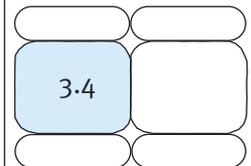




# DALL'INTERNET DELLE PERSONE A QUELLO DEGLI OGGETTI IL FUTURO DELLE RETI IP

Questo contributo si inserisce nell'ambito di una serie di articoli pubblicati in precedenza sulla rivista con l'intento di dare una visione degli scenari e delle direzioni di sviluppo delle architetture di rete viste nella prospettiva, da un lato, dell'evoluzione di Internet e, dall'altro, dell'evoluzione delle reti di telecomunicazioni verso la NGN (*Next Generation Network*).

**Danilo Ciscato**  
**Vittorio Trecordi**



## 1. IL WEB 2.0 E LA SUA PORTATA INNOVATIVA

### 1.1. Premessa

Con il termine “Web 2.0” si è voluta indicare una chiara evoluzione del modello di diffusione ed accesso all'informazione tipico del Web tradizionale caratterizzato dal paradigma dell'accesso tramite *browser* (*client Web*) all'informazione multimediale disponibile su numerosi server distribuiti in rete (Siti Web) e, attraverso i *link* ipertestuali, orientato ad una consultazione “non-lineare” dell'informazione [6]. Si deve al Web tradizionale l'innescò dello straordinario successo e diffusione di Internet come strumento fondamentale delle comunicazioni dell'era moderna, proprio per la straordinaria fruibilità ed efficacia espressiva del paradigma. È opportuno inoltre osservare che nel modello Web tradizionale si separano in modo netto i ruoli dei generatori e dei fruitori di infor-

mazione. I primi sono generalmente meno numerosi dei secondi e introducono, rivestendo un ruolo attivo, nuove informazioni in rete inserendo nei siti Web nuovi contenuti corredati del “guscio” ipertestuale che li rende consultabili attraverso i browser. I fruitori di informazione sono invece la gran massa degli utenti della rete Internet che, nella diffusione dell'informazione, rivestono un ruolo “passivo” di consumo dell'informazione inserita in rete dai generatori.

La discontinuità principale introdotta dal nuovo paradigma 2.0 del Web sta proprio nella generalizzazione del ruolo di generatore di informazione nel Web che diventa prerogativa propria di ogni utente della rete Internet. E ciò avviene non semplicemente con la vasta accessibilità di strumenti per la creazione e la messa in linea di contenuti Web (*Web-authoring*), ma proprio con la concezione di nuovi modelli di contribuzione diffusa, di condivisione (socializzazione tra utenti) e di accesso all'informazione, quali per esempio i *Blog* (contrazione di “web-log”, che significa tracciato su rete, è lo strumento per la redazione di diari personali on-line consultabili e commentabili da parte

Nota - Gli autori ringraziano sentitamente il Prof. Guido Vannucchi che ha suggerito l'argomento e ha offerto continui stimoli e preziosi suggerimenti per migliorare il lavoro.

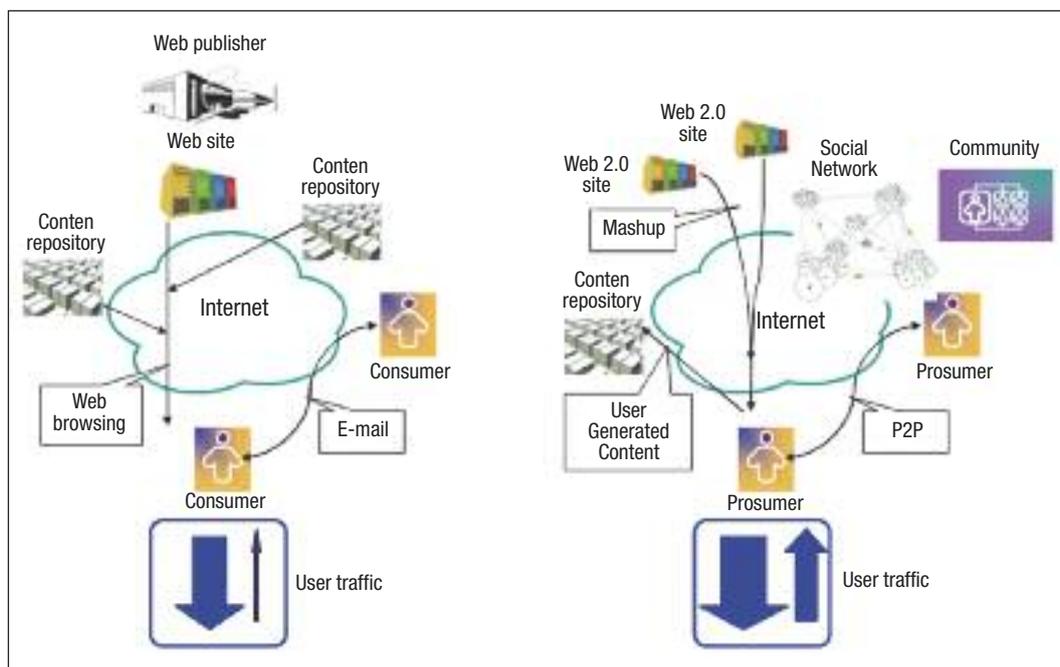
dei lettori) o la *Wikipedia* (enciclopedia libera on-line gestita da editori volontari praticamente in tutte le lingue).

La propagazione del ruolo di contribuzione nei contenuti della rete conferisce ad esso un assetto caratterizzato da un minore livello di professionalità (si pensi ai video amatoriali inseriti in *Youtube* o ai commenti - sempre più spesso anche ai contenuti - introdotti nei *Blog*) dando vita ad una conformazione magmatica della base informativa catturata dalla rete, frutto di un concorso di forze accrescitive sempre più polverizzate e diffuse. Si pensi per esempio alle notizie incanalate in alcuni ambiti (quali per esempio quello di *Wikipedia*) che nascono in virtù di un processo di intelligenza collettiva e di una base di conoscenza in continuo accumulo con il contributo correttivo/migliorativo dei generatori più edotti e illuminati.

Il contributo diffuso dal modello Web 2.0 assume pertanto le forme congeniali all'espressione delle personalità individuali più improntate a spirito di protagonismo (è il caso dei *Blog*), ma anche le forme comunitarie che hanno creato le condizioni per la diffusione dei *Social Networking*, intrecci cioè di servizi e di strutture informative in cui si sviluppano e valorizzano a scopi di intrattenimento o di affari le relazioni tra utenti (per esempio, *Facebook* o *MySpace* in ambito *entertainment* e *Linked-in* o *Plaxo* in ambito *business*).

La figura 1 mostra in modo concettuale l'evoluzione del paradigma da Internet/Web a Web 2.0. Nella rappresentazione del nuovo paradigma vengono riportati alcuni elementi che lo caratterizzano in modo distintivo e hanno fatto entrare nel gergo nuovi termini. Con il termine *User Generated Content* (UGC) si identificano, ad esempio, i contenuti multimediali (generalmente foto e video) che vengono prodotti dagli utenti e iniettati in rete per favorirne la condivisione, attraverso luoghi di scambio dedicati come *Flickr* e *Youtube*. Il termine **prosumer** è stato coniato per contrassegnare la doppia valenza dell'utente della rete: al medesimo tempo consumatore e produttore di informazioni e contenuti. Il termine **ma-shup** è stato coniato per identificare applicazioni basate su piattaforma Web e costruite componendo dati e informazioni provenienti da differenti applicazioni che sono predisposte all'operazione di miscelatura. Ciò può avvenire attraverso il richiamo di interfacce programmatiche accessibili via Web (API o *Application Programming Interface*) o attraverso altri mezzi di esposizione (come per esempio le alimentazioni - *feed* - di informazioni dinamiche diffuse con meccanismi di *publish & subscribe*, ossia di diffusione in pagine Web che riportano l'inclusione del canale informativo dinamico).

È opportuno osservare che la svolta del *Social*



**FIGURA 1**  
Dal paradigma  
Internet/Web  
al Web 2.0



*Networking* si concretizza attraverso la “cristallizzazione” dell’informazione e delle relazioni per renderle fruibili in modo permanente. Si superano in tal modo le forme di socializzazione di base proprie di Internet - fin dalla sua origine e ancora oggi assolutamente valide - di comunicazione effimera e privata (quali la posta elettronica e la comunicazione vocale via Internet) nonché le forme meno effimere e pubbliche di *mailing-list*, *newsgroup*, *chat* e del *content-sharing peer-to-peer*.

