

LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DELLE CAMPAGNE DI MISURE SUL CAMPO (*DRIVE TEST*) DELLA QUALITÀ DEL SERVIZIO DATI IN MOBILITÀ - PRIMA CAMPAGNA 2013.

EXECUTIVE SUMMARY

L'attività di rilevazione della Qualità di Servizio relativa alle connessioni dati per le reti mobili italiane può essere sintetizzata nei seguenti punti salienti:

1. Per sua natura, il servizio mobile non è legato ad una specifica posizione, ma ad un'**area**, pur se estesa all'intero territorio nazionale; non essendo possibile effettuare una verifica in tutti i punti dell'area, è necessario procedere mediante un **approccio statistico**, campionando la qualità offerta dalle reti in certi **punti di test**, opportunamente scelti.
2. Le misure vengono effettuate all'esterno degli edifici, mediante **mezzi mobili** che si spostano sul territorio da un punto all'altro, opportunamente attrezzati per rilevare **contemporaneamente tutte e quattro le reti mobili**.
3. I criteri di definizione dei punti di test sono sostanzialmente definiti:
 - a. dall'**omogeneità** di distribuzione sul territorio italiano di tali punti (tutte le aree sono rappresentate)
 - b. dall'**alta densità di popolazione** nell'intorno del punto di verifica (esplorare meglio le zone più critiche e nelle quali il servizio è più richiesto o necessario).
4. Per ottemperare a tali criteri generali si è scelto di procedere in questo modo:
 - a. Selezionare, per il 2013, le **20 città più popolate di ogni regione** italiana (con l'eccezione di Pescara anziché L'Aquila e di Verona anziché Venezia, per motivi logistici)
 - b. All'interno del territorio comunale di ogni capoluogo, si selezionano le zone con **elevata densità abitativa** (quadrati di lato 500 metri, con più di 1800 ab./kmq).
5. Le metodologie di misura adottate sono di due tipi:
 - a. **Misure nomadiche** (con il mezzo fermo) di **durata** intorno ai **20 minuti**, realizzate in un punto qualsiasi, all'interno dell'area quadrata prescelta, di lato 500 metri, aventi carattere di rilevazione ufficiale della qualità delle reti.
 - b. **Misure dinamiche** (con il mezzo in movimento), effettuate durante gli spostamenti fra una misura nomadica e l'altra, oppure fra un capoluogo di regione e l'altro, aventi carattere sperimentale (che quindi non fanno parte dello Scope of Work della presente specifica) ed i cui risultati non entreranno nelle rilevazioni ufficiali, ma serviranno per studiare anche le miglorie eventualmente da apportare alle misure ufficiali.
6. Le rilevazioni di qualità avranno una cadenza **semestrale**:
 - a. Circa **4 mesi** per le **campagne di misura** in circa **1.000 punti** con il mezzo mobile;
 - b. Circa **2 mesi** per l'**elaborazione** dei dati e la **produzione delle relazioni** tecniche,
7. Per **la prima campagna di misura dell'anno 2013** sono previste quindi le seguenti tempistiche:
 - a. Avvio: **gennaio**
 - b. Conclusione: **maggio**
 - c. Post-elaborazione: da concludere entro **luglio**
 - d. Pubblicazione: entro **settembre**.
8. Le misure saranno effettuate per il 2013 su **chiavette USB**, in grado di abilitare la connettività di un computer (di solito, un portatile, ma non necessariamente) mediante un collegamento alle reti mobili.
9. Le misure consentono di registrare le **prestazioni della sola rete mobile**, perché sono basate sul collegamento fra le suddette chiavette USB ed un server collocato al NAP, cioè al bordo esterno della rete mobile, cioè al confine fra rete mobile e Big Internet.

INDICE DEGLI ARGOMENTI

Sommario

1.	Introduzione	3
2.	Organizzazione del documento	3
3.	Descrizione degli indicatori	4
3.1	Velocità di trasmissione dei dati (Throughput).....	4
3.2	Tasso di insuccesso nella trasmissione dati (Download/Upload/Browsing)	5
3.3	Tasso di perdita dei pacchetti (Packet Loss).....	5
3.4	Ritardo di trasmissione dati (Latency/Delay; Round Trip Time)	5
3.5	Variabilità del ritardo (Jitter)	5
3.6	Valutazioni statistiche	6
4.	Definizione delle modalità e del sistema di misura per gli indicatori.....	7
4.1	Introduzione: modalità di misura	8
4.2	Città oggetto di misura	10
4.3	Criteri di selezione dei punti di misura.....	10
4.4	Esempio di selezione dei punti nei comuni	12
4.5	Descrizione dell'architettura di misura end-to-end	15
4.6	Descrizione del sistema di misura in campo.....	15
4.7	Descrizione del formato delle misure raccolte.....	16
4.8	Caratteristiche del server di misura	16
4.9	Distribuzione temporale delle misure.....	16
4.10	Distribuzione temporale delle misure in una singola campagna	16
4.11	Giorni e ore di misura	17
4.12	Schedulazione delle campagne.....	17
4.13	Punti statici in cui effettuare le misure	17
4.14	Numerosità di prove per indicatore	18
4.15	Dispositivo di test e suo aggiornamento	18
5.	Modello operativo - ruoli del soggetto affidatario, degli operatori e dell'Autorità.	20
6.	Metodologia di esecuzione delle misure per gli indicatori.....	22
6.1	Generalità.....	22
6.2	Descrizione del ciclo di test	23
6.3	KPI "TASSO DI INSUCCESSO NELLA TRASMISSIONE DATI FTP UPLOAD"...	25
6.4	KPI "VELOCITA' DI TRASMISSIONE DATI FTP UPLOAD"	25
6.5	KPI "TASSO DI INSUCCESSO NELLA TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD"	26
6.6	KPI "VELOCITA' DI TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD"	26
6.7	KPI "TASSO DI INSUCCESSO NAVIGAZIONE HTTP"	26
6.8	KPI "TEMPO DI NAVIGAZIONE HTTP"	27
6.9	KPI "RITARDO DI TRASMISSIONE DATI (ROUND TRIP TIME)"	27
6.10	KPI "TASSO DI PERDITA DEI PACCHETTI".....	28
6.11	KPI "VARIABILITA' DEL RITARDO (JITTER)"	28
7.	Condivisione dei risultati.....	28

8.	Aggregazione statistica per pubblicazione	28
9.	Processo di invalidazione delle misure.....	30
9.1	Motivi per l'invalidazione di un test	30
9.2	Tempistiche previste per la comunicazione di richiesta di invalidazione	30
9.3	Modalità di comunicazione delle richieste di invalidazione.....	30
9.4	Invalidazione del test.....	31
10.	Peculiarità e decisioni operative per la prima campagna 2013.....	31

1. Introduzione

Questo documento ha lo scopo di definire le linee guida in termini di requisiti tecnici e funzionali per la progettazione, l'esecuzione e la gestione delle campagne di misure sul campo per la verifica della qualità del servizio dati in mobilità sulle varie reti d'accesso a tale servizio, disponibili sul territorio nazionale, come stabilito dalla delibera Agcom n.154/12/CONS, articolo 8, comma 2.

Lo scopo delle misure è la rilevazione delle prestazioni del servizio relativo alla sola rete mobile di accesso, stimulate attraverso l'esecuzione di test attivi che si svolgono tra opportuni dispositivi mobili (client) e server dedicati.

Eventuali aggiornamenti alle modalità e metodologia di misura potranno essere effettuate, qualora giustificato dall'evoluzione tecnologica delle reti, dalla raccolta storica delle rilevazioni e da rilevanti mutamenti nei servizi fruiti dagli utenti.

Questa versione del documento definisce le linee guida generali e quelle specifiche per la prima sessione 2013 delle campagne di misura sul campo.

TUTTO QUANTO SPECIFICATO NEL PRESENTE DOCUMENTO, ANCHE SE NON ESPLICITAMENTE INDICATO; DEVE INTENDERSI RIFERITO ESCLUSIVAMENTE ALLA PRIMA CAMPAGNA DI MISURA DEL 2013.

2. Organizzazione del documento

Il documento è organizzato in diverse sezioni, che definiscono principalmente:

- descrizione e significato degli indicatori e relativi criteri di misurazione,
- configurazione di rete del sistema di misura,
- modalità e condizioni operative delle misurazioni,
- città oggetto delle misure,
- definizione dell'area (pixel) entro cui individuare il singolo punto di misura (campione),
- criterio di selezione dei punti di misura,

- architettura e caratteristiche del sistema e della strumentazione di misura,
- formato delle misure raccolte,
- caratteristiche del server di misura,
- distribuzione temporale delle misure per singola campagna e stima di giorni e ore di misura,
- durata delle campagne (fase di acquisizione e fase di elaborazione),
- criterio di assegnazione dei punti di misura per singola città,
- criteri di selezione e aggiornamento dei terminali (*device*) di test,
- cicli di test e protocolli di livello applicazione utilizzati,
- criteri di riservatezza e condivisione dei risultati tra gli operatori,
- metodologie di aggregazione statistica e criteri di pubblicazione dei risultati,
- processo di invalidazione di specifiche misure.

3. Descrizione degli indicatori

L'accesso a Internet si presenta come un insieme di collegamenti e servizi, che devono essere disponibili in combinazione. La qualità percepita dall'utente dei servizi via Internet è quindi influenzata dalla qualità di ogni singolo elemento dell'insieme connessione/servizio.

Per la valutazione della qualità dell'accesso ad Internet da rete mobile si vuole cercare di evidenziare, per quanto possibile, il contributo relativo al degrado della qualità nella fruizione di un certo servizio, da imputarsi alla sola rete mobile.

Per ottenere tale obiettivo, si provvede a valutare la qualità di un collegamento dati opportunamente progettato; esso è costituito dal collegamento fra una sonda di test, costituita da un dispositivo, le cui caratteristiche verranno descritte al paragrafo 4.15, opportunamente controllato da adeguata strumentazione come descritto nel paragrafo 4.6, ed un server, collocato ai bordi della rete mobile stessa e perciò utilmente collegato alla LAN di *peering* del NAP di interconnessione alla "big Internet", con il quale la sonda instaura appropriate sessioni dati, da cui vengono tratte le metriche di seguito descritte.

3.1 Velocità di trasmissione dei dati (Throughput)

La velocità di trasmissione dati è definita come la velocità di trasmissione raggiunta, utilizzando un protocollo di tipo TCP, separatamente per download ed upload di specifici file di prova fra il dispositivo che effettua il test ed il server, collocato al bordo della rete mobile considerata ed ospitato presso il NAP di interconnessione.

Possono essere fornite, separatamente per la direzione di download e per quella di upload, le relative statistiche, definite al paragrafo 3.6 e al cap.8.

La velocità di trasmissione è definita come il rapporto fra la dimensione del file che deve essere trasmesso ed il tempo di trasmissione richiesto. Il tempo di trasmissione è il periodo di tempo calcolato da quando la rete di accesso mobile ha ricevuto le informazioni necessarie per avviare la trasmissione fino a quando l'ultimo bit di dati del file di test è stato ricevuto.

