Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
120° (2002), Vol. XXVI, pp. 107-112

MAURIZIO DECINA *

Internet e la sua evoluzione verso la larga banda **

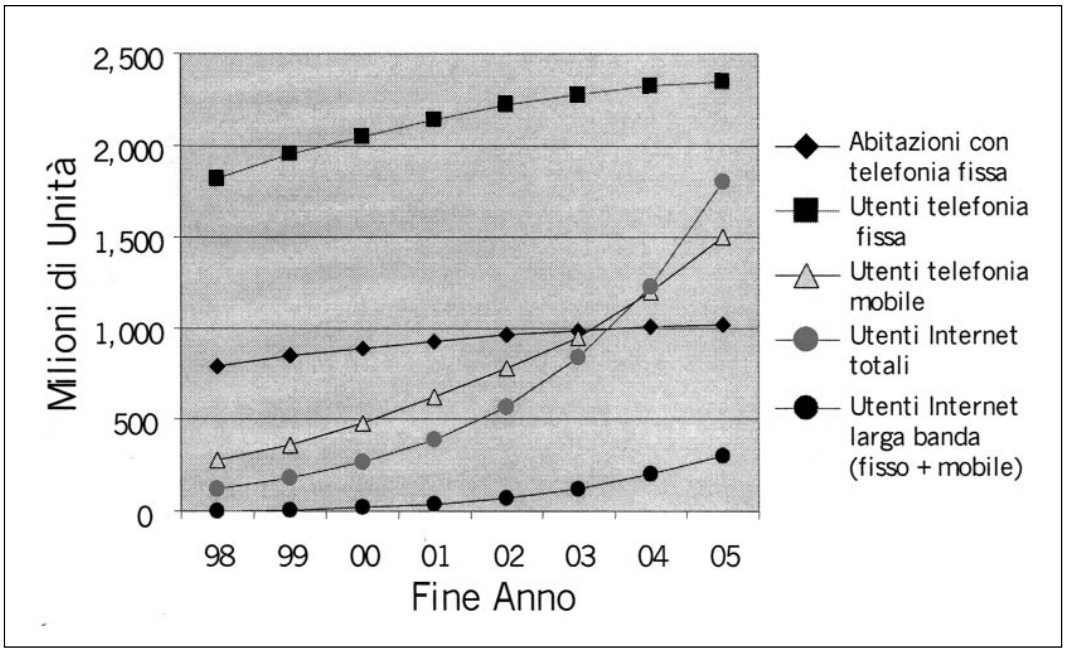
Lo sviluppo di Internet

Internet è appena arrivata, anche se le prime versioni della Rete risalgono alla fine degli anni '60 e agli inizi degli anni '70. Soltanto dopo la metà degli anni '90, infatti, Internet ha incominciato ad avere un serio impatto sul pubblico. Dal 1995 ad oggi la popolazione degli utenti di Internet nel mondo è passata da circa 15 milioni a quasi 500 milioni di unità (vedi Figura 1). La maggioranza degli utenti è nordamericana e accede ai fornitori di servizio (*Internet Service Providers* - ISP) attraverso la rete telefonica pubblica per apparecchi fissi.

Internet subirà sostanziali cambiamenti con la diffusione delle tecnologie ottiche che consentiranno la trasmissione di migliaia di miliardi di bit al secondo (Terabit al secondo) per ogni coppia di fibre ottiche delle sue dorsali metropolitane, nazionali e internazionali. Il nucleo della Rete sarà presto realizzato uniformemente in tecnologia ottica fino a qualche centinaio di metri dagli edifici che ospitano le abitazioni, gli uffici, i locali pubblici. L'accesso a larga banda continuerà invece ad impiegare un mix di tecnologie di accesso, tutte ad elevata velocità di trasmissione dell'informazione: comunicazioni radio a bassa potenza, trasmissione laser a infrarosso nello spazio libero, fibre ottiche e tecnologie elettroniche per l'impiego dei vecchi doppini telefonici in rame. La maggioranza degli accessi avverrà via radio tramite dispositivi mobili: tutti gli apparecchi portabili saranno abilitati all'accesso ad Internet: il fenomeno è già visibile con la diffusione dei telefoni mobili con tecnologia WAP (*Wireless Access Protocol*) e GPRS (*Global Packet Radio System*) e dei PDA (*Personal Digital Assistant*) con accesso *wireless*. Un PDA servirà come strumento di telecomando,

* Ordinario di Reti di Telecomunicazione, Dipartimento di Elettronica e Informazioni, Politecnico di Milano. Direttore Scientifico del Consorzio per la Ricerca e la Formazione in Ingegneria dell'Informazione.

** Relazione presentata in occasione dell'*Incontro* su «Sviluppo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) e new economy», Milano, 20 novembre 2001.



