



Manuale della misurazione ufficiale nel Cantone dei Grigioni

2.2.27

Promemoria per la misurazione di punti fissi

Versione: 1.0

31 gennaio 2020

Indice

Cronologia delle modifiche.....	ii
1 Introduzione	1
2 Altre basi applicabili	1
3 Requisiti relativi alla precisione.....	1
3.1 Sensori GNSS.....	2
3.2 Stazioni totali.....	2
3.3 Livelli.....	2
3.4 Errore di centraggio.....	2
4 Direttive per lavori sul terreno	3
Allegati	5
A.1 2.2.27a Protocollo di campagna GNSS (modello).....	5

Cronologia delle modifiche

Ver- sione	Data	Modifiche	FI

1 Introduzione

Il presente promemoria contiene disposizioni tecniche esecutive relative alle misurazioni GNSS di punti fissi e di punti d'appoggio, ma anche per misurazioni tacheometriche di completaggio, nonché per eventuali misurazioni di collegamento a una rete altimetrica esistente mediante livellazione.

I requisiti relativi alla precisione descritti nel cap. 3 sono intesi a permettere una migliore individuazione di errori grossolani che non possono essere individuati nell'analisi. Le direttive per i lavori sul terreno descritte nel cap. 4 sono intese a impedire per quanto possibile gli errori di misurazione sistematici e sono da considerare quali "regole dell'arte".

Il promemoria è da intendere quale integrazione e precisazione delle direttive per la determinazione di punti fissi nella misurazione ufficiale ed è vincolante per tutti i lavori del livello punti fissi.

I punti elencati non sono esaustivi e possono essere integrati all'occorrenza.

2 Altre basi applicabili

Il presente promemoria si basa sulle direttive e le istruzioni seguenti:

- Direttive per la determinazione di punti fissi nella misurazione ufficiale, cap. 4
 - Manuale della misurazione ufficiale, doc. 1.3.15
- Istruzione relativa alla precisione dei punti della misurazione ufficiale "Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten" (1° gennaio 2015)
 - Manuale della misurazione ufficiale, doc. 1.2.5
- Concetto per la riduzione e la manutenzione dei punti fissi nel Cantone dei Grigioni
 - Manuale della misurazione ufficiale, doc. 2.2.17
- Promemoria relativo alla procedura in caso di cippi PFP inclinati
 - Manuale della misurazione ufficiale, doc. 2.2.26

3 Requisiti relativi alla precisione

Per una determinazione il più possibile esatta di vettori di spostamento, ovvero per la delimitazione delle aree con spostamenti di terreno permanenti, sono necessarie misurazioni precise. Inoltre, le imprecisioni risultanti dalla triangolazione sono state in ampia misura eliminate con il cambio del quadro di riferimento nel 2016; con gli strumenti impiegati è possibile una determinazione assoluta del punto e un calcolo planimetrico della rete con una precisione migliore di un centimetro.

La precisione altimetrica è leggermente meno buona.

Di conseguenza, per misurazioni di controllo o per nuove determinazioni di PFP esistenti non vanno presi come riferimento i valori di tolleranza esistenti in conformità all'istruzione relativa alla precisione dei punti della misurazione ufficiale "Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten" del 1° gennaio 2015, bensì nella compensazione vanno introdotte le deviazioni standard dei produttori quali ipotesi di modello. Le indicazioni del produttore relative alla precisione sono valori calcolati in modo empirico secondo le norme ISO seguenti:

- 17123-2 per il riporto altimetrico tramite livellazione (1 km di livellazione doppia)
- 17123-3 per le misurazioni di direzione
- 17123-4 per le precisioni delle distanze
- 17123-8 per la determinazione della posizione tramite GNSS

Nei sottocapitoli seguenti vengono indicati valori predefiniti realistici derivati da strumenti attualmente impiegati. Devono essere impiegati come valori a priori nel modello stocastico in un calcolo di compensazione secondo il metodo dei minimi quadrati.

