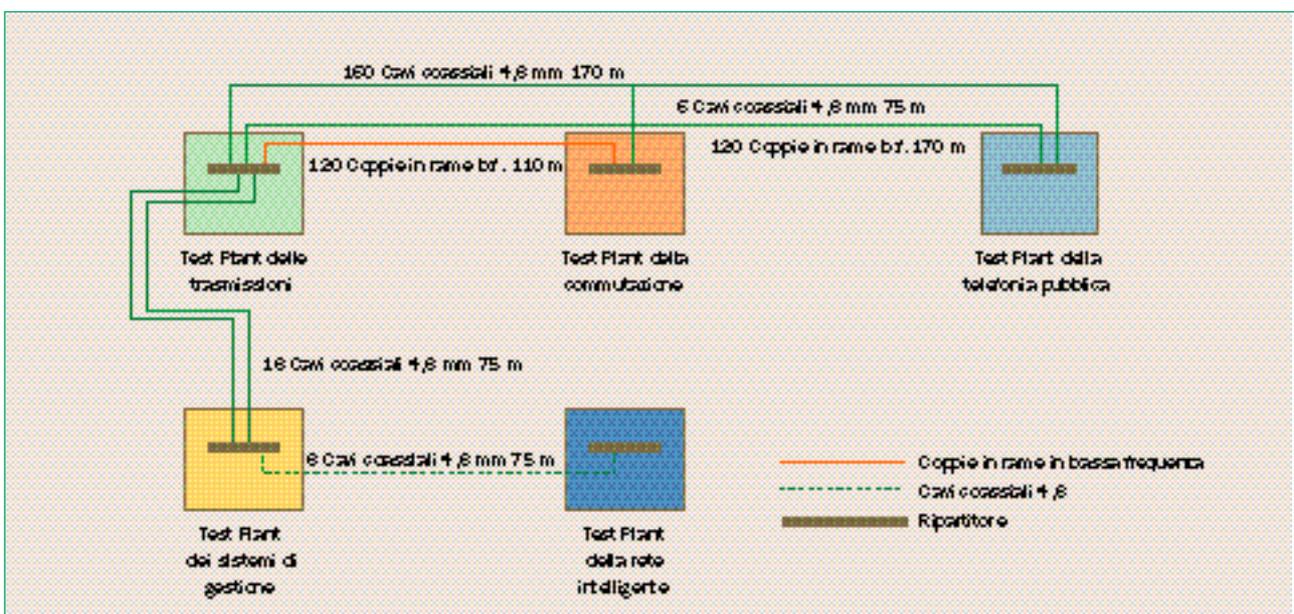


Figura 1 Collegamenti di raccordo tra i test plant.

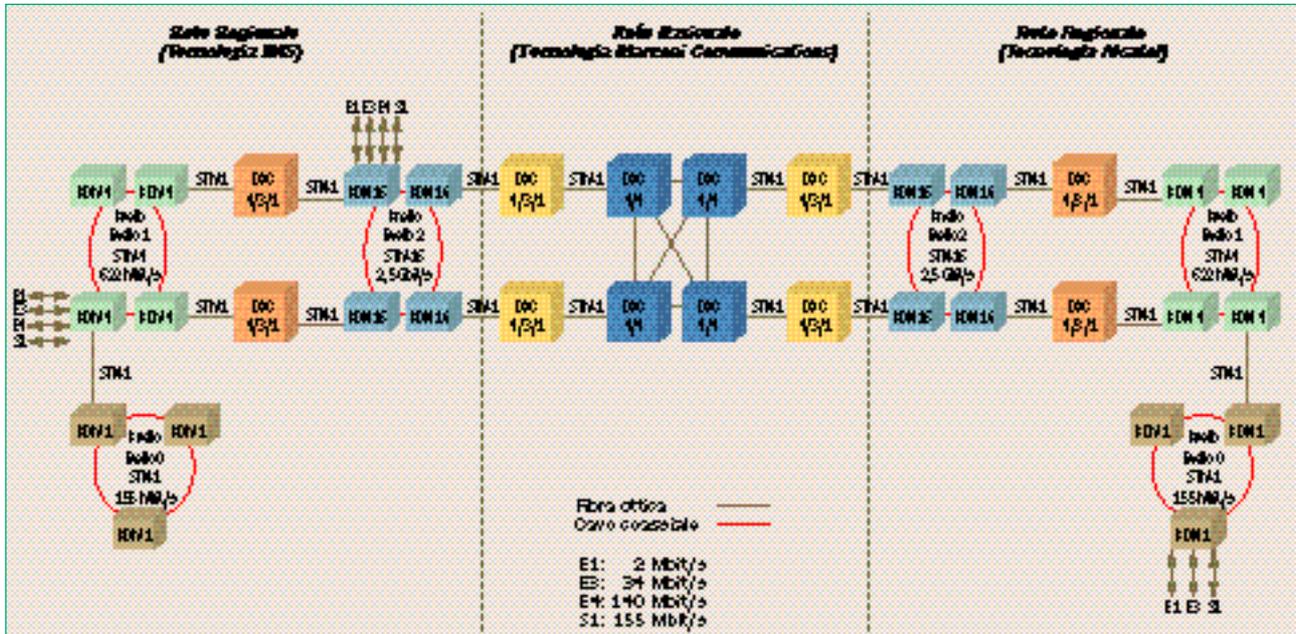


Figura 2 Configurazione della rete SDH del test plant.

Alcune attività richiedono di disporre anche di connessioni tra gli apparati e gli autocommutatori o i sistemi di telefonia pubblica. Si è provveduto perciò a collegare il test plant trasmissioni agli altri test plant operanti nella stessa sede: più precisamente i test plant di commutazione, telefonia pubblica, rete intelligente e dei sistemi di gestione (figura 1).

Nella sala trasmissioni sono installati gli apparati della rete di accesso e quelli della rete di trasporto.

Nella parte dedicata alla rete di trasporto sono riportate tutte le tipologie di sistemi trasmissivi SDH connessi tra loro nelle stesse configurazioni della rete reale (figura 2).

In particolare sono installati:

- due anelli di livello 0 (Alcatel e IMS) ciascuno composto da tre ADM-1;
- due anelli di livello 1 (Alcatel e IMS) ciascuno composto da quattro ADM-4;
- due anelli di livello 2 (Alcatel e IMS) ciascuno composto da

- quattro ADM-16;
- due DXC 4/3/1 (Marconi) configurati in modo da rappresentare sia i DXC della rete regionale sia i DXC della rete nazionale;
- un DXC 4/3/1 (Alcatel);
- quattro RED 4/4 (Italtel);
- un orologio SASE di sincronismo (Necsy);

In accordo con i piani che Telecom Italia ha individuato per l'evoluzione dell'architettura della rete di transito nazionale, è previsto di installare un anello STM-16 a quattro fibre, con protezione MS-SPRING, composto da tre ADM-16 e da un rigeneratore forniti dalla Marconi Comunica-

tions (figura 3). È inoltre replicata l'architettura dei sistemi di gestione SDH basata sulla struttura a due livelli: un sistema di gestione unificato per le funzionalità a livello di rete nazionale (SGSDH-NM), fornito dalla società Telesoft, che è collegato ai sistemi di gestione di tipo proprietario (*element manager*), con



Ampliamento su un apparato DXC (Digital Cross Connect) 4/3/1.

funzioni di supervisione e di controllo d'apparato.

La rete SDH del test plant è accessibile da postazioni remote ubicate presso le sedi analoghe dei tre fornitori di apparati, Marconi, Italtel e Alcatel, e presso Telesoft (figura 4). È così possibile facilitare le attività di prova che il fornitore svolge sul software dei sistemi di gestione prima di consegnare il prodotto a Telecom Italia.

Nella parte del test plant dedicata alla rete di accesso sono presenti tre anelli di accesso sincrono (SAS) composti da apparati ADM-1 e multiplex di abbonato MPX-1 a 400 canali (Italtel, Alcatel, Marconi). Accanto ad apparati di generazione meno recente come i multiplex MD 48 ed i multiplex a 30 canali MUX-C,

sono installati i sistemi di trasmissione su coppie in rame che utilizzano le tecniche di tipo xDSL sia per la fornitura di flussi simmetrici a 2Mbit/s (HDSL) sia per favorire da un punto di vista trasmissivo servizi di accesso Internet a larga banda (ADSL). Sono disponibili, in particolare, tre sistemi di linea HDSL forniti da Alcatel, Sat, e Selta e un multiplex ADSL fornito da Alcatel.

Anche gli apparati della rete flessibile sono stati inseriti nel test plant trasmissioni. RED 1/0, SAF, SMUX-BC, MBB/AV e MUX-D compongono una rete completa per la trasmissione di dati che consente anche di effettuare le prove di validazione dei terminali e degli apparati utilizzati in sede d'utente quali i

DCE1, DCE2, DCEPLUS e DCE3.

Come per la rete flessibile in esercizio, tutte le funzioni relative ai RED 1/0 e ai MUX-F sono controllate dal sistema di gestione CGR che contiene anche l'archivio aggiornato di tutte le risorse costituenti questa rete e che consente una supervisione efficiente e la manutenzione del sistema.

Il test plant trasmissioni, oltre ad essere utilizzato come ambiente di prova, ospita spesso corsi di formazione e di addestramento del personale tecnico e permette di mostrare la costituzione effettiva della rete trasmissiva durante le visite di delegazioni appartenenti a società estere partecipate da Telecom Italia.

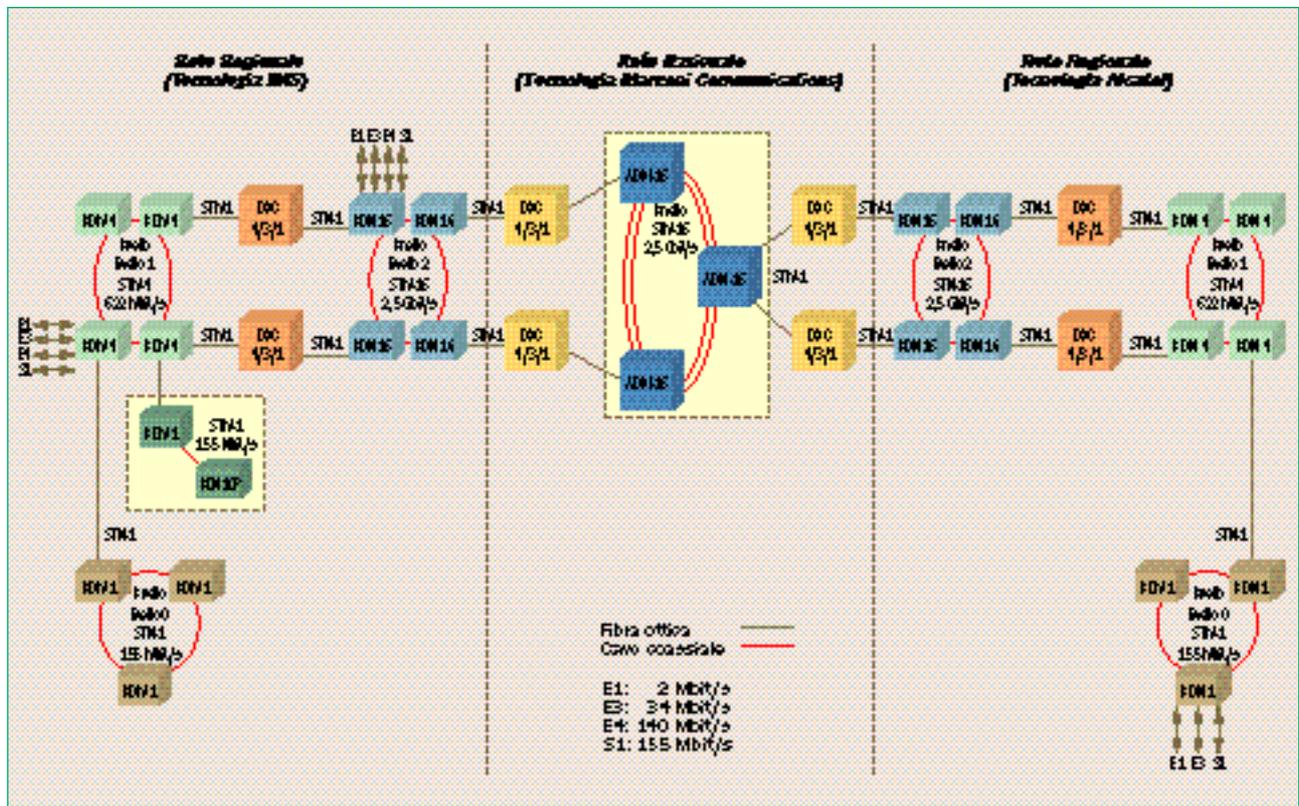


Figura 3 Evoluzione della rete SDH del test plant.

