

Qualità e Internet mobile Le verità nascoste? | 2

A cura di Guido Riva

L'accesso ad Internet in mobilità ha subito negli ultimi mesi un'esplosione ragguardevole; se escludiamo i primi tempi della loro diffusione, i sistemi mobili non assistevano da anni a crescita così vertiginose di un servizio. Questo ha acceso l'interesse verso la qualità con cui ci vengono offerti tali servizi dati: la velocità con cui navighiamo mediante il nostro Pc, equipaggiato con la ormai indispensabile Internet Key, è in linea con quanto promesso dalle offerte commerciali? Come mai in certe situazioni sembra che il computer rimanga appeso in attesa di non si capisce quali eventi? Usare il VoIP da Pc con la chiavetta USB è equivalente all'accesso con ADSL? Ed accedere alla propria casella e-mail sul cellulare è sempre agevole?

Queste sono solo alcune delle domande che ognuno avrà avuto occasione di porsi, utilizzando i servizi Internet da mobile. Di seguito, si prosegue il discorso avviato nel precedente numero, cercando di evidenziare alcune delle specificità che distinguono e caratterizzano i sistemi a banda larga mobile rispetto a quelli su rete fissa. Si segnaleranno alcune troppo facili supposizioni con cui spesso cerchiamo di spiegarci talune "sorpresa" della nostra navigazione in mobilità e si proverà ad indicare come evitare alcune ingannevoli conclusioni. Infine si tratteranno le linee fondamentali di possibili itinerari tramite i quali articolare le valutazioni della QoS per i sistemi mobili, evidenziandone vantaggi e debolezze, sia per quanto riguarda la loro realizzazione che la significatività dei risultati conseguibili.

Le considerazioni essenziali che vorremmo condividere con i lettori sono le seguenti: i servizi Internet in mobilità sono ormai così diffusi che diventa urgente porsi il problema della qualità con cui essi vengono offerti; allo stesso tempo, le particolarità del mondo mobile sono tali da richiedere un approccio intelligente e ponderato; le difficoltà non sono però tali da impedirci di perseguire un percorso ragionato ed efficace: di ciò viene offerto qualche esempio.

Introduzione	29
La rete radiomobile: caratteristiche e specificità	31
I parametri di qualità	33
Le modalità di misura	35
Drive Test	35
Agenti Mobili	36
Conclusione	37

SONO USCITI NEL 2009/2010/2011:

Tv digitale terrestre in Sardegna: ecco i primi bilanci	Dicembre 2008 / Gennaio 2009
E-Inclusion: accessibilità nella società dell'informazione	Febbraio
Tecnologia e disabilità: due mondi non ancora globali	Marzo
Il futuro di Internet: Ipv6 un indirizzo per tutti e tutto	Aprile
Il futuro di Internet: Ipv6 un indirizzo per tutti e tutto	Maggio
Intelligenza artificiale: mito o realtà? Tutti pazzi per la "ghigliottina", anche i computer	Giugno
La sostenibilità energetica come nuova sfida tecnologica	Dicembre 2009 / Gennaio 2010
Reti sociali su Internet e Sentiment Analysis 1	Aprile / Maggio
Reti sociali su Internet e Sentiment Analysis 2	Giugno
Le frontiere dell'intrattenimento domestico	Luglio / Agosto / Settembre
(Re)visioni: alcune tracce per interpretare le mutazioni televisive	Ottobre
Quanto è larga la banda? Oggi l'utente può misurarla	Dicembre / Gennaio 2011
Come misurarsi la banda, contestare gli Operatori e vivere felici	Febbraio 2011
Qualità e Internet mobile. Le verità nascoste? 1	Marzo 2011

Il quaderno di Telèma è stato realizzato dalla Fondazione Ugo Bordoni.