In alternativa alla velocità di trasmissione dei dati, per la quantificazione delle prestazioni misurate in un test si può utilizzare il tempo di trasmissione (Duration), riferito al trasferimento di una prefissata quantità di dati. Per i test di navigazione HTTP, ad esempio, viene misurato il tempo necessario per lo scaricamento dal server di una pagina predefinita.

3.2 Tasso di insuccesso nella trasmissione dati (Download/Upload/Browsing)

La percentuale di trasmissione dati senza successo è definita come il rapporto fra le trasmissioni dati senza successo ed il numero totale di tentativi di trasmissione dati. Una trasmissione dati non ha successo quando il file di test non viene trasmesso completamente e/o privo di errori entro un tempo limite predefinito (time-out). In questo senso, si applica unicamente a trasmissioni dati di tipo TCP.

In modo del tutto analogo, si può altresì definire un tasso di insuccesso nella trasmissione dati per le fasi di inizio e fine delle connessioni dati (*PDP context activation/deactivation*).

3.3 Tasso di perdita dei pacchetti (Packet Loss)

Il tasso di perdita dei pacchetti ha un effetto molto diretto sulla qualità delle informazioni ricevute dall'utente. Il protocollo di tipo TCP cerca di garantire l'integrità nella trasmissione dei dati inviati, cosa che invece non avviene nel caso di protocolli di tipo UDP. Quindi, questo tipo di parametro è fondamentale nelle trasmissioni UDP, ma trova applicazione anche in quelle TCP, laddove la connessione sia particolarmente degradata. Il tasso di perdita dei pacchetti (*packet loss*) viene definito come il rapporto fra i pacchetti persi o non correttamente giunti a destinazione ed il numero totale di pacchetti inviati.

3.4 Ritardo di trasmissione dati (Latency/Delay; Round Trip Time)

Il ritardo di trasmissione in una connessione può dare effetti più o meno dannosi a seconda del tipo di servizio supportato dalla connessione (VoIP, FTP, etc). Inoltre, il comportamento del protocollo TCP risente della presenza di elevati ritardi soprattutto se associati a connessioni lente (cioè con elevato bandwidth delay product). E' quindi opportuno effettuare una caratterizzazione del ritardo di trasmissione della connessione tramite il comando Echo Request/Reply (Ping) ad un indirizzo IP valido, in accordo con il protocollo ICMP (RFC 792: "Internet Control Message Protocol"), che fornisce una misura del Round-Trip-Time (RTT), ossia del tempo di andata e ritorno di un pacchetto. Nelle reti mobili può avere interesse andare a considerare il parametro RTT calcolato sia dal lato "dispositivo mobile" che dal lato "rete fissa", in quanto spesso esiste una forte asimmetria tra tali valori.

3.5 Variabilità del ritardo (Jitter)

Assieme al ritardo ed alla perdita di pacchetti, la variabilità del ritardo (normalmente nota come "jitter") viene di solito inserita fra i parametri rilevanti per caratterizzare le prestazioni dell'accesso Internet, in quanto alcuni servizi sono fortemente sensibili a tale parametro, soprattutto se di tipo "real-time". La variabilità assoluta del ritardo è la differenza dei ritardi fra pacchetti consecutivi. Oltre alla media della variabilità assoluta del ritardo, per il monitoraggio dei servizi di tipo real-time

si utilizza una media mobile della variabilità assoluta (come per esempio nel Real-Time Protocol - RTP) oppure altre statistiche del primo ordine, quali la varianza oppure il 10° e 90° percentile.

3.6 Valutazioni statistiche

I precedenti indicatori possono essere descritti statisticamente mediante opportune metriche; oltre al parametro di prima rilevazione, ossia al valore medio. Se si eccettuano gli indicatori di qualità “Tasso di insuccesso della trasmissione dati” e “Tasso di perdita dei pacchetti”, che essendo basati su un valore dicotomico quale è l’evento successo/insuccesso, sono sufficientemente descritti dalla proporzione di eventi sul totale, per tutti gli altri indicatori si possono aggiungere anche i seguenti parametri statistici:

- a) Varianza e/o deviazione standard,
- b) 5° e 95° percentile,
- c) distribuzione cumulativa.

Considerata l’estrema variabilità di situazioni e di condizioni in cui può operare una connessione mobile, sia legata ad aspetti propagativi che di traffico e di configurazione/sistema, è possibile che si riscontrino tutta una serie di valori anomali all’interno dei campioni raccolti, i cosiddetti “outlier”. Per evitare che la loro presenza alteri in modo significativo la statistica complessiva dei diversi indicatori, si ritiene opportuno risolvere tale problematica di rappresentatività dei campioni operando un filtraggio dei dati grezzi che vengono registrati. La metodologia operativa da utilizzare, in proposito, consiste nell’eliminare le due code, inferiore e superiore, delle distribuzioni cumulative rappresentative dei dati grezzi, rimuovendo da tutte le analisi successive il 5% dei campioni sia nella coda inferiore che in quella superiore. In tal modo, di tutti i dati grezzi raccolti vengono considerati, come effettivamente rappresentativi ai fini statistici di un certo indicatore, solamente quelli compresi fra il 5° ed il 95° percentile. A tutti gli effetti, i campioni rilevati che saranno considerati per le elaborazioni statistiche successive saranno solamente il 90% di quelli grezzi che sono stati raccolti. Ovviamente, quando si parla di dati grezzi raccolti, si intende fare riferimento ai risultati degli “atomi” di misura di cui si tratterà nel seguito.

Effettuato un tale filtraggio preliminare dei dati grezzi, i rimanenti dati che subiranno il post-processing statistico, hanno tutti quanti una loro validità e rappresentatività; risulta pertanto ragionevole esporre come ulteriori parametri di informazione statistica anche i seguenti¹:

- d) valore minimo e valore massimo, che, ovviamente, coincideranno con il 5° ed il 95° percentile dei dati grezzi, precedentemente discussi;
- e) 50° percentile (mediana).

¹ La opportunità di pubblicare, o meno, anche le metriche sul valor minimo e valor massimo e 50° percentile sarà concordata nell’ambito dei lavori del Tavolo tecnico sulla qualità dei servizi di comunicazioni mobili e personali di cui all’art.1, comma 1, lettera l) della delibera n.154/12/CONS (di seguito Tavolo tecnico), dopo attenta analisi comparata dei risultati conseguiti.

4. Definizione delle modalità e del sistema di misura per gli indicatori

Un'adeguata misura della qualità dei servizi dati su rete mobile deve essere effettuata in modo da essere rappresentativa il più possibile di quanto disponibile all'utente finale in termini degli indicatori di prestazione che sono stati individuati.

Per garantire omogeneità e confrontabilità tra i risultati ottenuti, è necessario che i server di misura siano posti il più vicino possibile al gateway che interconnette la rete dell'operatore radiomobile, che fornisce l'accesso fisico all'utente finale, con la rete di accesso alla Internet Pubblica, così da evitare che le caratteristiche e la qualità di quest'ultima rete possano avere impatto sulle misure.

Può quindi essere molto utile fare riferimento all'esperienza disponibile grazie alle attività di misura già in corso per la valutazione della qualità dell'accesso a internet da postazione fissa, realizzate secondo quanto disposto dalla Delibera dell'Autorità n. 244/08/CSP e s.m.i.

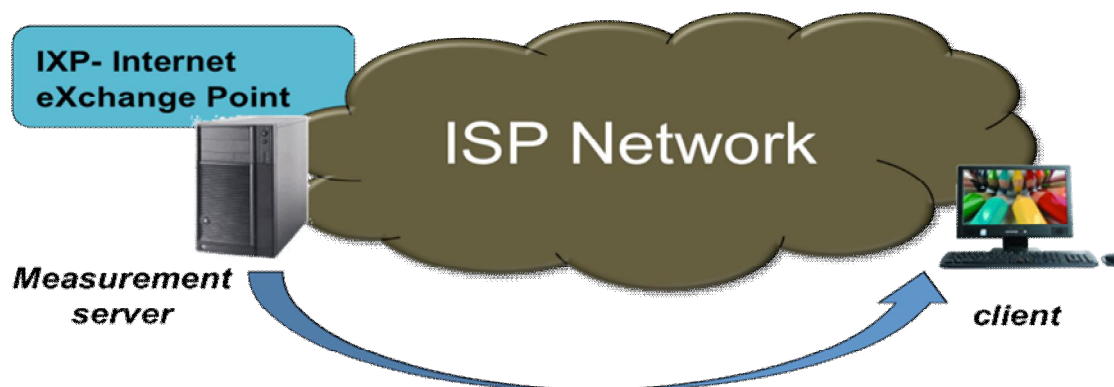


Figura 1 – Rappresentazione schematica dell'accesso fisico alla rete internet, oggetto della misura

In linea di principio l'oggetto della misura è rappresentato dalle prestazioni della rete che interconnette un utente finale (client) ed un server di misura collocato al cosiddetto IXP (Internet eXchange Point), come illustrato in Figura 1.

Il sistema di misura adotta un approccio di tipo *client oriented* che prevede che l'intelligenza per l'esecuzione delle misure risieda non soltanto nei server, ma anche negli agenti di misura. I server di misura possono essere posizionati presso i principali NAP (Neutral Access Point) italiani (ad esempio Roma, Milano, Torino), e rappresentano il "bersaglio" verso cui puntano le misure generate dai terminali.

L'architettura descritta si presta per essere adottata anche nella realizzazione di misure della qualità dell'accesso a internet da postazione mobile, per le quali si può delineare la struttura del sistema di misura riportata in Figura 2. La configurazione di rete sarà basata su due server di misura, in particolare posizionati ai NAP di Milano (MIX) e Roma (NAMEX), per la motivazione primaria di efficienza della rete (nel senso di minimizzare, o almeno omogeneizzare, la distanza tra pixel e

NAP), a beneficio delle prestazioni misurate e quindi a tutela degli interessi degli operatori stessi². In tale prospettiva, particolarmente penalizzante sarebbe stata la scelta di adoperare un solo NAP per quegli operatori che, in virtù di adeguati investimenti, vantano una diretta attestazione dei propri apparati di rete sia su MIX che su NAMEX. Altre, seppur marginali, motivazioni a supporto della scelta dell'Ufficio sono le seguenti:

- la duplicazione degli apparati costituirebbe una efficace garanzia della gestione di eventuali emergenze ed indisponibilità, nonché di una generale affidabilità della configurazione di misura;
- la preesistenza di server di misura gestiti dalla FUB, per le attività di cui alla 244/08/CSP, nei predetti siti, in cui la FUB risulta quindi già accreditata, costituisce un innegabile vantaggio, in termini di esperienza e di sinergie.