Fonte: CEFRIEL, 1999.

Fig. 1 - Previsione di sviluppo degli accessi a servizi di telefonia e Internet nel mondo.

telefono cellulare, portafoglio elettronico, carta/*badge* di identità, stazione di posta elettronica, libro digitale, macchina fotografica digitale, ecc.

Si diffonderanno rapidamente le cosiddette *Internet Appliance* (Utensili Internet): questi microcalcolatori abilitati a Internet saranno inseriti su veicoli, elettrodomestici, edifici, cartelloni stradali, ecc., e scambieranno informazioni attraverso la Rete. Ci saranno molte più macchine che usano la Rete rispetto agli esseri umani che vi accedono tramite i loro strumenti personali: Vinton Cerf, padre del protocollo Internet TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), prevede che nel 2010 ci saranno quasi 3 miliardi di utenti Internet, e quindi il numero delle *appliance* attive a quella data si aggirerà sulle centinaia di miliardi. Automobili e elettrodomestici abilitati a Internet stanno per diffondersi sul mercato, mentre l'impiego delle *Internet appliances* si sta estendendo su tutti i prodotti di consumo e porterà presto sul mercato del consumo i prodotti della cosidetta domotica.

I calcolatori abilitati a Internet diventeranno così piccoli e economici da poter essere «immersi» (*embedded*) ovunque, addirittura nelle confezioni dei prodotti stessi per consentire il controllo automatico della produzione, della spedizione e dell'immagazzinamento. La tecnologia di costruzione dei microcalcolatori sta rapidamente evolvendo verso la costruzione di macchine a scala «nano». Le nanotec-

nologie consentiranno di «iniettare» nanocalcolatori abilitati a Internet, ad esempio, nei tessuti dei vestiti con compiti di sensori dello stato di salute fisica delle persone che li indossano e di trasmissione di dati verso un centro di controllo ospedaliero.

L'informazione si accumula sui Web della Rete con velocità impressionante. Oggi si stima che ci siano quasi 5 miliardi di pagine Web disponibili on line, per un totale di molte centinaia di terabyte di contenuto informativo. Un quantitativo enorme di informazione sarà sempre di più disponibile sulla Rete per l'accesso e l'elaborazione istantanea da parte degli utenti. Nel frattempo la Rete, con la sua capillarità verso miliardi di punti di accesso (persone e macchine), avrà svolto anche il ruolo di stimolo alla creazione di nuova informazione: si pensi all'impiego diffuso delle telecamere (come fonti continue di nuove informazioni) e all'elaborazione automatica di contenuti multimediali personalizzati per i miliardi di utenti della Rete.

All'informazione «statica», a cui oggi sono dedicate le pagine Web, si affiancherà prepotentemente l'informazione «dinamica», che dipende cioè dalla posizione geografica, dall'istante di tempo, dalla persona specifica o dalla *appliance* che è abilitata a Internet. Sempre di più, infatti, si stanno diffondendo i dispositivi con accesso al sistema satellitare di posizionamento geografico detto *Global Positioning System* (GPS). La diffusione di questi dispositivi nelle *Internet appliances* aggiunge all'informazione, alla comunicazione e alla transazione elettronica una nuova dimensione: il luogo fisico in cui si trova l'apparato mobile.

Internet a Larga Banda

Oggi siamo abituati ad accedere ad Internet con alcune fondamentali limitazione alla nostra capacità di comunicare. In primo luogo dobbiamo effettuare una telefonata al nostro *Internet Service Provider (dial-up)* e la nostra comunicazione è tariffata a tempo; in secondo luogo la banda del collegamento (e cioè la velocità con cui si scambiano le informazioni con la Rete) è modesta. Quando usiamo il telefono fisso la banda a disposizione è dell'ordine di 30/40 kilobit al secondo, mentre quando usiamo il telefonino GSM (*Global System for Mobility*) la banda è inferiore ai 10 kilobit al secondo. Internet a banda larga, da postazioni fisse e mobili, consente di superare queste limitazioni offrendo due peculiari prestazioni: il cosiddetto «*allways on*», e cioè l'essere collegati alla Rete quando il nostro terminale (fisso o mobile, *personal computer* o telefonino) è acceso, senza essere soggetti alla tariffa a tempo, nonché bande di trasmissione più elevate. Per le postazioni fisse la banda messa a disposizione è decisamente più elevata: si va dagli 800 kilobit al secondo della prima offerta di mercato ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*) per l'impiego dei doppini in rame telefonici pre-esistenti, ai 10 megabit al secondo dell'offerta di mercato che prevede l'uso di fibra ottica fino alla cantina della nostra abitazione.