Anche i professionisti dell’informazione e dei media (inclusi i grandi gruppi editoriali e le *media-company*) sono stati contaminati da queste evoluzioni generali e stanno progressivamente ristrutturando i loro assetti operativi e modelli strategici in relazione al contesto, cercando di preservare la linea di remunerazione del proprio *core business*. In questo contesto fortemente destabilizzante, soggetti provenienti da business tradizionale e soggetti nati con i geni di queste innovazioni sopravviveranno solo se continueranno a rinnovare le forme di remunerazione del valore. Per esempio, i soggetti che hanno la remunerazione della proprietà intellettuale e dei diritti d’autore come fonte principale di valore sono sottoposti a fortissime pressioni dall’avvento di nuovi modelli abilitati dall’evoluzione delle reti e da Internet: basti pensare alla cannibalizzazione dei ricavi dalla vendita delle licenze d’uso del software, consegnato al cliente col classico CD di installazione, da parte dei modelli di vendita rete-centrici di tipo *pay-per-use* (secondo il paradigma del *Software As A Service – SaaS*) o ancor di più dalla diffusione del paradigma dell’*Open Source*.

## 1.2. Il Web 2.0: la “coda lunga” e il ruolo della pubblicità

Un risvolto particolarmente interessante di questo fenomeno di sviluppo di nuove forme di relazione è la creazione spontanea di comunità di utenti aggregati in base a comunione di interessi e quindi molto ben connotate per affinità. Si apre così un versante particolarmente innovativo e promettente dell’approccio commerciale che punta a colpire una miriade di *target* di mercato, ciascuno di dimensioni modeste, ma molto ben caratterizzato e, per di più, dotato di capacità di interazione e di chiusura della transazione com-

merciale on-line. Il fenomeno definito **long-tail** da Chris Anderson [7] apre la via alla pubblicità mirata per prodotti di nicchia e per colmare il fabbisogno crescente di margini di personalizzazione dell’offerta, per i quali i media e la pubblicità generalisti non offrono una risposta.

È opportuno osservare che lo spostamento del business della pubblicità dai media tradizionali a Internet è in forte accelerazione negli ultimi anni, proprio per l’efficacia dello strumento nello stabilire interazione col cliente e nell’abilitare la transazione commerciale, e, nel caso del Web 2.0 anche nel mirare al target non generalista in modo preciso. Tuttavia coloro che sperano di ricostruire fonti di ricavo sostitutive a quelle tradizionali degli operatori di telecomunicazioni a partire dagli introiti pubblicitari è opportuno che tengano conto del fatto che la dimensione complessiva dei mercati dei media digitali in Italia (*eContent*), è di gran lunga inferiore alla dimensione complessiva del mercato delle telecomunicazioni tradizionali [8]. Solo grazie ad un tasso di crescita straordinario del mercato dell’*eContent* nel suo complesso si potranno riuscire a compensare i cali dei ricavi tradizionali delle Tlc.

Secondo i dati NetConsulting, infatti, nel 2007 il mercato dell’*eContent* in Italia è stato di 5.157 Milioni di Euro, contro i 44.200 Milioni di Euro del mercato Tlc. La crescita anno su anno dell’*eContent* è stata del 21% mentre le Tlc sono cresciute complessivamente dello 0,4%, con un calo del 1,2% nelle Tlc fisse: la perdita di valore anno su anno del 2007 delle Tlc fisse italiane, pari a 245 Milioni di Euro, si confronta con la crescita complessiva di 895 Milioni di Euro del mercato dell’*eContent* (+21% anno su anno), di cui il 50% circa è attribuibile a TV Digitale Terrestre e Satellite, mentre la pubblicità digitale da sola è cresciuta anno su anno di 288 Milioni di Euro (+47,5% anno su anno).

Nella disamina della trasformazione dei modelli di business dei player tradizionali, operatori e *vendor* di tecnologia delle Tlc, va considerato che i mercati dell’*eContent* in forte crescita sono terreno competitivo su cui operano, oltre ai *player* della TV, altri *player* in trasformazione (come i *player* del mercato dei media tradizionali, per esempio gli editori della carta stampata) oltre ad una schiera di nuovi *player* particolarmente brillanti. A questo

proposito, non va dimenticato che giganti del settore ICT mondiale (come Google e Yahoo) si sostengono, per ora, in larghissima parte sugli introiti della pubblicità *on-line*. Tuttavia, il lancio da parte di Google di servizi che pongono un'alternativa all'acquisto tradizionale delle licenze software per messaggistica, collaborazione e gestione documentale a prezzi molto aggressivi (talvolta gratuiti), aprendo la strada a fonti di introito addizionali per Google, impongono serie riflessioni sulla sostenibilità della *value proposition* dei soggetti che operano in modo più tradizionale per offrire soluzioni coperte dall'offerta *in-the-cloud* di Google (intesa come accessibile attraverso la rete Internet senza certezza della dislocazione delle risorse e dei dati).

### 1.3. Il Web 2.0 e lo sviluppo delle applicazioni e dei servizi

L'evoluzione del paradigma di utilizzo della rete introdotto dal Web 2.0 si completa con l'introduzione di pratiche per lo sviluppo di applicazioni e servizi che considerano la piattaforma Web evoluta come l'ambiente nativo di sviluppo ed esecuzione di applicazioni e servizi (inclusi quelli orientati alla diffusione, condivisione ed accesso all'informazione). Il paradigma del contributo distribuito alla crescita delle applicazioni e dei servizi in questo contesto si concretizza nelle *Service Oriented Architecture* (SOA) e nel  *mashup*: due modalità per connotare la componibilità delle applicazioni usando le tecnologie Web, in modo da consentire l'incapsulamento di componenti non-Web-nativi la prima e Web-nativi la seconda<sup>1</sup>. La portata di queste, apparentemente semplici, evoluzioni è stravolgente per l'industria ICT e del software in particolare: le applicazioni e i servizi saranno sempre più retecentrici (la rete sarà Internet) ed improntati alla logica dell'accrescimento continuo basato sull'apertura a terzi di spazi di composizione di nuove applicazioni e servizi.

### 1.4. Quasi tutto accade ai bordi della rete

Tutti i fenomeni descritti nella trattazione riguardano evoluzioni che si attuano "ai bordi"

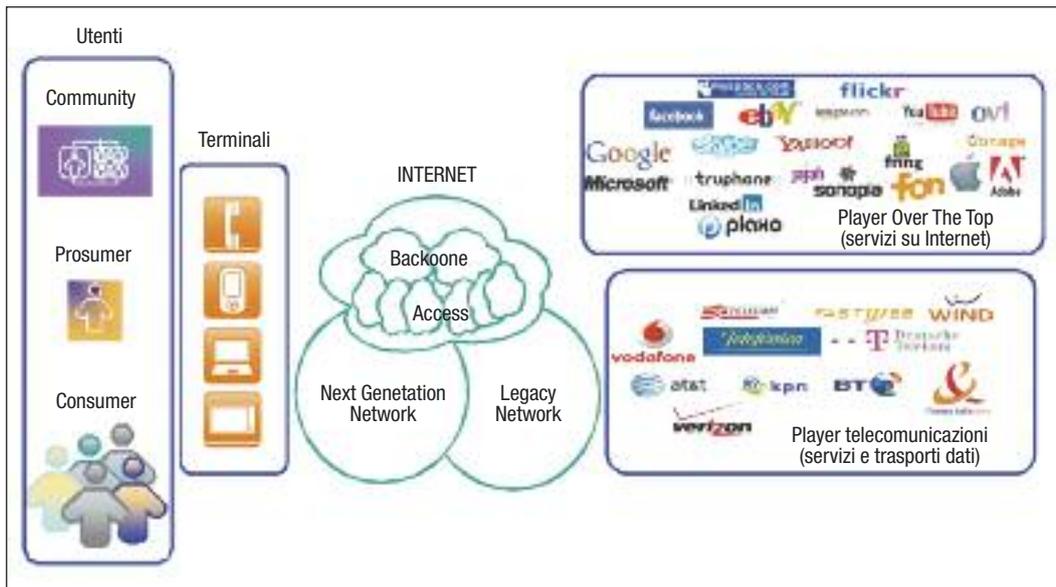
<sup>1</sup> Recentemente si è coniato il termine *Web Oriented Architecture* (WOA).

della rete Internet e sono azionate da soggetti che si configurano come utenti della rete, intesa come strumento per il trasporto dei dati, ed interessano pertanto, dal punto di vista tecnico, entità che si configurano come terminali della comunicazione (secondo la nomenclatura Internet: gli *host*).

Un fenomeno particolarmente vistoso è il ricchissimo business sviluppato su Internet dai player *Over The Top* (OTT) – soggetti che operano ai bordi della rete Internet per l'appunto – come i grandi motori di ricerca (tra cui spiccano Google e Yahoo) e i grandi player di commercio elettronico (tra cui citiamo Amazon e Ebay). Per completezza si osserva che alcuni di essi adottano accorgimenti particolari per avvicinare i propri servizi agli utenti: ad esempio Google ha investito in una propria rete a larga banda parallela ad Internet e in propri *data center* distribuiti nel mondo e collegati ai principali punti di interconnessione di Internet, realizzando una propria *Content Delivery Network* (CDN) – rete per replicare i servizi in centri distribuiti nel mondo e raggiungibili dagli utenti con un numero limitato di *hop* (router intermedi attraversati).

