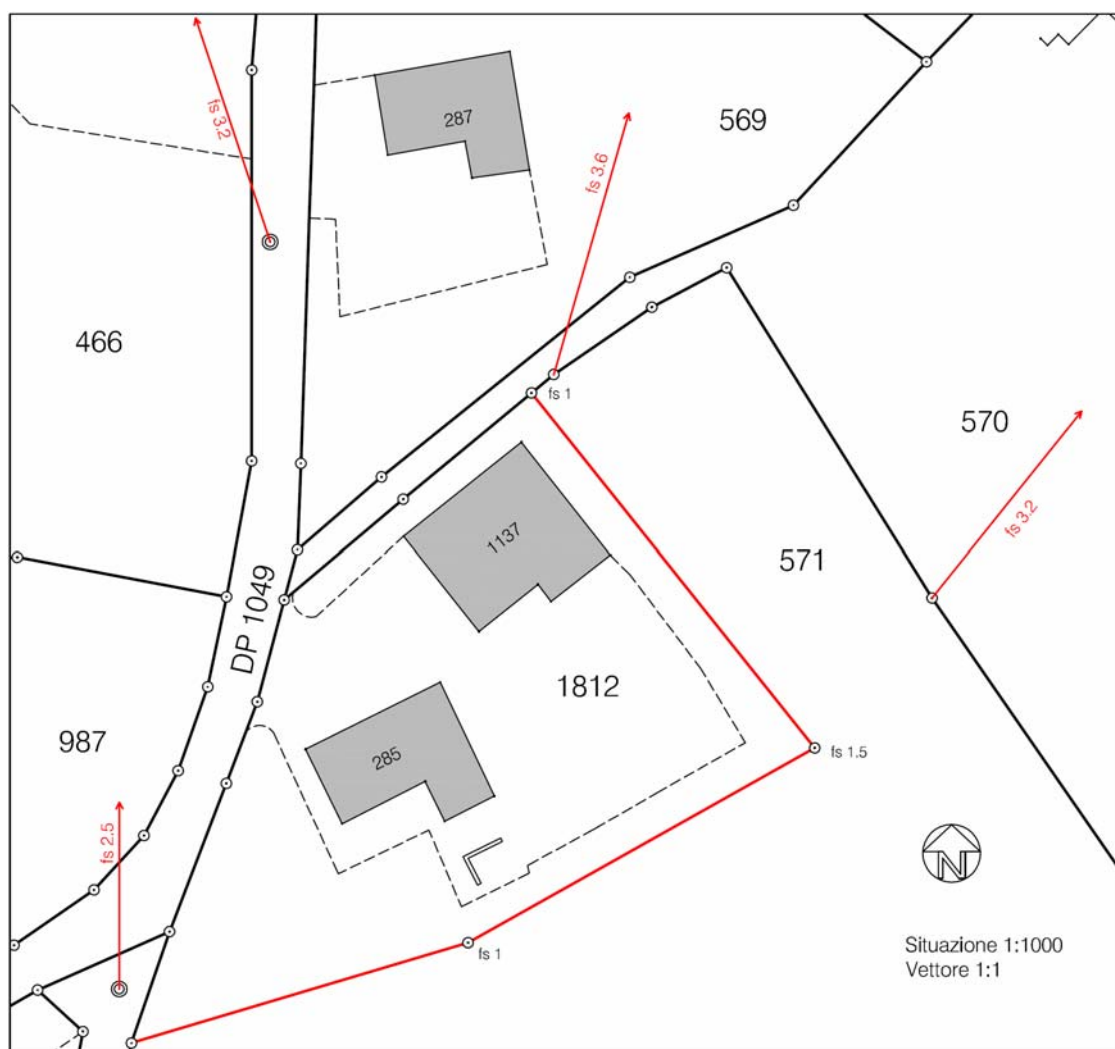


DIRETTIVA

Impiego del GNSS per la determinazione dei punti di dettaglio nella misurazione ufficiale



Data: Dicembre 2010

Indice

1	Introduzione	3
1.1	In generale	3
1.2	Campo d'applicazione.....	4
1.3	Glossario.....	5
2	Procedimento di misura	7
2.1	RTK con stazione di riferimento locale (L-RTK).....	7
2.1.1	Metodo di misura L-RTK «temporaneo»	7
2.1.2	Metodo di misura L-RTK «permanente»	8
2.1.3	Esigenze da soddisfare.....	9
2.2	RTK con stazione di riferimento virtuale (V-RTK)	9
2.2.1	Descrizione del metodo	9
2.2.2	Casi d'applicazione	12
3	Misure	11
3.1	Geometria della rete	11
3.2	Tabella da utilizzare	11
3.3	Regole generali per l'impiego del GNSS	13
4	Aggiustaggio locale.....	14
4.1	In generale	14
4.2	Trasformazioni specifiche per i ricevitori.....	15
4.3	Criteri di decisione	15
5	Prova della precisione e dell'attendibilità	16
5.1	Livelli d'informazione «Beni immobili» e «Confini giurisdizionali», come pure punti singoli ben determinati secondo l'art. 8, cpv. 4 OTEMU	16
5.2	Livelli d'informazione «Copertura del suolo» e «Oggetti singoli»	17
6	Documentazione	17
6.1	Documentazione generale	17
6.2	Documentazione per ogni sessione di misura	17
6.3	Esempi di lista di controllo GNSS per i metodi V-RTK e L-RTK	17
	Allegato	20

1 Introduzione

1.1 In generale

Il rapido sviluppo delle tecnologie utilizzate nella misurazione ufficiale, come pure la nuova legge sulla geoinformazione (LGI) – in particolare la revisione parziale dell'Ordinanza sulla misurazione ufficiale (OMU) e dell'Ordinanza tecnica della misurazione ufficiale (OTEMU) – hanno reso necessari il completamento e l'adattamento della presente direttiva, dopo circa sette anni di applicazione pratica.