Le attività di collaudo nel corso dell'ultimo anno hanno visto quindici nuove tipologie di apparati sottoposte a PVV, quattro nuove release di apparati in esercizio esaminate e validate, circa duecento anomalie rilevate complessivamente, per la maggior parte delle quali è stata anche verificata la soluzione.

Conclusioni

In una realtà di rete trasmissiva multifornitore, caratterizzata da una notevole interoperabilità tra elementi di tecnologia differente, assume un'importanza decisiva il presidio ed il controllo dei processi di acquisizione e di qualificazione degli apparati e dei sistemi di gestione per garantire due obiettivi.

Anzitutto la rispondenza dei prodotti alle specifiche tecniche e, in particolare, assicurare la presenza delle caratteristiche richieste da Telecom Italia.

A questo si aggiunge l'esigenza di verificare il corretto funzionamento degli apparati e dei sistemi di gestione inseriti nella rete di Telecom Italia e di avere un ambiente, quale quello del test

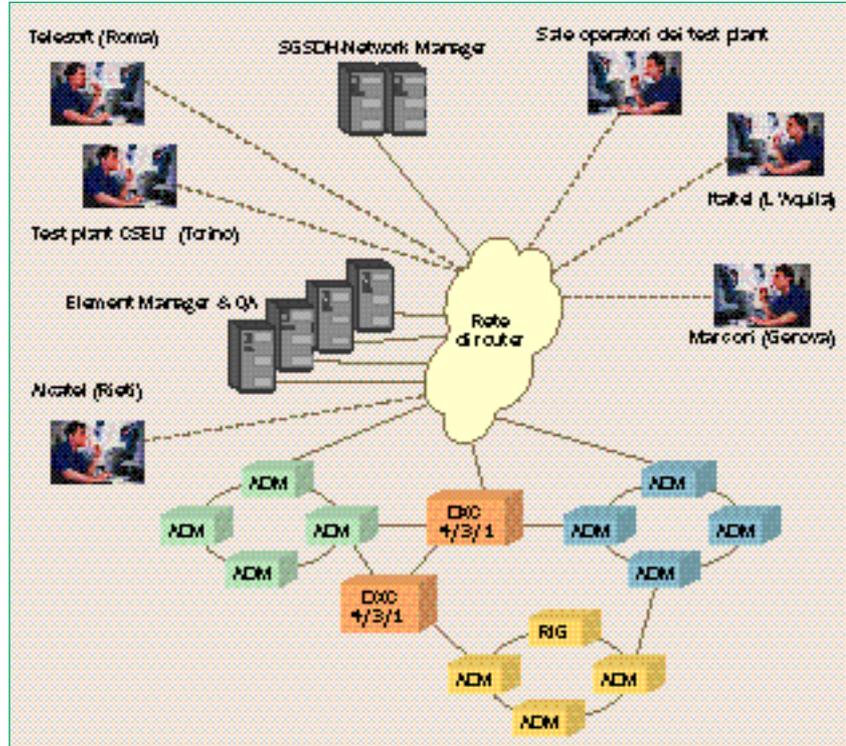


Figura 4 Gestione della rete SDH del test plant dei sistemi trasmissivi.

plant, in cui possono essere simulati malfunzionamenti in esercizio per individuarne cause e rimedi. La garanzia di questi obiettivi, ritenuti dalla società, fondata-

tali si traduce quindi nel mantenere la qualità delle infrastrutture trasmissive a livelli adeguati e coerenti con la qualità del servizio richiesta dal cliente.



Marco de Grandis ha conseguito la laurea in Ingegneria Elettronica presso l'Università di Roma "La Sapienza" nel 1991. Nel 1992 è stato assunto in SIP (oggi Telecom Italia) nella linea di Ingegneria della Direzione Rete, ove si è occupato delle specifiche tecniche e delle normative relative agli apparati della rete di accesso. In questo ambito ha collaborato alla definizione dei requisiti tecnici della rete HFC nel quadro del progetto Socrate. Dall'aprile del 1997 è responsabile del test plant trasmissioni e

coordina le attività di collaudo degli apparati e dei sistemi di gestione della rete di trasporto.



Pierpaolo Moretti ha conseguito il diploma di perito tecnico in telecomunicazioni presso ITIS G.Vallauri di Roma nel 1981. Ha dapprima lavorato come collaudatore e tecnico di laboratorio presso un'industria operante nel settore video digitale ed elettronica di controllo. Nel 1987 è stato assunto in SIP (oggi Telecom Italia) nel settore di industrializzazione degli apparati trasmissivi. Ha iniziato la sua attività nell'ambito del collaudo degli apparati sia per la rete di accesso (modem sia su linea commutata sia dedicata), sia per la rete di

trasporto PDH (MUX 2/34 Mbit/s, 140 Mbit/s per fibre ottiche). Nel 1989, ha seguito la realizzazione delle norme di collaudo in opera degli apparati RED 1/0, RED 3/1, MUX-F. Dal 1991 segue la realizzazione e la manutenzione del test plant trasmissioni della Direzione Rete. In questo contesto ha coordinato la realizzazione dei sistemi di prova della rete flessibile (RED1/0, MUX-F, DCE Plus Universale, DCE3) e della rete di trasporto (SDH). Dal 1996 segue le attività di collaudo dei sistemi di linea a 2 Mbit/s HDSL.

"MILLENNIUM BUG": PERICOLO SCAMPATO

Gianni Coia, Antonio Napolitano, Alessandro Paoli, Luca Rossi

1. Il passaggio al nuovo millennio

I problemi connessi con l'attraversamento del millennio potevano avere conseguenze di rilievo sulle attività di Telecom Italia. L'azienda rischiava infatti di non riuscire a garantire la continuità del servizio e di causare così una perdita economica e di immagine. L'impatto poteva manifestarsi anche con la fornitura di prodotti difettosi ai propri clienti. Si sarebbero potute avere difficoltà per garantire la correttezza di alcuni importanti processi aziendali (quali, ad esempio, customer ser-

vice, fatturazione, contabilizzazione). Si temeva anche che la struttura di Telecom Italia potesse non essere in grado di fronteggiare le conseguenze del "bug" e le emergenze da questo indotte. Telecom Italia ha cercato di affrontare con competenza il "Problema Anno 2000", sia per quanto riguardava lo svolgimento delle attività necessarie per l'adeguamento di apparati, di sistemi e di applicazioni informatiche, sia anche per la messa a punto della struttura organizzativa e delle procedure operative per la gestione dell'eventuale emergenza.



Particolare della torre dell'orologio in Piazza San Marco a Venezia.

2. Unità di Crisi Y2K Telecom Italia nel corso del "roll over": organizzazione e funzionamento

L'Unità di Crisi Aziendale Y2K ha costituito il punto di riferimento informativo e decisionale per tutte le problematiche connesse all'Anno 2000. Nel riquadro riportato in questa pagina sono elencate le strutture organizzative che sono state

STRUTTURE ORGANIZZATIVE DELL'UNITÀ DI CRISI Y2K

- **Head Office**, costituito dal responsabile del Progetto Anno 2000 e dai responsabili delegati dalle Funzioni Informatica, Mercato Italia, Rete, Comunicazione e Sicurezza e Tutela, con poteri decisionali.
- **Management Team**, comprendente i referenti del Team Inter-funzionale Anno 2000 ed i referenti dei Piani di Contingency per ciascuna Funzione, con compiti di gestione operativa delle eventuali situazioni di emergenza e di ausilio alle decisioni.
- **Front-End Emergenze Anno 2000**, composto da risorse della funzione "Progetti Speciali" del Client Management della Funzione Informatica, che ha svolto attività principalmente di ricezione delle segnalazioni provenienti dai Focal Point Anno 2000 delle varie Direzioni e dagli altri "punti di ingresso" all'organizzazione (ad esempio: Unità di Gestione Y2K del Centro decisionale nazionale di Forte Braschi, Unità di Crisi Y2K di Tim, Unità di Crisi Y2K dell'Enel).
- **Team di monitoraggio e controllo**, costituito da risorse della funzione "Progetti Speciali" del Client Management della Funzione Informatica, con compiti di monitoraggio e di registrazione sull'andamento della situazione.
- **Team di comunicazione**, composto da risorse della Funzione Comunicazione e Immagine, con la responsabilità della gestione delle comunicazioni verso l'esterno della Società.

INFRASTRUTTURE PREDISPOSTE PER GARANTIRE LE COMUNICAZIONI TRA I SITI PRESIDATI

- Connessione dei PABX (opportunosamente retrodatati) di ciascun focal point verso il centralino della Unità territoriale competente e apertura al transito verso i centralini delle altre Unità Territoriale di Rete e della Direzione Generale. Abilitazione della selezione passante per raggiungere il PABX del centro internazionale di Milano Rozzano dal centralino della Direzione Generale di Telecom Italia;
- predisposizione di due caselle di posta elettronica "ad hoc" in ogni CSOT (*Centro di Supervisione Organizzazione Territoriale*) su DACON;
- predisposizione di una casella di posta elettronica "ad hoc" in ogni CGI (*Centro di Gestione Internazionale*) della rete internazionale (Milano Malpaga, Roma Acilia e Palermo La Malfa);
- predisposizione di un accesso dedicato, presso il sito di Acilia, al sito web costituito nell'ambito del programma "Follow the Sun", a cui Telecom Italia aveva aderito insieme ad altri gestori di telecomunicazione internazionali;
- predisposizione di due linee dedicate da ogni CSOT verso quello di Roma per l'attestazione di due collegamenti derivati remoti al PABX del CSOT di Roma;
- predisposizione di due o più linee urbane in ciascun CSOT;
- utilizzo della Rete Privata Virtuale costituita da circa 1700 cellulari ETACS: questa distribuzione temporanea al personale in presidio e reperibilità per l'Anno 2000 ha garantito un ulteriore mezzo di comunicazione tra il personale coinvolto nel presidio;
- utilizzo di due telefoni cellulari GSM rispettivamente per TIM e per OMNITEL;
- costituzione di un CDF (*Circuito Diretto Fonico*) del tipo BC (*Batteria di Centrale*) tra la sede dell'Unità di Crisi di via Flaminia e quella del Management Team di Via Oriolo Romano;
- costituzione di un CDF-BC tra la sede dell'Unità di Crisi di via Flaminia e quella dell'Unità di Crisi Nazionale di Forte Braschi;
- realizzazione di un sito Web Intranet per il monitoraggio dei Piani di Contingency della funzione Rete.

individuate per costituire l'Unità di Crisi. L'Unità di Crisi Aziendale Y2K è stata ospitata presso la struttura del CNTA (*Centro Nazionale di Tutela Aziendale*) posta nella sede di via Flaminia in Roma ed ha prestato servizio sull'intero arco giornaliero (H24) durante il periodo del *roll over*, cioè nel periodo di transizione dal 31 dicembre 1999 al 3 gennaio 2000.