Per le comunicazioni mobili la banda larga sarà offerta dai sistemi cellulari

della terza generazione (sistemi 3G o sistemi UMTS - *Universal Mobile Telecommunications System*) a partire dalla fine del 2002 nel nostro paese. La banda disponibile a breve termine è di qualche centinaia di kilobit al secondo (diciamo 300 kilobit al secondo). Nell'ultima parte del 2001, in Italia, è stato introdotto il servizio GPRS (*Global Packet Radio System*), un'anticipazione dell'UMTS che consente l'*always on* sulla rete esistente GSM, ma offre capacità di trasmissione modeste, dell'ordine dei 30 kilobit al secondo. Quindi, se oggi l'accesso *dial up* consente al fisso una velocità tre/quattro volte più elevata del mobile, nei prossimi anni Internet a banda larga consentirà ancora al fisso una velocità più elevata del mobile, diciamo dieci volte superiore. Ciò è vero ad esclusione degli accessi su LAN (*Local Area Network*) senza fili (*wireless LAN*), ove la velocità di trasmissione è di oltre 10 megabit al secondo.

A che serve la larga banda? Certamente per navigare più agevolmente tra i Web server della Rete e quindi reperire più velocemente le informazioni cercate. Tuttavia, le conseguenze sono ben più importanti. In primo luogo l'*always on* rende critica la sicurezza dei *personal computer* e dei telefonini collegati alla Rete: si diffonderanno quindi strumenti di sicurezza informatica personali contro intrusioni e virus (*personal firewalls*, ecc.). In secondo luogo la banda larga, diciamo da 200 kilobit al secondo in su, abilita la comunicazione video su Internet. Il prossimo standard di compressione dei file video si chiama MP4, è l'analogo di MP3 per i file audio ed è basato sullo standard di compressione delle immagini digitali in movimento detto MPEG 4 (è il successore degli standard oggi usati per le televisioni via satellite a pagamento: MPEG 2 - *Motion Picture Expert Group*). A 500 kilobit al secondo MPEG 4 consente una qualità del video in movimento paragonabile a quella della televisione commerciale analogica e della televisione digitale a pagamento. MP4 consente di comprimere i file video: MP4/DviX servirà per scambiare file DVD (*Digital Video Disk*) sulla Rete. MP4 rivoluzionerà il paradigma del Web abilitando finalmente la comunicazione video sulla Rete. Non ci saranno quindi solo servizi video del tipo, videoconferenza, messagistica multimediale, *video on demand* e tv interattiva, ma anche la possibilità di scaricare in simultanea alcuni DVD in standard Dvi-x e quindi di aggiornare la propria videoteca su disco rigido.

Larga Banda e Mercato Italiano

Le tecnologie di accesso Internet a larga banda sono svariate: quelle più promettenti per le comunicazioni fisse sono le seguenti:

• le tecnologie xDSL utilizzano i doppini telefonici in rame tramite modem dati a larga banda e comprendono: l'*Asymmetrical* DSL (ADSL), il *Symmetrical* DSL (SDSL) e il *Very-High-Speed* DSL (VDSL); le frequenze di cifra dei canali di accesso sono al massimo, rispettivamente, di circa 6 Mbit/s (ADSL), 2,3 Mbit/s (SDSL) e 25 Mbit/s (VDSL);

• l'impiego di fibre ottiche fino al basamento degli edifici (FTTB, *Fiber To The Building*), provvede il rilegamento di edificio sia con doppini in rame (collegamenti *Ethernet* a 10 Mbit/s, *Fast Ethernet* a 100 Mbit/s, e VDSL), sia ancora utilizzando fibre ottiche (FTTH, *Fiber To The Home*) fino alla terminazione di abitazione;

• l'uso di collegamenti radio, cosiddetti *Wireless Local Loop* (WLL), operanti nel breve periodo nelle bande di frequenza dei 25 e dei 40 GHz; le antenne radio sono sui tetti degli edifici e i rilegamenti di edificio sono realizzati con doppini in rame; nel medio periodo i WLL possono operare anche nelle bande più attraenti dei 3 e dei 2,4 GHz, ove la ricezione è diretta sul terminale portabile, così come avviene nel caso degli accessi alle reti locali senza fili (*wireless LAN*) operanti in banda ISM (*Instrumentation and Scientific Measurement*) a 2,4 GHz con lo standard IEEE 802.11 (WiFi - *Wireless Fidelity*);

• l'impiego di collegamenti satellitari per la ricezione di canali digitali, sia in modalità broadcasting del tipo DVB (*Digital Video Broadcasting*), sia in modalità interattiva (ibrida – tramite collegamenti con ISP terrestri in *dial-up* – oppure diretta con antenne bidirezionali) direttamente a casa del cliente.