Il modello di business delle CDN, rappresentato in modo paradigmatico dal player di riferimento Akamai, si basa proprio sull'offerta ai soggetti Internet (interessati alla distribuzione di contenuti voluminosi e relativamente stabili) di un servizio di distribuzione per replica geografica dei contenuti, veicolati via Internet con meccanismi di ridirezione delle richieste verso l'archivio più prossimo al richiedente. Gli operatori CDN sono equipaggiati con reti ad altissima velocità, che collegano *data center* distribuiti nel globo ed attrezzati per la replica dei contenuti dei propri clienti e che sono interconnesse con Provider Internet o con punti di interconnessione Internet.

Il paradigma delle reti specializzate, sovrapposte ed interconnesse ad Internet, per la distribuzione dei contenuti si appresta ad essere generalizzato, con il paradigma del *cloud computing* alla distribuzione di risorse informatiche in senso più generale (capacità elaborativa, memoria, servizi applicativi ecc.). Appare evidente che le soluzioni degli operatori CDN si possono classificare come operanti "quasi ai bordi della rete" poiché si basano su meccanismi di controllo applicati-



**FIGURA 2**  
 Evoluzione  
 dei servizi e  
 delle infrastrutture  
 di Internet:  
 i protagonisti  
 del futuro

vi o di supporto (ridirezione DNS, *cache* e *proxy* applicativi, repliche applicative), ma esse richiedono l'interconnessione alla rete Internet in punti non strettamente terminali (nodi di *peering* e nodi di interconnessione Internet).

Nella figura 2 si schematizzano diverse aree di evoluzione del paradigma di Internet verso il Web 2.0. Nella sezione degli utenti, fruitori dei servizi della rete, si mettono in evidenza consumatori (*consumer*), *prosumer* e le comunità (*community*) di utenti – intesi come insieme di soggetti che attraverso la rete coltivano una comunione di interessi e che rappresentano di fatto un soggetto aggregato (caratterizzato da comportamenti di Gruppo) operante in rete.

La sezione dei terminali mette in evidenza una moltitudine di terminali iconizzati in modo da rappresentarne la loro molteplicità e diversità con potenzialità differenziate di ricchezza espressiva e con finalità differenti (esempio, prevalenza di un servizio come l'accesso alla TV rispetto alla navigazione Internet o viceversa e l'orientamento a prediligere l'accesso in mobilità ai servizi telefonici o dati).

La sezione della rete evidenzia la rete Internet, nelle sue varie evoluzioni, come sovrapposta rispetto alle reti degli operatori, di nuova e vecchia generazione (*Next Generation Network* e *Legacy Network* rispettivamente), separando al proprio interno le strutture di accesso (intendendo i *Provider*

di Accesso ad Internet) da quelle di dorsale (intendendo i *Provider* delle dorsali di interconnessione per la lunga distanza di Internet). È necessario notare che la rappresentazione della rete vuole evidenziare la distinzione tra Internet (e sue evoluzioni) e le NGN realizzate dai diversi operatori di rete che offrono - oltre all'accesso ad Internet a larga banda generalmente con tariffazione piatta - una serie di servizi "premium" a qualità garantita come reti aziendali basate su MPLS (*MultiProtocol Label Switching*) ovvero su meccanismi di LAN-Estesa, o servizi IPTV a qualità garantita per gli utenti residenziali. A destra della figura sono stati indicati i soggetti più rappresentativi che operano a livello dei servizi di rete (con infrastrutture proprie di tipo cablato o radi) e operatori che operano ai bordi della rete o *Over-The-Top*. Tra i primi ritroviamo gli operatori ex-monopolisti e i nuovi entranti delle telecomunicazioni, mentre nei secondi troviamo una ben più ampia gamma di tipologie di soggetti, che vanno dai grandi protagonisti del mercato IT (*Microsoft, Google, Apple ecc.*) e dei servizi in rete (*Amazon, Ebay ecc.*), alle società sviluppatesi repentinamente proprio grazie all'evoluzione Web 2.0 (*Facebook, Youtube, Flickr ecc.*). Ma troviamo anche aziende manifatturiere che hanno tradizionalmente gli operatori delle telecomunicazioni come propri clienti e che si affacciano sul mercato dei servizi *Over the Top* creando situazioni di potenziale

confitto/competizione (il caso più evidente è quello di OVI<sup>2</sup> di Nokia-Siemens).

Ai bordi della rete Internet agisce Skype, controllata da Ebay, che si avvale in modo sorprendentemente efficace del modello Peer-to-Peer per realizzare, con una rete overlay canali di comunicazione audio e video tra i suoi utenti. Coppie di terminali Skype comunicano attraverso flussi di dati crittografati e trasportati in pacchetti IP che attraversano host che svolgono le funzioni di nodo di commutazione – “super-nodo” nella nomenclatura Skype – operante ai bordi della rete. Si realizzano in tal modo comunicazioni vocali a costo zero tra utenti Internet. Per abilitare chiamate da utenze Skype Internet verso utenze di rete telefonica fissa e mobile con tariffe locali si adotta il *break-out* (ossia, l’uscita da Internet verso le reti telefoniche tradizionali solo in prossimità dell’utente chiamato) diffuso in tutto il mondo mentre il trasporto su lunga distanza avviene sempre via Internet con qualità accettabile ma senza garanzia delle prestazioni.

### 1.5. Web 2.0 e la rete Internet

Agli effetti dell’evoluzione Web 2.0, la rete Internet continua ad essere, dal punto di vista del trasporto di dati (da intendersi non in senso letterale e riduttivo rispetto alle altre forme di informazione tra cui video e voce) una rete di reti indipendenti interconnesse, a dimensione e diffusione planetaria, basata sulla famiglia dei protocolli IP (*Internet Protocol*) e capace di consegnare pacchetti IP da una terminazione ad un’altra della rete Internet, con una variante non trascurabile rispetto al fabbisogno di traffico. Il modello dei contributi diffusi (unitamente all’affermazione delle applicazioni *peer-to-peer*) mette in discussione lo sbilanciamento del fabbisogno di traffico a favore del downstream (dalla rete verso il generico utente) considerato finora nell’ADSL decisamente e stabilmente maggiore dell’*upstream* (dal generico utente verso la rete).

Tuttavia, il fenomeno contributivo del Web 2.0 ha già contaminato gli operatori di telecomunicazioni tradizionali dal punto di vista

dell’approccio allo sviluppo dei nuovi servizi: attraverso il meccanismo della *Service Exposure* (esposizione di servizi), gli operatori aderiscono al modello della costruzione dei servizi evoluti con una logica di composizione aperta a molti soggetti e basata sulla piattaforma Internet (già quella attuale). La *Service Exposure* rende accessibili a soggetti terzi la possibilità di invocare funzionalità esposte dall’operatore di telecomunicazioni attraverso interfacce programmatiche aperte, accompagnate da *Software Development Kit* (ambienti di supporto allo sviluppo delle applicazioni distribuite) ed inserite in programmi di certificazione e di sviluppo concorsuale all’innovazione.

## 2. INTERNET 2.0: VERSO UN NUOVO PARADIGMA DI INTERNET

Le tendenze promosse dal Web 2.0 si uniscono ad altre direttrici di sollecitazione del modello di Internet tradizionale e proiettano verso un modello di Internet evoluta, che indicheremo con il termine Internet 2.0. Si noti che all’interno del più ricco corpo della conoscenza su Internet rappresentato da Internet stessa, non si trova una definizione condivisa e quindi riproponibile come riferimento di Internet 2.0 e pertanto nella trattazione si intendono delineare le linee di trasformazione che, aggiungendosi a quelle “ai bordi” della rete descritte come afferenti al fenomeno Web 2.0 (e successive ondate significative di innovazione), interessano anche il “cuore” della rete, ossia la sezione interna di quella che viene normalmente rappresentata graficamente come una nuvola capace di trasportare pacchetti IP tra terminazioni di rete ( riquadro 1 a p. 9).

### 2.1. Direttrici di evoluzione

Tra le direttrici foriere di discontinuità di maggior rilievo [9], spesso indirizzate con nuovi protocolli che si aggiungono alla famiglia IP e forzano i tradizionali paradigmi della clessidra (tutte le applicazioni su IP su tutti i tipi di rete) e dell’*end-to-end* (i nodi di rete non trattano protocolli di livello superiore al livello 3 del modello di riferimento OSI – *Open System Interconnection* - lasciandone

<sup>2</sup> Si veda per qualche maggior dettaglio alla fine del paragrafo 2.5.