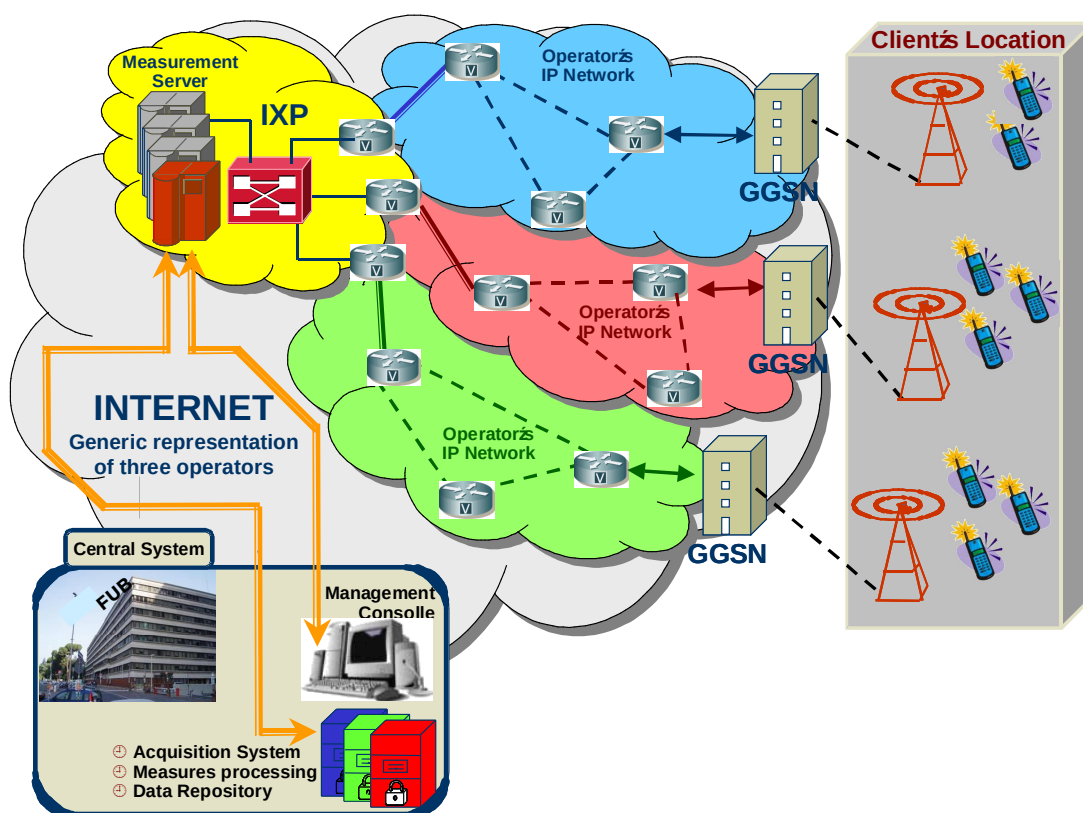


Figura 2 – Architettura del sistema di valutazione della qualità dell'accesso a internet da rete mobile.

4.1 Introduzione: modalità di misura

Una sessione di misura si basa sulla ripetizione periodica di alcune misure elementari (atomi). Tali misure devono essere rappresentative della situazione istantanea del canale che si sta sondando.

² Si pensi all'influenza sul *throughput* e alle criticità sul meccanismo di controllo del flusso indotte dal Pbr (Prodotto Banda Ritardo), a sua volta negativamente dipendente dalla lunghezza della tratta

In una rete radiomobile, gli aspetti che rendono la scelta di una misura tipica di difficile definizione sono numerosi. Da un lato, la grande variabilità temporale-spaziale del canale di trasmissione e degli scenari del collegamento; dall'altro la condivisione della risorsa frequenziale fra più utenti, che vincola le prestazioni di un singolo utente a quanto richiesto dagli altri utenti.

Per poter catturare una condizione del sistema mobile che sia sufficientemente indicativa, si può operare in due direzioni. Da un lato, limitare la variabilità delle condizioni operative e quindi della propagazione, effettuando misure in condizioni statiche con tempi di realizzazione anche lunghi, al fine di mediare sia sui transitori del protocollo utilizzato che sulle fluttuazioni nel traffico che afferisce alla cella considerata; dall'altro, valutare la qualità anche in condizioni di mobilità, ma ricorrendo a singole misure i cui tempi di realizzazione siano abbastanza brevi, per seguire le fluttuazioni del canale radio, ma lunghi a sufficienza da poter garantire l'esclusione di qualsiasi transitorio dato dal protocollo con il quale si effettua la misura (si parla quindi di misure in condizioni "nomadiche"³).

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

- le valutazioni vengono fatte da un punto di vista che rispecchia la percezione dell'utente;
- le rilevazioni consentono di rendere maggiormente confrontabili i risultati ottenuti per diverse reti poiché le misure possono esser fatte negli stessi luoghi e negli stessi istanti;
- i punti dove c'è scarsità o assenza di copertura non vengono esclusi a priori, ma non sono presi in considerazione da un punto di vista statistico.

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

- la configurazione usata nelle misure (il dispositivo e il suo modo di utilizzo) potrebbe non essere sufficientemente rappresentativa di come l'utente effettivamente utilizza il proprio terminale⁴;
- l'ampia tipologia di servizi fruita dagli utenti potrebbe non essere adeguatamente fotografata da un numero necessariamente esiguo e prefissato di tipologie di misura (a ciò si cerca di ovviare ricavando parametri di qualità che siano in grado di fornire indicazioni, anche se non di tipo diretto, sulla qualità con cui sarebbe fruito il generico servizio)
- sia la densità degli utenti che l'offerta dei servizi varia nelle diverse aree geografiche, per cui i percorsi di misura selezionati potrebbero non essere rappresentativi dell'intera rete (a ciò si cerca di ovviare selezionando preferibilmente punti in aree con più elevata densità di traffico). Questo significa che per essere maggiormente rappresentativi si dovrebbe aumentare sia il numero che la lunghezza dei percorsi (fatto salvo che ogni percorso/punto di misura dovrà essere valutato in maniera opportuna).

³ Le misure nomadiche sono, in pratica, costituite da particolari prove statiche *outdoor*, realizzate attraverso una strumentazione posta su un veicolo in movimento, che, all'atto dell'esecuzione del test, e per tutta la durata del test stesso, viene arrestato.

⁴ Ad esempio non è considerata la condizione operativa indoor la cui diffusione, invece, è rilevante tra l'utenza mobile.

4.2 Città oggetto di misura

La distribuzione geografica dei test prevede di effettuare, per il 2013, le misure nei 20 capoluoghi “demografici” di regione, cioè i capoluoghi di provincia più popolosi⁵ (per l’Abruzzo: Pescara invece di L’Aquila; per le Province Autonome di Trento e Bolzano la città di Trento; per la Calabria: Reggio Calabria), con l’unica eccezione di Verona per il Veneto, a causa delle difficoltà logistiche presentate dalla città di Venezia.

Nelle città così individuate la distribuzione spaziale dei campioni statici sarà basata sulla suddivisione del territorio comunale in pixel quadrati di lato pari a 500m. Verrà poi definito un subset di base (definito in funzione della densità di popolazione) su cui effettuare i test; le misure verranno effettuate in punti fissi, in numero prefissato per ogni città, scelti a caso fra quelli appartenenti al subset. Ai fini della misura, qualsiasi punto all’interno dell’area quadrata sarà considerato rappresentativo del pixel stesso, e potrà essere scelto in base a necessità logistiche (ad esempio traffico, disponibilità di zone per la sosta). A tali misure statiche si potrà poi aggiungere la sperimentazione sulle misure fatte in mobilità, approfittando degli spostamenti da un pixel all’altro e dei trasferimenti da una città all’altra⁶.

I valori adottati per la stima sono riassunti in maniera preliminare nella seguente Tabella 1:

Tabella 1 - Dati riassuntivi relativi ai pixel di misura

GRANDEZZA	VALORE
Pixel 20 città capoluogo	16.562
Subset dei Pixel (circa 30%)	4.969
% del subset su cui fare misure	20%
Pixel di misura statica	~1000
Velocità media di spostamento	15 km/h
Velocità media di Trasferimento	60 km/h
Tempi di allestimento statici	3 minuti
Durata delle prove statiche	~22 minuti

4.3 Criteri di selezione dei punti di misura

Il criterio per la distribuzione uniforme dei pixel di misura è ottenuto a partire dall’insieme dei pixel totali (500m x 500 m), corrispondenti ai territori comunali selezionati; tale insieme è costituito di 16562 pixel. A partire da questo insieme, si seleziona il 30% dei pixel, ordinandoli in funzione della densità di popolazione, ottenendo così un subset di 4969 pixel, se si selezionano quelli aventi densità superiore a 1875 ab/sq.km⁷. Per eliminare anomalie determinate dall’effetto combinato della

⁵ Popolazione al 31 dicembre 2010, pubblicata dall’ISTAT nel mese di giugno 2011 (<http://demo.istat.it/bil2010/index02.html>).

⁶ La sperimentazione di misure dinamiche non fa comunque parte dello *Scope of Work* del presente documento. Su tale argomento sarà prodotta una separata specifica ad esclusivo uso interno dell’Autorità.

⁷ Dati relativi alla distribuzione della popolazione sul territorio: Agenzia Europea dell’Ambiente (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/population-density-disaggregated-with-corine-land>).

discretizzazione del database originario e della aggregazione di 25 pixel “elementari” 100m x 100m, in particolare ai bordi delle aree urbanizzate, vengono eliminati i pixel (500x500) che contengano meno di 8 su 25 pixel “elementari” con densità di popolazione superiore a 1000 ab/sq.km. Il subset così ottenuto, costituito da 4651 pixel, fornisce l’insieme nell’ambito del quale, ad ogni campagna di misura, verranno estratti in maniera casuale i punti oggetto dei test. Successivi perfezionamenti del subset possono portare alla eliminazione di alcuni pixel per esigenze logistiche, come la non accessibilità (zone residenziali private, zone industriali o portuali) o la mancanza di zone di sosta (assi attrezzati urbani, gallerie). L’eliminazione può avvenire in fase di pianificazione dei percorsi o in fase esecutiva.

Il numero di pixel da selezionare, ad ogni campagna di test, per ciascuna città, viene determinato in base alla media di due valori. Il primo è ottenuto calcolando il 20% dei pixel con densità superiore a 1875 ab/sq.km, con un minimo di 10 per ogni città. In questo modo si arriva a specificare il 6% dei pixel complessivi dei territori comunali dei capoluoghi di regione. Il secondo deriva dalla ripartizione di 1000 pixel nelle 20 città in maniera proporzionale alla popolazione della regione corrispondente, imponendo poi un minimo di 10 punti per città.

In Tabella 2 sono riportati i numeri di pixel totali per le 20 città, assieme a quelli relativi al subset e alle selezioni sopra descritte.