3.1 Sensori GNSS

Per i metodi in uso “real time kinematic” (RTK) e “rapid static” (RS), in caso di ricevitore multifrequenza occorre ipotizzare le seguenti deviazioni standard:

- RS: $\sigma_{XY} = 3 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ resp. $\sigma_H = 5 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$
- RTK: $\sigma_{XY} = 8 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ resp. $\sigma_H = 15 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$

3.2 Stazioni totali

Le indicazioni del produttore sono valide sia in caso di impiego con prisma standard sia per misurazioni senza riflettore, con o senza utilizzo ATR (riconoscimento automatico del riflettore). Quali valori di precisione devono essere supposti i parametri indicativi seguenti:

- Direzione: $\sigma_{Hz/V} = 1\text{--}1.5 \text{ mgon}$
- Distanza: $\sigma_D = 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$

3.3 Livelli

Se un collegamento altimetrico non può essere eseguito né direttamente con GNSS né in modo tacheometrico con PFP1/2, un'alternativa è rappresentata da un collegamento tramite livellazione su un PFA. In tale contesto la precisione dei livelli gioca un ruolo trascurabile. Per l'ipotesi di modello stocastico in una compensazione di rete è tuttavia necessario inserire un valore. In caso di livelli (digitali) di media precisione occorre ipotizzare il valore seguente:

- Altimetria: $\sigma_{1 \text{ km Doppio}} = 2 \text{ mm}$

3.4 Errore di centraggio

Una componente non trascurabile nella misurazione dei punti fissi è costituita dall'errore di centraggio. Perciò è determinante se il centraggio avviene con l'ausilio di una palina o di un treppiede.

Alla base delle due varianti si trova di solito una livella sferica con una precisione di 8' (0,13 gradi). In questo modo la precisione di centratura per ogni metro di altezza dello strumento si attesta a soli 1–2 mm. Soltanto l'impiego di una centratura di precisione (supporto per prisma o antenna con livella torica) permette di ridurre l'errore di centratura nettamente al di sotto di 1 mm. In linea di principio, questi accessori sono adatti, tuttavia è sufficiente un'apparecchiatura con livella sferica precedentemente calibrata e periodicamente controllata su palina e treppiede. Di conseguenza è possibile rinunciare a questo equipaggiamento speciale.

La precisione di centraggio per paline e treppiedi deve essere supposta con i valori seguenti:

- Prec. centr.: $\sigma_{\text{Centr.}} = 3 \text{ mm}$

4 Direttive per lavori sul terreno

A integrazione delle direttive/istruzioni summenzionate occorre osservare gli ulteriori punti seguenti:

- Prima di ogni campagna di misurazione, l'attrezzatura impiegata (cavalletti, treppiedi con piombo ottico, supporto per antenna, paline, livelle sferiche, ecc.) deve essere verificata e calibrata.
- Ogni giorno, all'inizio della misurazione deve essere eseguita una misura di controllo su un PFP noto e i valori misurati devono essere verificati e registrati.
- I punti fissi coperti devono essere dissotterrati fino a una profondità di circa 20 cm. Se a questa profondità non si trova alcun punto fisso, è necessario controllare l'altezza del punto tracciato. Se la quota attuale di rilievo è inferiore, si può ipotizzare che il punto non esista più. In questo caso è necessario cercare il punto fisso più vicino.
- La materializzazione deve essere valutata. Tutti i tipi di materializzazione devono essere saldamente ancorati al suolo. In caso di cippi occorre verificarne l'inclinazione in conformità al promemoria 2.2.26 relativo alla procedura in caso di cippi PFP inclinati. La misurazione avviene sopra al foro, rispettivamente al centro del cippo. Le coordinate calcolate sono corrette in base all'inclinazione misurata del cippo.
- Misurazioni tacheometriche (ad es. in area edificabile) devono essere appoggiate su PFP misurati con GNSS (misurazione poligonale).
- Se punti inadatti a GNSS devono essere misurati in modo tacheometrico polare, per i punti eccentrici necessari valgono gli stessi requisiti di precisione validi per un punto misurato direttamente tramite stazionamento GNSS doppio indipendente.
- Per le misurazioni sono ammessi un cavalletto per strumenti o un cavalletto rapido (palina con bipede). Se possibile deve sempre essere utilizzata la stessa combinazione di cavalletto e antenna. Entrambe le combinazioni presentano vantaggi e svantaggi:
 - Per quanto riguarda il cavalletto occorre garantire che il treppiede e il piombo ottico siano calibrati nonché che la centratura forzata venga eseguita entro 2 mm. In questo caso andrebbe preferita una centratura forzata mediante base dello strumento senza piombo ottico e un bersaglio/supporto antenna con livella torica, dato che il supporto viene fatto ruotare intorno al proprio asse, ciò che permette di verificarne il centraggio. In caso di base con piombo ottico non è possibile constatare un'eccentricità sul terreno.
 - La palina presenta lo svantaggio che la precisione della livella sferica è nettamente peggiore rispetto al centraggio mediante cavalletto e supporto. Perciò, quando si lavora con la palina è importante che la livella sferica sia fissata sempre nello stesso punto della palina (che non possa girare intorno alla palina) e che sia l'antenna sia la palina siano orientate sempre nella stessa direzione (ad es. con la livella sferica sempre orientata verso nord). In questo modo viene eliminato in ampia misura l'errore residuo conseguente ad un'inclinazione della palina.
 - In ogni caso, l'altezza dell'antenna deve essere letta due volte in modo indipendente e registrata. Nel caso del cippo, la misura dell'altezza è da riferire alla superficie del cippo, non nel buco. La profondità del buco deve essere determinata mediante un metodo idoneo e applicata di conseguenza alla lettura dell'altezza. Sia sul cavalletto sia sulla palina telescopica deve essere verificata l'altezza rilevata (ev. offset, a seconda dell'antenna utilizzata). Per consentire di ricostruire eventuali errori di lettura, la

