



Figura 1 - Immagine pittorica di un satellite della serie IIF

## Il sistema GPS per il rilievo topografico

Il GPS è un sistema satellitare di posizionamento. Il suo acronimo completo è NAVSTAR GPS, che significa *NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Position System*. Una possibile traduzione di tale espressione è: sistema satellitare per la navigazione, la misura del tempo, la misura di distanze e il posizionamento globale. Essa indica in modo sintetico ed efficace i campi di applicazione del GPS.

Il GPS è gestito dal Dipartimento della Difesa degli USA. È basato su una costellazione di 32 satelliti orbitanti a 20.000 km dalla Terra. Essi emettono dei segnali che, captati da opportuni ricevitori, consentono di determinare la posizione dei punti che si vogliono rilevare. Il primo satellite sperimentale fu immesso in orbita nel 1976. Nel 1995 il sistema è stato dichiarato pienamente operativo. Nonostante la sua origine militare, il GPS è stato progettato in modo che anche l'utenza civile possa usufruirne, sebbene con qualche limitazione. Il GPS può essere usato per una gamma amplissima di applicazioni, per le quali esiste uno spettro altrettanto grande di ricevitori. Da una parte vi sono, i ricevitori geodetici (figura 2), usati per il monitoraggio e le misure topografiche: sono capaci di misurare le coordinate dei punti con incertezze di pochi millimetri e hanno un costo attorno a 10.000 Euro. In posizione intermedia si trovano i cosiddetti ricevitori GPS/GIS (figura 3), che costano poche migliaia di Euro e hanno una precisione dell'ordine del metro. Esistono poi i ricevitori (figura 4) per automobilisti, sportivi ed escursionisti, aventi un costo di poche centinaia di Euro. Infine i cosiddetti *smartphone*, veri e propri computer che sono al tempo stesso telefoni, agende elettroniche, macchine fotografiche ma anche, in molti casi, ricevitori GPS e navigatori automobilistici.

Dal punto di vista matematico e algoritmico, il posizionamento GPS può essere realizzato in molti differenti modi. La modalità più semplice è detta *soluzione navigazionale* (figura 5). Un unico ricevitore acquisisce i segnali inviati da almeno quattro satelliti, grazie ai quali determina il tempo impiegato dai primi per coprire la distanza satellite-ricevitore. Ipotizzando che la velocità di propagazione sia quella della luce nel vuoto, vengono determinate le distanze satellite-ricevitore. Poiché i satelliti, pur in movimento, seguono rotte note, è possibile ricavare in conclusione le coordinate del punto in cui il ricevitore è collocato. La soluzione navigazionale è usata dai navigatori automobilistici e dai ricevitori amatoriali e ha una precisione di diversi metri principalmente a causa dei cosiddetti ritardi atmosferici: poiché l'atmosfera non è vuota, la velocità di propagazione del segnale non è esattamente quella della luce nel vuoto, dunque le distanze satellite-ricevitore vengono sovrastimate di alcuni metri.

Il *posizionamento relativo* (figura 6) è la modalità GPS più precisa e consente di determinare le coordinate dei punti con incertezze inferiori al centimetro. Richiede che due o più ricevitori stazionino contemporaneamente, per un tempo abbastanza lungo, sui punti da rilevare. Nella soluzione del problema non si cercano le coordinate assolute dei punti  $X_A$  e  $X_B$ , ma la loro posizione relativa  $b_{AB}$ , detta *base*: poiché i ritardi atmosferici incidono in maniera quasi identica sui dati acquisiti in A e B, la base ne è pressoché esente. Dal momento che le misure forniscono la posizione relativa dei punti, per effettuare un rilievo è necessario disporre di almeno un punto di coordinate note: per questo motivo è stata creata in Italia la rete IGM95 e per lo stesso motivo verrà creata a breve una rete GPS sul territorio della Repubblica di San Marino.

