

## UTILIZZO DI STAZIONI PERMANENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'ACCURATEZZA DI DISPOSITIVI GNSS A BASSO COSTO

Eugenio REALINI (\*), Mirko REGUZZONI (\*), Vincenza TORNATORE (\*\*), Maria Grazia VISCONTI(\*)

(\*) DIIAR – Politecnico di Milano, c/o Polo Regionale di Como, Via Valleggio, 11 – 22100 Como,  
tel. 031.3327528, fax 031.3327519, eugenio.realini@polimi.it

(\*\*) DIIAR – Sez. Rilevamento - Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano,  
tel. 02.23996502, fax 02.23996530, vincenza.tornatore@polimi.it

### Riassunto esteso

#### Introduzione

Le applicazioni legate al posizionamento in tempo reale sono oggi sempre più diffuse così come le reti di stazioni permanenti che offrono servizi per il posizionamento differenziale. Per questo tipo di applicazioni è possibile utilizzare non solo ricevitori GNSS di classe alta, ma anche ricevitori di classe media e bassa, caratterizzati da costi contenuti. Questi ultimi utilizzano generalmente osservazioni di codice lasciate con la fase; le precisioni ottenibili sono dell'ordine di grandezza del metro. Per la maggior parte delle applicazioni navigazionali queste precisioni possono essere considerate accettabili, ma per applicazioni a carattere più specifico, come ad esempio il monitoraggio di veicoli che trasportano sostanze pericolose o quello di veicoli che viaggiano su rotaia, è richiesta una maggiore accuratezza.

L'obiettivo del presente lavoro è quello di valutare quanto i dati distribuiti dalle stazioni permanenti GNSS possano migliorare l'accuratezza del posizionamento ottenibile dalle osservazioni di solo codice mediante l'applicazione delle correzioni differenziali (DGPS). Occorre precisare che le correzioni differenziali utilizzate nel presente lavoro non sono correzioni di rete, ma correzioni distribuite da singole stazioni permanenti.

#### Descrizione degli esperimenti

Per lo studio della suddetta problematica sono stati eseguiti due esperimenti in modalità cinematica lungo percorsi noti a priori utilizzando ricevitori GNSS di diversa classe. Il primo esperimento è stato effettuato disponendo i ricevitori su un carrello che ha percorso il perimetro rettangolare di un campo da basket di cui erano note le coordinate dei vertici con elevata precisione. Nel secondo esperimento è stata considerata un'applicazione più realistica utilizzando i dati raccolti da un ricevitore posto su un veicolo delle Ferrovie Nord Milano Esercizio (FNME) che ha percorso il tratto di ferrovia da Saronno a Tradate. In entrambe le prove sono stati utilizzati ricevitori geodetici da cui è stata ricavata la soluzione navigazionale utilizzando le osservazioni di fase e la soluzione di solo codice che è stata corretta in post-processamento utilizzando i dati acquisiti da stazioni permanenti di riferimento. Si è scelto di utilizzare questo tipo di ricevitori in quanto attualmente i ricevitori di basso costo non sono in grado di fornire i dati grezzi di codice (RINEX), ma solo la stima della traiettoria dopo l'applicazione di un filtro di Kalman.

Per il primo esperimento, oltre al ricevitore geodetico Leica GPS 1200, è stato utilizzato anche il ricevitore di basso costo eBonTek eGPS 597; come stazione di riferimento è stata utilizzata la stazione permanente di Como, posta a circa 300 m dal sito di misura. Nel secondo esperimento, invece, è stato utilizzato solo il ricevitore geodetico Leica SR 500 e due stazioni di riferimento: la stazione permanente della Provincia di Milano, posta a una distanza anche superiore a 25 km dal

tratto di linea ferroviaria considerato e una *master station* collocata a Saronno. Si è scelto di utilizzare entrambe le stazioni per poter effettuare anche un'analisi sull'influenza della distanza tra il sito di misura e la stazione di riferimento.

