

# Dal catasto della carta al catasto del web

## Tra topografia, cartografia e proprietà

### La combinazione delle baseline con le misure di direzione azimutale, direzione zenitale e distanze inclinate

La difficoltà che si incontra nel combinare le misure di baseline GPS con quelle di tipo tradizionale è costituita dalla diversità dei riferimenti nei quali si eseguono le due tipologie di misure.

Come è noto, nelle misure tradizionali si opera sulla base di alcune assunzioni che derivano direttamente dalla Geodesia operativa: essendo molto semplice materializzare la direzione della verticale in ciascun punto della superficie fisica, la strumentazione tradizionale e i metodi di misura sono basati sulla conoscenza della verticale passante per i punti oggetto delle misure.

Con il GPS ci si riferisce alla normale del riferimento ellissoidico WGS84, che non è materializzabile sulla superficie fisica terrestre ed è fornita con scarsa precisione dal sistema GPS. Inoltre non nota, se non in prima approssimazione, la relazione tra la normale WGS84 e la verticale passante per un punto qualsiasi della superficie terrestre.

Sebbene i ricevitori GPS per il rilievo topografico siano dotati di piombi e livelle che consentono di riferire il centro di fase dell'antenna ad un punto della superficie fisica posto sulla stessa verticale, è chiaro che l'uso del filo a piombo e delle livelle sono una approssimazione nel procedimento di misura: in realtà il centro di fase dell'antenna dovrebbe essere posto sulla stessa normale al riferimento ellissoidico WGS84 del punto di misura.

Quindi mentre con il metodo e la strumentazione tradizionale si opera nell'ambito dell'assunzione della geodesia operativa, che consente di considerare le misure condotte con riferimento alla verticale come se riferite alla normale dell'ellissoide locale (le cui precisioni sono legate campo geodetico locale e alla limitata zona nella quale si effettuano le misure), al contrario col il GPS si opera direttamente sulla superficie di riferimento costituita dall'ellissoide WGS84, che è inoltre un riferimento globale e non locale.

Occorrerebbe quindi una formulazione *reciproca* del teorema della geodesia operativa.

Naturalmente tutte queste considerazioni sono relative al caso dei rilievi con finalità cartografiche.

Senza questa premessa le due tipologie di misura possono essere combinate, con un po' di fantasia e qualche osservazione in più, riferendo tutte le misure direttamente alla posizione dei punti nello spazio, senza considerare la verticale.

Ad esempio se il rilievo viene condotto con riferimento ai centri di fase dei ricevitori, mettendo *in stazione* i goniometri in modo che il punto di intersezione degli assi dello strumento topografico coincida con il centro di fase dei ricevitori ed utilizzando distanziometri che effettuano le misure in asse il gioco è fatto. Basterà orientare anche il cerchio "verticale" dei goniometri con una osservazione di direzione verso un centro di fase oltre all'orientamento del cerchio "orizzontale" per eseguire le misure angolari nello stesso riferimento dei

## Tutorial Pregeo 8 6ª parte

### Combinare le Misure Topografiche Tradizionali e GPS con PREGEO 8

L'uso del GPS come metodologia standard di rilievo in campo topografico non prescinde dalle regole e dai teoremi di base adottati con qualsiasi altro metodo di rilievo. I riferimenti relativi delle misure sul campo devono essere eguagliati ai riferimenti generali del sistema di riferimento e successivamente a quelli di rappresentazione. In tutte le metodologie esiste poi un ambito che definisce l'applicabilità del metodo e il suo utilizzo geometrico o geografico ottimale.

Nell'ambito della topografia del vicino, in cui rientra in genere la topografia catastale, si possono assumere tesi e norme che permettono un trattamento delle misure GPS in maniera a volte diversa dagli ambiti della geodesia pura, o di quella operativa adottata nel trattamento di rilievi a scala geodetica. Non per questo i risultati o gli assunti teorici sono in contraddizione tra loro. Nel corso di questa puntata del tutorial su PREGEO 8 vedremo appunto come vengono combinate le diverse componenti geometriche del rilievo GPS e di quello tradizionale.

centri di fase GPS.

In questo modo, considerando i vettori applicati nello spazio definiti dalle misure delle componenti, fornite dal GPS, e dalle misure di direzione e distanza ottenute dalla strumentazione ordinaria, possono essere ottenute le posizioni relative dei punti del rilievo, espresse in un riferimento cartesiano ortogonale a tre dimensioni.

Solo al termine di questo processo potrebbe applicarsi la trasformazione analitica atta a 'proiettare' il rilievo su un qualsiasi riferimento superficiale, con la condizione che esso sia descritto da

## Il trasporto della quota ortometrica

Il metodo applicato consente, tra l'altro di dividere il problema planimetrico da quello altimetrico, operando due distinti calcoli di compensazione.

Per la parte altimetrica le assunzioni di Pregeo 8 sono molto semplificate. Il calcolo riguarda esclusivamente dislivelli ortometrici (o geoidici) misurati direttamente od indirettamente con i metodi topografici. I dislivelli ellissoidici forniti dalle baseline GPS vengono assimilati anch'essi a dislivelli ortometrici. Nelle prossime versioni verrà fornito un modello del geoide che consentirà di trasformare puntualmente i dislivelli ellissoidici in ortometrici, aumentando così la precisione del calcolo misto.

