

Test di lunga durata dalla rete di stazioni permanenti UNIPA della Sicilia

Gino Dardanelli, Vincenzo Franco, Antonio Rotondi

Dipartimento di Rappresentazione, Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo
tel. 09123896228 - e-mail: gino.dardanelli@unipa.it

Riassunto

La sperimentazione riportata in questo lavoro è volta ad analizzare le influenze che hanno i test di lunga durata sulla precisione e sulla ripetibilità delle misure.

Vengono valutati differenti schemi di rete per il calcolo delle correzioni differenziali partendo dall'applicativo software in uso al Dipartimento di Rappresentazione dell'Università di Palermo, GNSMART *Geo++*, con particolare riferimento alla interdistanza e alla presenza di stazioni all'interno della rete.

Complessivamente sono stati condotti rilievi statici per un arco temporale di 40 ore, su un punto di coordinate note posto sul terrazzo del Dipartimento e per ogni schema di calcolo proposto si sono effettuate quattro sessioni di rilievo separate, ognuna della durata di una ora cadauna; le modalità di determinazione delle soluzioni di rete sono quelle tradizionali e cioè *VRS*, *FKP* e altre due più recenti, che ricevono le correzioni dalle stazioni più vicina (*Nea*) e più lontana (*Far*). I risultati garantiscono buona affidabilità della rete e mostrano precisioni nella determinazione delle coordinate centimetriche, nelle tre componenti Nord Est e Quota ellissoidica.

Abstract

In this work the authors show the results of testing conducted in last years within the GNSS network of University of Palermo. In the Faculty of Engineering, in order to carry out scientific tests on the use of CORS networks for real time positioning, research have realized a network of reference stations. The goal of the work is to verify the reliability of the network infrastructure (successful tests, failed initialization time, satellite configurations) and the repeatability assessment of the accuracy of measurements positioning.

Reliability and repeatability was evaluated considering the possibility of receiving the correction in *VRS*, *FKP*, *Nea*, *Far* mode in surveys conducted in different days. The static measurements were performed on different days than those of the surveys NRTK and was carry out with 40 hours of occupation time, with different geometric configuration.

Introduzione

Le applicazioni delle reti di stazioni permanenti sono molto differenti tra loro e riguardano campi di ricerca diversi come: agricoltura e controllo movimenti terra, studi geodinamici e vulcanologici, lavori pubblici e di ingegneria civile, rilievi topografici e catastali, oltre all'integrazione tra il dato *GPS* il Mobile mapping systems (*MMS*) o i Geographical Information System (*GIS*).

Per comprendere come gli studi legati alle reti di stazioni permanenti siano così importanti può essere preso ad esempio il caso dell'Australia, dove le reti rappresentano una realtà consolidata da circa un decennio e le stesse infrastrutture di calcolo vengono utilizzate anche per l'uso certificato della posizione in ambito legale e di riconfinamento (Hale et al., 2007).

Appare allora utile verificare la continuità della correzione differenziale, attraverso vari algoritmi di calcolo, per potere comprendere come la stessa correzione possa essere utilizzata dall'operatore nell'ambito delle sue applicazioni sul territorio.

In letteratura si trovano numerosi esempi di studi scientifici legati alla continuità della correzione differenziale da reti di stazioni permanenti. Significativa è quella condotta dal Dipartimento di Geomatica dell'Università di Calgary, attraverso il metodo *MultiRef* (Lachapelle et al., 2003), mentre i risultati migliori sulla separazione tra le stazioni e la differente geometria di rete di trovano in Grejner-Brzezinska et al. (2005). Infine, più recenti sono gli studi condotti relativamente all'utilizzo di reti commerciali, come quello sviluppato in Gran Bretagna nel servizio NRTK *SmartNet* (Aponte et al., 2009).

Anche nel nostro paese sono stati condotti numerosi studi legati alla stabilità della correzione differenziale, legati sempre a studi condotti in programmi di rilevante interesse nazionale: i più significativi sono quelli di Barbarella et al. (2003), Fastellini et al. (2007), Biagi et al. (2006), Dardanelli et al. (2009).