### RIQUADRO 1 - La crescita inarrestabile del traffico IP

In un'epoca di crisi economica, caratterizzata da grafici delle vendite e del PIL che puntano verso il basso, c'è un indicatore che continua imperterrito la sua crescita monotona verso l'alto: il volume di globale del traffico IP. Questo aumento apparentemente incescabile dei volumi di traffico ha rappresentato da sempre la motivazione principale per l'introduzione di nuove tecnologie di rete, sia per la trasmissione che per lo smistamento dei pacchetti IP. Analizzare i fattori che hanno prodotto l'aumento è quindi utile per formulare delle ipotesi sull'andamento futuro del traffico su Internet e quindi dello sviluppo della rete.

Un primo fattore di crescita è dovuto ovviamente al numero di utenti, che ha ormai superato il miliardo e mezzo di individui (<http://www.internetworldstats.com/stats.htm>). È un numero elevato, che rappresenta circa il 24% della popolazione mondiale, ed è interessante osservare che tutte le stime di crescita fatte in passato, nonostante sembrassero esagerate o figlie della bolla speculativa delle .COM, sono state ampiamente superate nella realtà. Il numero di utenti di Internet potrà continuare a crescere? Certamente sì, basta ricordare che è stata recentemente superata la soglia dei 4 miliardi di utenti della telefonia cellulare, anche se occorre tener conto delle maggiori barriere economiche e soprattutto culturali che l'accesso ad Internet comporta rispetto all'uso di un telefono. Tuttavia è evidente che questo fattore di crescita non può continuare a progredire agli stessi ritmi ed destinato a rallentare. Il secondo fattore è costituito dal traffico generato dal singolo utilizzatore, anch'esso cresciuto in misura esponenziale, nel passaggio dai primi rudimentali ipertesti del Web 1.0 ai ricchi contenuti multimediali del Web 2.0 di oggi.

È proprio questo sostanziale cambiamento nei profili di traffico dell'utilizzatore medio che determinerà la crescita futura di Internet. Per fare previsioni sulle dinamiche del traffico Internet Cisco ha sviluppato una metodologia, che si basa sulle proiezioni dei maggiori analisti di mercato (numero di utenti Internet, connessioni broadband, abbonati a servizi video, connessioni mobili, tassi di adozione delle applicazioni su Internet), ma anche sulla validazione attraverso dati raccolti da sonde installate presso clienti operatori di telecomunicazioni. Secondo l'ultimo rapporto, nel periodo dal 2007 al 2012 il traffico IP globale aumenterà di sei volte. Per fare un paragone Internet nel 2012 avrà una dimensione pari a 75 volte quella che aveva nel 2002, raggiungendo un volume mensile di 27 exabytes trasmessi, equivalenti ad oltre 6 miliardi di DVD. Questo traffico è associato ad una moltitudine di applicazioni diverse e ormai quello derivante dalla tradizionale navigazione Web, secondo il paradigma 1.0, è stato superato in termini di volume dal P2P (*Peer-to-Peer*), generato da applicazioni che consentono lo scambio tra utenti di files, tipicamente contenenti musica o filmati. Tuttavia la componente del traffico che sta crescendo più rapidamente è il video, nelle sue varie modalità (on demand o multicast), attraverso diversi terminali (oggi prevalentemente il PC, in prospettiva sempre di più il set-top box) e con livelli qualitativi crescenti (da finestre grandi come un francobollo al formato HD). Si prevede infatti che il video supererà in volume il P2P nel 2010 e arriverà nel 2012 a costituire circa il 90% del traffico IP globale.

l'elaborazione ai soli nodi terminali di rete o *Host*) [10], citiamo:

- la pressione sullo spazio di indirizzamento, in particolare in vista di una diffusione del protocollo IP per le comunicazioni tra oggetti e sui limiti del protocollo IPv4 che spingono verso una migrazione al protocollo IPv6 (riquadro 2 a p. 10);
- l'introduzione di servizi come il VoIP e l'IPTV che richiedono qualità di servizio (ritardi garantiti ed entità di banda continua e consistente);
- il crescente fabbisogno di garanzia dei requisiti di sicurezza degli utenti della rete (rispetto a confidenzialità, integrità delle informazioni e disponibilità dei servizi per la salvaguardia della privacy e la tutela rispetto alle frodi);
- la progressiva compenetrazione di mondo reale e mondo virtuale, ben rappresentata dal successo di *Second Life* come ambito complementare di espansione delle attività reali con elevata efficacia espressiva data dalla rappresentazione antropomorfa degli agenti (*avatar*) che operano per conto e in nome degli utenti della rete e degli ambienti in cui essi si muovono: le applicazioni sono di finalità ludica, ma anche di business che si esplicano con transazioni nel mondo reale (esempio, vendita di be-

ni reali), ma anche nel mondo virtuale stesso (esempio, vendita di artefatti o spazi virtuali);

- la distribuzione della capacità elaborativa, dei dati e delle applicazioni in rete e la crescente capacità di renderli accessibili *on-demand* ai suoi utenti, disaccoppiando in modo completo i fruitori delle risorse dalla loro collocazione e dalla loro dimensione (componibile e scomponibile in modo *soft*, ossia senza interventi di operatori che alterino l'equipaggiamento dei sistemi). La virtualizzazione viene usata per gli elaboratori terminali, ma anche per i nodi di rete per plasmare in modo flessibile le risorse di elaborazione e il loro utilizzo: abbiamo cioè il *Software as a Service (SaaS)* usato per spostare il modello di business del software dalla commercializzazione di licenze per l'uso di applicazioni da installare presso i sistemi cliente verso un modello di accesso alle applicazioni installate presso *data center on-demand* via rete, con pagamento basato sull'effettivo utilizzo. Si arriva così fino al *Cloud-computing*, estremizzazione dei concetti di astrazione atti ad abilitare la più spinta virtualizzazione di capacità elaborativa (applicazioni e dati attraverso la rete Internet) a beneficio delle applicazioni e degli utenti della rete.

## RIQUADRO 2 - Internet delle cose e IPv6

L'Internet delle cose (termine coniato da ITU - "Internet of Things" - nel 2005) si affaccia sempre più insistentemente come una direttrice di evoluzione della rete imminente attraverso le applicazioni di reti di sensori/attuatori diffusi, il cui rappresentante più noto è il sensore RFID per l'identificazione a breve distanza delle merci/beni). Sulla natura di questa evoluzione si confrontano due scuole di pensiero che prevedono profondità differenti di diffusione del protocollo IP: in un caso si pensa di spingere l'uso del protocollo IP fino a livello di sensori (questo comporta la realizzazione di dispositivi miniaturizzati a basso costo e consumo energetico anche dal punto di vista dei protocolli IP inclusi nel singolo sensore), mentre nell'altro si pensa che il protocollo IP venga usato fino a dispositivi di concentrazione/traduzione (*concentrator/gateway*) che aggregano verso la rete IP le comunicazioni di una moltitudine di sensori che usano protocolli specifici per le reti di sensori (il più noto è *Zigbee* della Zigbee Alliance). La IPSO (*IP for Smart Objects*) Alliance lavora per l'impiego di IP come protocollo pervasivo utilizzato fino ai sensori, puntando su implementazioni compatibili con le scarse risorse elaborative/di memoria e la necessità di contenere i consumi [11].

In entrambi i casi, e con maggior impeto nel primo caso, si prefigura le necessità di disporre di una numerosità di indirizzi largamente superiore a quanto rimane nello spazio di indirizzamento dell'IPv4 (32 bit). All'evoluzione verso l'Internet delle cose viene attribuita la spinta dirompente verso l'introduzione dell'IPv6, auspicabile proprio per il suo ampio spazio di indirizzamento (128 bit) [12]. Già dieci anni addietro si era formulata la previsione di esaurimento ai giorni nostri dello spazio di indirizzamento dell'IPv4, ma l'impiego di tecniche di riduzione dell'uso di indirizzi univoci (indirizzi privati e NAT - *Network Address Translator* - e indirizzi dinamici) e l'uso efficiente dello spazio di indirizzamento con granularità di allocazione fine e aggregazione di indirizzi nelle tabelle di instradamento (uso del *Classless Inter-Domain Routing* - CIDR) hanno fatto sì che la previsione sia stata disattesa e le nuove previsioni fissino i nuovi termini per il giugno 2011. Pressoché la totalità dei *vendor* di apparati terminali e di rete dispone della tecnologia IPv6 e molti operatori hanno già dispiegato la tecnologia IPv6 in porzioni di rete, collegate tra loro a realizzare una rete IPv6 di dimensioni mondiali. Il percorso di migrazione e coesistenza dall'attuale rete IPv4 all'uso progressivo dell'IPv6 si presenta come particolarmente critico proprio per la necessità di gestire un parallelismo di uso e di assicurare, ove opportuno l'interoperabilità tra le due reti, dato che il processo verrà azionato in maniera distribuita da una miriade di soggetti ed avrà una durata difficilmente prevedibile [13].

