

## **FASI DI LAVORO**

### **Progettazione della rete**

La Direzione Geodetica dell'IGM ha realizzato il progetto della rete tenendo conto, oltre che degli aspetti tecnici concernenti la densità, la distribuzione, la disposizione dei punti nella zona, delle esigenze della Provincia di Perugia finalizzate allo sfruttamento di immobili di sua proprietà e delle necessità legate al successivo utilizzo dei vertici stessi. Ha provveduto, altresì, ad assegnare il numero di identificazione del vertice secondo i criteri dell'IGM95.

### **Ubicazione e materializzazione dei vertici**

La Provincia di Perugia, successivamente alla fase di progettazione, ha provveduto alla materializzare dei vertici nelle posizioni segnalate: su manufatti già presenti in loco ed aventi dimensioni, consistenza e destinazione d'uso tali da garantirne una adeguata stabilità nel tempo, ma anche lungo la viabilità provinciale previa realizzazione di vere e proprie opere d'arte.

I vertici sono stati ubicati in posizione tale da consentire, nel limite del possibile, le migliori condizioni per una stazione GPS.

Particolare cura, infatti, è stata posta nella verifica dell'assenza di ostacoli stabili che potessero impedire la ricezione dei segnali satellitari oltre l'elevazione di  $15^\circ \div 20^\circ$  sul piano dell'orizzonte dell'antenna nello spazio azimutale compreso fra  $30^\circ$  e  $330^\circ$  e nella verifica dell'assenza di disturbi elettromagnetici tali da rendere impossibile o difficoltosa la ricezione dei segnali satellitari.

Nei casi in cui le situazioni ambientali non garantivano tali condizioni, seppure per estensioni limitate, è stato redatto su apposito modello, uno "schizzo degli ostacoli" che è stato allegato alla monografia. In tutti i casi, le misurazioni eseguite hanno confermato sufficiente visibilità satellitare e conseguentemente l'idoneità del sito individuato.

I contrassegni posti in opera garantiscono in modo semplice ed inequivocabile il centro di stazionamento ed il piano orizzontale per il riferimento di quota.

A garanzia della permanenza nel tempo, i contrassegni sono stati realizzati con materiali metallici non facilmente deteriorabili come l'acciaio inox e l'ottone.

Per i vertici istituiti sono state redatte monografie ed altri elaborati (in conformità alla modulistica IGM95) che ne consentono il riconoscimento:

descrizione monografica del vertice	(Mod. IGM95/SC)
schizzo monografico	(Mod. IGM95/M )
cartografia	(Mod. IGM95/C )
documentazione fotografica	(Mod. IGM95/C )

### **Misura delle baseline**

In conformità al progetto delle misure redatto a cura della Direzione Geodetica dell'IGM, tutte le baseline sono state misurate dai tecnici dell'Ufficio Rilievo del Territorio in maniera indipendente. Sono state determinate con tecnologia GPS in modalità differenziale statica, con intervallo di campionatura di 5 secondi.

I rilievi sono stati eseguiti in 28 giorni lavorativi utilizzando contemporaneamente fino a n. 4 Ricevitori GPS doppia frequenza.

Le operazioni di misura hanno comportato lo stazionamento con GPS su 65 vertici: 34 di nuova istituzione e 31 già costituenti la Rete Primaria Nazionale IGM95.

I vertici posizionati nei pressi di caposaldi di livellazione della rete nazionale di Alta Precisione sono stati collegati altimetricamente ad essi con livellazioni geometriche. Per il vertice 123712, materializzato sull'edificio scolastico dell'I.T.G. di Gualdo Tadino, la livellazione geometrica è stata eseguita direttamente dagli allievi dell'Istituto, provvedendo altresì alla ubicazione e materializzazione del vertice associato 123712A.

Le stazioni sono state realizzate esclusivamente "in centro" con l'ausilio di treppiede o con speciale adattatore in acciaio inox.

La misura dell'altezza del centro di fase dell'antenna rispetto al centrino che costituisce la materializzazione è stata curata in modo particolare e sempre secondo le specifiche dell'IGM.

I tempi di acquisizione dei dati GPS, per intervalli di registrazione delle misure uguale a 5 secondi e utilizzo di ricevitori in doppia frequenza, sono stati non inferiori a quelli riportati nella seguente tabella:

Lunghezza delle baseline	con 4÷5 satelliti	con 6 o più satelliti
minori di 5 km	50	40
fra 5 e 10 km	70	60
fra 10 e 20 km	100	80

Le baseline misurate sono state preventivamente calcolate dall'Ufficio controllo e Rilievo del Territorio con il software fornito dalla Casa Costruttrice degli strumenti GPS in possesso, per verificare che gli indicatori di qualità rientrassero nei limiti previsti dal software stesso.

Sono state ripetute n. 4 baseline ( su un totale di 84 misurate) che risultavano non soddisfare i requisiti richiesti.