### Risultati

La figura 1 mostra i risultati ottenuti durante il primo esperimento, effettuato presso il campo da basket: si evidenziano differenze di alcuni metri tra la soluzione RTK di riferimento e la soluzione di solo codice. L'utilizzo delle correzioni differenziali fornite dalla stazione permanente ha permesso di ridurre queste differenze ottenendo valori intorno al metro (vedi tabella 1).

	eBonTek 597	DGPS
media	4.8892	0.8976
sqm	1.7991	0.4860
min	0.5050	0.0932
max	8.0237	2.6503

Tabella 1: statistiche delle differenze planimetriche (in metri) rispetto alla soluzione di riferimento RTK nelle prove effettuate presso il campo da basket

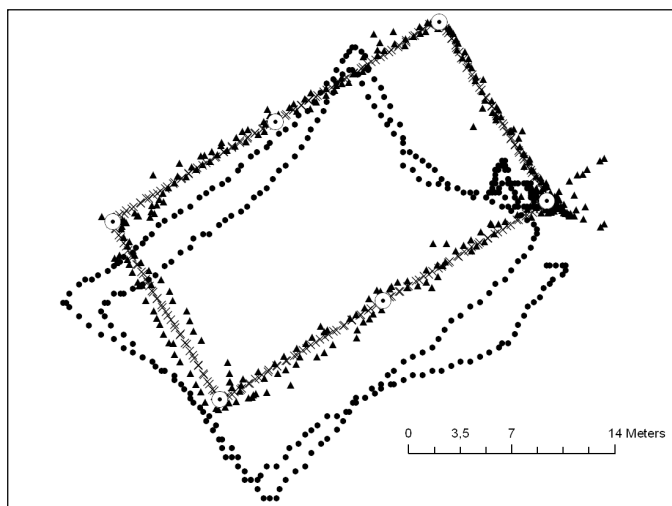


Figura 1: traiettorie rilevate presso il campo da basket. Croci: riferimento (RTK); cerchi: ricevitore di solo codice; triangoli: codice corretto (DGPS)

Il secondo esperimento, effettuato lungo la tratta FNME da Saronno a Tradate, ha confermato che l'utilizzo delle correzioni differenziali di codice porta a precisioni dell'ordine del metro riducendo anche il *bias* di misura (vedi figura 2 e tabella 2).

	Stazione di rif.: MILANO		Stazione di rif.: SARONNO	
	Codice	DGPS	Codice	DGPS
media	19.8905	1.1834	15.8816	1.0723
sqm	10.9940	0.8579	9.7550	0.5652
min	4.0210	0.0199	4.4850	0.0330
max	33.7201	6.6873	31.9620	4.2240

Tabella 2: statistiche delle differenze planimetriche (in metri) rispetto alla soluzione di riferimento PPK con e senza correzioni differenziali nelle prove effettuate lungo la tratta FNME

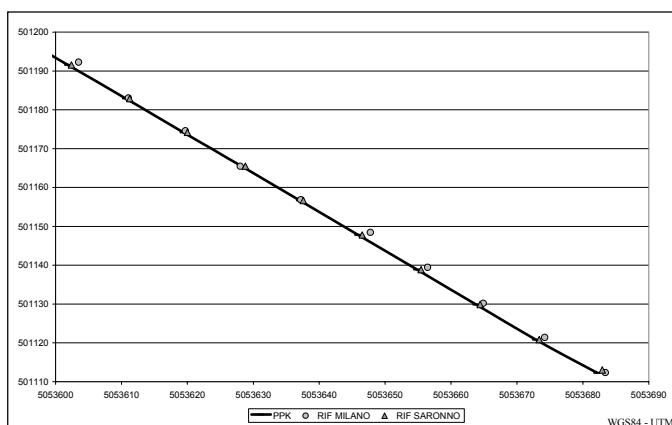


Figura 2: dettaglio delle traiettorie lungo la tratta FNME; linea nera: riferimento (PPK); triangoli: DGPS rispetto a Saronno; cerchi: DGPS rispetto a Milano

Si noti che le misure corrette utilizzando come stazione di riferimento la stazione permanente di Milano hanno errori superiori rispetto a quelle corrette utilizzando come stazione di riferimento la *master station* sita in Saronno, la quale dista dal punto più lontano di misura circa 14 km. Si evince come la distanza tra il sito di misura e la stazione di riferimento influenzi le precisioni ottenibili.

### Conclusioni

L'utilizzo delle osservazioni di solo codice, come avviene tipicamente nei ricevitori di basso costo, consente di effettuare un posizionamento con precisioni dell'ordine di alcuni metri; tuttavia sfruttando le correzioni differenziali fornite da una stazione di riferimento si possono raggiungere precisioni anche inferiori al metro riducendo significativamente gli errori sistematici presenti nei dati di solo codice.