Presidente **Enrico Manca**

Direttore delle Ricerche **Mario Frullone**

Curatore del Quaderno **Guido Riva**

La rete radiomobile: caratteristiche e specificità

Come noto il canale radiomobile è una risorsa radio che viene condivisa tra diversi utenti mobili nello spazio e nel tempo. L'area di servizio di una rete radiomobile è divisa in un certo numero di celle di diversa tipologia e dimensione (macrocelle, microcelle, picocelle, in un prossimo futuro anche femtocelle). Ogni cella è in grado di servire un determinato numero di utenti che dipende da diversi fattori quali le condizioni di propagazione (LOS, NLOS), i livelli interferenziali, la tecnica di accesso multiplo, la banda di frequenza impiegata. In queste brevi considerazioni sono racchiuse le caratteristiche principali e fondamentali di una rete mobile.

Anzitutto, la risorsa radio è una risorsa condivisa fra più utenti e questo rende ragione di una variabilità che è al di fuori della possibilità d'analisi del singolo utente: in un certo punto, ad un certo istante e con un certo terminale, ciò che ci accade non dipende solo da noi (da dove ci siamo posti, da che momento o che cellulare stiamo usando), ma anche da quello che stanno facendo gli altri utenti. E questo è vero per due ragioni ben distinte: da un lato, perché le risorse radio sono limitate e quindi se le devo condividere con altri significa che quanto mi viene reso possibile dalla rete mobile dipende anche dalle richieste di tutti gli altri (dalla loro posizione, ecc...); è la condivisione di una risorsa scarsa, che la rete si prende carico di effettuare nel modo più corretto possibile e secondo criteri di equità ed opportunità. Il secondo motivo è legato al fatto che le prestazioni offerte ad un certo utente sono limitate dall'interferenza che gli altri producono su di lui, che a loro volta

dipendono dalla posizione di questi utenti, da quanto stanno chiedendo alla rete e così via. Resterebbe ancora un terzo motivo, sempre legato alla forte variabilità dei segnali radio, tipica dei sistemi mobili: si tratta del mutare delle condizioni ambientali intorno al nostro utente (ad esempio, un autobus oppure un autocarro che transita se siamo in strada; oppure il movimento delle altre persone, se ci troviamo in ufficio o a casa).

Un secondo aspetto (da tenere sempre presente quando si ragiona di cellulari) è il seguente: una rete mobile è per sua natura non egualitaria; ad esempio, chi si trova lontano dalla propria stazione base verrà inevitabilmente trattato peggio di chi si trova vicino ad essa. La rete ovviamente cercherà di compensare queste differenze, ma non riuscirà a farlo più di tanto: una certa differenza fra i due permarrà.

Nella Figura 1 si è evidenziato come varia la massima velocità di trasmissione in funzione della distanza

Velocità di trasmissione in funzione della distanza dal sito per sistema EDGE (kit/sec)

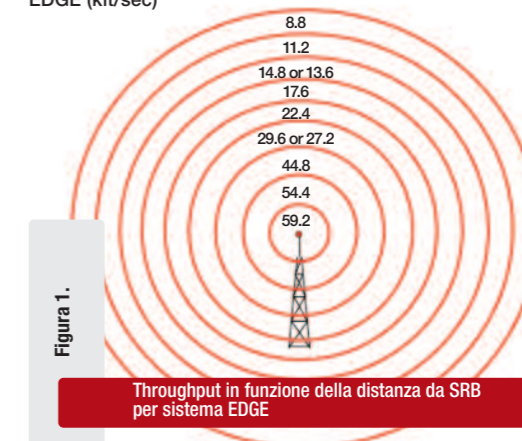


Figura 1.