Caso in studio e procedure di rilievo

Lo scopo di questo studio è quindi quello di verificare l'affidabilità, la ripetibilità e la precisione condotte con test di lunga durata.

Come punto di coordinate note è stato preso il vecchio pilastrino utilizzato per le applicazioni *GPS* dal Dipartimento di Rappresentazione, inquadrato in *IGM95* e per i test sono stati condotti numerose sessioni di lavoro, con 40 ore di acquisizione in continuo.

La rete utilizzata è quella messa a punto dal Dipartimento di Rappresentazione negli anni scorsi, con centro di controllo ubicato presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Palermo (Dardanelli et al. 2008) e costituito da nove stazioni permanenti. Il software di gestione è rappresentato da *GNSMART Geo++* (Wubben et al. 2001) ed è stato utilizzato il formato *RTCM 2.3* per inviare le correzioni differenziali (*VRS, FKP, Nea, Far*).

Il rilievo statico è stato condotto con ricevitori doppia frequenza *GNSS* Topcon Hiper-Pro, equipaggiati con controller FC-100 e il tempo di occupazione per i rilievi statici è stato fissato in 4 ore con quattro connessioni ai vari stream (*VRS, FKP, Nea, Far*).

Per simulare le condizioni operative del software di gestione sono stati disconnesse arbitrariamente alcune stazioni all'interno della rete, in particolare sono stati ottenuti schemi in cui mancano una, due o tre stazioni permanenti, con differenti interdistanze tra loro (Figura 1).

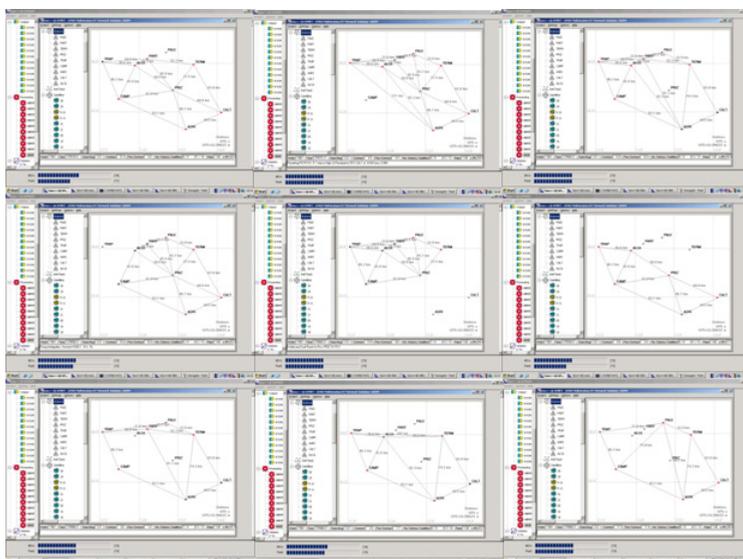


Figura 1 – Screenshot di *GNSMART* per le differenti configurazioni.

Analisi dei risultati

Per quanto riguarda l'affidabilità delle prove, è stata considerata la probabilità che l'operatore possa determinare correttamente la posizione in funzione del differente stream utilizzato (*VRS*, *FKP*, *Nea*, *Far*), considerato che nelle applicazioni NRTK è molto difficile separare tutti i possibili fattori che possano influenzare l'affidabilità (alti valori di *DOP*, collegamenti *GSM*, o *GPRS*).

Mettendo a confronto le percentuali di prove in cui si è ottenuto il fissaggio dell'ambiguità di fase, si ottengono i diagrammi rappresentati nella figura 2.