Nel corso di questo periodo critico sul "fronte interno", l'Unità di Crisi ha effettuato centralmente un controllo degli esiti - risultati tutti positivi - delle prove (già effettuate) di funzionalità e di efficienza dei sistemi e degli apparati di rete (tra il 31 dicembre e il 1° gennaio), dei sistemi informatici (3 gennaio) e delle attività connesse, programmate per la chiusura e per il riav-

vio dei sistemi, comunicati dalle strutture e dai gruppi operativi distribuiti sul territorio. L'Unità di Crisi ha potuto avvalersi anche dei risultati delle attività delle tre sale polifunzionali (Milano, Roma e Napoli), attivate in via eccezionale dalle 22 del 31 dicembre 1999 alla stessa ora del 1° gennaio 2000. Esse hanno svolto un ruolo di raccolta e di filtraggio, nei confronti dei

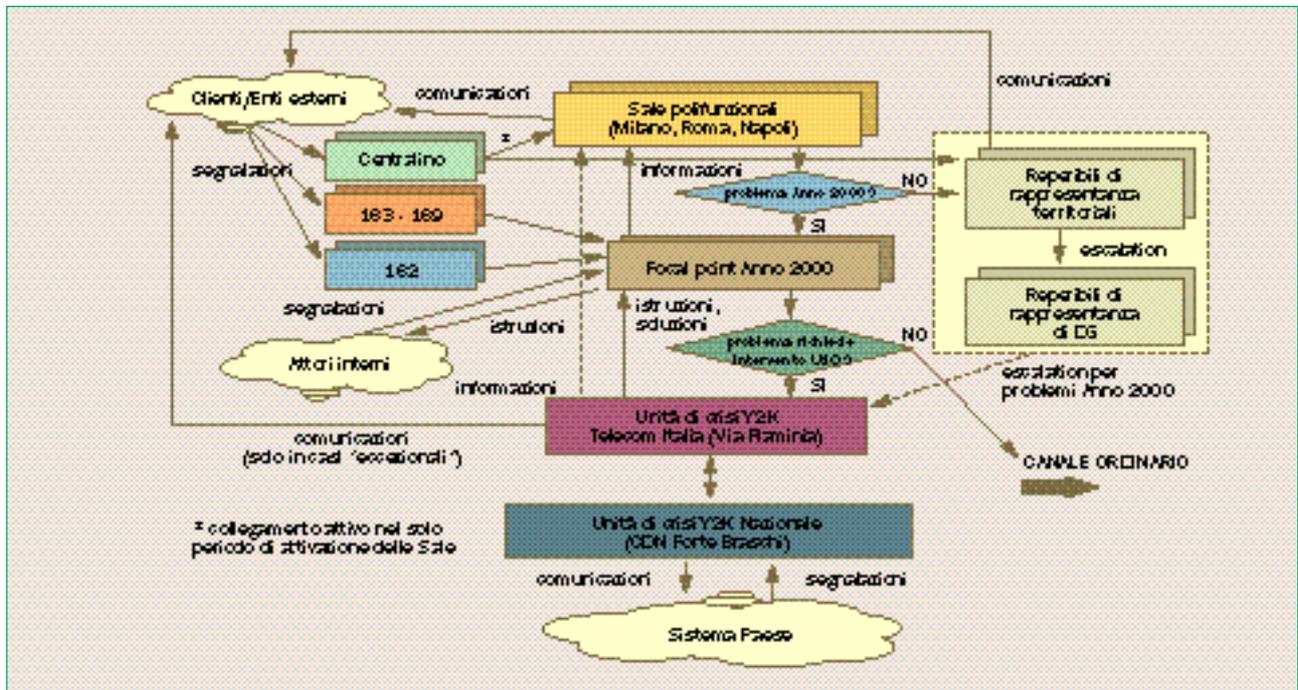


Figura 1 Schema di modello organizzativo per la gestione del "roll over" ed attori coinvolti.

Focal Point Anno 2000, delle segnalazioni pervenute dall'esterno di Telecom Italia. Per quanto riguarda i collegamenti verso l'esterno dell'Azienda, l'Unità di Crisi ha gestito un intenso scambio di informazioni con il proprio gruppo di presidio presso l'Unità di Gestione Y2K del CDN (Centro Decisionale Nazionale) di Forte Braschi in Roma, principalmente in coincidenza con i comunicati "ufficiali" emessi dal CDN a distanza di poche ore l'uno dall'altro; ha anche mantenuto contatti continui: in particolare con le Unità di Crisi di Tim e di Enel, soprattutto nelle prime dodici ore del nuovo anno. I lavori verso il CDN hanno rappresentato il passo conclusivo della stretta e fattiva collaborazione assicurata da Telecom Italia, per l'intero anno 1999, fornita per la realizzazione del Piano Nazionale di Continuità ed Emergenza Anno 2000, che è stato coordinato dal Comitato

Anno 2000 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e che ha coinvolto i principali Enti Istituzionali ed i gestori nazionali di servizi essenziali di infrastruttura (in particolare i settori dell'energia, delle telecomunicazioni e dei trasporti). Telecom Italia ha inoltre aderito al progetto internazionale EWP (Early Warning Programme), sorto in ambito ITU (International Telecommunications Union), basato su una strategia di analisi degli eventi "follow the sun": esso riguardava l'esame della loro evoluzione nel corso della "transizione di anno" nei differenti Paesi da Est verso Ovest, ed era finalizzato a consentire di rilevare in anticipo eventuali anomalie Anno 2000 ed a poter scambiare informazioni a livello internazionale. Con riferimento a quest'iniziativa EWP, l'Unità di Crisi, nel corso delle prime dodici ore "decisive", ha provveduto a controllare con continuità gli esiti

positivi (fascia verde) comunicati dagli altri partecipanti al programma, e ha trasmesso, a sua volta, le proprie informazioni di tutto OK tramite la propria postazione dedicata EWS (Early Warning System). L'Unità di Crisi ha infine esaminato con continuità i comunicati "esterni" e le agenzie di stampa nazionali ed estere, ed ha gestito la comunicazione verso l'esterno, in particolare verso i media. Lo schema generale dell'organizzazione adottata per la gestione del "roll over", con l'indicazione dei principali attori coinvolti, è riportata nella figura 1. Complessivamente, sono state mobilitate oltre 5 mila risorse di Telecom Italia. In particolare, nella Funzione Rete, la struttura di emergenza ha richiesto di coinvolgere in via straordinaria circa 1600 tecnici e di realizzare un'infrastruttura di comunicazione ridondata con rischio minimo di non poter risolvere problemi legati all'Anno 2000.

Nel riquadro di pagina 105 sono descritti gli interventi messi in atto per garantire la possibilità di raggiungere i siti presidiati.

3. Come è andata con il "Millennium Bug"

Da quanto si è detto in precedenza e dal contenuto dei riquadri, è possibile concludere che quanto messo in atto finora per minimizzare i rischi derivanti dai problemi legati all'Anno 2000 su Telecom Italia ha consentito di passare senza disservizi - in particolare i due periodi ritenuti da tutti di maggiore criticità (passaggio dal 31 dicembre 1999 al 1° gennaio 2000 e 29 febbraio 2000). L'adeguamento di sistemi, applicazioni e apparati informatici si è concluso con successo ed ha consentito a Telecom Italia di garan-

tire la piena funzionalità della rete e dei propri sistemi e servizi di telecomunicazioni.

Non è stato mai quindi necessario ricorrere ai Piani di Continuità e di Emergenza Anno 2000 (o Piani di Contingency) predisposti, se si eccettua un inconveniente che si è manifestato localmente: il 1° gennaio, a causa di un errore sul software di controllo degli accessi, è stato necessario attivare una procedura "manuale" di accesso ad alcune sedi del servizio 12.

Si è invece verificato, nel controllo svolto nel periodo "critico" dall'Unità di Crisi e, successivamente, dalla sola Funzione Informatica, l'errata segnalazione o attribuzione all'Anno 2000 di anomalie dovute ad altre cause. È il caso ad esempio dell'inconveniente che ha colpito la Centrale di Parma il 3 gennaio 2000,

che è stato attribuito erroneamente dai mezzi di comunicazione al "Millennium Bug" ma che è risultato poi essere solo un guasto di tipo "tradizionale".

3.1 Principali anomalie occorse

Durante il periodo compreso tra il 31 dicembre 1999 e il 3 gennaio 2000 sono stati segnalati all'Unità di Crisi Aziendale Y2K quindici inconvenienti. Le singole anomalie sono state analizzate e risolte nel giro di qualche ora senza generare impatti per il servizio offerto ai clienti. Sono state successivamente acquisite altre centoventuno segnalazioni mostrate nella tabella del riquadro di questa pagina. Nello stesso, sono riportati a titolo esemplificativo, alcuni malfunzionamenti riscontrati finora.

ESEMPI DI ANOMALIE

Malfunzionamento nella stampa delle fatture a dicembre del 1999

Per un errore nel software di stampa le fatture della terza settimana del mese, riguardanti la fatturazione settimanale dei "contributi impianto", sono state spedite con data di scadenza "7/1/1900" anziché "7/1/2000". Queste fatture (12 mila circa) riguardavano i soli Clienti Residenziali.

L'inesattezza, esclusivamente espositiva, non ha naturalmente pregiudicato la validità della fattura e la correttezza degli importi e degli altri dati in essa riportati.

Si è tuttavia deciso di inviare ai Clienti interessati una comunicazione di chiarimento.

Malfunzionamento (prontamente risolto) occorso nel flusso informativo dall'Ente Poste verso Telecom Italia

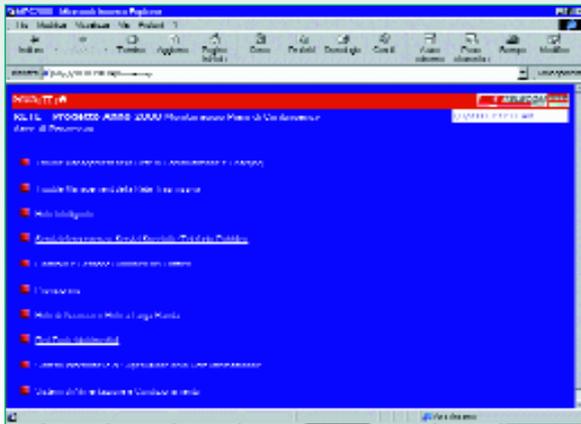
Nei giorni 7, 8, 9 e 10 gennaio l'Ente Poste ha trasmesso circa 9300 incassi errati (data 1999 anziché 2000). La Funzione Informatica ha provveduto, su indicazione dell'Ente Poste, a modificare la base dati per i flussi già elaborati mentre per i flussi pervenuti e non ancora elaborati ha corretto gli stessi flussi (sempre su indicazione dell'Ente Poste).

Funzione	Numero di segnalazioni
Mercato Italia	16
Immobili e Servizi	2
Rete	2
Informatica	115
Sicurezza e Tutela	1

Numero delle segnalazioni di anomalie per singola Funzione.