Tabella 2

REGIONE	Popolazione nelle 20 regioni (%)	COMUNE	Superficie territoriale totale (%)	Popolazione nelle 20 città (%)	Numero pixel comuni	Numero pixel SUBSET (30% ; Dens media > 1875)	Numero pixel 1 (20% - min. 10)	Numero pixel 2 (popolazione regionale - min. 10)	Numero pixel SELEZIONE
LAZIO	9.4%	ROMA	31.7%	28.3%	5,154	1,504	301	94	198
LOMBARDIA	16.4%	MILANO	4.4%	13.6%	728	515	103	164	134
CAMPANIA	9.6%	NAPOLI	2.8%	9.8%	497	340	68	96	82
PIEMONTE	7.4%	TORINO	3.2%	9.3%	518	360	72	74	73
SICILIA	8.3%	PALERMO	3.8%	6.7%	646	382	76	83	80
LIGURIA	2.7%	GENOVA	5.9%	6.2%	996	299	60	27	44
EMILIA-ROMAGNA	7.3%	BOLOGNA	3.4%	3.9%	567	198	40	73	57
TOSCANA	6.2%	FIRENZE	2.5%	3.8%	410	198	40	62	51
PUGLIA	6.7%	BARI	2.8%	3.3%	478	220	44	67	56
VENETO	8.1%	VERONA	5.0%	2.7%	799	184	37	81	59
FRIULI-VENEZIA GIULIA	2.0%	TRIESTE	2.0%	2.1%	368	132	26	20	23
CALABRIA	3.3%	REGGIO DI CALABRIA	5.7%	1.9%	985	108	22	33	28
UMBRIA	1.5%	PERUGIA	10.9%	1.7%	1,786	110	22	15	19
SARDEGNA	2.8%	CAGLIARI	2.1%	1.6%	354	91	18	28	23
ABRUZZO	2.2%	PESCARA	0.8%	1.3%	138	79	16	22	19
TRENTINO-ALTO ADIGE	1.7%	TRENTO	3.8%	1.2%	628	97	19	17	18
MARCHE	2.6%	ANCONA	3.0%	1.1%	504	59	12	26	19
BASILICATA	1.0%	POTENZA	4.2%	0.7%	698	42	10	10	10
MOLISE	0.5%	CAMPOBASSO	1.3%	0.5%	223	27	10	10	10
VALLE D'AOSTA	0.2%	AOSTA	0.5%	0.4%	85	24	10	10	10
100.0%		TOTALE	100.0%	100.0%	16,562	4,969	1,006	1,012	1,013

4.4 Esempio di selezione dei punti nei comuni

Si riportano, a titolo di esempio, le diverse operazioni sopra descritte per 3 città fra i 20 capoluoghi: Roma, Bologna, Campobasso, come rappresentative di città grandi, medie e piccole.

In Figura 3, Figura 5, Figura 7 sono riportati graficamente i dati relativi alla densità di popolazione da cui si originano le elaborazioni successive, mentre in Figura 4, Figura 6, Figura 8 sono illustrati i pixel appartenenti all'insieme di 16562 pixel (500m x 500m) in cui sono stati suddivisi i territori comunali; fra di essi, sono stati evidenziati quelli appartenenti al subset di 4969 pixel, perché in essi la densità di popolazione è superiore al valore prefissato. Il colore grigio identifica i pixel anomali esclusi, il rosso quelli effettivamente utilizzati.

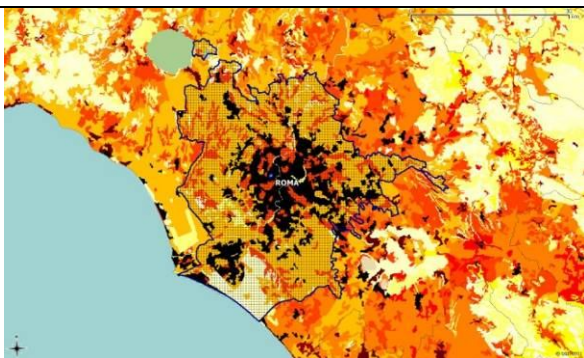


Figura 3 – Mappa densità di popolazione per Roma

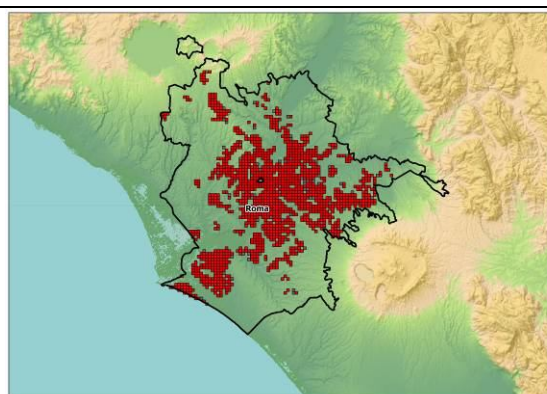


Figura 4 – Roma: in rosso, i pixel del subset

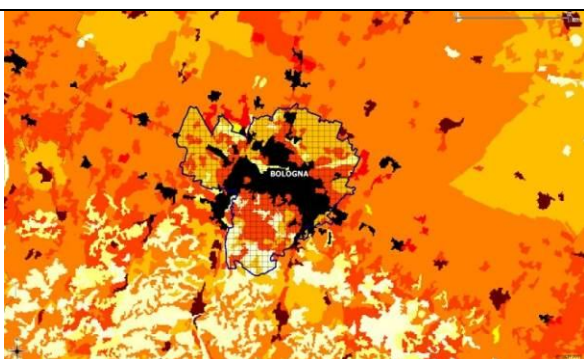


Figura 5 – Mappa densità di popolazione per Bologna

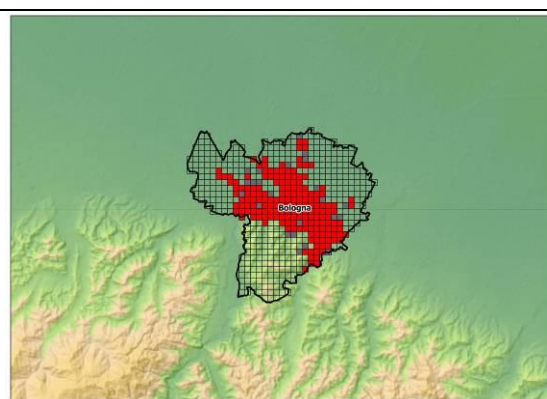


Figura 6 – Bologna: in rosso, i pixel del subset

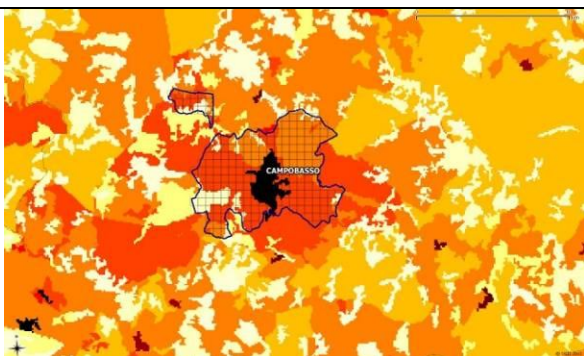


Figura 7 – Mappa densità di popolazione per Campobasso

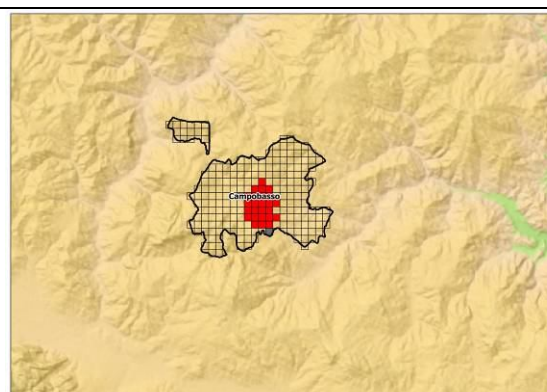


Figura 8 – Campobasso: in rosso, i pixel del subset

Individuati i pixel appartenenti al subset (quelli evidenziati in rosso nelle figure precedenti), si può procedere poi a selezionare quelli oggetto di misura, scegliendo in modo casuale all'interno del subset. In Figura 9, Figura 10, Figura 11 è riportato come esempio, un campione di tale scelta casuale per le tre città precedenti.

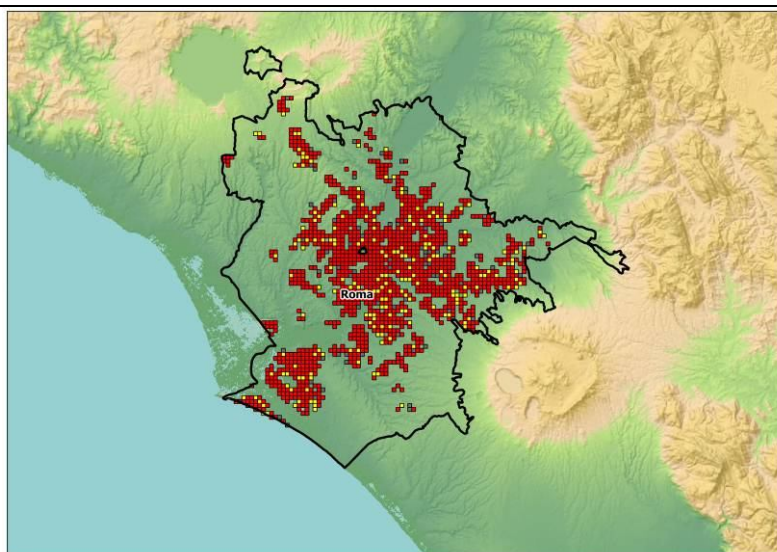


Figura 9 – Roma
il territorio comunale con la
suddivisione in pixel 500m x
500m, in rosso i pixel
appartenenti al subset con
elevata densità di
popolazione, in giallo i pixel
selezionati in modo casuale
per questo campione

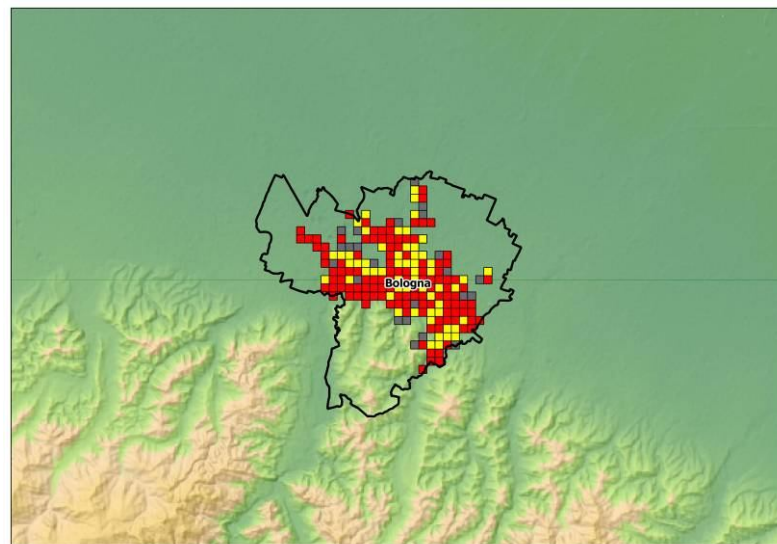


Figura 10 – Bologna
il territorio comunale con la
suddivisione in pixel 500m x
500m, in rosso i pixel
appartenenti al subset con
elevata densità di
popolazione, in giallo i pixel
selezionati in modo casuale
per questo campione

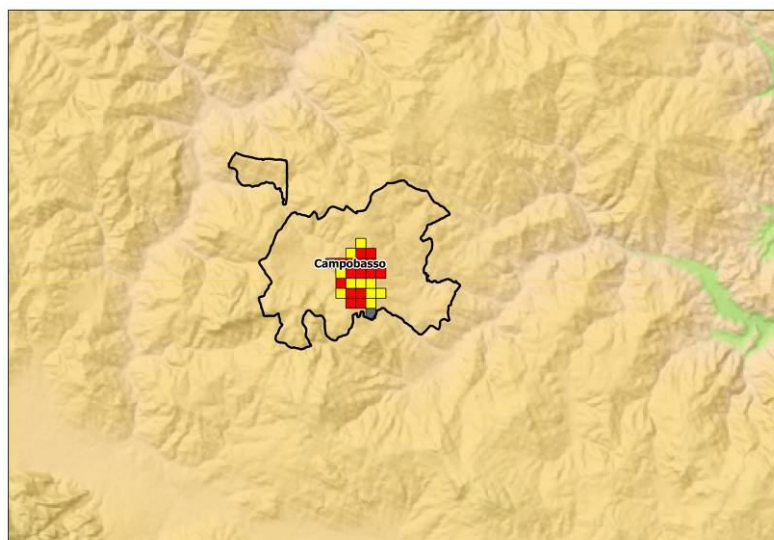


Figura 11 – Campobasso il territorio comunale con la suddivisione in pixel 500m x 500m, in rosso i pixel appartenenti al subset con elevata densità di popolazione, in giallo i pixel selezionati in modo casuale per questo campione

4.5 Descrizione dell'architettura di misura end-to-end

Per l'effettuazione dei test si dovranno utilizzare 4 chiavette USB (di disponibilità commerciale), una per operatore, in tecnologia Dual Cell HSPA, con velocità massima di trasferimento in DownLink di 42.2 Mbps, in accordo allo standard 3GPP Release 8, Category 24 per HSDPA, e in UpLink di 5.76 Mbps, in accordo allo standard 3GPP Release 6, Category 6 per EUL (HSUPA).