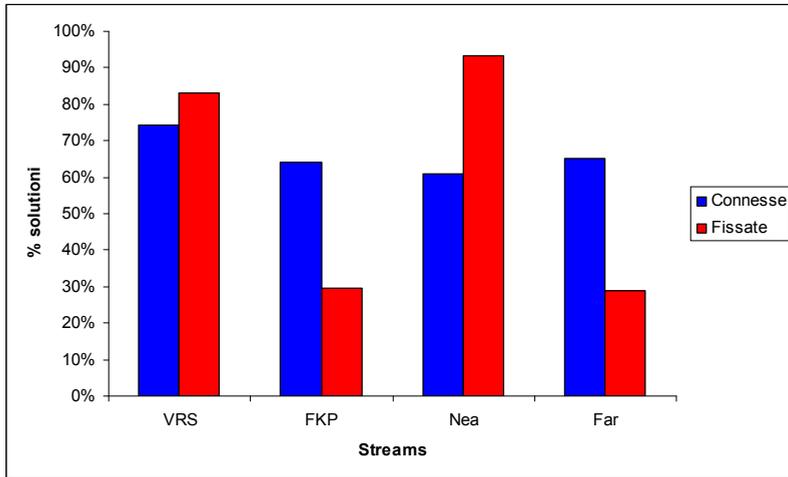


Figura 2 – Istogramma relativo alle percentuali dei diversi streams.

Per i rilievi effettuati, si osserva che la percentuale di prove con maggiore affidabilità è rappresentata dalla soluzione di rete *VRS* e da quella *Nea*, che raggiungono valori anche superiori all'80%. Si mantengono invece dello stesso ordine di grandezza le prove come percentuali di connessione, che superano ampiamente tutte il 60%.

Inoltre è stata valutata l'influenza che hanno per ogni singolo schema, il numero di satelliti medi in vista delle due costellazioni satellitari utilizzate nel calcolo della soluzione del software *Geo++*, cioè quelle GPS e Glonass (Figura 3).

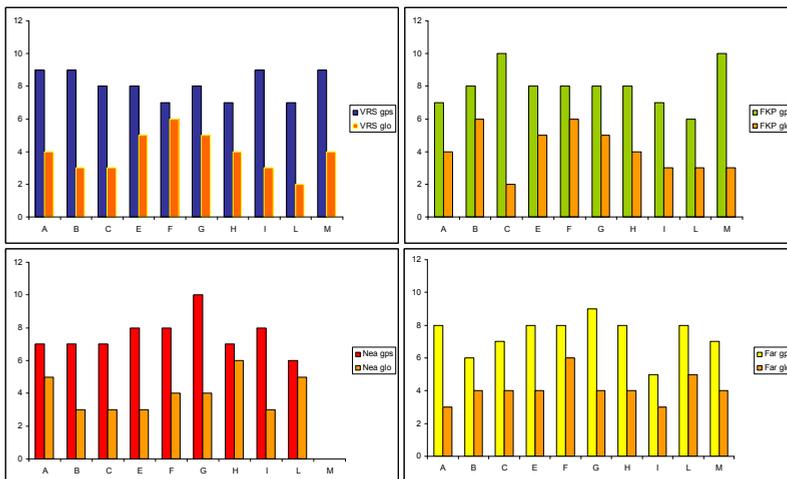


Figura 3 – Istogramma satelliti GPS e Glonass.

Si osserva dall'esame di questi grafici che in tutti gli schemi presi in considerazione (come detto con differenti stazioni attive ed interdistanze) sono presenti, all'interno delle soluzioni fissate, un numero elevato di satelliti GPS, variabile mediamente da 7 a 10 e valori considerevoli anche di satelliti Glonass, compresi tra 4 a 6, soprattutto con gli streams *VRS* e *FKP*.