CONTROLLO DELLE PROVE DI FUNZIONALITÀ RELATIVE AI PIANI DI CONTINGENCY DELLA FUNZIONE RETE

Attraverso il sito WEB "MPC 2000" il Top Management della Funzione Rete ha potuto seguire l'andamento delle verifiche pre-



MPC2000 Home Page - Aree di Processo.

disposte per i trentuno Piani di Contingency.

I piani sono stati raggruppati in dieci aree omogenee di processo. Per ciascuna di esse è stato controllato lo stato delle verifiche di funzionamento dei sistemi, delle applicazioni e degli apparati. Sono state seguite complessivamente 123 attività di verifica.

Per ciascuna di esse è stata indicata data e ora di presunto completamento e dopo il supera-

mento di quest'indicazione temporale un apposito segnalatore semaforico avrebbe indicato la presenza di uno stato di allarme.

Accedendo al sito WEB i singoli responsabili dei piani hanno potuto aggiornare l'avanzamento delle verifiche e indicare lo stato

(attività completata, rimandata, annullata ovvero non più necessaria); hanno anche aggiunto alla modifica un messaggio di chiarimento. Tutte le funzioni aziendali coinvolte hanno completato le attività previste in genere entro i termini stabiliti; in alcuni casi l'attività è stata prolungata oltre il previsto o è stata differita nel tempo per la presenza di alcuni inconvenienti.

Le segnalazioni dei responsabili dei piani hanno consentito ai Responsabili della Rete ed ai presidi aziendali di Via Flaminia e di Forte Braschi di essere continuamente informati sull'andamento delle verifiche senza la necessità di richiedere aggiornamenti alle strutture operative.

Sono pervenuti 144 messaggi relativi alle 120 attività eseguite, mentre, visto l'esito positivo delle verifiche, tre procedure di recovery, previste dal piano "Esercizio e Manutenzione dei servizi in Decade 1, Servizi Speciali e di Emergenza", non sono state attivate perché ritenute non necessa-

3.2 Uno sguardo alle applicazioni della Funzione Informatica

La Funzione Informatica ha continuato a controllare verificando anche quanto succedeva all'interno dei sistemi informatici attraverso un controllo continuo dei trouble ticket aperti nel sistema di Customer Care della stessa Funzione¹. Il numero di ticket rilevati nel periodo compreso tra il 1° gennaio e il 10 marzo 2000 è di circa 96 mila a fronte di circa 86 mila rilevati nello stesso periodo del 1999². Le segnalazioni controllate e assegnabili all'Anno 2000 sono state classificate secondo le ripartizioni elencate qui di seguito:

- segnalazioni SW: segnalazioni

prevalentemente di tipo applicativo.

- segnalazioni PdL: segnalazioni prevalentemente su Postazioni di Lavoro (PdL)/Office Automation (ad esempio: richiesta di assistenza a seguito della sostituzione di un PC per adeguarlo alle necessità legate all'Anno 2000).

Nel periodo in esame (1° gennaio - 10 marzo 2000) sono stati trattati dal Customer Care 469 trouble ticket imputabili all'Anno 2000 di cui 284 per segnalazioni SW ripartiti come riportato in tabella 1.

Al 10 marzo 2000 risultano chiusi 260 ticket valutati per una durata media³ di 3 giorni o di 10 ore.

⁽¹⁾ I dati di dettaglio relativi al monitoraggio svolto dall'Unità di Crisi Y2K ed ai report prodotti periodicamente dalla Funzione Informatica, sono presenti per i tecnici di Telecom Italia nel sito web Informatica/ Progetti Speciali.

⁽²⁾ L'incremento del numero di ticket (l'11,42% circa) non appare causato da "Millennium Bug" (0,49% del totale) ma probabilmente ad un utilizzo maggior del sistema di Customer Care.

⁽³⁾ La durata media del ticket è stata calcolata considerando l'"elapsed time" tra l'apertura e la chiusura dello stesso, indipendentemente da motivi quali: orario di lavoro, sospensioni, giorni festivi.

rie. I messaggi relativi all'esito della attività sono pervenuti dalle 10,34 del 31 dicembre 1999 (esito di una attività propedeutica sugli impianti di alimentazione e con-

dizionamento) fino alle 13,35 del 3 gennaio 2000 (riscontro positivo sul funzionamento delle procedure di provisioning, denominate Pitagora e Dinep).

Di seguito si riporta un esempio dei messaggi pervenuti che confermano la sistematicità e la puntualità delle verifiche, dei controlli e dei conseguenti riscontri.

Attività	Messaggio di riscontro sull'attività	Data e ora	Esito dell'attività
Controllo Giaberna OChI	Prove completate nei tempi previsti senza anomalie	1/1/001,48	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Controllo Allineamento Data/Ors	Data e ora verificata con esito positivo su tutti gli AON + I OChI	1/1/001,47	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Controllo Supervisione Albarini	Verifica sugli allarmi visualizzati dai elementi di supervisione OOSI + OChI + Albarini con esito positivo	1/1/001,49	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Controllo Utenti Moroni	Utenti Moroni, il flusso OChI sarà inviato al CEI tra le ore 14,00 e non alle ore 13,00 per attivazione l'orario ordinario	1/1/001,51	FINITO
Verifica funzionalità NTHI	Prove eseguite correttamente	1/1/001,54	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Controllo Theadone	I dati sono stati inviati al CE alle ore 13,00, di presumo di quantificare l'esito delle verifiche entro le ore 15,00	1/1/001,52	FINITO
Controllo Centabari	Prove eseguite	1/1/001,55	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Rislabilitazione funzionalità data/ors	Verifica problematica su Galileo Ferraris ha proscrittato le attività alle ore 13,00	1/1/001,56	FINITO
Controllo della baseadone	Le procedure sono state eseguite con successo su tutti i siti pilota con la collaborazione della Funzione Informatica	1/1/001,38	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Rislabilitazione Centabari delle centrali	Le procedure di raccolta sono state rinviate dopo l'esito positivo delle prove dei siti pilota	1/1/001,39	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Rislabilitazione delle funzionalità di NTHI	Il flusso delle misure NTHI non al + mail interno + non ha presentato criticità particolari	1/1/001,39	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Rislabilitazione delle funzioni di supervisione degli Albarini	La supervisione degli allarmi non presenta criticità particolari legate all'evento Y2K	1/1/001,40	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Rislabilitazione delle funzioni di baseadone	Le prove di baseadone hanno avuto esito positivo, Nessun allarme MOCOT (rischiata Controllo Qualità Traffico)	1/1/001,43	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Rislabilitazione delle funzioni data/ors	Le tecnici di Galileo Ferraris hanno ristabilito il controllo data/ors con la modalità di supervisione (solo allarme + non modifica automatica). Dopo le verifiche sarà ristabilita la piena funzionalità	1/1/001,45	FINITO
Controllo Provisioning	Utenti in corso, Non sono risultate evidenti problematiche legate all'anno 2000 su centrali + OChI	1/1/001,46	FINITO
Controllo Provisioning	Le attività di provisioning sono state rinviate con successo	1/1/001,31,2	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Rislabilitazione delle funzioni data/ors	Utenti condotti	1/1/001,31,3	COMPLETATO con ESITO POSITIVO
Controllo degli utenti moroni	Utenti di linea ieri con esito positivo	1/1/001,1,02	COMPLETATO con ESITO POSITIVO

Trouble management per la rete commutata nazionale.

Per quanto riguarda invece i trouble ticket relativi a segnalazioni da postazioni di lavoro, essendo in generale interventi di tipo "non bloccante". Anche tra quanto rilevato nel sistema di Customer Care si sono incontrate, a conferma di quanto già messo in evidenza, false segnalazioni quali, ad esempio, guasti del tipo "... non funziona il floppy disk del PC fornito in sostituzione del vecchio non Y2K-compliant, ...".

4. Conclusioni

Il Progetto Anno 2000, chiuso formalmente il 10 marzo 2000 come programmato, è risultato essere anche un'esperienza intensa,

interessante e per molti aspetti "unica", se si considerano portata e caratteristiche "tecniche" del problema Y2K, trasversalità rispetto ai processi aziendali di business, implicazioni di carattere "organizzativo" e visibilità ed "esposizione" di Telecom Italia nei confronti di Enti Istituzionali e di altre Aziende, anche concorrenti, a livello nazionale e internazionale. I brillanti risultati conseguiti con il Progetto Anno 2000 testimoniano il successo "di squadra" ottenuto da persone con cultura, professionalità e responsabilità aziendali

differenti che, di fronte ad una problematica complessa, a un contesto esterno di grande "pressione" e al rischio di forti "strumentalizzazioni", hanno saputo raggiungere un obiettivo comune e sfidante.

N° Trouble ticket	Tipologia del malfunzionamento
145	Problemi su applicazioni Host
53	Problemi SW su postazioni di lavoro
79	Problemi su SW di base
7	Altro

Tabella 1

Tipologia e numero di malfunzionamenti rilevati con trouble ticket, relativi alle segnalazioni software.

Tra gli altri riconoscimenti, fa piacere ricordare in proposito la lettera inviata a Telecom Italia dal Direttore dell'Ufficio Esecutivo del Comitato Anno 2000 della Presidenza del Consiglio dei Ministri, che attesta l'apprezzamento e il ringraziamento del Presidente del Consiglio dei Ministri, Onorevole Massimo D'Alema e dal Ministro della Funzione Pubblica, Senatore Franco Bassanini, nei confronti del lavoro svolto dall'Unità di Gestione del CDN per il periodo del *roll over*. La lettera sottolinea, in particolare, "l'impegno nel raggiungimento degli obiettivi", "il contributo essenziale sia nella fase di studio, sia nella fase di gestione" ed "il risultato di fronte alla riconsiderazione del ruolo del Paese da parte dei media internazionali". Siamo da qualche mese nel nuovo Millennio. Il pericolo era reale, ma i mezzi e le strutture messe in campo per monitorare eventuali situazioni critiche ha permesso di pervenire a risultati soddisfacenti.

Bibliografia

- [1] Napolitano, A.; Santi, S.: *Un grande appuntamento con il tempo: il passaggio all'Anno 2000 nelle TLC*. "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 8, n. 3, dicembre 1999, pp. 5-17.
- [2] Napolitano, A.; Paoli, A.: *Capodanno del 2000 nella Rete di Telecom Italia*. "Notiziario Tecnico Telecom Italia", Anno 8, n. 3, dicembre 1999, pp. 18-30.



Gianni Coia si è laureato nel 1990 in Scienze dell'Informazione presso l'Università di Pisa con tesi "Un ambiente per generare in modo interattivo interfacce utente per applicazioni LISP basato su X-Window" finanziata dalla Olivetti. Ha iniziato la sua attività lavorativa nel 1990 in Tecsiel S.p.A, oggi Finsiel S.p.A., dove si è occupato principalmente di progettazione e sviluppo d'applicazioni multimediali e sistemi Client/Server. È in Telecom Italia dal 1995 dove inizialmente si è occupato della progettazione del modello concettuale della base dati del sistema di Fatturazione Integrata e della definizione, nella Base Dati Aziendale, del catalogo/listino dei prodotti/servizi e sconti. Nel 1997 è stato inserito nel progetto Anno 2000 con il compito di definire e coordinare il processo di adeguamento del sistema informativo alle problematiche "Anno 2000". A partire dal 1999 si è occupato, come componente del Team Aziendale Anno 2000, anche del program management degli adeguamenti aziendali nel suo complesso, dagli aspetti legati alla comunicazione alla definizione della organizzazione dell'emergenza e del presidio di fine millennio. Da marzo 2000 è nel program management del Progetto Euro svolto dalla funzione Progetti Speciali.