La scelta dei modelli dei dispositivi e classi di servizio è riportata nel paragrafo 4.15.

Le SIM con cui eseguire i test verranno fornite dall'operatore ed il relativo traffico è a carico dell'operatore stesso.

Le chiavette dovranno effettuare i test in contemporanea per i 4 operatori, puntando tutte ad uno dei due server che dovranno essere resi disponibili in opportune sedi messe a disposizione nelle città di Roma e Milano.

4.6 Descrizione del sistema di misura in campo

4.6.1.1 Requisiti

La strumentazione dovrà essere necessariamente selezionata tra quelle in commercio e utilizzate dagli operatori.

E' necessario garantire uno standard qualitativo in termini di robustezza del banco di misura, all'interno del mezzo utilizzato, es. cablatura dei collegamenti, posizionamento e adeguato dimensionamento dell'alimentazione (vedi batteria supplementare) etc.

Nell'ottica di consentire una corretta analisi delle misure la strumentazione dovrà essere dotata di uno scanner GSM/WCDMA, dotato di antenna esterna al mezzo mobile, che consenta di misurare

contemporaneamente le portanti utilizzate dai 4 operatori nelle bande di frequenze a 900, 1800 e 2100 MHz e di effettuare la decodifica dei BSIC.

4.6.1.2 Sistema selezionato

Al fine di assicurare l'equità di trattamento dei dati relativi alle singole reti mobili, su esplicita richiesta di tutela e garanzia avanzata da tutti gli operatori, si è deciso di optare per l'adozione della strumentazione **SwissQual Diversity Benchmark (SDB)**, che, oltre ad altre caratteristiche avanzate, offre il vantaggio di utilizzare moduli indipendenti per effettuare le rilevazioni sulle singole reti.

Per una panoramica e per dettagli tecnici su tale sistema, fare riferimento alla pagina del sito di SwissQual AG, dedicata al Diversity Benchmarker:

http://www.swissqual.com/index.php/systems/diversity_benchmarker_ii.html

4.7 Descrizione del formato delle misure raccolte

I log di misura dovranno mostrare tutte le informazioni di layer 3 che i terminali si scambiano con la rete.

I log dovranno contenere informazioni di georeferenziazione che individuino il punto di misura.

4.8 Caratteristiche del server di misura

Il server deve essere connesso alla big internet con un collegamento a banda garantita tale da non costituire collo di bottiglia per le misure e avrà una banda minima garantita di 200 Mbps per ciascun server.

Analogamente il server dovrà essere opportunamente dimensionato in modo da smaltire il traffico e le richieste derivanti dai test senza introdurre ritardi legati al carico.

4.9 Distribuzione temporale delle misure

La durata temporale netta delle misure statiche dipende dal numero di pixel oggetto di misura. Assumendo tale valore pari a quello calcolato nel precedente paragrafo 4.3, ossia pari a 1013 pixel di misura, il tempo netto dedicato alle misure di tipo statico è pari a 371 ore.

4.10 Distribuzione temporale delle misure in una singola campagna

Il ciclo di misura è descritto nel paragrafo 6.2; se un ciclo si conclude prima che siano trascorsi i 20 minuti minimi dedicati alla misura in quel punto, si torna ad avviare un nuovo ciclo; allo scadere dei 20 minuti, si lascia concludere solamente l'operazione che è in corso e quindi si interrompe il ciclo e la misura in quel punto.

4.11 Giorni e ore di misura

Il numero complessivo di giorni ed ore di misura dipende dal numero di pixel misurati. Si ritiene al momento che il predetto numero di 1013 pixel possa risultare adeguato per fornire sufficiente rappresentatività statistica a quanto rilevato durante le campagne.

In tale ipotesi, dalla somma delle ore necessarie per le soste per le misure statiche (422 h, ottenuto da 25 minuti di sosta per 1013 pixel), per gli spostamenti e per i trasferimenti, si ottiene un numero di ore complessivo stimato in circa 600. Supponendo di effettuare misure per 8 ore al giorno, si ricava che la campagna di misura si deve estendere complessivamente per circa 75 giorni. Da cui si ottiene una stima della durata complessiva della campagna pari a circa 15 settimane.

Le misure andranno eseguite, di norma, dal lunedì al venerdì, nell'arco della giornata compreso tra le ore 8:00 e le ore 20:00.

4.12 Schedulazione delle campagne

Dalla stima precedente relativa all'estensione temporale della campagna di misura, è possibile stimare il tempo necessario per il completamento della campagna mediante la fase di post-analisi (valutata intorno a tre mesi). Naturalmente è possibile procedere con un certo grado di parallelismo fra le due tipologie di operazioni (misure e post-analisi).

Per ciascuna campagna, si può perciò stimare che:

- la fase di acquisizione deve essere completata in un tempo massimo di 4 mesi;
- la fase di elaborazione deve essere completata entro un tempo massimo di 2 mesi, dalla fine della fase di acquisizione.

Il numero di campagne per ogni anno è perciò pari a due.

4.13 Punti statici in cui effettuare le misure

Le misure dovranno essere effettuate nelle 20 città riportate nella tabella, indicativamente coincidenti con i capoluoghi di regione, ma con alcune eccezioni (Pescara, Verona, Reggio Calabria). Per ogni città è indicata la numerosità dei punti di misura.

La selezione dei punti di misura, nell'ambito dei pixel caratterizzati da maggiore densità di popolazione, come dettagliato nel precedente paragrafo 4.3, verrà stabilita dal soggetto responsabile della campagna di misure, applicando il criterio della scelta casuale.

Il soggetto affidatario dell'attività di conduzione delle misure sul campo definirà, secondo criteri di opportunità, in completa autonomia, il punto, all'interno del singolo pixel di misura, dove il veicolo verrà arrestato per eseguire il richiesto ciclo di test.

Pos	Regione	Città	Punti di misura
1	Abruzzo	Pescara	19
2	Basilicata	Potenza	10
3	Calabria	Reggio Calabria	28
4	Campania	Napoli	82
5	Emilia-Romagna	Bologna	57
6	Friuli-Venezia Giulia	Trieste	23
7	Lazio	Roma	198
8	Liguria	Genova	44
9	Lombardia	Milano	134
10	Marche	Ancona	19
11	Molise	Campobasso	10
12	Piemonte	Torino	73
13	Puglia	Bari	56
14	Sardegna	Cagliari	23
15	Sicilia	Palermo	80
16	Toscana	Firenze	51
17	Trentino-Alto Adige	Trento	18
18	Umbria	Perugia	19
19	Valle d'Aosta	Aosta	10
20	Veneto	Verona	59
	TOTALE		1013

4.14 Numerosità di prove per indicatore

In ogni punto verrà effettuato un ciclo di test descritto nel capitolo 6, che verrà ripetuto per la durata di 22 minuti, scaduti i quali il ciclo si interromperà, portando a completamento l'operazione in corso.

La numerosità delle prove quindi dipende, in parte, anche dalla performance di rete riscontrata.

4.15 Dispositivo di test e suo aggiornamento

La decisione in merito al dispositivo di test dovrà essere prioritariamente dettata dalle seguenti esigenze e motivazioni:

- la tutela dell'utente finale, con particolare riferimento, nello specifico, alla più ampia trasparenza informativa sulle prestazioni che possono effettivamente essere erogate dalla rete, consentendo ai clienti che hanno maggiormente investito in tecnologia di avere un riscontro sulla qualità dell'effettivo servizio ricevuto, e più in generale a tutti gli utenti di quale potrebbe essere il servizio che avrebbero a disposizione sfruttando la best technology dei singoli operatori
- ottenere una valutazione delle prestazioni di rete, intesa come la qualità della rete che l'operatore mette a disposizione dei suoi clienti, evitando che essa venga viziata da limitazioni imposte dalla capacità del dispositivo scelto.

Ciò premesso, pur comprendendo le argomentazioni orientate a privilegiare la scelta della tecnologia più diffusa presso la customer base, si ritiene che la soluzione c.d. best technology risponda più propriamente ai predetti requisiti.

Si ritiene comunque di non vincolare ad un dispositivo unico, sia come classe che come modello, la scelta del dispositivo, ma di lasciare tale scelta al singolo operatore⁸, con il solo vincolo che sia selezionato un modello commercializzato da almeno 6 mesi, per assicurare adeguata stabilità funzionale ed affidabilità, evitando l'eventualità che si possano verificare risultati peggiorativi delle effettive condizioni della propria rete per una scelta non oculata del device.

Si raccomanda, comunque, di preferire, nei limiti del possibile, nella scelta del dispositivo, i seguenti criteri:

- a) utilizzare un device di categoria 24 in DL (42.2 Mbps) e di categoria 6 in UL (5.76 Mbps) per rappresentare correttamente lo scenario di misura di best technology attuale (novembre 2011; -
- b) privilegiare un device che sia già pienamente e stabilmente supportato dallo strumento di misura⁹ (altrimenti l'operatore stesso dovrà farsi garante che esistano i driver per il dispositivo prescelto e che siano integrabili nel sistema di misura);
- c) convergere, di concerto con gli altri operatori, verso un modello unico, caratterizzato da un'ampia presenza sul mercato, affinché, nell'ottica della confrontabilità dei risultati, non solo le misure siano effettuate nello stesso istante e luogo, ma anche il banco di misura sia identico.

E' prevedibile che il dispositivo di test selezionato per una campagna venga cambiato, per la campagna successiva, considerando la continua evoluzione tecnologica, che potrebbe imporre aggiornamenti a quanto risulta Best Technology, da un semestre all'altro. E' data quindi facoltà all'operatore di cambiare il modello prescelto fino a 6 mesi prima dell'uso in campagna di misura. Ciò potrebbe comportare impatti e aggiornamenti alla strumentazione di misura, visto che la configurazione inizialmente scelta potrebbe non essere in grado di interfacciare i nuovi dispositivi. Nel proporre un nuovo device, l'operatore si deve fare garante che esistano i relativi driver e che siano implementabili nel sistema di misura (garanzia di cui non potrebbe farsi carico, a priori, il fornitore della strumentazione, mentre l'operatore, rientrando il dispositivo nella sua offerta commerciale, può intervenire presso il produttore del device per far rendere disponibile il driver relativo). I costi aggiuntivi per l'aggiornamento del sistema di misura, per ogni modifica richiesta, si intendono a carico dell'operatore.