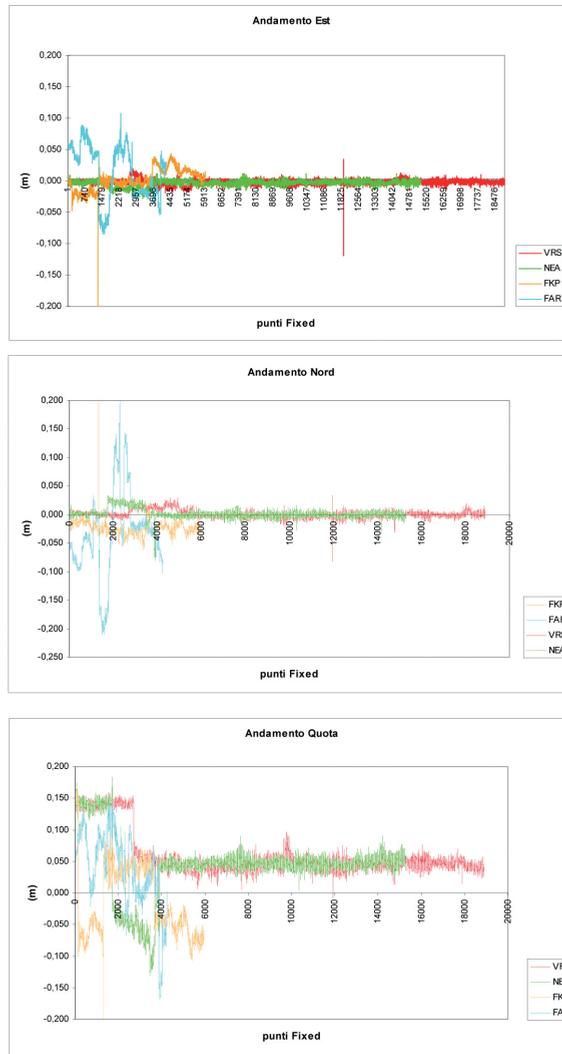


Figura 4 – Andamento delle componenti geodetiche.

Analizzando le soluzioni ottenute dai singoli schemi di *Geo++* con continuità temporale, rispetto ad ogni singolo stream, si ottengono i diagrammi relativi alle componenti geodetiche Nord, Est, Quota, mostrate nella figura 4. Per la Est si osserva, preliminarmente, che la maggiore disponibilità di correzioni fissate, rispetto alle acquisizioni compiute, è rappresentata dalla correzione *VRS*, seguita da quella *Nea*; valori molto più bassi per gli streams *FKP* e *Far*. L'andamento delle correzioni *VRS* e *Nea* si mantiene all'interno dell'intervallo compreso tra ± 1.2 cm.

Le stesse considerazioni prima riportate valgono anche per la componente Nord, con un peggioramento delle condizioni relative alla correzione *Far*, che arriva ad assumere valori anche decimetrici; in ogni caso questo è in accordo con quanto affermato in letteratura sulla progressiva diminuzione della precisione all'aumentare della distanza dalla stazione di riferimento.

Per la Quota si conferma la migliore disponibilità delle correzioni *VRS* e *Nea*, con risultati compresi all'interno dell'intervallo ± 3.4 cm. Risultati peggiori per *FKP* e *Far*.

Questi risultati dimostrano anche che non vi è una significativa differenza tra le componenti Est, Nord e Quota tra le correzioni *VRS* e *Nea* e cioè che il software provvede ad inviare all'operatore la stessa correzione differenziale, con lo stesso ordine di grandezza, indipendentemente dall'interdistanza e dal numero di stazioni attive all'interno della rete.

L'influenza del numero di satelliti complessivi in vista rispetto ai singoli stream è mostrata invece nella figura 5.

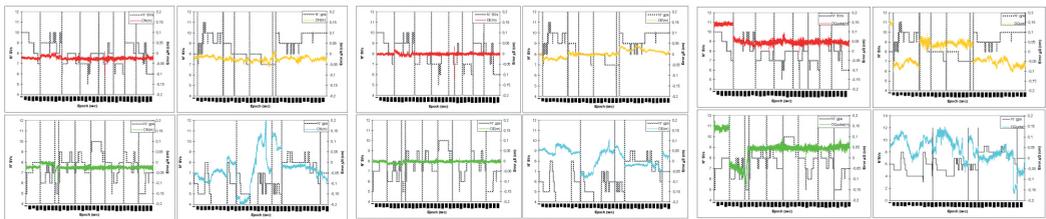


Figura 5 – Grafico precisione - numero di satelliti.