L'Ufficio Rilievo del Territorio, pur non essendo richiesto dall'accordo di collaborazione, ha eseguito un primo controllo di chiusura di alcuni poligoni costituenti la rete secondo il criterio indicato dalla Direzione Geodetica dell'I.G.M. contenuto nelle "Norme Tecniche per la realizzazione della Rete GPS". In particolare è stato verificato che la distanza cartesiana calcolata a partire dalle somme algebriche dei valori dx, dy e dz delle singole basi costituenti il poligono doveva essere inferiore a "30+L mm", essendo L la misura del perimetro del poligono stesso espressa in chilometri.

$$\sqrt{(\sum dx)^2 + (\sum dy)^2 + (\sum dz)^2} \leq 30+L_{km} \text{ mm}$$

Le verifiche effettuate hanno evidenziato un errore di chiusura contenuto sempre entro i limiti di tolleranza definiti dalla formula.

#### **Trasmissione dei dati all'I.G.M.**

Per ogni baseline "validata" sono stati prodotti 4 file in formato RINEX contenenti i dati utilizzati nella verifica di qualità, unitamente alle schede di stazione, le monografie, la documentazione fotografica e al report su carta contenente i dati essenziali della base ed i dati su file del calcolo della base stessa eseguito con il software fornito dalla Casa costruttrice degli strumenti GPS impiegati.

#### **Calcolo delle coordinate WGS84, delle coordinate ROMA40 e delle quote s.l.m.**

La Direzione Geodetica dell'I.G.M., dopo verifica della coerenza delle misure ha proceduto

- al calcolo di compensazione vincolato e alla determinazione delle Coordinate WGS84 dei vertici inseriti nella rete;
- alla determinazione della rete nel Sistema Nazionale Roma40
- al calcolo delle quote s.l.m. per mezzo del modello geoidico.

## **Costi e tempi di realizzazione**

Spesso a frenare la voglia di fare di un ente locale e degli addetti ai lavori che operano all'interno delle amministrazioni pubbliche è l'incertezza dell'impegno economico necessario alla realizzazione di un progetto.

La nostra esperienza ci ha convinti che ingrediente fondamentale per perseguire un obiettivo quale quello raggiunto dalla Provincia di Perugia è la piena consapevolezza da parte dell'amministrazione pubblica dell'utilità dell'investimento unitamente alla disponibilità del personale tecnico impiegato. Il Costo economico del progetto rappresenta senza dubbio un impegno importante, ma sicuramente alla portata di ogni amministrazione pubblica e di gran lunga al disotto di ogni aspettativa.

La rete GPS della Provincia di Perugia è stata realizzata impiegando la tecnologia GPS, hardware e software, in possesso dell'Ufficio Rilievo del Territorio e quali risorse umane il sottoscritto, nella veste di coordinatore e responsabile del progetto, e tre collaboratori tecnici dei quali solo uno geometra.

La squadra ha lavorato esclusivamente sul progetto, in maniera non continuativa per far fronte ad altri impegni, per un totale di circa 60 giornate lavorative.

La materializzazione dei vertici è stata eseguita direttamente dal personale stradale dell'ente per un costo vertice stimato mediamente in 150 Euro.

Alle voci di spesa sopraindicate va aggiunto il costo auto per gli spostamenti, l'onere delle trasferte e i rimborsi spesa per i pasti.

Considerando l'estensione territoriale della Provincia di Perugia ed il numero di vertici materializzati unitamente alle informazioni di cui sopra, qualsiasi amministrazione potrà farsi una idea abbastanza precisa sull'impegno economico che dovrebbe affrontare per realizzare una propria rete di caposaldi GPS IGM95.

## **Sviluppo del progetto**

L'Ufficio Rilievo del Territorio della Provincia di Perugia sta già provvedendo ad un ulteriore raffittimento della rete di caposaldi IGM95. Attualmente la materializzazione dei vertici è alquanto casuale e legata principalmente agli interventi lungo la viabilità provinciale ove è richiesta la conoscenza del territorio anche dal punto di vista topo-cartografico. L'obiettivo è quello di realizzare una ulteriore sottorete con distanze fra i vertici non superiori ai 5 km e a questo scopo sono in studio ipotesi di collaborazione anche con liberi professionisti che potrebbero essere interessati al progetto.

## **Conclusioni**

Siamo convinti di aver realizzato un progetto importante. Un servizio utile alla Provincia di Perugia sempre più attenta alle problematiche del territorio e all'acquisizione di dati geografici per i propri sistemi informativi, ma riteniamo altrettanto utile anche a tutti gli addetti ai lavori che affrontano problemi d'inquadramento cartografico ogni qualvolta sono chiamati ad operare sul territorio.

Le richieste d'utilizzo della rete provinciale dei caposaldi GPS pervenute a pochi mesi dalla presentazione ufficiale (28 Maggio 2002) da enti pubblici locali, ma anche e soprattutto da liberi professionisti è la prova della necessità di reti di raffittimento in tutto il territorio nazionale.

Sviluppando una collaborazione con altri Enti Pubblici locali, l'Università degli studi, gli Istituti Tecnici, gli ordini professionali e con i Topografi operanti sul territorio provinciale la rete potrà essere ulteriormente ed utilmente infittita non escludendo la possibilità di installare più stazioni base per rendere possibile nelle operazioni topografiche, ma non solo, correzioni differenziali anche in tempo reale.