Antonio Napolitano opera in Telecom Italia dal 1996. Dalla seconda metà del 1999 si è occupato del progetto "Anno 2000" per la Funzione Rete; (una biografia più estesa del coautore di quest'articolo è riportata a pagina 16 del Notiziario Tecnico Telecom Italia, Anno 8, n. 3, dicembre 1999).



Alessandro Paoli dal 1997 opera in Telecom Italia e dalla fine del 1998 è stato incaricato di seguire per la Funzione Rete le attività di adeguamento all'Anno 2000 di sistemi informatici, applicazioni e impianti della rete di Telecom Italia; (una biografia più estesa è riportata a pagina 30 del Notiziario Tecnico Telecom Italia, Anno 8, n. 3, dicembre 1999).



Luca Rossi si è laureato nel 1994 in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" discutendo la tesi sperimentale "Gestione di strumentazione per via vocale in ambito medico e chirurgico: tecniche di riconoscimento di segnali da e per strumenti. Progetto di un apparato da utilizzare nella chirurgia vitreo-retinica", realizzata in collaborazione con la Direzione Programmi di Ricerca della IBM Semea S.p.A. e con la Fondazione G. B. Bietti per lo Studio e la Ricerca in Oftalmologia di Roma. Nel 1996 ha pubblicato sulla rivista European Journal of Ophthalmology l'articolo "Automatic speech recognition in vitreo-retinal surgery. A project for a prototypal computer-based voice-controlled vitrectomy machine". Ha iniziato la sua attività professionale all'inizio del 1995 in Selfin S.p.A. (società di servizi del Gruppo IBM) in qualità di analista programmatore. Nel 1996 ha lavorato presso l'Application Product Development Center dei Laboratori Nazionali IBM di Roma, con mansioni di analisi, design e sviluppo software in tecnologia object-oriented ed architettura client/server. Nel 1997 ha svolto attività di analisi e re-engineering di processo nell'ambito del progetto Customer Service - Commercializzazione Fonia della Direzione Clienti Privati di Telecom Italia. Ha frequentato numerosi corsi tecnici di analisi, design e sviluppo applicazioni, tecnologia web/internet e corsi di organizzazione e project management. È stato assunto in Telecom Italia S.p.A. alla metà del 1998 presso la Direzione Generale Sistemi Informativi di Roma. A partire dal 1999 è stato membro del Team Interdirezionale di Coordinamento del Progetto Anno 2000 per la funzione Informatica, ed ha svolto attività di analisi di processo e project management in relazione al Contingency Planning aziendale. Ha partecipato a seminari ed incontri sul tema con aziende ed enti istituzionali in ambito nazionale ed internazionale, curando in particolare i rapporti con il Comitato Anno 2000 della Presidenza del Consiglio dei Ministri per il Piano Nazionale di Continuità ed Emergenza Anno 2000. Dall'inizio del 2000 si occupa di Client Management della funzione Informatica, con particolare riferimento alle attività di project management ed alle problematiche di cost reduction ed integrazione.

EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA TECNICA NELLE TELECOMUNICAZIONI

EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA
SUL CABLAGGIO PER
TELECOMUNICAZIONI NEGLI
EDIFICI

CON IL PROGREDIRE DEI SERVIZI DI TELECOMUNICAZIONE, IL CABLAGGIO CHE DEVE ESSERE PREDISPOSTO NEGLI EDIFICI E NEGLI APPARTAMENTI PER TRASPORTARE I SEGNALI PROVENIENTI DALLA RETE È DIVENTATO UN ELEMENTO SEMPRE PIÙ IMPORTANTE: IL CABLAGGIO, INFATTI, CHE UN TEMPO DOVEVA PORTARE IL SERVIZIO TELEFONICO DI BASE, SI STA OGGI SEMPRE PIÙ INTEGRANDO CON QUELLO RELATIVO AL TRASPORTO DEI SEGNALI LEGATI ALLA TECNOLOGIA DELL'INFORMAZIONE ED A NUOVI SERVIZI INTERATTIVI AD ALTA VELOCITÀ. LA SUA REALIZZAZIONE RAPPRESENTA OGGI UN ASPETTO CRITICO SIA PER I CONDIZIONAMENTI CHE ESSO PUÒ COMPORTARE SULLA POSSIBILE EVOLUZIONE DEI SERVIZI, SIA PER I COSTI ASSOCIATI ALLA SUA REALIZZAZIONE ED ALLA SUA EVENTUALE MODIFICA.

Il problema ha riguardato negli anni passati soprattutto gli edifici adibiti ad usi commerciali, ma diviene oggi attuale anche per gli edifici residenziali o con piccole attività commerciali.

Le norme riguardanti il cablaggio possono essere suddivise, a seconda dell'argomento trattato, in tre differenti categorie: norme relative al progetto; all'installazione; al collaudo o alla manutenzione. Contemporaneamente, in base all'obiettivo del cablaggio considerato, le norme possono essere suddivise in due gruppi: norme relative a cablaggi realizzati e dimensionati per specifiche applicazioni o servizi; norme relative a cablaggi previsti per un impiego generale che si prestano al trasporto di una vasta gamma di segnali.

Altre norme sono rivolte ad argomenti specifici, quali aspetti di compatibilità elettromagnetica (emissione e immunità al rumore elettrico), sicurezza delle persone e protezione degli apparati.

Nel campo della normativa sul cablaggio per uso generale in edifici commerciali, si sono manifestate di recente precise tendenze evolutive: richieste di incremento nelle prestazioni per le coppie simmetriche di categoria 5 e avvio di programmi per lo sviluppo di coppie con banda utile sino a 600 MHz. Acquista poi una crescente importanza il cablaggio in fibra ottica, soprattutto per la realizzazione di cablaggi ad architettura centralizzata.

Nel contempo, comincia a essere disponibile la normativa sui cablaggi per uso generale negli edifici residenziali, mentre diminuisce di conseguenza l'interesse per quelle relative ai cablaggi per usi specifici. Questa tendenza rientra nel più generale interesse verso lo sviluppo di reti all'interno delle abitazioni che consentono il trasporto di segnali di telecomunicazione, multimediali e di controllo.

Nel campo della pianificazione, installazione e gestione dei cablaggi, è cresciuta l'attenzione verso aspetti accessori, ma importanti, del cablaggio: le tecniche di installazione e gestione e le problematiche di compatibilità elettromagnetica, protezione e sicurezza.



LA RICHIESTA CRESCENTE DI NUOVI SERVIZI PORTA A CAPITALIZZARE LE POTENZIALITÀ DEI SISTEMI DI RETE INTELLIGENTE ATTUALI ED A VALUTARNE LE POSSIBILI EVOLUZIONI E APPLICAZIONI. È EMERSO ALLO STESSO TEMPO L'INTERESSE DA PARTE DI OPERATORI E COSTRUTTORI VERSO LA POSSIBILITÀ DI POTENZIARE I LIVELLI DI PROGRAMMABILITÀ DELLO STRATO SERVIZI MEDIANTE SOLUZIONI INFORMATICHE (PIATTAFORME MIDDLEWARE LARGAMENTE BASATE SU TECNOLOGIE IP) CHE CONSENTONO DI FORNIRE NUOVI SERVIZI SU RETI CONVERGENTI, VOCE E DATI.

La struttura di controllo si articola in diversi segmenti di funzionalità:

- controllo delle risorse di rete (utilizzo di protocolli esistenti o emergenti, quali ad esempio Megaco/H248, che permettono un controllo granulare della connettività fra postazioni terminali);
- controllo dei servizi di rete (*intelligence layer* costituito da un insieme di

EVOLUZIONE DELL'INTELLIGENZA
DI RETE NELL'ERA INTERNET

server informatici distribuiti e comunicanti mediante tecnologie informatiche) che comprende sia servizi di rete sia funzionalità di base come controllo di chiamata e di sessione, profilo del cliente, tariffazione;

- applicativi che permettono di arricchire l'offerta di servizi della rete (potenzialmente forniti anche da Service Provider esterni).

In termini di programmabilità e di apertura si può ipotizzare una struttura basata su interfacce *API (Application Programming Interface)* finalizzate all'introduzione di nuove prestazioni di rete, servizi ed applicazioni.

Alcuni dei principali vantaggi che possono essere previsti da un simile approccio sono:

- arricchire il portafoglio di offerta servizi, aumentando la sinergia tra applicazioni informatiche e servizi di telecomunicazione ed abilitando la realizzazione di servizi di convergenza basati sull'integrazione di prestazioni provenienti da reti differenti;
- ridurre il costo dei sistemi di controllo di servizi e i tempi di introduzione di innovazioni tecnologiche provenienti dal mondo informatico;
- diminuire i tempi ed i costi di realizzazione dei servizi e di introduzione di nuove prestazioni di rete, adottando soluzioni e prodotti informatici, e permettendo all'operatore di avere un controllo diretto di questi interventi.

È quindi possibile prevedere di realizzare una piattaforma di Controllo Servizi basata su soluzioni informatiche per il controllo di reti eterogenee che evolva e che si integri con le attuali soluzioni di Rete Intelligente.



IL *WAP (WIRELESS APPLICATION PROTOCOL)* È LA SPECIFICA DI UN PROTOCOLLO CHE CONSENTE A UTENTI DOTATI DI UN TERMINALE MOBILE, MUNITO DI UN MICROBROWSER, DI ACCEDERE E DI INTERAGIRE IN MODO SEMPLICE E RAPIDO A SORGENTI DI INFORMAZIONI LOCALIZZATE IN UN CENTRO DI SERVIZI REMOTO.

La specifica è sviluppata all'interno del WAP Forum, un'associazione di industrie, che comprende oltre duecento membri provenienti da tutti i segmenti del "mondo" wireless. Il WAP può perciò essere considerato lo standard mondiale "de-facto" per servizi informatici e telefonici su telefoni mobili numerici e su terminali wireless in generale. Il WAP Forum ha rilasciato la versione 1.2 della specifica nel novembre 1999 e sta lavorando ora alla versione 1.3.

WAP adotta un modello che segue da vicino il modello WWW. Tutti i contenuti sono specificati in formati simili a quelli tipici del mondo Internet tradizionale. Il trasporto dei contenuti avviene utilizzando protocolli standard nel dominio WWW mentre nel dominio wireless è impiegato un protocollo HTTP-like ottimizzato. L'indirizzamento dei contenuti avviene usando gli *URL (Uniform Resource Location)* standard di WWW.

È disponibile su diversi servizi di trasporto, quali SMS, CSD, USSD, GPRS, e reti cellulari, quali GSM, CDMA, i sistemi giapponesi PDC e PHS e l'UMTS.

Le applicazioni tipiche di WAP sono: unified messaging; servizi finanziari e mobile banking; mobile commerce; servizi location based quali informazioni su tempo e traffico; news; giochi. È possibile impiegare il WAP anche per realizzare applicazioni in reti private e verticali, quali l'accesso ad archivi aziendali e alla posta elettronica, despatching, monitoraggio remoto, work-force management.

Raffaella Comino - CSELT

WAP: PROTOCOLLO PER
APPLICAZIONI WEB SU MOBILE

G.R. Ash

DYNAMIC ROUTING IN TELECOMMUNICATIONS NETWORKS

Editore: McGraw-Hill
New York, 1999
pp. XXI di introduzione, 746 di testo
US\$ 85 su Amazon.com e Barnesandnoble.com
Lingua: Inglese

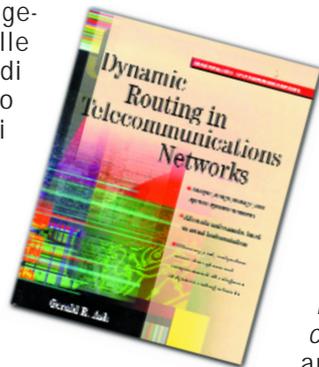
Potrebbe sembrare desueto, nel momento in cui il dibattito tecnologico si concentra sulle nuove tecnologie basate sulla commutazione di pacchetto (IP, ATM), recensire in questa rivista un libro che tratta essenzialmente dell'Ingegneria del Traffico nelle Reti a Commutazione di Circuito. In realtà, credo valga la pena spenderci qualche parola, in quanto, a mio modo di vedere, rappresenta il lavoro definitivo sui temi fondamentali dell'Ingegneria del Traffico nelle Reti a Commutazione di Circuito.