A questa procedura ordinaria sono possibili eccezioni, da valutare nell'ambito del Tavolo tecnico sulla qualità dei servizi di comunicazioni mobili e personali di cui all'art.1, comma 1, lettera l) della

⁸ In tal modo l'operatore può eventualmente optare, se lo ritenesse più conveniente, per un criterio di selezione basato sulla classe di velocità più diffusa presso la propria *customer base*, anziché privilegiare la *best technology*

⁹evitando così i costi, le tempistiche ed i rischi di sviluppi SW che potrebbero aumentare la probabilità di incorrere in nuove problematiche non precedentemente rilevate in campo

delibera n.154/12/CONS (di seguito “Tavolo tecnico”), con approvazione finale comunque riservata ad Agcom, nel caso si proponga un nuovo modello di dispositivo, per la campagna successiva, a scopo correttivo di anomalie riscontrate, sul dispositivo corrente, nel corso dell’analisi dei dati delle misure effettuate nella campagna precedente. In tal caso i tempi tecnici che intercorrono tra la fine di una campagna e l’inizio della successiva non permettono di rispettare il target di 6 mesi preventivi, per la richiesta di cambio dispositivo, previsti invece dalla procedura ordinaria, per la quale le motivazioni della proposta di cambio sono di carattere evolutivo, piuttosto che correttivo.

5. Modello operativo - ruoli del soggetto affidatario, degli operatori e dell’Autorità.

Il modello operativo che abilita alla rilevazione della qualità delle reti mobili in accordo con quanto esposto in precedenza è riassunto nella seguente Figura 12.

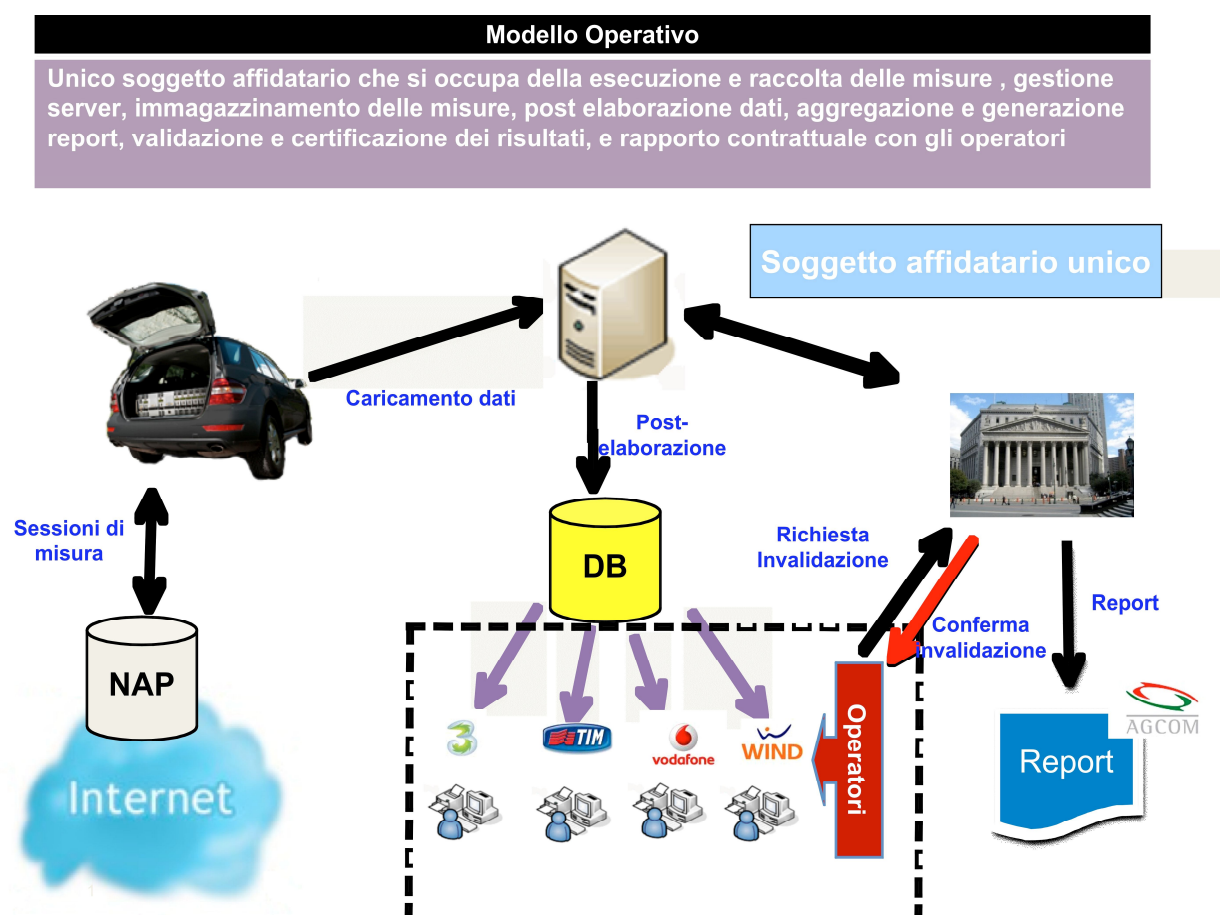


Figura 12 – Modello operativo di riferimento

Il soggetto affidatario unico, individuato, con l’accordo degli operatori, nella Fondazione Ugo Bordon (FUB), provvede a:

1. allestire il mezzo mobile con la strumentazione individuata come necessaria
2. mettere a disposizione un server, presso i due NAP (Roma e Milano), per il collegamento dati con le quattro chiavette USB (una per ogni operatore) presenti sul mezzo mobile
3. caricare i dati raccolti dalle misure in campo su un DataBase, gestito da un server dedicato
4. verificare che ogni operatore sia abilitato alla lettura di dati grezzi, esportati dal DataBase
5. garantire che tutte le operazioni di rilevazione e misura avvengano rispettando il vincolo di correttezza, trasparenza e imparzialità verso i quattro operatori
6. verificare per quanto possibile eventuali prioritizzazioni
7. abilitare l'accesso ai singoli operatori ad apposite aree riservate per prelevare i soli dati specifici, relativi cioè alla loro rete
8. assicurare che tutte le operazioni di esportazione dei dati verso gli operatori avvengano rispettando il vincolo di riservatezza delle informazioni relative a ciascun operatore
9. ricevere e valutare la legittimità delle richieste di invalidazione pervenute dagli operatori e relative a taluni dati, fornendone poi esito motivato
10. provvedere alla post-elaborazione dei dati ed alla stesura di tutorial e dei rapporti ufficiali relativi alle misure effettuate, che verranno forniti ad AgCom

Ogni operatore, cioè H3G, Telecom Italia, Vodafone e Wind, provvede a:

1. fornire le SIM da inserire all'interno della strumentazione di misura
2. fornire le necessarie informazioni sull'offerta commerciale la cui SIM presenti caratteristiche tecniche e profilazione identiche alle SIM di test
3. non attuare alcuna forma di profilazione o di riconfigurazione delle SIM di test, che ne possano avvantaggiare le prestazioni rispetto a quelle degli altri utenti e, particolarmente, degli utenti che hanno aderito alla offerta commerciale equivalente; e non realizzare, sulla propria rete, alcuna forma di gestione del traffico dati proveniente dalla strumentazione di misura, che in qualunque modo possa alterare o perturbare le prestazioni rilevate
4. scaricare presso le postazioni di lavoro nelle proprie sedi i dati grezzi esportati dal DataBase generale gestito da FUB e messi a disposizione in apposite aree riservate
5. manifestare con adeguato anticipo i dispositivi che intende utilizzare per la successiva campagna di misura
6. segnalare eventuali situazioni anomale per le quali si richiede l'invalidazione di un dato, motivando dettagliatamente le ragioni che giustificano la richiesta

In coerenza con l'approccio "Best Technology" è consentito agli operatori che adottano meccanismi di "Traffic Priority" sulle proprie reti, di utilizzare SIM associate a piani commerciali che fanno uso di priorità. Pertanto i risultati degli operatori che hanno implementato meccanismi di "Traffic Priority" si possono riferire solo a SIM con le stesse caratteristiche di priorità. Non è invece consentito abilitare configurazioni di priorità sulle SIM di test, nell'ambito di reti in cui sono inibiti, per gli altri utenti, meccanismi di prioritizzazione del traffico.

L'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni – Direzione tutela dei consumatori provvede a:

1. vigilare sui requisiti di correttezza, trasparenza, riservatezza e non discriminazione nell'operato del soggetto affidatario unico
2. difendere le prerogative di trasparenza informativa verso il consumatore finale
3. tutelare l'equità di trattamento e l'oggettività delle informazioni per il singolo operatore

Come descritto, il soggetto affidatario dovrà vigilare sulla correttezza delle campagne di misura e gestire eventuali contestazioni, da parte degli operatori, sulla validità e congruità di una misura, valutando opportunamente eventuali richieste di invalidazione in merito.

Per effettuare questa attività si considera uno scenario operativo nel quale, a parità di costo finale per l'operatore, l'ente preposto si avvalga di strumentazione che abbia le caratteristiche tecniche e di qualità adeguate (in linea con quanto precedentemente esposto: test da effettuare, scanner, informazioni L3), mentre per l'effettuazione della raccolta di misure abbia facoltà di avvalersi o meno di un ente terzo (outsourcer). Coordinamento, valutazione ed eventuale invalidazione di dati su richiesta degli operatori, così come la parte di post elaborazione dati e reportistica completeranno le attività che gli saranno affidate.

Il soggetto affidatario, nello svolgimento dell'attività di post-analisi ed elaborazione dei dati, deve rispettare il vincolo di riservatezza delle informazioni appartenenti a ciascun operatore ed il principio di non discriminazione tra gli operatori, per i dati concernenti le misure. I dati di supporto, relativi al segnale radio, forniti dallo scanner potranno essere invece condivisi.

Il Soggetto affidatario, nel caso in cui si avvalga di un soggetto terzo per l'attività di raccolta delle misure, è tenuto a renderlo noto al Tavolo Tecnico, indicandone il nominativo e, in dettaglio, i compiti svolti da quest'ultimo. Più in generale, qualora il Soggetto affidatario si avvalga del supporto/collaborazione di soggetti terzi, inclusa la società fornitrice della strumentazione di misurazione, tale informazione andrà resa al Tavolo Tecnico, indicando in particolare se da ciò derivi l'esigenza per il soggetto terzo di entrare in possesso di informazioni riservate.

6. Metodologia di esecuzione delle misure per gli indicatori

6.1 Generalità

La Customer Experience oggetto della campagna di misura sarà declinata sui servizi:

- a) HTTP Downloading
- b) FTP Uploading
- c) HTTP Browsing
- d) PING packet loss, RTT medio e varianza (Jitter)

Si ritiene che i servizi esposti siano sufficientemente rappresentativi al momento, del tipico utilizzo in mobilità da parte dei Clienti DATI.