Throughput in funzione della distanza da SRB per sistema EDGE

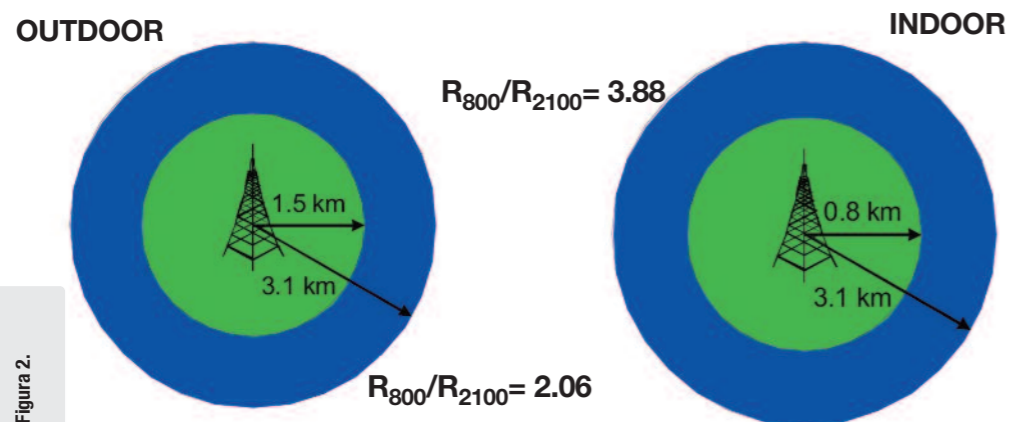


Figura 2.

Variazione del raggio di cella con la frequenza (800/2100 MHz) e la collocazione del mobile

dell'utente mobile dalla propria stazione base, nel caso di un sistema EDGE. Un andamento del tutto analogo lo si otterrebbe ad esempio nel caso di sistema HSPA, anche se con valori assoluti di throughput decisamente diversi.

Un terzo aspetto, anch'esso tipico del mobile, è legato alla propagazione radio del segnale: ci sono condizioni in cui ciò che mi viene inviato dalla stazione base incontra più difficoltà che in altre. Un tipico esempio è rappresentato dalla condizione outdoor ed indoor: quando mi trovo all'esterno di un edificio, il segnale incontra meno ostacoli rispetto a quando sono all'interno di esso, perché i muri operano un filtraggio ed una attenuazione del segnale a me destinato e questo degrada le prestazioni che riuscirò ad ottenere.

Un quarto aspetto è legato alla rapida evoluzione che hanno avuto i sistemi mobili: attualmente all'interno di una stessa rete coesistono più standard tecnologici, quali il GSM con la sua versione dati GPRS e la sua soluzione avanzata EDGE, l'UMTS e la sua evoluzione HSPA, fra poco LTE ed poi LTE Advanced. Ovviamente i sistemi più datati, come il GSM, sono anche quelli meno efficienti nel gestire la risorsa radio e sono anche in grado di offrire prestazioni in termini di velocità di accesso nettamente inferiori a quelle offerte dai sistemi più recenti.

Un quinto aspetto va invece ricercato nella crescente rilevanza, anche economica ed industriale,

che hanno i sistemi mobili; questo porta alla ricerca di sempre nuove bande, che si vanno ad aggiungere a quelle preesistenti. E' di pochi giorni or sono l'avvio da parte di Agcom di una "Consultazione pubblica sulle procedure e regole per l'assegnazione e l'utilizzo delle frequenze disponibili in banda 800, 1800, 2000 e 2600 MHz per sistemi terrestri di comunicazione elettronica e sulle ulteriori norme per favorire una effettiva concorrenza nell'uso delle altre frequenze mobili a 900, 1800 e 2100 MHz". Ci sta avviando cioè ad avere nella disponibilità degli operatori mobili non solo le attuali bande 900 MHz (quella con cui ha iniziato il GSM), 1800 MHz (quella della seconda fase del GSM) e 2100 MHz (quella dedicata all'UMTS); ma anche molte altre bande, sia a frequenze più basse (800 MHz) che più alte (2600 MHz). L'introduzione di nuove bande di frequenza ha un impatto sulle prestazioni delle reti mobili non solo perché vengono rese disponibili più risorse radio, ma anche perché tutti i fattori precedentemente richiamati dipendono strettamente anche dalla banda di frequenza di lavoro, per cui certi effetti vengono amplificati o contenuti. A questo va poi aggiunto che bande tradizionalmente impiegate da sistemi che stanno rapidamente diventando obsoleti, quali la banda 900 MHz per i sistemi GSM, vengono riorganizzate (refarming) per consentire il loro impiego anche da parte di sistemi più efficienti, quali l'UMTS.