Siamo giunti al termine delle puntate significative del Tutorial Pregeo. L'auspicio è di avere contribuito ad illustrare, anche nel dettaglio, una procedura abbastanza complessa preposta alla redazione ed al calcolo degli atti di aggiornamento che, tra l'altro, è in corso di ristrutturazione con lo scopo di perseguire la completa dematerializzazione, preconditione all'invio telematico degli atti di aggiornamento.

Complimenti a chi è riuscito a sostenere la lettura del tutorial, e sentite scuse a coloro che non c'è l'hanno fatta...

Col prossimo numero avvieremo una inchiesta dettagliata sulle procedure informatiche di trattamento dei dati catastali e GPS diffuse tra gli utenti, ovvero prodotte e distribuite dalle aziende di settore in Italia.

A cura della redazione

equazioni espresse nel medesimo riferimento.

Questo metodo, sebbene sia molto adatto ad un risoluzione con procedure automatiche, comporta comunque la necessità di cambiare i procedimenti di misura ordinariamente impiegati dai topografi.

La procedura di calcolo compresa in Pregeo 8.00, attua un compromesso tra l'approccio rigoroso sopra descritto e la prassi agnostica che viene spesso utilizzata.

Il compromesso consiste nel "confondere" la verticale fisica con la normale ellissoidica locale, come è ovvio nella geodesia ordinaria, e nel correggere la normale all'ellissoide WGS84 in modo che possa essere resa coincidente alla normale dell'ellissoide locale.

La correzione viene calcolata avendo preventivamente collocato l'ellissoide locale nel riferimento geocentrico WGS84.

La collocazione è stata effettuata impiegando le doppie coordinate dell'origine dell'ellissoide locale (M.Mario) ed è stata verificata sulle doppie coordinate di una serie di vertici IGM95.

In questa fase la collocazione è effettuata in modo deterministico, sulla base delle definizioni teoriche relative ai due datum di riferimento, e quindi, come tale "spiega" solo una parte delle discrepanze tra le grandezze collocate.

Tenendo conto però che le posizioni GPS sono molto approssimate, ed anche le finalità del rilievo catastale di aggiornamento, la precisione raggiunta dal metodo applicato è ampiamente sufficiente allo scopo.

Il metodo applicato da Pregeo 8 consiste nel calcolare la direzione della normale all'ellissoide in corrispondenza

di ciascuna posizione geocentrica definita da baseline GPS, impiegando le coordinate geocentriche del vertice iniziale di ciascuna baseline fornite nel libretto delle misure.

In questa maniera viene individuato un riferimento "euleriano" con origine nel vertice iniziale. In questo particolare riferimento vengono risolte le osservazioni tradizionali e vengono combinate con le baseline GPS. Lo stesso dicasi per le diverse componenti delle stesse quali ellissi d'errore, etc., le quali sono trasformate nel medesimo riferimento.

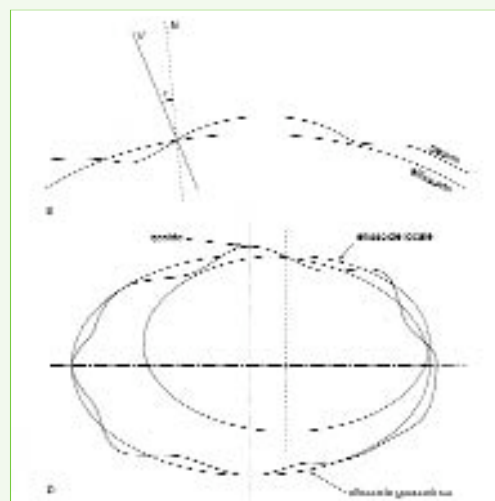
Ai valori della matrice di varianza covarianza della baseline viene applicata una trasformazione "S" con gli stessi parametri impiegati per la trasformazione delle componenti geocentriche della baseline al riferimento euleriano (e che dipendono solo dalla normale per il punto).

Se  $\phi$  e  $\lambda$  sono i valori della latitudine e della longitudine della normale, i coseni direttori degli assi  $t, n$  e  $b$  del riferimento euleriano si ottengono con le seguenti espressioni.

$$\begin{aligned} t[0] &= -\sin(\phi) \cdot \cos(\lambda); \\ t[1] &= -\sin(\phi) \cdot \sin(\lambda); \\ t[2] &= \cos(\phi); \\ n[0] &= \cos(\phi) \cdot \cos(\lambda); \\ n[1] &= \cos(\phi) \cdot \sin(\lambda); \\ n[2] &= \sin(\phi); \\ b[0] &= -\sin(\lambda); \\ b[1] &= \cos(\lambda); \\ b[2] &= 0; \end{aligned}$$

che ordinate in una matrice 3 per 3 [S] definiscono la trasformazione  $[x]=[S] \cdot [X]$  che consente di calcolare le componenti euleriane della base  $[x]$  a partire dalle componenti geocentriche  $[X]$ .

Il prodotto  $[S]^T [s] [S]$  trasforma la matrice di varianza covarianza delle componenti della baseline dal riferimento geocentrico a quello euleriano.



Vrdiamo, a sinistra la rappresentazione standard delle relazioni tra ellissoide e geoide, a destra la rappresentazione del sistema EULERIANO adottato in Pregeo 8