## 2.2. Internet 2.0 e NGN

Queste direttrici intersecano il percorso di sviluppo delle reti degli operatori di telecomunicazioni tradizionali sia fisse che mobili, in larga parte protagonisti dei servizi di accesso alla rete Internet, impegnati nella trasformazione delle proprie infrastrutture di rete secondo il paradigma della *Next Generation Network* (NGN).

Il modello NGN condiviso generalmente e codificato dagli organismi di standardizzazione si basa su alcuni principi:

- indipendenza delle funzioni di servizio dalle tecnologie di trasporto;
- utilizzo della tecnica a commutazione di pacchetto (basata su IP);
- capacità di erogare una molteplicità di servizi sulla stessa rete, attraverso una moltitu-

dine di accessi (a larga banda, fissi e mobili);

- supporto alla qualità del servizio e alla mobilità generalizzata per consentire l'accesso ubiquo e senza vincoli ad una moltitudine di servizi e di operatori di servizio.

Il motore primario degli operatori verso l'attuazione di un piano NGN è la necessità di sostituire le piattaforme di rete in campo, dedicate ai diversi servizi (telefonia fissa, telefonia mobile, dati incluso Internet), con una piattaforma unica a maggiore potenzialità (sia in termini di banda trasmissiva, ma soprattutto di servizi) e con minori costi operativi. Questo percorso incontra, tra gli altri, due scogli importanti, peraltro non indipendenti:

□ la necessità di dispiegare *piani di investimento* particolarmente onerosi, principalmente tesi al potenziamento delle risorse di accesso alla rete per la larga e larghissima banda (sia fissa che mobile) a fronte di piani di rientro economico non scontati (oltretutto in periodo di crisi economica generale e di annesse svalutazioni aziendali con difficoltà di accesso al credito);

□ la necessità di definire e calibrare le *funzioni di controllo*, associate al trasporto e ai servizi, da calare all'interno della rete, in modo da garantire le funzioni desiderate (quelle enunciate dal paradigma NGN, con particolare riferimento alla convergenza dei servizi) e di assicurarsi i livelli di remunerazione adeguati. In questo quadro non va trascurata la necessità di stabilire le modalità di interconnessione tra operatori, necessarie a garantire che le prestazioni vengano veicolate in logica *end-to-end* (in quest'ambito i comitati di definizione degli standard stanno lavorando per assicurare autonomia di scelta agli operatori nella propria giurisdizione in tema di tecnologie e fornitori.

## 2.3. La neutralità della rete

Ambedue i versanti di difficoltà ricorrono nel dibattito emergente, finora primariamente discusso negli USA, della "neutralità della rete" [14] in cui gli operatori infrastrutturali perseguono una linea tesa a promuovere, nelle norme di utilizzo della rete, una separazione e un trattamento differenziato dei traffici in funzione della loro natura: il traffico *best effort* dell'Internet generale veicolato con risorse e prestazioni residuali rispetto al traffico a pagamento (*premium*) con garanzie di qualità del

servizio per applicazioni di audio e video *streaming* (inclusi servizi IPTV di qualità *entertainment*). Questa posizione è chiaramente tesa ad assicurare maggiori garanzie di remunerazione degli investimenti in infrastrutture di rete con i proventi dei servizi “premium” a discapito di traffici “parassiti”, ossia traffici cui, rispetto alla quantità di risorse di rete impiegate, corrispondono remunerazioni trascurabili se confrontati con i traffici “premium” (esempio lampante: il traffico delle applicazioni P2P e dei *player OTT*). Ad opporsi a questa posizione, fino ad ora non fatta propria dalle istituzioni USA, i soggetti che attribuiscono a questa forma di discriminazione del traffico una limitazione sull’accesso alle risorse della rete (informazione e servizi), con ripercussioni sullo sviluppo dell’innovazione, di cui Internet è stato fattore abilitante di enorme portata. D’altra parte è evidente che il mercato delle telecomunicazioni tradizionali (impennate su ricavi per telefonia fissa e mobile) ha raggiunto uno stadio di maturità che porta ad una vistosa contrazione dei ricavi. Si impone pertanto una ricerca di nuovi recuperi di margini grazie alle nuove tecnologie capaci di ridurre i costi (pacchetto e NGN) nonché nuove potenzialità di ricavi (servizi dati a larga banda in mobilità e convergenti) di tipo *flat* e sempre più *semi-flat*, al fine di conciliare ritorni minimi garantiti con riferimento ai costi delle risorse di rete effettivamente utilizzate. Si noti tuttavia che, per gli operatori di telecomunicazioni, il bilancio di compensazione dei vettori di crescita e dei vettori di diminuzione dei margini nel caso di servizi telco-centrici porta in ogni caso ad una risultante negativa che spinge alle concentrazioni tra soggetti economici attivi su mercati sovrapposti o adiacenti per ricercare equilibri economici non più accessibili con mercati fortemente frammentati.

#### 2.4. Lo sviluppo dell’accesso “wireless broadband” nell’ambito della convergenza fisso- mobile

La saturazione del mercato della telefonia mobile e la maturità del mercato telefonico hanno progressivamente spinto gli operatori mobili verso la ricerca di valore nei servizi dati. Con l’evoluzione delle tecnologie cellulari dal 2G (basato sul GSM) verso il 2,5G (GPRS), ma so-

prattutto verso il 3G (UMTS) e le sue varianti evolutive atte ad accrescere la banda accessibile nella tratta radio (dapprima *down-link* e successivamente *up-link*), i diffusissimi servizi di *short messaging (SMS)* sono stati affiancati da servizi di accesso ad Internet a larga banda. *Smartphone* sempre più ergonomici e stilisticamente pregiati (guidati senza discussione dall’iPhone di Apple per il mercato residenziale e affiancato da *Blackberry* di *Research In Motion (RIM)* per il segmento affari) e “chiavette” con interfaccia USB per il collegamento di PC a reti 3G e 3,5G si stanno diffondendo rapidamente nel mercato come veicoli di accesso ad Internet, favoriti, oltre che dalla praticità d’uso, dall’adozione di piani commerciali *semi-flat*<sup>3</sup> particolarmente accattivanti.

Va sottolineato che le prestazioni accessibili da queste tipologie di accesso sono fortemente dipendenti dall’uso promiscuo della risorsa radio da parte degli utenti della stessa rete e che le prestazioni di picco messe in evidenza dagli operatori rappresentano un riferimento distante da quelle continuamente accessibili a regime. In ogni caso, tuttavia, il successo del *mobile broadband Internet access* costringe gli operatori mobili a potenziare significativamente le risorse di rete (in particolare la rete di accesso radio ricorrendo anche a tecnologie che consentono l’*off-load* della risorsa radio come le *femto-celle* che instradano su ADSL il traffico mobile che parte dall’interno delle abitazioni) ed a potenziare la rete di *backhauling* (passando dalle tecnologie di rilegamento TDM basate su canali E1 alle tecnologie Ethernet ad alta velocità più adatte al trasporto efficiente del traffico IP). Al rafforzamento delle risorse di rete si affiancano anche interventi sulle tratte di interconnessione ad Internet e l’introduzione di strumenti di ottimizzazione delle prestazioni in grado di intervenire sui protocolli di trasporto e di applicativi specifici (incluso funzioni *proxy* e *caching*) per migliorare la prestazione erogata agli utenti.

<sup>3</sup> Le proposte commerciali prevedono abbonamenti con compenso mensile indipendente dall’uso, purchè non si eccedano soglie di volume di dati o di tempo di utilizzo, oltre le quali l’uso viene tariffato a volume (dette anche offerte *flat* con “*capping*”).