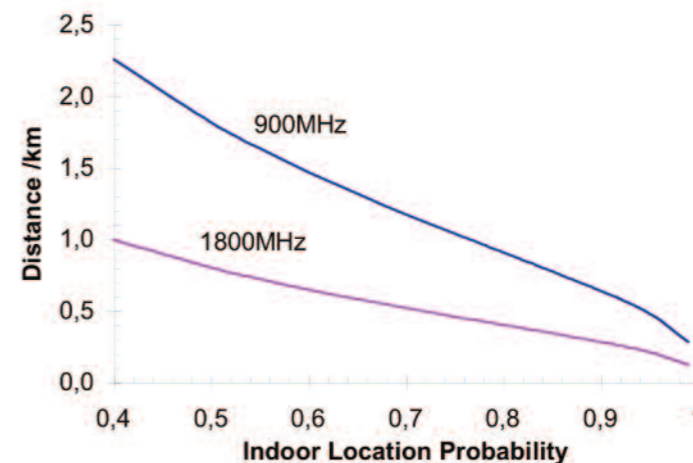


Figura 3.

Andamento del raggio di cella in funzione dell'ILP

In Figura 2 ed in Figura 3 è rappresentato come l'impiego di una banda di frequenze più bassa si rifletta sulle prestazioni e sulla qualità offerta, in termini di copertura che si può ottenere.

Come si vede, a parità di distanza dalla stazione base (cioè di ordinata), la probabilità di avere un segnale sufficiente per la comunicazione (Indoor Location Probability) è decisamente superiore a 900 MHz rispetto a 1800 MHz. Corrispondentemente, se si accetta un certo livello di copertura (cioè a parità di ascissa), la distanza dalla stazione base a cui si riesce a garantire che ciò accada è evidentemente superiore (cioè celle più grandi) nel caso 900 MHz rispetto a quello 1800 MHz.

D'altra parte, e questo è il sesto aspetto da avere presente, il parco dei terminali attualmente in esercizio risulta estremamente variegato, sia per quanto riguarda lo standard che utilizza, che per le bande impiegate. Ne consegue che la qualità che viene offerta dalla rete mobile a due utenti anche in condizioni omologhe potrà risultare decisamente differenziata per effetto del tipo di terminale che essi stanno utilizzando, che può differire sia per il sistema utilizzato che per le bande di frequenze di lavoro possibili. A ciò si aggiunga poi l'intrinseca qualità tecnologica che differenzia un cellulare dall'altro, per cui due cellulari simili come standard o bande impiegate possono offrire però prestazioni e livelli di qualità abbastanza diversi fra loro.

I parametri di qualità

I servizi offerti dai sistemi mobili sono di consueto suddivisi in tre famiglie: servizi voce, servizi SMS e servizi dati. Esiste però una profonda differenza tra queste tre categorie. Mentre per i servizi voce e SMS l'intera categoria è sostanzialmente rappresentata da un unico servizio fondamentale, nel caso dei servizi dati ci troviamo di fronte ad una molteplicità di servizi fruibili da parte dell'utente. Dal punto di vista di un'osservazione oggettiva, questo ha un notevole impatto nella costruzione della metodologia per la valutazione della QoS: risulta difficile infatti individuare parametri comuni che siano al contempo oggettivi (cioè indipendenti da aspetti soggettivi, associabili a preferenze dell'utente) e diretti (cioè che sappiano esprimere con immediatezza l'effetto sulla qualità percepita di quello specifico servizio). Inoltre il numero e la tipologia di servizi basati sull'accesso ad Internet è cresciuto in modo vertiginoso negli ultimi anni e per il futuro sembra sia destinato a crescere.

Piuttosto che inseguire questa rapida evoluzione e differenziazione dei servizi, andando a definire parametri specifici per il singolo servizio, pare perciò preferibile individuare un set di parametri, comuni ed oggettivi, sulla base dei quali sia possibile dedurre a posteriori una valutazione qualitativa (buono, accettabile, scadente) del singolo servizio. Fra i più