Il libro è il compendio di un lavoro entusiasmante, iniziato più di 20 anni fa con l'introduzione in rete delle prime centrali numeriche, che ha portato a ridefinire completamente i criteri di instradamento del traffico nelle reti telefoniche. Dalle tecniche gerarchiche, ancora oggi ampiamente utilizzate nella stragrande maggioranza delle reti del mondo, si è passati gradualmente a criteri di instradamento dinamico, dapprima con variazione dei piani di instradamento su scala temporale oraria, per sfruttare al meglio gli sfasamenti nelle ore di punta

del traffico, e poi man mano spingendo la dinamicità fino ad arrivare ad algoritmi adattativi su base chiamata. Tutto ciò ovviamente a vantaggio dell'economicità del sistema, sia in termini di dimensionamento delle risorse di rete sia di ottimizzazione nello smaltimento del traffico.

Il libro ripercorre le tappe di questo passaggio tecnologico, mettendo in luce tutti gli aspetti metodologici di analisi delle prestazioni degli algoritmi di instradamento dinamico, gli aspetti realizzativi, i nuovi criteri di dimensionamento ottimo della rete e infine quantificando i benefici economici.

Nel libro viene rivisitato soprattutto il cammino intrapreso dall'AT&T, di cui l'autore è responsabile della linea "Routing Evolution



Planning" nell'ambito della divisione

"Network Technology Development", a partire dal 1984, anno in cui fu introdotto in rete il DNHR (Dynamic Non Hierarchical Routing), fino ad arrivare all'introduzione, nel 1991, del

semplice ma efficacissimo algoritmo adattativo RTNR (Real-Time Network Routing), un algoritmo ad intelligenza distribuita che instrada il traffico su base chiamata.

Il libro analizza anche altri criteri di instradamento dinamico, sviluppati e resi operativi da altri gestori, quali ad esempio: il DCR (Dynamic Controlled Routing), sviluppato da Bell Canada e oggi in esercizio nelle reti di Stentor Canada, Bell Canada, MCI e Sprint; il DAR (Dynamic Alternative Routing) sviluppato da British Telecom e dal 1996 in esercizio nelle reti di British

Telecom e Norway Telecom; il DR-5 (Dynamic Routing/5-minutes) sviluppato da Telcordia (ex-Bellcore), in esercizio nelle reti delle Bell Regional Operating Companies; ed altri ancora.

Ritengo il libro di Ash, sia per i contenuti che per lo spessore culturale dell'autore, un testo fondamentale per quanti si occupano di Pianificazione delle Reti e di Ingegneria del Traffico, non solo delle Reti a Commutazione di Circuito. Infatti, le tecniche espone nel testo, opportunamente generalizzate al caso multiservizio, sono già state utilizzate in vari lavori sul dimensionamento e sull'ottimizzazione degli instradamenti delle reti ATM.

Vorrei concludere questa breve recensione mettendo in luce un altro insegnamento, nascosto tra le righe, che il libro permette di trarre. Nella conclusione della prefazione del suo libro, Ash scrive:

"The author is deeply indebted to all of these people for their pioneering, creative work over the past 20 years, and it has been the author's privilege to work with this talented individuals. However, all the great work ever done would never see the light of day without executives to have the vision to see the worth of these ideas and convert them to plans, to forge ahead with them in spite of the normal resistance to change usually encountered in such large-scale migration to radical new ideas ..."

Ovvero, il concepimento e la realizzazione pratica di nuove idee richiedono sempre la visione strategica e il coraggio dell'innovazione da parte di chi deve prendere le decisioni.

Tiziano Tofoni

A cura di Flavio Muratore

LE COMUNICAZIONI MOBILI DEL FUTURO: "UMTS IL NUOVO SISTEMA DEL 2001"

*Editore: CSELT
Torino, gennaio 2000
pp. 244, L. 49.000
Lingua: Italiano
Distribuzione UTET Libreria*

Il titolo è chiaro: con questo libro siamo già oltre il 2000.

Ben presto potremo comunicare in modo multimediale sempre e ovunque... anche quando saremo in viaggio all'estero o semplicemente sull'autobus.

Se guardiamo al nostro più recente passato ci rendiamo conto di come lo sviluppo della telefonia mobile abbia di fatto rappresentato l'inizio di una nuova era per le telecomunicazioni.

La possibilità di fruire di una comunicazione valida e funzionante in tutto il mondo e sempre più veloce (oltre i 2 Mbit/s) e ricca di molteplici servizi (dalla videoconferenza, all'audio-video streaming di elevata qualità) diventa realtà con i sistemi mobili di terza generazione, in Europa detti anche *UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)*.

Questi sistemi, innovativi e con capacità avanzate, sono in grado di conciliare le nostre abitudini e necessità di spostamento con la crescente esigenza di utilizzare una comunicazione multimediale (fruire in contemporanea di audio, video e dati).

Da quanto emerge sull'evoluzione e diffusione della telefonia mobile, risulta chiaro che a breve i terminali mobili di terza genera-



zione entreranno in commercio: al riguardo si stima infatti che, a partire dal 2001 prima in Giappone e poi fra due anni anche in Italia e nel resto del mondo, tutti gli interessati potranno disporre di un terminale di terza generazione.

Del resto, il numero degli utilizzatori dei cellulari sta crescendo in modo esponenziale tanto che è ragionevole ritenere che, a livello mondiale, entro il 2003 ci sarà più di un miliardo di terminali mobili in esercizio, il che significa anche un superamento delle linee telefoniche fisse previsto per quella data.

Chi dunque desidera scoprire e capire quali siano le reali potenzialità offerte dalla comunicazione mobile di terza generazione, come questa si integri con quella oggi esistente (rete GSM) e quali siano le ragioni che abbiano portato al suo sviluppo, trova approfondite spiegazioni in questo volume, scritto da un team di ricercatori CSELT (Centro di ricerca del Gruppo Telecom Italia) da anni impegnati nella definizione e sperimentazione in laboratorio e in campo del sistema UMTS.

In nove capitoli il lettore può scoprire il "dietro le quinte" degli elementi innovativi del sistema, i principi di funzionamento del livello fisico, della rete di accesso e della "core network"; inoltre può conoscere le opportunità del segmento satellitare in un contesto UMTS, e seguire passo-passo il cammino evolutivo dei servizi e dei terminali mobili in un contesto di multimedialità con particolare attenzione agli aspetti di verifica "in campo" delle nuove soluzioni radio.

"In questo volume - spiega Flavio Muratore, il ricercatore CSELT curatore del libro - abbiamo voluto analizzare e descrivere, in modo

semplice e completo, gli aspetti radio e di rete del sistema UMTS, fornendo una visione d'insieme dei nuovi servizi e riportando gli orientamenti futuri della ricerca, con un accenno alle soluzioni a cui si sta già lavorando".

Michela Billotti

Aldo Roveri

TELECOMUNICAZIONI E LIBERALIZZAZIONE IN ITALIA

RISPOSTA DELLA TECNICA ALLA CRESCENTE DOMANDA DI APPLICAZIONI E SERVIZI

*Editore: Franco Angeli
Milano, 2000
pp. 1.540, L. 150.000
Lingua: Italiano*

Il libro è il frutto di un'iniziativa dell'ANIE (Associazione Nazionale Telecomunicazioni e Informatica), che raggruppa le principali aziende operanti in Italia nella ricerca, nello sviluppo, nella fornitura e nell'installazione di apparecchiature e di sistemi di telecomunicazioni, di informatica nonché nella realizzazione di applicazioni e di soluzioni software.

Quest'opera, curata da Aldo Roveri, è il risultato di uno studio sulle *Prospettive di sviluppo delle reti di telecomunicazione agli inizi della liberalizzazione del mercato in ambito nazionale*, ove viene posto l'accento sulla *qualificazione della domanda* e sulla relativa risposta della tecnica. L'opera presenta quindi l'evoluzione che caratterizza le tecnologie, gli apparati, i sistemi ed i servizi di telecomunicazioni in un momento storicamente importante per le telecomunicazioni nazionali, e cioè con l'avvento di un mercato liberalizzato.

L'opera raccoglie, sotto forma di monografie, i contributi che sono stati elaborati da qualificati esperti rappresentativi della filiera delle telecomunicazioni - dai costruttori di apparati e di sistemi ai gestori di servizi di telecomunicazioni - così come da autorevoli esponenti delle Istituzioni e da specialisti di centri di ricerca italiani operanti nel campo dell'*ICT (Information and Communication Technology)*.

Nel libro viene presentato, innanzitutto, il quadro di riferimento tecnologico, che è sempre più caratterizzato dalla convergenza tra telecomunicazioni, informatica e broadcasting, dalla diffusione di Internet, dal forte sviluppo delle tecnologie wireless, dall'esigenza di una maggiore velocità di trasmissione, di una crescente intelligenza di rete e di mobilità.

Sono quindi prese in esame le esigenze e le aspettative dei principali attori del mondo

ICT: i gestori di servizi di telecomunicazioni, i distributori di contenuti, i fornitori di apparati e di sistemi di telecomunicazioni, gli impiantisti e l'utenza. Ciascuno di essi riesce a dare, dal proprio angolo visuale, una panoramica chiara sulla rapida evoluzione in atto nella filiera ICT.

Attraverso un gran numero di monografie, che hanno il pregio di coniugare le ragioni della sintesi con quelle di un aggiornato approfondimento, il libro passa in rassegna le nuove opportunità tecnologiche di tipo ottico, software, radio, satellitare, a supporto dello sviluppo di *infrastrutture* e di nuovi servizi.

Una sezione assai ampia è dedicata alle novità architetture, che costituiscono un vero e proprio

driver di competizione e di sviluppo. Le chiavi di volta per la diffusione dei servizi ICT, che sono alla base dello sviluppo della Società dell'Informazione, sono infatti costituite da Internet, Intranet, dalle diverse realizzazioni dell'accesso, dal ruolo di architetture ATM, SDH e WDM, dall'evoluzione delle reti intelligenti e di quelle destinate alle comunicazioni mobili, dalle piattaforme numeriche per i servizi televisivi, tanto per citare alcuni dei temi più importanti presi in esame.

Il lavoro si conclude con la presentazione degli scenari evolutivi riguardanti le comunicazioni innovative, i nuovi servizi ICT per il business ed il residenziale, i requisiti e le prospettive di qualità, di sicurezza e di protezione nelle comunicazioni di dati.

Come si può desumere da questa elencazione sui temi trattati, il libro ha il pregio di offrire un'analisi molto documentata e puntuale sullo sviluppo delle infrastrutture di telecomunicazioni nel nostro Paese. È questo un argomento che assume sempre più importanza: infatti la disponibilità di *infrastrutture* efficienti è un prerequisito essenziale per lo sviluppo della Società dell'Informazione e per la competitività di qualsiasi Paese.