## 2.5. Funzioni della rete: controllo e sua organizzazione

Anche il tema delle caratteristiche della **porzione di controllo** da sviluppare nella NGN è controverso, pur se in ambito di standardizzazione si è sviluppata una certa convergenza di vedute attorno al **modello di riferimento architetturale IMS** (*IP Multimedia Subsystem*), inizialmente proposto dal 3GPP per l'evoluzione della parte di controllo dei servizi della rete mobile basata su IP e successivamente adottato anche da ETSI-TISPAN come modello per la "core network" della rete NGN convergente (incluso accesso fisso a larga banda). Il controllo dei servizi indirizzato da IMS si pren-

de carico della gestione delle sessioni avvalendosi del **protocollo SIP** (*Session Initiation Protocol*) definito dall'IETF come protocollo standard per la segnalazione indipendente dal servizio. Le funzioni principali assolate da SIP sono la ricerca del partner di una comunicazione di cui è noto l'identificativo (secondo una logica che supera quella del numero di telefono associato ad una linea), verificarne la disponibilità ad instaurare una sessione multimediale, negoziare i parametri e gestire la sessione fino all'abbattimento. L'architettura IMS (per qualche maggior dettaglio si veda anche il riquadro 3) propone di articolare nel nucleo della rete una serie di componenti fun-

### RIQUADRO 3 - Il modello di riferimento dell'architettura NGN dell'ITU-T

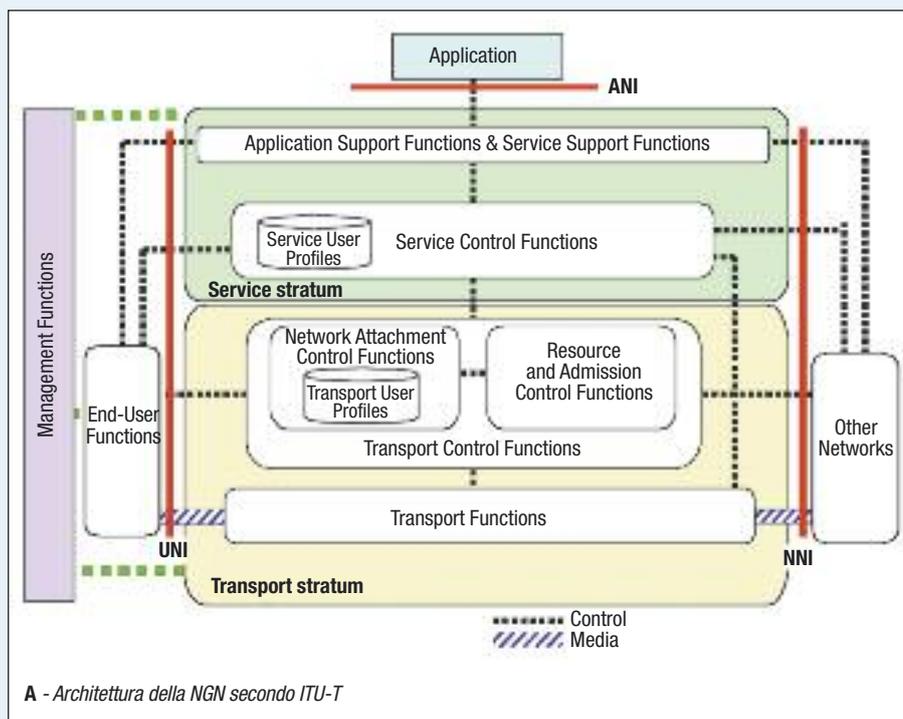
L'ITU-T avviò nel giugno 2004 un Focus Group per l'NGN (FGNGN) col mandato di sviluppare attività di normalizzazione su temi urgenti collegati all'emergente NGN: requisiti di servizio, architettura funzionale, mobilità, sicurezza, qualità del servizio, controllo e segnalazione, evoluzione della rete di trasporto a pacchetto. Il lavoro dell'FGNGN è terminato nel Novembre 2005 ed è confluito nella NGN Global Standardization Initiative (NGN-GSI), istituita per consolidare gli standard dell'NGN secondo un piano articolato su più fasi.

L'ITU-T, compresa la complessità del progetto di sviluppo delle norme per la NGN e la molteplicità dei flussi di lavoro concorrenti, ha messo in linea uno strumento di gestione del progetto NGN [17] che consente di condividere lo stato avanzamento e i piani di lavoro di tutte le iniziative parallele di molti gruppi di lavoro, interni ed esterni all'ITU, che hanno rilevanza per l'iniziativa NGN-GSI. Il lavoro dell'NGN-GSI valorizza gli sforzi degli organismi di standardizzazione regionale attivi sull'argomento (ETSI, sia TISPAN o Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking, che 3GPP, per l'Europa, ATIS per gli US, CJK-NGN per Cina, Giappone e Corea), con fortissime contaminazioni del lavoro di IETF (l'organismo di standardizzazione di Internet) e dei vari Forum (tra cui il Multiservice Forum o MSF e l'IMSForum, particolarmente attivi sull'interoperabilità in ambiente multivendor, ma anche il MetroEthernet Forum o MEF, il riferimento per lo sviluppo delle soluzioni di trasporto evolute, basate su tecnologia Ethernet).

ITU-T ha completato le aree di lavoro riconducibili alla Release 1 della NGN: Requisiti di servizio e architettura funzionali di Fase 1, funzioni di controllo di accesso alla rete e di controllo delle risorse di fase 1, requisiti di convergenza fisso-mobile e impostazione di un framework per la sicurezza. Attualmente l'ITU-T sta lavorando alla Release 2 nelle seguenti aree: Requisiti di servizio e architettura funzionali di Fase 2, funzioni di controllo di accesso alla rete e di controllo delle risorse di fase 2, requisiti funzionali ed architetturali per il traffico multicast, framework per la mobilità, architettura aperta per lo sviluppo dei servizi.

L'architettura di riferimento della NGN consolidata già nei documenti dell'ITU-T per la Release 1, evidenzia, come da figura A, la separazione dello strato di trasporto (a sua volta ripartito tra piano di controllo e di attuazione del trasporto), strato di servizio (con evidenza delle funzioni di controllo del servizio) e strato delle applicazioni.

Il ruolo dell'IMS nel modello NGN dell'ITU è ben chiarito nella Raccomandazione Y.2021 (09/2006) in cui si affida all'IMS il ruolo di controllo per la fornitura di servizi multimediali basati su SIP e l'e-

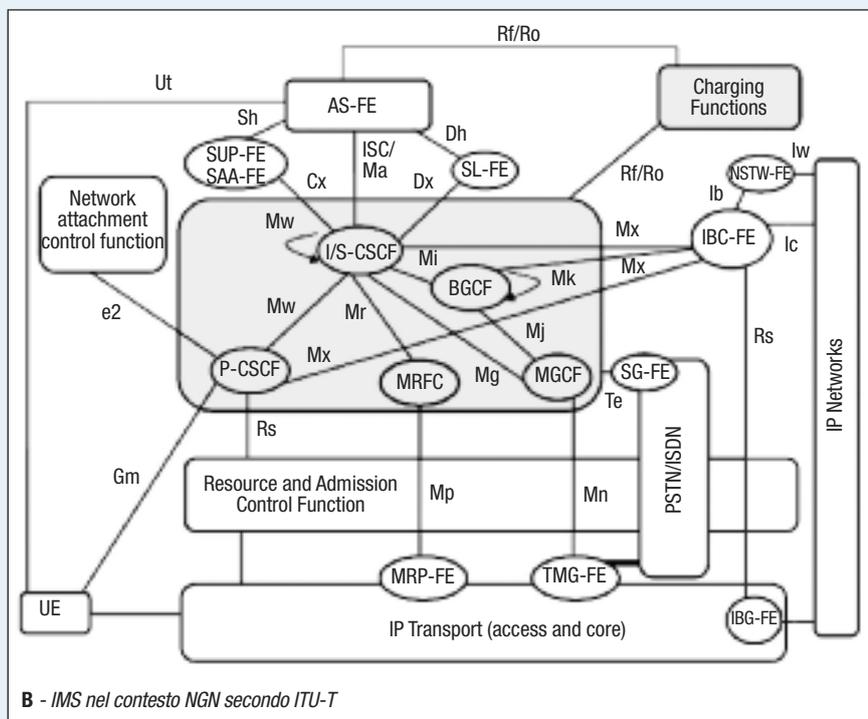


A - Architettura della NGN secondo ITU-T

segue

mulazione di servizi PSTN/ISDN su NGN. Le funzioni offerte grazie all'IMS comprendono: il controllo della connettività IP della rete di accesso (QoS, controllo di ammissione, autenticazione ecc.), coordinamento del controllo delle risorse di trasporto, interlavoro con le reti legacy, disaccoppiamento delle applicazioni dal controllo della sessione e dal trasporto, indipendenza dalla tecnologia di accesso.

Rimandando al testo della raccomandazione per i dettagli, si richiamano nella figura B solo i blocchi funzionali della "core IMS" coinvolti e le loro funzioni: *Call Session Control Function* (CSCF) attiva, monitora e abbatte sessioni multimediali gestendo l'interazione con l'utente, *Media Gateway Control Function* (MGCF) controlla la *Trunking Media Gateway Functional Entity* (TMG-FE) allocando e disallocando risorse per la gestione dei media, *Multimedia Resource Function Controller* (MRFC) alloca risorse per il trasporto dei dati della sessione nella rete, *Breakout Gateway Control Function* (BGCF) seleziona la rete PSTN verso cui inoltrare le chiamate, selezionando l'opportuno MGCF. La direzione strategica dell'NGN-GSI è verso un'architettura che aumenti le proprie funzionalità includendo quelle del mondo Web e abilitando la convergenza di una serie di nuovi servizi che, oltre alla emulazione dei servizi tradizionali e all'offerta dei servizi IPTV, includa per esempio le *Universal Sensor Network* (USN).