Forrester Research prevede che entro il 2006 circa 50 milioni di abitazioni negli Stati Uniti, su un totale di circa 100 milioni, saranno connesse ad Internet con rilegamenti fissi a larga banda, e quindi circa 140 milioni di americani navigheranno sulla Rete a velocità elevate.

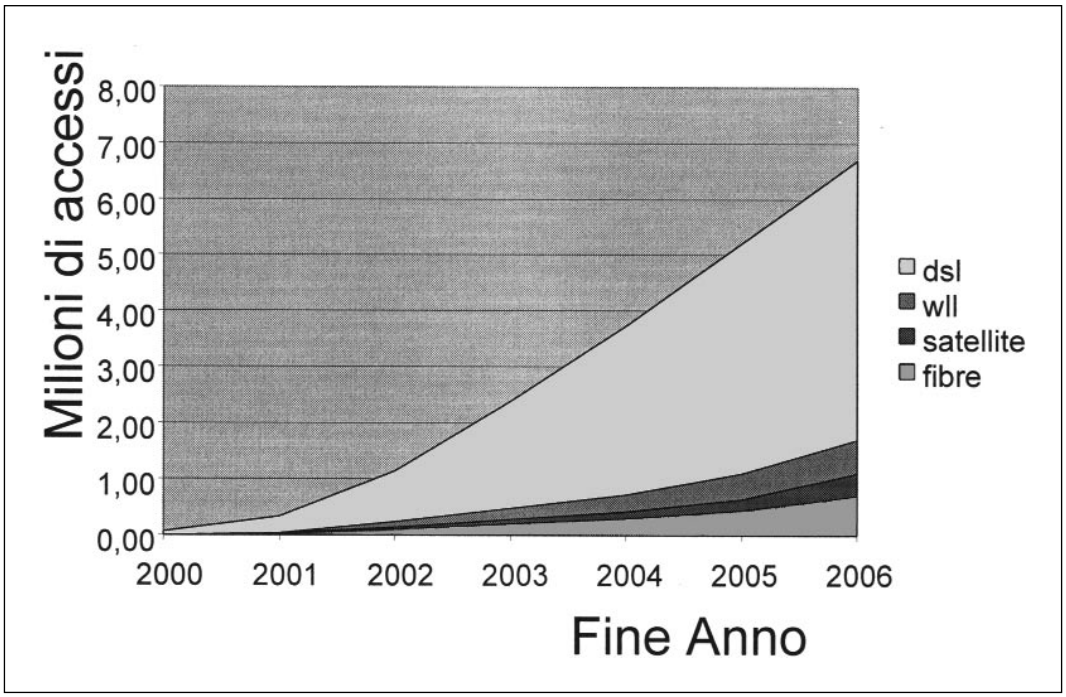
In Italia, entro il 2006, è previsto l'allacciamento di oltre 6 milioni di famiglie, su un totale di circa 25 milioni, con collegamento Internet a larga banda di tipo fisso, mentre per gli accessi mobili a larga banda tramite sistemi 3G/UMTS, le previsioni per il mercato italiano portano ad un totale di circa 4 milioni di utenti alla fine del 2006.

In particolare la previsione mostrata nella Figura 2 porta a 6 milioni e mezzo di accessi fissi a larga banda alla fine del 2006. Quasi il 75% di questi accessi è ottenuto tramite tecnologie xDSL, mentre gli altri tre tipi di accessi si contendono il resto del mercato, con una prevalenza a partire dal terzo anno degli accessi in fibra ottica fino all'edificio.

Il mercato DSL alla fine del 2006 è stimato in circa cinque milioni di accessi, business e consumer. Si osserva che il mercato totale aggredibile in Italia con tecnologie DSL dovrebbe superare i dieci milioni di accessi.

Negli ultimi due anni della previsione incominciano a diffondersi le tecnologie di accesso in fibra ottica sia all'edificio, sia all'abitazione, che avranno importanti sviluppi negli anni successivi a quelli considerati nella proiezione.

I Wireless Local Loops mostrano una penetrazione limitata, al servizio di nicchie di mercato (in particolare a causa della mancata disponibilità di frequenze nelle parti basse dello spettro: 3 e 2,4 GHz), e portano a oltre mezzo milione di unità a fine periodo.



Fonte: CEFRIEL, 2001.

Fig. 2 - Previsione di sviluppo degli accessi a servizi Internet a larga banda in Italia.

Questa proiezione mostra infine che i collegamenti satellitari diretti alle abitazioni per applicazioni Internet a larga banda avranno diffusione limitata rispetto alle tecnologie terrestri. I satelliti odierni offrono interessanti caratteristiche per le applicazioni broadcasting di canali diffusivi, ma hanno limitate prestazioni di interattività. Verso il 2004 incominceranno ad entrare in servizio reti satellitarie che offrono canali interattivi agli utenti e più interessanti prestazioni per la multimedialità interattiva.