Un'infrastruttura di telecomunicazioni moderna e competitiva deve essere in grado di:

- garantire velocità e larghezza di banda per la gestione di applicazioni multimediali;
- contribuire a creare condizioni favorevoli a una ripresa dell'occupazione stabile e qualificata;
- considerare sempre più un fattore strategico decisivo le scelte sulla localizzazione delle imprese: queste infatti operano per quelle aree che potranno garantire loro l'ac-

cesso e la fruizione dei servizi legati all'ICT. La competizione che prende in esame la localizzazione delle attività produttive si gioca, quindi, sulla dotazione di infrastrutture del territorio, senza le quali si va incontro ad un destino di deindustrializzazione e di marginalizzazione;

- offrire alle *PMI (Piccole e Medie Industrie)* opportunità di sviluppo, mettendole in condizione di superare alcune delle difficoltà logistiche e organizzative proprie delle aziende con dimensioni limitate;
- sfruttare le nuove opportunità che si presentano nell'organizzazione delle imprese - il cui esempio più significativo è costituito dal telelavoro - così come nell'effettivo sostenuto avvio del commercio elettronico e nel riesame dei processi organizzativi della Pubblica Amministrazione.

Una delle riflessioni più importanti che la lettura del libro può stimolare è quindi quella di non perdere di vista, anche in futuro, l'obiettivo della qualità e dell'efficienza della rete, in quanto essa rappresenta la variabile competitiva cruciale nel mercato dei servizi di telecomunicazione. Quest'aspetto deve rendere consapevoli, in special modo i gestori di servizi di telecomunicazioni, della necessità di effettuare investimenti mirati, per dotare il Paese di un'*infrastruttura* adeguata a soddisfare la crescente domanda di servizi, dei quali Internet ed il Commercio Elettronico sono gli esempi più eclatanti.

A conclusione di questa presentazione del libro vorrei aggiungere che, nonostante i rischi insiti in un'opera nella quale, tra le numerose monografie presenti, sono illustrati anche punti di vista diversi e non necessariamente convergenti, il professor Roveri è riuscito a dare una chiave di lettura convincente delle differenti



impostazioni adottate dai singoli Autori ed ha assicurato alla trattazione un filo conduttore coerente con l'obiettivo di offrire un'analisi il più possibile ampia ed esauritiva.

Sotto questo profilo non è azzardato affermare che il libro, per vastità, grado di approfondimento e aggiornamento dei temi trattati, costituisce una sorta di "summa" - pressoché unica nel panorama editoriale italiano anche di taglio più specialistico - dedicata agli sviluppi di tecnologie, reti e servizi di telecomunicazioni.

Per queste sue caratteristiche, il libro può risultare di notevole interesse e utilità per un ampio ventaglio di lettori che svolgono la propria attività, anche al di fuori dello specifico ambito settoriale, e può costituire un punto di riferimento valido per quanti vogliono riflettere sulle linee di sviluppo del mondo ICT, con particolare attenzione al nostro Paese.

Rocco Casale



Massimo Tarsi

LA VIA ITALIANA ALLA MULTIMEDIALITÀ CITTÀ E COMUNICAZIONE INTERATTIVA IN RETE A LARGA BANDA

*Editore: QuattroVenti
Urbino, ottobre 1999
pp. 80, L. 20.000
Lingua: Italiano*

Il libro è il testo del corso di "Teorie e tecniche della comunicazione di massa" che Massimo Tarsi tiene nella Facoltà di sociologia delle Università di Urbino e della Sapienza di Roma.

Nell'opera è anzitutto riportato un quadro sintetico sulla situazione attuale legata all'espansione del trasporto dell'informazione a larga banda nelle aree urbane per rispondere all'esigenza di comunicazione crescente della Società. È poi indicata la via italiana oggi seguita verso la multimedialità e sono descritti ruoli e attori che concorrono alla fornitura dei servizi multimediali e video interattivi: i fornitori di contenuti, quelli del servizio e i gestori delle reti di telecomunicazioni.

Massimo Tarsi si sofferma successivamente sull'impiego di Internet ad alta velocità e sottolinea che attraverso questo strumento continuano ad essere realizzate vetrine commerciali virtuali. Cita in proposito alcuni esempi: le agenzie di viaggio mediante le quali è possibile vedere luoghi di villeggiatura e verificarne la disponibilità di accoglienza o, anche, l'accesso con Internet a centri che forniscono informazioni o effettuano prenotazioni per visitare musei o per assistere a spettacoli teatrali o cinematografici. L'autore ritiene che queste possibilità crescenti per il trasporto dell'informazione siano destinate già nel medio periodo a modificare sostanzialmente il nostro stesso modo di vivere perché contribuiranno a creare un nuovo modello di Società nel quale, al contrario di quanto accade oggi, saranno in prevalenza le "informazioni" a muoversi verso gli utilizzatori.

Le persone in un futuro prossimo si sposteranno quindi sempre meno dalla propria abitazione e svolgeranno "da remoto" la maggior parte delle attività per le quali oggi si muovono; l'intera Società otterrà così un contenimento del traf-

fico automobilistico nelle città e dei rischi legati alla mobilità e, al tempo stesso, un calo del tasso di inquinamento atmosferico specie in alcune aree urbane, quali i centri storici.

Massimo Tarsi sottolinea anche che questo mutare del modo diffuso di agire e di comportarsi nella quotidianità non persegue l'obiettivo di relegare le persone nelle proprie abitazioni. Il cambiamento di abitudini ha invece come traguardo

la possibilità di contribuire a ridurre gli sprechi di tempo legati agli spostamenti. Otterremo così un tempo maggiore per noi stessi, per s v o l g e r e quelle attività che sono di nostro maggiore interesse e anche per muoverci fuori dalla

nostra abitazione; ma in questo caso per scelta e non per necessità.

L'autore sembra essere quindi molto ottimista sui vantaggi per l'intera Società che potranno essere ottenuti con le trasmissioni a larga banda; sembra quindi non temere che qualcuno possa sempre più isolarsi dagli altri con un impiego prolungato dei collegamenti informatici, magari dedicando molto tempo ai giochi via Internet. Ma questo è un altro problema che è bene venga approfondito proprio dagli studiosi di Scienze Sociali e non da chi scrive. Massimo Tarsi opera in Telecom Italia e si occupa oggi di problematiche di gestione legate alla rete di accesso.

Rocco Casale



I seguenti sommari sono ripresi dai "Rapporti Tecnici CSELT" di dicembre 1999.

R. Montagna

Mobilità ed evoluzione dell'accesso alla rete: "Software radio", "systemness", condizioni preliminari

L'attuale definizione di "Software radio" è: realizzazione di "terminali mobili" "da antenna a banda base" sino alle "applicazioni richieste dall'utente" via "software"; questa tecnica consentirà il potenziamento di "terminali multi-modo/servizi/standard/banda". L'evoluzione del "Software radio" sarà possibile grazie ad un adeguato compromesso tra "software" e "hardware" ("middleware") nel "front-end radio". "Software radio" e realizzazioni commerciali dell'UMTS sono previste nello stesso lasso di tempo. Scopo dell'articolo è individuare le possibili soluzioni, favorite dal "Software radio", per ottenere l'interoperabilità di sistemi differenti. La complessità di quest'evoluzione può essere valutata utilizzando il concetto di "Mobile systemness", concetto che può fornire utili indicazioni sulla probabilità di rinnovamento dei sistemi che permette la valutazione dei costi. L'articolo ha lo scopo di raccogliere, in un limitato numero di gruppi, i vari tipi di adattatori di funzionalità, le entità funzionali richieste dai protocolli di differenti livelli (utente, piattaforma del servizio,

rete core, accesso radio, livello fisico). La tecnologia del "Software radio" è quindi facile da realizzare, meno complessa, meno problematica per tutte le figure coinvolte - incluse le Autorità di controllo - se l'insieme di interfaccia (a ciascun livello, in ciascun piano) è il più limitato possibile.

E. Damosso, M. Rebecchi

La gestione dello spettro nelle comunicazioni mobili: aspetti economici

Lo spettro radio è una risorsa naturale di valore con caratteristiche uniche: può essere utilizzato in modo più o meno efficiente, ma non può essere creato o distrutto. Infatti lo spettro è inesauribile nel tempo; il modo o l'intensità con cui viene utilizzato in un dato momento non hanno perciò alcun impatto sulla sua disponibilità in un altro momento. In un dato istante e luogo, tuttavia, la quantità di spettro utilizzabile è una grandezza finita. Ogni utilizzo dello spettro necessariamente preclude, o influenza, perciò in modo più o meno sensibile, un altro utilizzo simultaneo dello stesso. Con riferimento alle comunicazioni mobili, diversi sono i fattori in grado di influenzare l'uso dello spettro, e di dare origine a particolari opportunità per gli operatori, i fornitori di servizi, i costruttori e, naturalmente, i clienti, mediante l'offerta di nuovi servizi (o combinazioni di quelli preesistenti), nel mondo delle comunicazioni wireless. L'articolo esamina gli elementi più significativi collegati alla gestione dello spettro, quali la flessibilità nella gestione e

alcune considerazioni di tipo commerciale, con particolare riferimento alla situazione europea, così come gestita dal Comitato/Ufficio Europeo per le Radiocomunicazioni, l'ERC/ERO (European Radiocommunication Committee/Office).

E. Buracchini

Il progetto ACTS-SORT e il concetto di "Software radio"

Con l'approssimarsi degli anni Duemila, la competizione industriale tra asiatici, europei ed americani promette un cammino molto difficile verso la definizione di un unico standard per le future comunicazioni mobili, sebbene analisi di mercato sottolineino i benefici commerciali di uno standard comune mondiale. È dunque in quest'ambito che il concetto di "Software radio" sta emergendo come una possibile soluzione pragmatica: uno sviluppo software nel terminale di utente in grado di adattarsi dinamicamente all'ambiente radio in cui viene di volta in volta a trovarsi. Infatti, il termine "Software radio" significa "funzionalità radio definite via software", intendendo con ciò, la possibilità di definire via software quelle funzionalità tipiche di un'interfaccia radio che normalmente sono inserite nei trasmettitori e ricevitori mediante un hardware appositamente dedicato. L'articolo presenta una rassegna dello stato dell'arte dell'emergente tecnologia "Software radio" e dei concetti sviluppati nell'ambito del progetto ACTS-SORT (Advanced Communications Technologies and Services - Software Radio Technologie).

Chi desidera ricevere copia di questi articoli può rivolgersi direttamente a:
Laura CANTAMESSA
CSELT, Via Guglielmo Reiss Romoli, 274
10148 Torino
Tel: 011 - 2285366
Fax: 011 - 2285762
e-mail: laura.cantamessa@cselt.it

G. Lyberopoulos, K. Koutsopoulos,
R. Menolascino, A. Rolando, J. Markoulidakis

Sul dimensionamento e l'efficienza dei modi di interfaccia-radio UTRA (W-CDMA e TD-CDMA)

UMTS è considerata come la principale opportunità per fornire, nel prossimo futuro, servizi multimediali a larga banda mobili per il mercato di massa, con velocità di trasmissione fino a 2 Mbit/s in ambienti micro e pico-cellulari caratterizzati da condizioni di mobilità limitata e fino a 384 kbit/s in ambienti micro e macro-cellulari con elevata mobilità dei terminali. Per soddisfare i requisiti relativi al traffico in evoluzione, il Gruppo SMG2 ETSI ha proposto due soluzioni per i modi di interfaccia-radio relativi all'UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access), l'accesso radio terrestre UMTS. Esse sono in particolare, il CDMA a larga banda o W-CDMA (Wideband-CDMA) e il TD-CDMA (Time Division-CDMA o CDMA a divisione di tempo). Quest'articolo ha il duplice scopo di dimensionare i due modi di interfaccia-radio candidati (W-CDMA e TD-CDMA) e di investigare, in termini di pianificazione, sull'efficienza di taluni scenari di deployment da parte degli operatori in ambienti cellulari multi-livello. Per ciascuno scenario sono forniti i risultati globali indicativi ed è effettuata un'analisi comparativa per verificare l'efficienza dei due modi, in termini di gestione di servizi misti di natura sia simmetrica sia asimmetrica e di gestione di servizi ad elevata velocità di trasmissione con natura asimmetrica. L'efficienza è "misurata" dal carico massimo di traffico trasportato

(complessivamente o no) che il sistema è in grado di gestire (in una data area geografica e per un dato mix di servizi) e dal numero totale di stazioni BTS richieste per gestire il traffico trasportato.