B - IMS nel contesto NGN secondo ITU-T

zionali, accessibili con interfacce definite dalle norme, deputate al **controllo del servizio** (*discovery, selection, control*), al **controllo degli utenti** a scopi di profilazione di accesso e al **controllo dei media** e delle risorse. Attraverso questa struttura l'IMS core network si prefigge di mettere a fattor comune per tutti i servizi e per tutti gli utenti una serie di funzionalità, orchestrate dall'operatore e che arricchiscono il ruolo dell'operatore di rete rispetto al mero trasporto di dati.

L'adozione diffusa di un'architettura di controllo IMS faciliterebbe in linea di principio il raggiungimento di obiettivi di interconnessione *end-to-end* per servizi complessi, anche se tuttora è abbastanza evidente la difficoltà di integrare semplici funzioni tra le comunità degli utenti di reti diverse come la rete mobile e quella fissa o, a maggior ragione quella Internet. Iniziative recenti e anticipatrici del modello IMS completo in forma più modesta - quali *Rich Communication Suite* (RCS) di GSMA, *3GPP/NGN-IMS Multimedia Telephony Service* (MMTel) ed *Open Mobile Terminal Platform*

(OMTP) - si prefiggono di "cortocircuitare" le community "Internet/fissa" e "mobile". In altre parole si traghettano alcuni servizi basilari altamente diffusi da una community all'altra introducendo forme di accordo tra soggetti diversi (operatori, manifatturieri di terminali) che rendano possibile la creazione di servizi di rubrica unica condivisa, di messaggistica unificata e di arricchimento delle funzioni di chiamata base (*video-call/upload/sarin ecc. media-add/drop, presence, IM, PoC*).

Il dibattito sulle funzioni che ci si attende vengano svolte dalla rete e dall'operatore che la realizza (e che gestisce e le funzioni che possono essere svolte ai bordi della rete dagli operatori OTT) è lontano dal trovare una risposta definitiva. Nel frattempo gli operatori infrastrutturati che sviluppano i propri piani NGN applicano meccanismi di garanzia della qualità del servizio per i clienti che accedono ai propri servizi *premium* (telefonia, *streaming video* di qualità *entertainment*), mentre continuano a mantenere l'accesso ad Internet come un servizio ben distinto, erogato in modalità *best-*

effort. Le garanzie da commercializzare per l'accesso ad Internet in modo differenziato riguardano le caratteristiche dell'accesso (in termini di banda massima *down-stream ed up-stream*) e di banda Internet minima garantita, dall'attacco utente fino al IXP (*Internet Exchange Point*): ovviamente sulla prestazione ottenibili con la navigazione di tipo generalista non vi sono garanzie di prestazioni *end-to-end*.

L'ipotesi semplicistica di una coincidenza tra NGN e Internet 2.0 appare molto lontana dal realizzarsi, anche se la tecnologia di base comunemente adottata è IP, principalmente per la difficoltà di superare le difficoltà evidenziate e di raggiungere accordi tra una moltitudine di soggetti che operano in questo settore ed i cui interessi non sempre sono coincidenti o comunque facilmente allineabili [15].

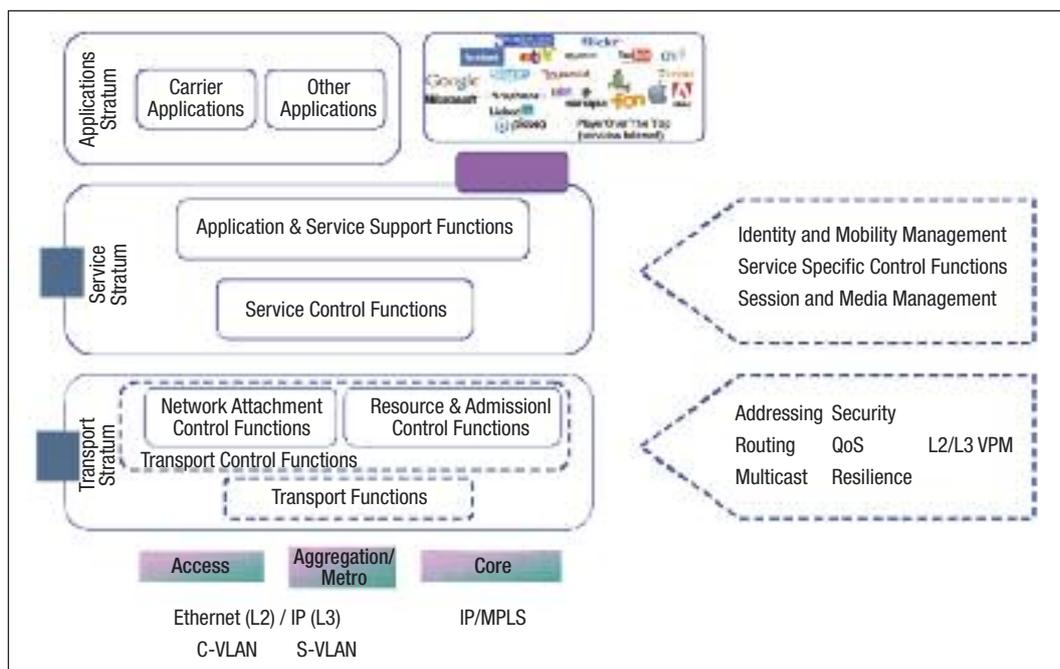
Il modello di Internet attuale privilegia, infatti, la capacità di mettere in comunicazione coppie di terminali della rete Internet senza preoccuparsi della qualità dello scambio (modello *best-effort* dell'IP). Il passaggio dell'introduzione di garanzie di qualità delle comunicazioni tra due utenti della rete Internet di nuova generazione richiede invece l'adozione di tecniche di controllo della qualità del trasporto da parte di tutti gli operatori Internet sulla catena che si interpone tra i due utenti, inclusi gli operatori di interconnessione Internet. Questo obiettivo è ancora lonta-

no e per ora i servizi di qualità (esempio, telefonia, IPTV) sono offerti ai clienti di operatori di accesso ad Internet con soluzioni proprietarie e basate sull'attuazione di tecniche di gestione della QoS nella rete sotto il controllo dell'operatore stesso.

La figura 3 offre una **rappresentazione semplificata dell'architettura emergente della rete NGN**, elaborata con un'interpretazione evolutiva di quanto emerge dagli organismi di standardizzazione (con particolare riferimento all'ITU-T).

L'architettura mostra la separazione degli stati di trasporto, servizio ed applicazione (vedi anche figura A del riquadro 3) ad indicare che si persegue l'obiettivo di astrarre le caratteristiche implementative di ciascuno strato, mantenuto come indipendente, rendendo disponibili interfacce condivise e standardizzate per richiamare i servizi offerti da uno strato all'altro.

Lo **strato di trasporto** è a sua volta ripartito in funzioni di pura movimentazione dei dati e funzioni di controllo, distinte in funzioni di controllo del collegamento alla rete e funzioni di controllo delle risorse. Le funzioni svolte da questo strato sono rappresentate sulla destra e comprendono l'indirizzamento, l'instradamento unicast e multicast, le prestazioni di sicurezza (esempio, autenticazione), le funzioni di qualità del servizio differenziata e di affidabilità del



**FIGURA 3**  
Architettura di riferimento emergente per la NGN

servizio di trasporto, nonché le funzioni per realizzare reti private virtuali con tecniche di livello 2 e/o 3 del modello di riferimento OSI (ossia utilizzando servizi di LAN-estesa basati su Ethernet e su funzioni di bridging o servizi di VPN-IP). Sotto lo strato di trasporto si è inteso rappresentare la struttura gerarchica della parte di trasporto distinguendo tra **accesso** propriamente detto, la parte di **aggregazione** con le tecnologie di livello 2 e 3 offerte come interfaccia di servizio, quali Ethernet e/o IP - e si evidenzia la tendenza nel caso dell'uso dell'Ethernet a distinguere tra VLAN per cliente (C-VLAN) e VLAN per servizio (S-VLAN) nonché infine la **parte di dorsale o core** in cui si tende ad impiegare MPLS, *MultiProtocol Label Switching*.

Lo **strato di servizio** offre funzioni specializzate per i servizi offerti dalla rete, come le funzioni di controllo della sessione (applicabili per servizi orientati alla sessione) o funzioni di controllo dei media impiegati (come nel caso del *media streaming* per i servizi di IPTV) e funzioni generali, come ad esempio la gestione dell'identità dell'utente. Lo strato di servizio offre inoltre funzioni di supporto ai servizi stessi ma anche alle applicazioni: tra questi viene rappresentata la funzione di exposure di funzioni telco-centriche a beneficio dello sviluppo di applicazioni di terze parti che le richiamano e le compongono in logiche di servizio innovative e indipendenti dall'operatore. Nello strato delle applicazioni sono posizionate le applicazioni dell'operatore e di altri soggetti, ivi inclusi i *player OTT*. Per gli strati di trasporto e di servizio sono rappresentate a destra i blocchi funzionali di interlavoro (IWF, *InterWorking Function*) che hanno lo scopo di garantire il collegamento tra strati realizzati da operatori diversi, assicurando l'interlavoro delle funzioni che si desidera vengano garantite anche oltre lo strato di trasporto e di servizio del medesimo operatore (sia in condizioni di roaming, che nel caso che le terminazioni di un servizio di rete si avvalgano di strati di trasporto e servizio di operatori diversi).