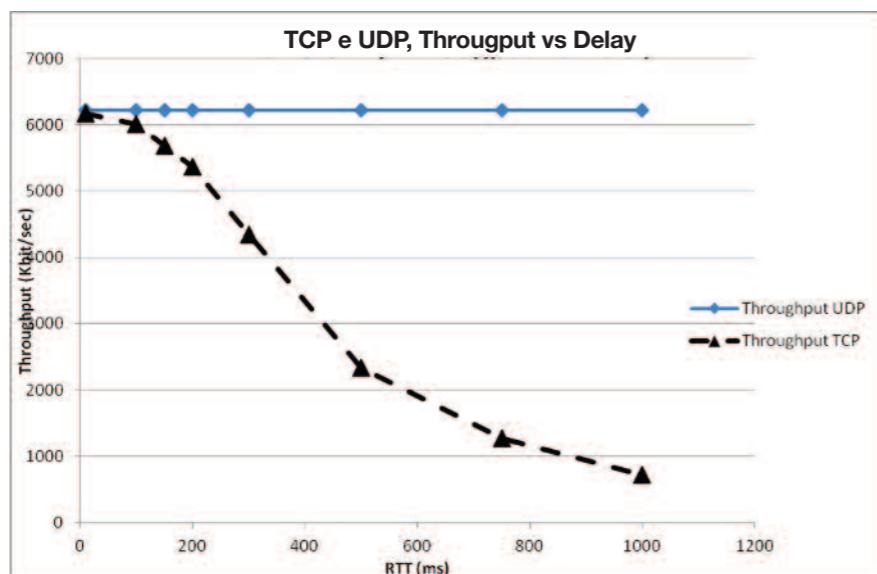


Figura 4.

Stabilità della misura di throughput per TCP ed UDP in funzione del ritardo

significativi, si possono individuare i seguenti parametri (KPI, Key Performance Indicator):

1. Velocità di trasmissione (throughput)
2. Tasso di insuccesso nella trasmissione dati
3. Ritardo (delay)
4. Variazione del ritardo (jitter)
5. Perdita dei pacchetti (packet loss)

Si tratta di KPI misurabili con relativa facilità e con un buon grado di oggettività; al contempo, riassumono le caratteristiche fondamentali della rete mobile oggetto di analisi. Sulla base di una loro accurata descrizione statistica è altresì possibile ricostruire il comportamento in termini di qualità dei singoli servizi, anche da un'ottica utente. Ad esempio, allorché si vuole effettuare il download di un file, il parametro di maggiore interesse risulta essere il throughput, mentre se siamo interessati a comunicazioni in tempo reale, quali i servizi VoIP, è necessario disporre di una certa velocità di trasmissione, ma un effetto rilevante è giocato dal jitter, cioè dal quanto è variabile il ritardo di trasmissione.

Si deve inoltre tener ben presente che il funzionamento dei protocolli di rete che supportano i servizi Internet (il TCP nella maggioranza dei casi, l'UDP

per servizi di tipo real-time quali il VoIP o lo streaming audio/video) può risultare fortemente influenzato dalle caratteristiche delle reti mobili. In particolare, la forte variabilità dei KPI in generale e l'elevato valore del ritardo provoca comportamenti molto penalizzanti del TCP. Infatti, nelle reti mobili attualmente si va da un valore minimo del ritardo di 100 ms fino a valori dell'ordine di diverse centinaia di ms con picchi dell'ordine del secondo, contro valori tipici di ritardo per la rete fissa a banda larga di una decina di ms, arrivando ad alcune decine di ms. Nella Figura 4 si è riportato a titolo puramente esemplificativo il valore della velocità di trasmissione per un flusso TCP ed un flusso UDP quando vengano trasmessi su di una linea avente una capacità di 7 Mb/s in presenza di ritardi che variano fra 10 ms ed 1 secondo.

Si vede come in entrambi i casi (UDP e TCP) e per valori di ritardo molto piccoli (10 ms) la velocità effettiva a cui si riesce a trasmettere è inferiore di circa un 10% rispetto alla capacità massima della linea: questo è dovuto alle informazioni di controllo che vengono inviate assieme ai dati utili. Si nota però, che mentre l'UDP è sostanzialmente indifferente al valore del ritardo (RTT- Round Trip Time è

il tempo per l'andata ed il ritorno del pacchetto e quindi va diviso a metà), la velocità di trasmissione del TCP risulta fortemente penalizzata dalla presenza di ritardi consistenti, al punto che si può arrivare ad utilizzare solamente un 10% di tutta la capacità disponibile.