Verranno identificati gli indicatori (KPI: Key Performance Indicator) sintetici più significativi nella valutazione in ottica E2E dei servizi sopraindicati.

6.2 Descrizione del ciclo di test

Il ciclo base proposto consente di raccogliere un mix rappresentativo di dati in modo da garantire una base statistica valida per la valutazione dei servizi identificati.

Si propone una sequenza di test in grado di verificare le prestazioni in diversi scenari di utilizzo, dove le diverse tecnologie e parametrizzazioni adottate in campo dagli Operatori possono giustificare diversità di prestazione E2E.

Sarà necessario accedere ad un server con IP pubblico sia per l'Uploading che il Downloading.

L'architettura di misura sarà dimensionata e parametrizzata in modo da garantire che non ci siano limitazioni sul bit rate misurato dovuti a problemi di dimensionamento.

Per il test si adotteranno rispettivamente :

- a) **HTTP DL** : file di dimensione 3MB [mp3 file]
- b) **FTP UL** : file di dimensione 1MB [mp3 file]
- c) **HTTP Browsing** : ETSI Kepler Web page (800 KB di dimensione)¹⁰
- d) **PING**: da 10 a 40 Pacchetti da 32 byte per ogni test

Le dimensioni dei file di cui ai punti a) e b) potrebbero essere ampliate qualora ciò fosse giustificato dall'evoluzione tecnologica delle reti e dall'esperienza raccolta sul campo.

Si allega specifica del ciclo base di test richiesto, da reiterare per la raccolta dei volumi che si valuterà debbano essere necessari alla validità statistica attesa.

Il ciclo verrà ripetuto **per un tempo non inferiore a 20 minuti**, attivando per ciascun ciclo due PdP context.

Alla scadenza dei 20 minuti il ciclo si interromperà, portando a completamento l'operazione in corso. La sessione di test avrà conseguentemente una durata complessiva fino a un massimo di 23 minuti. Nelle valutazioni dei tempi di misura viene assunta una durata tipica di 22 minuti circa.

¹⁰ Nel ciclo di misura è inserito anche un test di Browsing basato sulla medesima pagina con protocollo HTTPS, con finalità sperimentale nella prima campagna 2013, che sarà utilizzato per l'estrazione dei relativi KPI nelle campagne successive.



6.3 KPI “TASSO DI INSUCCESSO NELLA TRASMISSIONE DATI FTP UPLOAD”

Definizione : indica la probabilità che un utente fallisca nel completare con successo una sessione FTP, includendo sia la connessione IP al server che lo scarico di contenuti.

Rappresenta quindi la relazione tra sessioni completate con successo e il totale delle sessioni instaurate

$$\text{Tasso Insuccesso FTP UP}[\%] = \frac{\# \text{ sessioni fallite}}{\# \text{ totale di sessioni FTP instaurate}} * 100$$

Nota : la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con il PDP Context attivato

Trigger point :

FTP (UL)

Start trigger: FTP SYN sulla porta 21.

Stop trigger: Ricezione dell'ultimo acknowledgment per l'ultimo pacchetto dati inviato

6.4 KPI “VELOCITA' DI TRASMISSIONE DATI FTP UPLOAD”

Definizione : valore medio della bit rate a livello applicativo espresso in [kb/s]

$$\text{FTP Mean Data Rate}[\text{kbit} / \text{s}] = \frac{\text{File size}[\text{kbyte}] * 8 \frac{\text{kbit}}{\text{kbyte}}}{(\text{Time of stop Trigger} - \text{Time of start Trigger})[\text{s}]}$$

Trigger point: Il Throughput medio è misurato dall'inizio della trasmissione alla fine della connessione.

I punti trigger sono

FTP (UL)

Start trigger: Invio primo pacchetto dati

Stop trigger: Ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con il PDP Context attivato e l'accesso al servizio avvenuto correttamente

6.5 KPI “TASSO DI INSUCCESSO NELLA TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD”

Definizione: indica la probabilità che un utente fallisca nel completare con successo una sessione HTTP Transfer, includendo sia la connessione IP al server che lo scarico di contenuti.

Rappresenta quindi la relazione tra sessioni completate con successo e il totale delle sessioni instaurate

$$\text{Tasso Insuccesso HTTP DOWN} [\%] = \frac{\# \text{ sessioni fallite}}{\# \text{ totale di sessioni HTTP instaurate}} * 100$$

Note: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con il PDP Context attivato

Trigger point

HTTP (DL)

Start trigger: TCP SYN

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato

6.6 KPI “VELOCITA’ DI TRASMISSIONE DATI HTTP DOWNLOAD”

Definizione: valore medio della bit rate a livello applicativo espresso in [kb/s]

$$\text{HTTP Mean Data Rate} [\text{kbit} / \text{s}] = \frac{\text{File size} [\text{kbyte}] * 8 \frac{\text{kbit}}{\text{kbyte}}}{(\text{Time of stop Trigger} - \text{Time of start Trigger}) [\text{s}]}$$

Trigger point

Il Throughput medio è misurato dall'inizio della trasmissione alla fine della connessione.

I punti trigger sono

HTTP (DL)

Start trigger: ricezione del primo pacchetto dati inviato

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato.

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con il PDP Context attivato e l'accesso al servizio avvenuto correttamente

6.7 KPI “TASSO DI INSUCCESSO NAVIGAZIONE HTTP”

Definizione: indica la probabilita’ che un utente fallisca nel completare con successo una sessione di HTTP Browsing, includendo sia la connessione IP al server che lo scarico di contenuti.

Rappresenta quindi la relazione tra sessioni completate con successo e il totale delle sessioni instaurate

$$\text{Tasso Insuccesso HTTP BROWSE} [\%] = \frac{\# \text{ sessioni fallite}}{\# \text{ totale di sessioni HTTP instaurate}} * 100$$

Note : la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con il PDP Context attivato

Trigger point

HTTP (DL)

Start trigger: HTTP SYN

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato

6.8 KPI “TEMPO DI NAVIGAZIONE HTTP”

Definizione: tempo medio di scaricamento di una pagina di dimensione data espresso in [s]

$$\text{WEB Browsing Session Time} [s] = \frac{\text{File size} [kbyte] * 8 \frac{kbit}{kbyte}}{(\text{Mean Bit Rate}) [s]}$$

Trigger point:

Start trigger: ricezione del primo pacchetto dati inviato

Stop trigger: ricezione dell'ultimo pacchetto dati inviato.

Il tempo di scarico è associato all'intera pagina

Nota: la rete deve essere disponibile e il mobile in ATTACH, con il PDP Context attivato e l'accesso al servizio avvenuto correttamente

6.9 KPI “RITARDO DI TRASMISSIONE DATI (ROUND TRIP TIME)”

Definizione: Il Round Trip Time o Round Trip Delay (acronimo RTT) è una misura del tempo impiegato da un pacchetto di dimensione trascurabile per viaggiare dal dispositivo mobile al server e tornare indietro.

$D = TPING$, dove D è il ritardo di trasmissione dati; TPING è il tempo intercorrente tra l'invio di un messaggio ICMP Echo Request e la ricezione del corrispondente messaggio ICMP Echo Reply (in ms).

Il Round Trip Time (RTT) viene calcolato mediante misure di PING utilizzando ~~4~~ pacchetti ICMP di 32 bytes.

6.10 KPI “TASSO DI PERDITA DEI PACCHETTI”

Definizione: Probabilità di perdita dei pacchetti PING, misurata tramite la valutazione delle perdite dei pacchetti ICMP Echo Request/Reply (PING) inviati ai fini della valutazione del ritardo di Trasmissione Dati (RTT). Si assume che un pacchetto ICMP Echo Request o Echo Reply è perso quando l'esecuzione del comando PING non ha prodotto un valore di ritardo.

6.11 KPI “VARIABILITA' DEL RITARDO (JITTER)”

Definizione: Valore medio del valore assoluto dell'Inter Packet Delay Variation

Il jitter è stimato pari al valor medio del valore assoluto del Inter packet delay variation (IPDV).

$$Jitter = Mean(abs(IPDV))$$

dove $IPDV(i) = D(i) - D(i-1)$ e $abs(IPDV(i)) = |IPDV(i)|$

Si calcola l'IPDV come differenza tra i valori di ritardo di 2 pacchetti consecutivi ovvero $IPDV(i) = D(i) - D(i-1)$ dove $D = TPING$.

7. Condivisione dei risultati

I log delle rispettive misure dovranno essere messi a disposizione di ogni operatore su un server di riferimento con accesso dedicato, mentre l'Autorità e la Fondazione Ugo Bordononi (in qualità di soggetto affidatario) avranno accesso e visibilità ai dati di tutti gli operatori.

L'accessibilità al server dovrà essere garantita H24 con disponibilità del 95%.

I log di misura dovranno mostrare tutte le informazioni di layer 3 che i terminali si scambiano con la rete.

I log dovranno contenere informazioni di georeferenziazione che individuino il punto di misura.

Ogni operatore disporrà quindi della possibilità di utilizzare e visualizzare in proprio le informazioni di livello 3 ed eseguire la post-elaborazione dei risultati delle misure relative alla propria rete.

8. Aggregazione statistica per pubblicazione

Per ciascun operatore saranno resi disponibili:

- N° test eseguiti e validi a livello nazionale e regionale
- N° test invalidati e % invalidati su totale test eseguiti a livello nazionale e regionale
- % successo dei test eseguiti e validi a livello nazionale e regionale

- KPI aggregati a livello nazionale (media e varianza, 5° e 95° percentile)
- KPI aggregati a livello regionale (media e varianza, 5° e 95° percentile)
- Tassi di insuccesso aggregati a livello nazionale
- Tassi di insuccesso aggregati a livello regionale

I valori statistici per throughput o tempo di scarico (KPI 6.4, 6.6, 6.8) dovranno essere valutati solo sui test completati con successo (ad es. FTP completo), mentre i test non completati con successo andranno ad incidere sulle percentuali di insuccesso (KPI 6.3, 6.5, 6.7).

Per ognuna delle 20 città e per l'area costituita dall'unione di tutte le città (overall) i KPI di throughput o tempo di scarico sono aggregati estraendo 5° percentile, 95° percentile, media e varianza dal campione costituito dalle misure grezze (ossia dai risultati dei singoli test atomici), operando in tal modo:

1. si collezionano le misure grezze provenienti dai punti di misura,
2. si selezionano solo i test validi completati con successo,
3. si rimuovono il 5% dei campioni sia nella coda inferiore che in quella superiore per ogni città,
4. utilizzando il 90% di misure residue, si calcolano innanzitutto i valori medi delle prestazioni rilevate in ogni pixel,
5. su tale base di dati (ossia un dato per ogni pixel) si calcolano 5° percentile, 95° percentile, media e varianza.

In questo modo le elaborazioni statistiche tengono conto della eventuale maggiore numerosità, a parità di durata del ciclo di test (22 minuti), dei test atomici condotti in pixel di misura caratterizzati da prestazioni di rete migliori (e quindi più veloci) rispetto a quelli caratterizzati da prestazioni scadenti e rappresentare adeguatamente i criteri geografici descritti al paragrafo 4.3.