A. Striuli, A. Farnesi, E. Garetti

"Concurrent, ubiquitous and seamless service provisions" - Alcuni risultati del Convegno di Venezia CUSSP '98

Il punto di partenza nel tentativo di comprendere il futuro non può essere altro che questo: descrive le strutture a carattere verticale dei servizi oggi offerti e la necessità di allontanarsi da questi, occorre chiedersi se Internet, come la conosciamo oggi, può diventare l'ambiente di convergenza verso l'unificazione della quale abbiamo bisogno. Il futuro deve evolvere verso un contesto nel quale ogni servizio (ove il concetto di servizio è molto lontano da quello oggi percepito) è disponibile ovunque e *seamless* ed è fornito in modo concorrenziale e collaborativo. In questo processo evolutivo, all'interno dell'impresa e tra imprese differenti deve essere definitivamente adottata una integrazione orizzontale, piuttosto che verticale. Le reti di telecomunicazioni che sono alla base devono essere in grado di offrire una semplice capacità di comunicazione tra le piattaforme che provvedono all'elaborazione delle informazioni. Queste reti collegheranno tutto, forniranno "prese" standard sempre presenti e saranno sempre *on* (in particolare, l'essere "sempre *on*" costituisce una caratteristica

realmente nuova e indispensabile nel futuro scenario delle comunicazioni). Esse dovranno essere "cost effective", economiche, abbordabili, semplici, robuste, sicure e affidabili. Per la fornitura dei servizi sono state perciò definite tre caratteristiche fondamentali: si prevede che i servizi siano *concurrent, ubiquitous and seamless*.

V. Aurucci, D. Ferro, R. Lavagnolo

Potenzialità della rete intelligente per servizi fissi-mobili convergenti

L'interesse per soluzioni convergenti che interessino i servizi fissi e quelli mobili è aumentato di recente grazie alle nuove condizioni di liberalizzazione ed ai corrispondenti livelli di concorrenza. Sia gli operatori già presenti sia i nuovi arrivati hanno compreso che, a causa delle condizioni di liberalizzazione, un paradigma di servizio basato sull'offerta di servizi congiunti fissi e mobili può creare interessanti opportunità commerciali e operative. L'articolo descrive le potenzialità offerte dalle piattaforme basate sulla rete intelligente, IN (Intelligent Network), come elemento abilitante per la convergenza fisso-mobile per la FMC (Fixed-Mobile Convergence), ed esamina diversi scenari IN con differenti livelli di integrazione e complessità, tenendo conto dell'impatto sull'infrastruttura della rete e sui sistemi di gestione del servizio.

R. Pignatta, P. Marchese, G. Spinillo

Intelligenza di rete per servizi di mobilità: metodologie per la valutazione delle prestazioni delle applicazioni di mobilità cordless

Questa articolo descrive l'esperienza tecnica congiunta di CSELT e di Telecom Italia nel processo di valutazione delle prestazioni, e di rilascio della piattaforma IN centralizzata applicata ad un servizio cordless di mobilità locale basato su DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunication) come evoluzione del progetto EXODUS ACTS. Nell'articolo sono inoltre esaminate le metodologie, gli strumenti utilizzati per qualificare i nodi IN coinvolti ed il processo di validazione strutturata adottato, applicato sia alle funzionalità della rete sia alla valutazione delle prestazioni in differenti condizioni di traffico effettuata in un ambiente controllato. Il processo di validazione strutturata può contribuire a ridurre i tempi di qualificazione, ad una migliore gestione della complessità dell'applicazione ed a fornire informazioni utili per correlare i risultati di laboratorio con la qualità del servizio rilevata dall'utente. È infine esaminata la possibile evoluzione dei parametri tecnici e della metodologia per i nodi IN SCP (Service Control Point) allo scopo di trarre i massimi benefici dalla crescente diffusione di piattaforme IN modulari e scalabili e per garantire il livello di servizio e l'affidabilità richiesti in presenza di servizi per le telecomunicazioni ed applicazioni innovative e complesse.

F. Galliano, R. Menolascino, M. Pizarroso, B. Salas

Progettazione di reti radio-mobili con antenne adattative e componenti superconduttori

La collaborazione stabilita da STORMS (Software Tools for Optimisation of Resources in Mobile Systems) con i progetti TSUNAMI e SUCOMS si è rivelata estremamente utile nell'applicazione delle procedure di pianificazione definite da STORMS con dispositivi tipici della terza generazione, come le antenne adattative e i front-end di BTS (Base Transceiver Station) equipaggiati con componenti a superconduttori. Nel quadro di quest'attività di cooperazione, sono state condotte alcune prove di pianificazione di rete che provano come gli strumenti di pianificazione STORMS siano uno strumento prezioso per i futuri gestori di rete che permette di valutare l'interesse all'introduzione nelle reti cellulari di questo tipo di dispositivi.

E. Berruto, V.V. Goldman (University of Twente), T.S. Lam, R. Menolascino

Metodologie di riconfigurazione dinamica in reti fibre-wireless di prossima generazione

Nell'articolo sono riportati i risultati ottenuti nell'ambito delle attività di concertazione della Commissione Europea BAM (Broadband Access Mobile) riguardante il mobile con accesso a larga banda. In tre "linee guida" pubblicate dall'inizio del Programma ACTS, sono state proposte ed analizzate soluzioni innovative per le reti mobili di

futura generazione. Le soluzioni tecnologiche note come "Radio in the fibre" possono essere vantaggiosamente impiegate nelle reti di accesso dei sistemi UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems) e MBS (Mobile Broadband Systems) per allocare dinamicamente la capacità disponibile verso le aree in cui si registrano concentrazioni di traffico elevate. Inoltre, impiegando la tecnica WDM (Wavelength Division Multiplexing), riguardante la moltiplicazione a divisione di lunghezza d'onda, si può consentire a molti "provider" di servizi mobili di condividere la stessa infrastruttura della rete di accesso gestita da un singolo operatore di rete. L'articolo analizza le caratteristiche e i possibili sviluppi applicati a scenari UMTS e MBS. I progetti ACTS che trattano quest'attività sono STORMS, PRISMA e RAINBOW.

S. Barberis, F. Galliano, G. Lyberopoulos, K. Kouyosopoulos, R. Menolascino, M. Pizarroso, A. Rolando

La metodologia di pianificazione relativa alle interfacce radio W-CDMA e TD-CDMA dell'UMTS

L'articolo descrive la metodologia sviluppata nell'ambito del progetto STORMS (Software Tools for Optimisation of Resources in Mobile Systems) per il dimensionamento e l'ottimizzazione di reti mobili basate sull'interfaccia radio UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access). Dopo una breve introduzione sulla procedura di pianificazione globale proposta da STORMS, si forniscono dettagli sulle metodologie

sviluppate per il computo della capacità attesa in reti basate su interfacce W-CDMA o TD-CDMA.

In particolare le simulazioni eseguite presso gli Enti di standardizzazione hanno dimostrato che la prima interfaccia è adatta alla copertura esterna in ambiente pubblico, mentre la seconda è indicata per la copertura microcellulare e picocellulare.

C. Evcı, A. de Hoz, R. Rheinschmitt, M. Araki, M. Umehira, M. Beach, P. Hafezi, A. Nix, Y. Sun, S. Barberis, E. Gaiani, B. Melis, G. Romano, V. Palestini, M. Tolonen

AWACS: Descrizione del sistema e principali risultati del progetto

Il progetto ACTS AWACS (ATM Wireless Access Communication System) ha esaminato l'utilizzo delle antenne direttive come alternativa alle tecniche di equalizzazione e multi-portante per il raggiungimento di velocità di trasmissione compatibili con ATM (circa 34 Mbit/s) su portante radio. Oltre alla campagna di misure a 19 GHz e alle prove sperimentali mediante un prototipo sviluppato da NTT, il consorzio ha svolto indagini a livello di sistema e di prestazioni radio basati su simulazioni, lo studio dei protocolli di controllo dell'accesso al mezzo radio, MAC (Medium Access Control), ed ha esaminato gli aspetti relativi alla mobilità per la fornitura di servizi radio ATM. Obiettivo principale di AWACS è influenzare gli standard radio ATM emergenti, in particolare la nuova specifica HIPERLINK. Il sistema radio ATM AWACS si basa su hardware originariamente

sviluppato in Giappone da NTT e consente perciò al consorzio di disporre di una piattaforma per le valutazioni sperimentali da esso condotte.

E. Tzifa, P. Demestichas, R. Menolascino, F. Pascali, V. Demesticha, M. Theologou

Strumenti software per la valutazione delle prestazioni dell'interfaccia UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access)

L'utilizzo di strumenti di pianificazione avanzati costituirà il fattore chiave per il successo dei futuri sistemi di comunicazione cellulari. Il progetto STORMS (Software Tools for Optimisation of Resources in Mobile Systems) si propone lo sviluppo di questi strumenti. Scopo de lavoro è presentare il simulatore UMTS STORMS e gli ampliamenti che si sono resi necessari per incorporare le caratteristiche legate all'interfaccia UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access). Il prodotto finale di questo lavoro è uno strumento software in grado di consentire la realizzazione di studi indirizzati a verificare le prestazioni dell'interfaccia.

M.C. Ronchini, C. Braedley

Definizione di una metodologia per la valutazione della qualità di servizio

La chiave del successo di un sistema di comunicazione mobile è la QoS (Quality of Service), la qualità di servizio, che esso è in grado di fornire. I requisiti di QoS dovrebbero quindi essere presi in considerazione durante l'intero

processo di progettazione e pianificazione di una rete. L'articolo presenta un approccio per la valutazione della qualità di servizio messo a punto nell'ambito del progetto STORMS (Software Tools for Optimisation of Resources in Mobile Systems). Partendo dall'analisi dei risultati di una campagna di misure, è stata sviluppata una procedura per valutare la correlazione esistente tra alcuni parametri oggettivi di rete (ad esempio il rapporto C/I e la potenza ricevuta) e alcuni parametri soggettivi di QoS e in particolare la VQ, la qualità vocale per fornire una stima della qualità fonica.

F. Galliano, N.P. Magnani, G. Minerva, A. Rolando, P. Zanini

Pianificazione frequenziale GSM con segregazione di banda per le portanti BCCH

L'articolo si propone di investigare le prestazioni della pianificazione in frequenza fissa del sistema GSM considerando bande dedicate rispettivamente all'assegnazione delle portanti TCH e BCCH (si dicono "portanti BCCH" le frequenze che ospitano il canale BCCH). L'analisi persegue l'obiettivo di verificare se questa strategia di pianificazione delle frequenze (che nel testo è indicata come "pianificazione in frequenza con segregazione di banda") porta a migliori prestazioni di sistema rispetto alle strategie usuali di pianificazione delle frequenze, che considerano cioè una banda comune condivisa dalle portanti TCH e BCCH. Nell'articolo è presentato un alto numero di scenari applicativi.