Questo ha due implicazioni: quando si fruisce di servizi che utilizzano TCP (download, e-mail, web browsing, ecc..) non diamo subito la "colpa" alla velocità della rete, perché essa può essere anche elevata, ma può essere il protocollo che non riesce a sfruttarla adeguatamente a causa degli elevati valori di ritardo presenti.

La seconda considerazione è la seguente: quando si vuole misurare l'effettiva velocità di trasmissione di una rete mobile (cioè quanto ci viene offerto dal nostro operatore mobile) è estremamente insidioso appoggiarsi sul TCP, perché esso fornisce stime che dipendono non solo dalla capacità che viene offerta dall'operatore mobile, ma ancora più possono dipendere dal meccanismo di funzionamento del TCP e da quanto ritardo subiscono i pacchetti; qualora poi tali ritardi siano soggetti a improvvise e forti variabilità, come nel caso delle reti mobili, il funzionamento stesso del TCP può risultare molto difficile da prevedere e quindi il dato che ne ricaviamo ci dice molto poco, anche da un punto di vista statistico, sulla rete mobile stessa.

Le modalità di misura

Una volta individuato cosa andare a misurare, si tratta ora di definire le modalità operative con cui raccogliere informazioni sui KPI offerti dalla rete.

Nel caso dei servizi voce, uno strumento fondamentale è costituito dalle informazioni che è possibile raccogliere dai contatori di rete, che registrano gli eventi fondamentali che riguardano una certa chiamata. Passando al servizio dati ed in particolare ai KPI precedentemente individuati per caratterizzare l'accesso ad Internet, i contatori non offrono la stessa opportunità, perché spesso sono raccolti ad intervalli troppo laschi per risultare significativi per la singola connessione ed inoltre spesso sono aggregati ad un livello più alto (ad esempio tutto il volume di traffico dati smaltito da una cella).

Si deve ricorrere allora ad altre due modalità, che risultano più promettenti; si tratta delle misure di QoS effettuate mediante drive test oppure mediante sonde (attive o passive).

Drive Test

Le misure mediante drive test consistono nell'attrezzare un veicolo con adeguata strumentazione professionale: uno strumento, collegato ad una batteria di cellulari o di chiavette USB, a loro volta equipaggiati con opportuni software che consentono di dialogare con lo strumento stesso, riportando tutta una serie di informazioni, di solito non accessibili all'utente, sullo stato della rete e su alcune grandezze significative (ad esempio, il livello di campo con cui si ricevono le stazioni base intorno al cellulare, oppure le informazioni sulla disponibilità di risorse al momento di un hand-over). Mediante l'architettura di rete descritta nell'intervento sul numero

precedente, questi terminali vengono collegati con i server posizionati ai NAP sia per trasmissioni in upload che in download; gli strumenti consentono di associare alla semplice misura dei KPI anche le informazioni di scenario a cui esse si riferiscono (il momento della giornata, la posizione geografica, la cella a cui si è collegati, e così via). Queste informazioni di scenario sono poi utili in sede di post-elaborazione, al momento di analizzare quanto misurato; consentono infatti di segmentare l'analisi in base ai principali fattori che possono influenzare la QoS (ad esempio, il momento della giornata ci fornisce indicazioni sul fatto che si fosse o meno in orario di punta, con conseguente carico più o meno elevato della rete).

I vantaggi che si possono ottenere da misure sul campo possono riassumersi come segue:

- le valutazioni vengono fatte da un punto di vista esterno alla rete che rispecchia la percezione dell'utente;
- può essere utilizzato per confrontare i risultati ottenuti per diverse reti poiché le misure possono essere fatte nello stesso posto e nello stesso istante;
- i punti dove non c'è copertura sono adeguatamente tenuti in considerazione.

Gli svantaggi invece di una valutazione tramite misure sul campo possono riassumersi in:

- la configurazione usata nelle misure (il terminale e il suo modo di utilizzo) non sono indicative di come l'utente effettivamente utilizza il proprio terminale;
- al fine di ottenere un'adeguata precisione e significatività statistica, è necessario un elevato

numero di campioni di misura;

- i percorsi di misura devono essere rappresentativi degli utenti sia dal punto di vista geografico che temporale. Sia la densità degli utenti che l'offerta dei servizi varia nelle diverse aree e i percorsi di misura non sempre possono essere considerati rappresentativi dell'intera rete. Questo significa che ogni parte di un percorso potrebbe dover essere pesata in maniera differente.