Per l'elaborazione delle percentuali di insuccesso si procede come segue:

1. si collezionano le misure grezze provenienti dai punti di misura,
2. si selezionano tutti i test validi, ossia completati con successo,
3. si calcolano le percentuali complessive di insuccesso per ognuna delle 20 città e per l'area costituita dall'unione di tutte le città (overall).

Per quanto concerne i KPI relativi alla trasmissione dei pacchetti (KPI 6.9, 6.10, 6.11), si deve innanzi tutto evidenziare che sono scartati ed ignorati dal computo statistico tutti i risultati dei test in cui i pacchetti sono inoltrati su canale comune, piuttosto che su canale associato.

Dopo aver effettuato tale sgrossatura, i valori statistici relativi al ritardo del pacchetto (KPI 6.9) e alla variabilità del ritardo (KPI 6.11) dovranno essere valutati solo sui test completati con successo, mentre i test non completati con successo andranno ad incidere sul tasso di perdita dei pacchetti (KPI 6.10).

I KPI 6.9 e 6.11 sono aggregati secondo le stesse modalità sopra descritte per i KPI 6.4, 6.6 e 6.8. La variabilità del ritardo prevede l'estrazione della sola media.

Il KPI 6.10 è aggregato secondo le stesse modalità sopra descritte per i KPI 6.3, 6.5, 6.7.

9. Processo di invalidazione delle misure

9.1 Motivi per l'invalidazione di un test

La metodologia operativa, descritta nei precedenti par. 3.6 e cap.8, di eliminare le due code, inferiore e superiore, delle distribuzioni cumulative rappresentative dei dati grezzi delle misure, rimuovendo da tutte le analisi successive il 5% dei campioni della coda inferiore (nonché di quella superiore) consente di evitare, del tutto o quasi, casi di risultati per i quali l'operatore interessato debba richiederne invalidazione.

In casi del tutto eccezionali, l'operatore potrebbe comunque richiedere di invalidare un singolo test sulla base di una fondata, oggettiva e veramente grave motivazione, come, per esempio:

- un prolungato disservizio in rete in corrispondenza, sia spaziale che temporale, dell'esecuzione dei test;
- problemi sulla strumentazione di misura;
- problemi ai server che fungono da riferimento per i test.

In tutti i casi in cui il test o l'intera sessione di misura sia da considerare non valida per cause sotto il controllo del soggetto affidatario (come il funzionamento dei server, l'utilizzo della strumentazione, l'esecuzione dei percorsi pianificati o altro), quest'ultimo provvede alla invalidazione comunicando a tutto il Tavolo tecnico le motivazioni.

9.2 Tempistiche previste per la comunicazione di richiesta di invalidazione

I log grezzi dei test (con le informazioni di layer 3) dovranno essere resi disponibili ai singoli operatori.

Gli operatori si impegnano a comunicare un'eventuale ed eccezionale richiesta di invalidazione dello specifico test entro 15 giorni dalla data in cui sono stati resi disponibili i log di cui sopra. La richiesta dovrà essere inviata ad AGCOM e a FUB, e dovranno esserne informati tutti gli operatori.

9.3 Modalità di comunicazione delle richieste di invalidazione

Tutte le comunicazioni tra i diversi soggetti potranno avvenire via e-mail. Prima dell'inizio della prima campagna di misure, ogni soggetto di cui al modello operativo di riferimento, dovrà comunicare l'indirizzo e-mail, da utilizzare all'uopo, agli altri soggetti.

Nella mail dovranno essere almeno indicati:

- l'identificativo dell'operatore
- gli identificativi dei test da invalidare

- la motivazione della richiesta

9.4 Invalidazione del test

La FUB valuterà la richiesta determinando innanzitutto se la problematica segnalata ricada o meno sotto la sua diretta competenza. In caso positivo FUB comunicherà la decisione all'operatore entro 15 giorni e provvederà, eventualmente, ad invalidare la misura, dandone comunicazione al Tavolo tecnico. L'operatore richiedente, se non dovesse riconoscere la decisione della FUB, potrà coinvolgere nel merito, in casi di eccezionale gravità, l'Autorità, entro 7 giorni del ricevimento della comunicazione della FUB. Nei casi in cui il fenomeno segnalato coinvolga invece possibili malfunzionamenti della strumentazione, o aspetti specifici del funzionamento della rete, FUB avvierà una fase di approfondimento con il fornitore della strumentazione e, in ogni caso, all'interno del Tavolo tecnico, per acquisire gli elementi necessari per decidere sulla invalidazione.

10. Peculiarità e decisioni operative per la prima campagna 2013.

Per la prima campagna di misura 2013 sulla strumentazione SwissQual Diversity Benchmarker adoperata è equipaggiata la release 12 del software del sistema, che, in particolare, per le prove di *web browsing* interfaccia la versione 9 del *browser* Microsoft Internet Explorer.

Per la prima campagna di misura, i singoli operatori hanno comunicato le seguenti scelte riguardo al dispositivo di misura (chiavetta USB) da utilizzare:

- o Huawei K4605: adottato da H3G, Vodafone e Wind
- o Huawei E372: adottato da Telecom Italia

La strumentazione di misura è installata su un mezzo mobile opportunamente allestito per tutte le esigenze tecniche e logistiche legate allo svolgimento delle campagne di rilevamento. Le 4 chiavette sono poste all'interno del veicolo e connesse ai 4 moduli indipendenti del SDB, in posizioni prefissate. Il veicolo ha due antenne esterne, una per lo scanner e una per un ricevitore GPS utilizzato per la verifica, tramite un sistema di navigazione ad hoc, dell'appartenenza del punto di misura al pixel sorteggiato in fase di pianificazione della campagna.

Il calendario delle operazioni per la prima campagna dell'anno 2013 segue il seguente piano operativo, suddiviso per settimane (si prevede di operare tipicamente dal lunedì al venerdì fra le ore 8.00 e le ore 20.00, con possibile estensione al sabato per recuperi):

Settimana	Inizio	Città
4	lunedì 28 gennaio 2013	Roma
5	lunedì 4 febbraio 2013	Roma
6	lunedì 11 febbraio 2013	Roma, Napoli
7	lunedì 18 febbraio 2013	Napoli, Palermo
8	lunedì 25 febbraio 2013	Palermo
9	lunedì 4 marzo 2013	Reggio di C., Potenza, Bari

10	lunedì 11 marzo 2013	Bari, Campobasso, Pescara
11	lunedì 18 marzo 2013	Pescara, Ancona, Bologna
12	lunedì 25 marzo 2013	Bologna, Verona
13	lunedì 1 aprile 2013	Verona, Trieste, Verona
14	lunedì 8 aprile 2013	Verona, Trento, Milano
15	lunedì 15 aprile 2013	Milano
16	lunedì 22 aprile 2013	Milano
17	lunedì 29 aprile 2013	Aosta, Torino
18	lunedì 6 maggio 2013	Torino, Genova
19	lunedì 13 maggio 2013	Genova, Firenze
20	lunedì 20 maggio 2013	Perugia, Cagliari

Gli operatori sono messi al corrente, preventivamente, del piano predetto, ma senza che sia fornita alcuna informazione sui pixel delle varie città che saranno interessati alle misurazioni.

Solo per alcune città più estese (Roma, Milano, Napoli; Torino, Palermo, Verona) si procede alla suddivisione dell'area cittadina in due settori (3 settori per Roma) fornendo indicazione, come segue, anche dei periodi in cui i singoli settori saranno interessati alle prove.

Sett.	Inizio settimana	Città coinvolte			Transizioni	
1	lunedì 28 gennaio 2013	Roma			da RM01 a RM02	venerdì 1 febbraio 2013
2	lunedì 4 febbraio 2013	Roma			da RM02 a RM03	giovedì 7 febbraio 2013
3	lunedì 11 febbraio 2013	Roma	Napoli		da RM03 a NA01	giovedì 14 febbraio 2013
4	lunedì 18 febbraio 2013	Napoli	Palermo		da NA01 a NA02	martedì 19 febbraio 2013
					da NA02 a PA01	giovedì 21 febbraio 2013
5	lunedì 25 febbraio 2013	Palermo			da PA01 a PA02	martedì 26 febbraio 2013
9	lunedì 25 marzo 2013	Bologna	Verona		VR01	martedì 26 marzo 2013
10	lunedì 1 aprile 2013	Verona			inizio VR02	martedì 2 aprile 2013
					fine VR02	venerdì 5 aprile 2013
11	lunedì 8 aprile 2013	Trieste	Trento	Milano	inizio MI01	giovedì 11 aprile 2013
12	lunedì 15 aprile 2013	Milano			da MI01 a MI02	giovedì 18 aprile 2013
13	lunedì 22 aprile 2013	Milano			fine MI02	mercoledì 24 aprile 2013
14	lunedì 29 aprile 2013	Aosta	Torino		inizio TO01	martedì 30 aprile 2013
					da TO01 a TO02	venerdì 3 maggio 2013

15	lunedì 6 maggio 2013	Torino	Genova		fine TO02	mercoledì 8 maggio 2013
-----------	----------------------	--------	--------	--	-----------	-------------------------

Le SIM fornite dagli operatori sono associate ai seguenti piani commerciali, attivi e sottoscrivibili al 28 gennaio 2013, data di partenza della campagna.

Operatore	Nome del piano	Tipologia	Soglia di traffico mensile	Costo mensile al netto di IVA (promoz. escluse)	Velocità massima di trasmissione dichiarata nel piano	Influenza priorità
H3G	B.Unlimited	Abbonamento - affari	30 GB	26 Euro	42 Mbps (vedi Nota)	NO
TIM	Tutto Internet 42.2	Abbonamento - consumer	10 GB	29 Euro	42.2 Mbps (vedi Nota)	SI
Vodafone	Internet Fly	Ricaricabile / abbonamento - consumer	7 GB	25 Euro	43.2 Mbps (vedi Nota)	SI
Wind	Mega Unlimited	Ricaricabile / abbonamento - consumer	10 GB	20 Euro	14.4 Mbps	NO

NOTA: Velocità convenzionalmente indicata dall'Operatore per le proprie offerte che supportano la tecnologia di rete d'accesso mobile broadband DC-HSPA 3GPP Release 8 Category 24. In accordo agli standard 3GPP l'esatto valore di tale velocità (ossia della velocità teorica di picco in down link) è di 42.192 Mbps.

I parametri, a livello SIM, che contribuiscono alla configurazione di priorità della SIM, assumono i seguenti valori (significativi solo nel caso che i meccanismi di priorità siano abilitati ed utilizzati a livello generale di rete. Dunque tali valori sono significativi, per questa prima campagna, solo per TIM e Vodafone).

QoS Priority Attribute	TIM	Vodafone	H3G	Wind
Radio Priority level	2	2	1	4
Delay Class	2	1	1	4

Traffic Class	3	3	3	4
Traffic Handling Priority	2	1	1	3
Precendence Class	2	1	2	2
PRIORITA' ABILITATA	SI	SI	NO	NO

Per l'operatore H3G, limitatamente a questa Campagna 1° semestre 2013, le SIM sono state inibite al roaming su rete 2G e quindi i test hanno riguardato solo la rete 3G.