In generale, si osserva che per tutti gli stream (*VRS*, *FKP*, *Nea* e *Far*) e tutte le componenti geodetiche (Nord, Est, Quota ellissoidica) la precisione risulta indipendente dal numero di satelliti, soprattutto per la soluzione *VRS* ed *FKP*.

In particolare in alcuni tratti limitati delle soluzioni *Far*, si osserva, che la precisione tende a diminuire considerevolmente quando il numero di satelliti in vista è inferiore a 7.

Conclusioni

In conclusione la precisione offerta dalla rete di stazioni permanenti dell'Università di Palermo è centimetrica e quindi adatta alla maggior parte delle applicazioni topografiche come quelle catastali. Non vi è una differenza significativa relativamente allo stream adoperato e soprattutto risulta indipendente dal numero di stazioni attive e dall'interdistanza tra le stazioni. Quindi l'operatore può eseguire tutti i rilievi senza preoccuparsi di conoscere preventivamente la configurazione geometrica delle stazioni. La disponibilità degli schemi NRTK (*VRS*, *FKP*, *Nea*, *Far*) è sempre stata superiore all'80% con una precisione sempre centimetrica.

Infine la precisione non è stata affetta da fattori come il basso numero di satelliti in vista, alti valori di *DOP*, ad eccezione della correzione dalla stazione più lontana.

Bibliografia

- Aponte J., Meng X., Hill C., Moore T., Burbidge M., Dodson A. (2009). Quality assessment of a network-based RTK GPS service in the UK, *Journal of Applied Geodesy* 3 (2009), 25–34 6 de Gruyter 2009. DOI 10.1515/JAG.2009.003, United Kingdom
- Barbarella M., Gandolfi S., Gordini C., Vittuari L. (2003). Reti di stazioni permanenti per il posizionamento in tempo reale: prime sperimentazioni, in proceedings of *Atti Conferenza Nazionale ASITA*, Verona, 28-31 October, Italy
- Biagi L., Sansò F. (2006). *Un libro bianco su i servizi di posizionamento satellitare per l'e-government*, Geomatics Workbooks, Volume 7, Ludovico Biagi, Fernando Sansò Editori, pp. 1-33, 55-81, 109-121, Italy

- Dardanelli G., Franco V., Lo Brutto M. (2009). Accuracy and reliability in GNSS NRTK. In proceedings of *European Navigation Conference - Global Navigation Satellite Systems 2009*, Naples, Italy, 3-6 May
- Dardanelli G., Franco V., Lo Brutto M. (2008). La rete GNSS per il posizionamento in tempo reale dell'Università di Palermo: progetto, realizzazione e primi risultati, in: *Bollettino SIFET* (Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia) n. 3-2008, pp. 107-124
- Fastellini G., Radicioni F., Stoppini A. (2007). Testi di accuratezza e ripetibilità di lunga durata su posizionamenti NRTK e NetworkDGPS, in proceedings of *11° Atti Conferenza Nazionale ASITA*, Centro Congressi Lingotto, Torino 6 – 9 november, Italy
- Hale M., Ramm P. , Wallace J. (2007). Legal positions and Victoria's GPSNET, *Proceedings of the Spatial Science Institute Biennial International Conference (SSC2007)*, Hobart, Tasmania, Australia, 14-18 May 2007
- Grejner-Brzezinska D., Kashani I., Wielgosz P. (2005). On accuracy and reliability of instantaneous network RTK as a function of network geometry, station separation, and data processing strategy, *GPS Solution* 9: 212–225, DOI 10.1007/s10291-005-0130-1
- Lachapelle G., Alves P., Ahn Y.W. (2003). The Effects of Network Geometry on Network RTK Using Simulated GPS Data, *ION GPS/GNSS 2003*, Sept 9–12, Portland, CD ROM, pp. 1417–1427, USA
- Wubben G., Bagge A., Schmitz M. (2001). Network-Based Techniques for RTK Applications, *GPS JIN 2001*, GPS Society, Japan Institute of Navigation, Tokyo, Japan.