La campagna di misure deve inoltre tenere conto di:

- diversi terminali utilizzati;
- diverse circostanze in cui i terminali sono utilizzati, come ad esempio all'interno di una vettura, camminando, in casa, in ufficio, in treno nonché diverse modalità di utilizzo.

La campagna di misure deve inoltre poter essere ripetuta ad intervalli di tempo predefiniti per tenere conto dell'eventuale aumento nella capacità della rete.

Agenti Mobili

L'altra modalità di misura consiste nell'impiego di sonde, che possono essere di tipo passivo o attivo. Le prime si limitano ad osservare e misurare il traffico che transita attraverso un certo segmento di rete, mentre le sonde di tipo attivo provvedono a generare traffico, per verificare direttamente su di esso come la rete è in grado di veicolarlo. Richiamando quanto svolto per la rete fissa, si può pensare allora di installare su terminali mobili un opportuno modulo software, denominato Agent, in grado di svolgere la funzione di sonda attiva, con

lo scopo di misurare la qualità di servizio. Esso si collega oppure riceve dati dal server posizionato al NAP ed estrae da tale flusso di dati i KPI di interesse, associandoli anche in questo caso ad opportune informazioni di scenario.

Il vantaggio di un approccio di tal genere è evidente in quanto è lecito attendersi che si possa raccogliere un numero di campioni abbastanza ampio da ottenere valutazioni della qualità di servizio molto accurate. Infatti, poiché la platea dei potenziali utilizzatori è molto ampia, gli agenti mobili possono trasformare un elevato numero di terminali mobili di tipo commerciale in stazioni di monitoraggio della QoS. Poiché sono molto prossimi all'utente finale, gli agenti mobili sono in grado di catturare con più facilità le abitudini dell'utente.

Come detto, un agente mobile potrebbe essere in grado di misurare la qualità dei servizi multimediali, i parametri radio così come collezionare statistiche sulle prestazioni da riportare su base regolare ad un server centrale.

L'impiego di agent per i terminali di utente può richiedere quindi molta attenzione su particolare aspetti realizzativi, quali la necessità di sviluppare software la cui funzionalità deve essere garantita per diversi dispositivi di accesso (smartphones e chiavette USB) e per diversi sistemi operativi. È poi necessario realizzare un'opportuna architettura del sistema di misura in grado di gestire in modo appropriato un numero di campioni e quindi di collegamenti potenzialmente molto elevato. Un ulteriore aspetto che va considerato nella misura o nella verifica della QoS mediante agenti mobili è costituito dalla influenza dei risultati raccolti dal

maggiore o minor carico di lavoro a cui il terminale stesso è soggetto.

Tra le informazioni che un agente mobile potrebbe associare a quelle di qualità del servizio, vi sono sia il riferimento temporale che quello geografico (GPS o identificativo di cella - Cell Id -). In tal modo sarebbe possibile realizzare delle mappature della qualità dei servizi offerti da un dato operatore per certe aree e certi periodi temporali.

Trattandosi di uno strumento di analisi realizzato per via software, si dispone anche della flessibilità di modificare rapidamente l'elenco o la tipologia di servizi da sottoporre a monitoraggio, nonché l'aggiornamento della loro modalità di analisi o della tipologia degli indicatori di qualità; tale prerogativa risulta assolutamente importante, se non necessaria, se considerata nell'ambito della rapidissima evoluzione che subisce l'offerta dei servizi mobili.

Conclusione

Il tema della QoS per l'accesso mobile ad Internet presenta complessità e difficoltà di analisi non trascurabili, a causa di specificità intrinseche alla realtà mobile. Questa considerazione non deve portare però ad assumere un atteggiamento fatalistico o rassegnato, ma deve spronare ad una particolare attenzione nell'analisi della problematica. Sono state infatti illustrate metodiche e tecniche che riescono a fornirci utili ed oggettive informazioni su quanto l'utente fruisce, in termini di qualità del servizio, mediante l'accesso mobile a larga banda. ■