profondità del foro va applicata all'altezza dell'antenna e inserita nella maschera dell'apparecchio di registrazione (controller) e non corretta sulla palina.

- Con entrambe le varianti, nel ricevitore deve essere impostata la combinazione corretta di tipo di antenna e supporto (cavalletto/palina).
- Per evitare un errore in altezza durante il montaggio dell'antenna sul supporto (ad es. spina Leica) occorre controllare che l'adattatore sia posizionato correttamente e agganciato. Se l'adattatore è agganciato correttamente sulla spina, l'antenna non può più essere rimossa. Da un fissaggio non corretto può risultare un errore di altezza di circa 11 mm che difficilmente è individuabile in sede di calcolo.
- Quando si utilizza RTK-VRS deve essere selezionato il corrispondente servizio di correzione (utilizzando swipos-GIS/GEO si tratta del flusso di dati LV95/LN02).
- Deve inoltre essere garantito che sull'apparecchio vengano impiegati i corrispondenti parametri di trasformazione (CHTRS95/ETRS89 □ CH1903+), gli ellissoidi di riferimento corretti WGS84/Bessel 1841 nonché il modello del geoide CHGeo2004 per la correzione delle ondulazioni del geoide.
- La misurazione (senza il tempo per la connessione e per l'inizializzazione) deve durare almeno 2 minuti.
- Tra la prima e la seconda sessione occorre rispettare un lasso di tempo di almeno 2 ore.
- Punti con ostruzioni maggiori dovuti ad alberi, costruzioni e montagne (15° sopra l'orizzonte) devono essere annotati ed eventualmente determinati in modo eccentrico.
- In caso di misurazioni con RTK-VRS devono essere salvati anche i dati grezzi per un eventuale post processing.
- I punti per i quali non sono disponibili dati di correzione GNSS (lacuna nella copertura GSM) devono essere misurati con il metodo rapid static e determinati mediante post processing. A tale scopo, tramite l'interfaccia web di swipos è possibile generare una stazione di riferimento virtuale (VRS) per questo periodo con le coordinate approssimate della soluzione di navigazione e determinare in tal modo le coordinate.
- La precisione di misurazione 2D (RMS risp. KQ) delle singole misurazioni GNSS sul terreno dovrebbe attestarsi approssimativamente a ≤ 20 mm.
- La differenza di coordinate dimostrata tra la prima e la seconda misurazione deve essere in planimetria ≤ 20 mm e in altimetria ≤ 40 mm.
- Le misurazioni devono essere registrate sul terreno. I seguenti valori derivati dal protocollo di campagna devono essere presentati in forma di tabella:
 - numero di punto, materializzazione, ev. inclinazione e azimut
 - coordinate prima e seconda misurazione, media
 - indicatore geometrico a seconda del sistema (DOP, GDOP, PDOP o KQ)
 - data e ora della misurazione
 - durata della misurazione
 - strumento e operatore
 - differenza di coordinate tra prima e seconda misurazione in planimetria (ds) e altimetria (dh)
 - intervallo tra prima e seconda misurazione
 - ev. osservazioni (impedimenti, ostacoli, danni)

Allegati

A.1 2.2.27a Protocollo di campagna GNSS (modello)