Degne di nota per l'impatto che potrebbero avere sullo sviluppo dei modelli di business e del mercato dei servizi ICT sono le iniziative di due grandi *player* del mercato che espandono la propria *mission* indirizzando in modo deciso ruoli non propri, creando nuove op-

portunità di sviluppo del business, in qualche caso con conflitti verso i loro stessi *core business*:

□ Nokia ha avviato l'iniziativa OVI<sup>4</sup> che si pone come una piattaforma di erogazione di servizi ad utenti per il mercato residenziale degli utenti che accedono da terminale mobile evoluto (*smartphone*): il recente accordo per l'integrazione di Skype apre una via di conflitto con i modelli di business perorati dai maggiori clienti di Nokia (operatori mobili);

□ Google, sull'onda del successo dell'iPhone di Apple, e convinta del ruolo crescente del terminale nello sviluppo dei nuovi servizi per utenza mobile, ha immesso sul mercato il proprio sistema operativo per terminali mobili evoluti, *Android*, puntando su un modello aperto di sviluppo (contrapposto al modello tradizionalmente più chiuso di Apple) su cui costruire la propria strategia per la platea dei clienti dell'accesso mobile ad alta velocità destinata ad espandersi notevolmente nel futuro;

□ l'azienda canadese *Research In Motion* (RIM), nota in tutto il mondo per gli *Smartphone BlackBerry*, si è allineata ai concorrenti aprendo un *marketplace* per agevolare l'incontro tra domanda e offerta di nuove applicazioni sviluppate secondo un modello aperto alle aziende di sviluppo e con meccanismi di supporto allo scaricamento delle applicazioni e al *push* sicuro degli aggiornamenti con pagamenti *on-line* basato su *Paypal*.

### 3. CONCLUSIONE

La rete Internet e la sua manifestazione più visibile il World Wide Web hanno cambiato il modo di comunicare, di fare le reti e di vivere e di fare business in pochissimi anni. Discontinuità importanti spingono verso la nuova generazione di Internet e del Web (la 2.0), e questa trasformazione si interallaccia in modo complesso con lo sviluppo delle nuove infrastrutture ed architetture di rete (NGN) da parte degli operatori di telecomunicazioni. Gli scenari che emergono da questo concorso di trasformazioni sono complessi ed interessanti soprattutto per gli importanti riflessi

<sup>4</sup> OVI significa Porta in lingua finlandese

sulla struttura del mercato dell'ICT e di tutti i settori della vita privata e lavorativa che sempre più ne fanno uso.

## Bibliografia

- [1] Decina M., Giacomazzi P.: Il futuro del protocollo Internet. *Mondo Digitale*, giugno 2007, p. 17-29.
- [2] Ciscato D.: Rete IP ed Internet: il quadro evolutivo. *Mondo Digitale*, marzo 2008, p. 30-38.
- [3] Spinelli C., Vannucchi G.: New Generation Network: Strategie di Accesso. *Mondo Digitale*, dicembre 2008, p. 17-35.
- [4] Decina M., Giacomazzi P.: WEB 2.0 Tecnologie abilitanti e nuovi servizi. *Mondo Digitale*, dicembre 2008, p. 3-16.
- [5] Giornata di Studio AICT: *Internet 2.0: gli effetti del Web 2.0 sul futuro delle reti e dei servizi*. Roma, 4 dicembre 2008.
- [6] Riley Mark: *What has Web 2.0 got to do with me?* [http://www.ncvovol.org.uk/uploadedFiles/NCVO/Events/Events\\_Archive/2008/What\\_is\\_web\\_2.0.ppt](http://www.ncvovol.org.uk/uploadedFiles/NCVO/Events/Events_Archive/2008/What_is_web_2.0.ppt) - The National Council for Voluntary Organisations, Novembre 2008.
- [7] Anderson Chris: *Long Tail, The Revised and Updated Edition: Why the Future of Business is Selling Less of More*. Hyperion, luglio 2008.
- [8] Confindustria Servizi Tecnologici e Innovativi in partnership con il Dipartimento per l'Innovazione e le Tecnologie e con la collaborazione scientifica di Net Consulting. [http://www.confindustriasi.it/files/File/Docu-](http://www.confindustriasi.it/files/File/Documenti/Studi%20e%20Documenti/eContent-2008_exesum.pdf)
- menti/*Studi%20e%20Documenti/eContent-2008\_exesum.pdf* - Il Terzo Rapporto sul Mercato dei Contenuti Digitali in Italia, Settembre 2008.
- [9] Vinton Cerf: *Internet Collaboration for Change*. PTC'09, gennaio 2009, [http://www.ptc.org-ptc09/images/papers/PTC%2709\\_Cerf\\_Slides.pdf](http://www.ptc.org-ptc09/images/papers/PTC%2709_Cerf_Slides.pdf)
- [10] Aguiar Rui L.: *The Bloated IP Protocol*. NeXtworking'07, aprile 2007, <http://www.net.tlabs.tu-berlin.de/ARCADIA/talks/Aguiar.pdf>.
- [11] Internet Protocol for Smart Objects (IPSO) Alliance, Settembre 2008: <http://www.ipso-alliance.org/Documents/IPSO%201%20%20IP%20for%20Smart%20Objects.pdf>.
- [12] Quaderni di Telega: *La domanda di comunicazione chiede di aggiornare Internet*. Coordinatore del Quaderno Francesco Matera, Media 2000, n. 242, XXIV - 10 - dicembre 2006/gennaio 2007, dicembre 2006.
- [13] Gaetano Roberto: *From IPv4 to IPv6: impact and transition*. Seminario Bordini: "Internet del futuro: evoluzione della piattaforma tecnologica", febbraio 2009, <http://www.key4biz.it/files/000110/00011078.pdf>.
- [14] Carter Kenneth R., Scott Marcus J., Wernick Christian: *Network Neutrality: Implications for Europe*. Wik Consult, dicembre 2008, [http://www.wik.org/content/diskus/diskus\\_314.pdf](http://www.wik.org/content/diskus/diskus_314.pdf).
- [15] Koichi Asatani: *Trends of NGN and Its Issues*. Ottobre 2008, [http://www.ieeeboston.org/Presentations\\_Society/DLT08BostonAsataniDist.pdf](http://www.ieeeboston.org/Presentations_Society/DLT08BostonAsataniDist.pdf).
- [16] ITU-T: *NGN Management Project*. <http://www.itu.int/ngnproject/>, 2009.

DANILO CISCATO laurea con lode in Ingegneria Elettronica al Politecnico di Milano nel 1985. Ha trascorso nove anni in IBM, ricoprendo vari ruoli tecnici, commerciali e manageriali, sia negli USA che in Italia. È entrato in Cisco nel luglio 1994, nella fase di startup della Società in Italia, in qualità di consulente tecnologico nello staff europeo. Ha operato a stretto contatto con i maggiori clienti italiani nella realizzazione dei più importanti progetti di rete e ricoperto ruoli manageriali di crescente importanza. Attualmente è Direttore "Business Development & Marketing" ed è responsabile di tutte le attività relative allo sviluppo del business, con particolare riferimento all'introduzione sul mercato di tecnologie innovative, che hanno da sempre costituito il motore di crescita della Cisco.

E-mail: dciscato@cisco.com

VITTORIO TRECORDI laureatosi con lode in Ingegneria Elettronica al Politecnico di Milano nel 1986, ha conseguito il Master CEFRIEL in tecnologia dell'informazione nel 1988. Dopo brevi periodi in Laben e Pirelli Cavi, è stato impiegato presso il CEFRIEL fino al 1998, occupandosi di ricerca, formazione e consulenza nel settore delle reti innovative. Nel 1998, lasciò l'incarico di Direttore Tecnico del CEFRIEL, per fondare insieme al Prof. Decina e all'Ing. Randi una società di consulenza, la ICT Consulting della quale è attualmente Direttore Generale. Dal 1993 è docente presso la sede distaccata di Cremona del Politecnico di Milano ove attualmente tiene il corso di "Infrastrutture e protocolli per Internet". È stato autore di una cinquantina di pubblicazioni di ricerca per congressi e riviste in ambito internazionale e di numerose pubblicazioni nazionali, tra cui un libro: "Nuovi modelli di business: evoluzione delle architetture di rete e dei servizi", Franco Angeli, 2002.

E-mail: trecordi@ictc.it