Il *posizionamento differenziale* (figura 7) è stato sviluppato in tempi abbastanza recenti e costituisce in un certo senso la sintesi delle due modalità già illustrate: è caratterizzato da rapidità ed elevata precisione. Un ricevitore detto *master* opera su un punto di coordinate note, determina in continuo le distanze satellite-ricevitore e calcola la soluzione navigazionale; per differenza, esso ricava gli errori contenuti nelle distanze satellite-ricevitore, che vengono chiamate *correzioni differenziali*. Il *master* è in costante contatto, via radio o modem GSM, con un secondo ricevitore, detto *rover*, che si sposta sui punti da rilevare. Il *rover* riceve dal *master* le correzioni differenziali e le usa per correggere le distanze satellite-ricevitore che esso misura; ciò gli consente di calcolare la soluzione navigazionale con una precisione di pochi centimetri, invece che di alcuni metri. Per distribuire le correzioni differenziali in modo sistematico è necessaria la presenza di appositi ricevitori GPS che lavorano in continuo su punti di coordinate note, calcolano e inviano le correzioni differenziali: tali installazioni si chiamano *stazioni GPS*

*permanenti* e la RSM ne ha recentemente attivata una. Le tecniche di posizionamento GPS possono essere utilmente impiegate in molti settori della Pubblica Amministrazione. Nel seguito si forniscono alcuni esempi, senza alcuna pretesa di completezza. Modalità di posizionamento differenziale rapide e semplici (bisogna considerare che all'interno delle tre famiglie richiamate esistono numerose sotto-modalità) possono essere usate per la creazione e l'aggiornamento del catasto delle strade; per perimetrare aree di interesse naturalistico; per tracciare strade o altre opere di Ingegneria. Il posizionamento relativo o modalità sofisticate di posizionamento differenziale sono utili per il Catasto. Dovendo rilevare uno o più nuovi edifici, si devono anzitutto misurare con GPS 2/3 punti di inquadramento; successivamente si effettuano le misure di dettaglio con lo strumento total station, a partire dai punti determinati in precedenza. In questo schema il GPS consente di inquadrare il rilievo in modo rapido e con una qualità altrimenti impossibile. L'esempio discusso evidenzia tra l'altro come il metodo GPS non sia alternativo ai metodi di rilievo topografici classici, ma sia anzi complementare.

Concludiamo con una breve digressione sulla sigla GNSS, sempre più usata. Il GPS è un sistema di posizionamento satellitare, ma non è l'unico. Esiste già un analogo sistema russo, detto Glonass e sarà disponibile fra pochi anni il sistema europeo Galileo. Infine, Giappone e Cina stanno progettando i loro sistemi di posizionamento. La sigla GNSS significa *Global Navigation Satellite System* e indica il generico sistema di posizionamento satellitare, di cui GPS, Glonass e Galileo costituiscono esempi concreti.

Suggerimenti per ulteriori letture.

La letteratura sul GPS è pressoché sterminata.

Si suggerisce di iniziare la ricerca dalla pagina GPS della versione inglese di Wikipedia, all'indirizzo <http://en.wikipedia.org/wiki/Gps>. ■ Vittorio Casella, Marica Franzini, Barbara Padova - Università degli Studi di Pavia ([vittorio.casella,marica.franzini,barbara.padova@unipv.it](mailto:vittorio.casella,marica.franzini,barbara.padova@unipv.it))

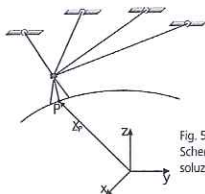


Fig. 5 Schema della soluzione navigazionale

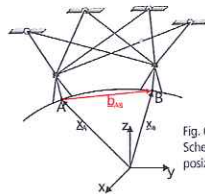


Fig. 6 Schema del posizionamento relativo

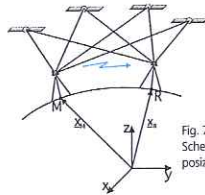


Fig. 7 Schema del posizionamento assoluto



Figura 2 Ricevitore geodetico Leica



Figura 3 Ricevitore GPS/GIS di Topcon



Figura 4 Ricevitore Garmin per escursionismo

# Proteggiamo il vostro m

Il nostro impegno, da anni è salvaguardare la vostra sicurezza con competenza ed esperienza, garantendo qualità e assistenza in ogni ambito, pubblico e privato.

- Ch...
- ind...
- ac...
- Ver...
- est...
- eva...
- Lin...
- im...
- An...
- ab...
- da...
- Co...
- e s...

## L'ANTINCENDIORSM SAMMA



Strada Auloceto, 1/a •  
Tel 0549 90606  
[info@antincendiorsm.com](mailto:info@antincendiorsm.com) • [www.](http://www.)