Nell'OTEMU il prodotto «Misurazione ufficiale» è descritto in modo vincolante. In essa sono stabilite la precisione e l'attendibilità da raggiungere, nonché i documenti tecnici da elaborare. Il metodo per raggiungere questi obiettivi è lasciato a discrezione del singolo mandatario cui sono affidati i lavori di misurazione. A quest'ultimo incombe pertanto l'onere di dimostrare che la misurazione da lui eseguita soddisfa tutte le esigenze imposte.

L'Art. 1 dell'OTEMU esige che i lavori di misurazione siano eseguiti nel rispetto delle «regole dell'arte». Inoltre il capitolo 3 dell'OTEMU, concernente la precisione e l'attendibilità, impone di dimostrare d'aver raggiunto la qualità richiesta. Con l'impiego dei vari metodi di misurazione (ad es. con il GNSS) ci si deve sempre porre la seguente domanda: «di cosa si deve tener conto per soddisfare le esigenze prefissate?»

Se si utilizza il GNSS come metodo di misurazione, la presente direttiva aiuta il lettore a trovare una risposta a tale domanda. Se si osserva questa direttiva e la si applica con competenza, si può essere sicuri di rispettare le «regole dell'arte» e di disporre della prova di precisione e di attendibilità, per quanto siano raggiunti i valori richiesti.

Il quadro di riferimento standard per le misure in planimetria è rappresentato dalla MN95. La relazione fra MN95 e MN03 è definita ufficialmente con CHENyx06. Il passaggio dal sistema di riferimento globale, come ad es. WGS84, al quadro di riferimento svizzero MN95 si effettua mediante tre traslazioni (spesso chiamate parametri MN95).

Il **quadro di riferimento LF02 (quote usuali)** è per contro definito dall'insieme dei punti fissi altimetrici dal primo al terzo ordine. Rispetto a FINELTRA, HTRANS è una trasformazione approssimata che richiede sempre aggiustaggi locali. Di regola sono utilizzati punti di dettaglio, ma senza le altezze. Per punti di dettaglio s'intendono i punti di confine o i punti di situazione.

I concetti tecnici e le abbreviazioni sono raggruppati in ordine alfabetico nel glossario che figura al punto 1.3.

La direttiva è stata pubblicata per la prima volta il 23.11.2001 a cura della CSCC. Il gruppo di lavoro era allora composto da Alexander Hof (V+D), Heinz Lautenschlager (GR), Thomas Signer (L+T), Markus Sinniger (BE) e Dr. Fridolin Wicki (V+D).

La presente revisione della direttiva e i relativi completamenti sono stati eseguiti da Christian Gamma (AG), Laurent Huguenin (IGS), Markus Scherrer (swisstopo) e Bruno Vogel (swisstopo).

Essa è stata approvata dalla commissione tecnica della CSCC il 26.02.2009.

1.2 Campo d'applicazione

Questa direttiva vale per la **determinazione (rilevamento e tracciamento) di punti di dettaglio** nella misurazione ufficiale mediante strumenti di misurazione GNSS con l'applicazione del metodo delle misure di fase differenziale.

La direttiva è idonea sia per i lavori di tenuta a giorno, sia per i primi rilievi e per i rinnovamenti catastali. Per questi lavori, di regola, s'impiega il RTK (Real Time Kinematik). In casi particolari (ad es. perdita del segnale in terreni con topografia accidentata) si può passare alla tecnica Rapid-Static. Le misure statiche con tempo d'osservazione superiore a un'ora sono utilizzate molto raramente, ragione per cui questo metodo di misurazione non è trattato nella presente direttiva.

Questa direttiva **non vale per i lavori concernenti il livello «Punti fissi»**, come ad esempio la determinazione di PFP3, gli infittimenti della rete dei punti fissi, ecc. (vedi anche OTEMU Art. 47, cpv. 4 e le direttive per la determinazione dei punti fissi della misurazione ufficiale del novembre 2005, scaricabili dal sito www.cadastre.ch → Documentazione → Pubblicazioni). Questo documento è a disposizione solo in tedesco e in francese.

Nel caso di reti che presentano tensioni interne, si suppone che il rilevamento dei punti di dettaglio avvenga in comprensori d'estensione limitata. Di regola si tratta di zone di lavoro ben localizzate, i cui punti più esterni devono essere scelti come punti di collegamento locali. Dev'essere sempre applicata la seguente regola generale: tanto più grandi sono le tensioni locali, tanto più piccolo dev'essere il comprensorio operativo.

Nelle zone con poche tensioni, dove la precisione richiesta è stata dimostrata mediante punti di controllo, il metodo GNSS offre vantaggi rilevanti, poiché i dati possono essere rilevati e utilizzati in tempo reale, senza dover procedere ad aggiustaggi locali.

Nelle zone con movimenti di terreno permanenti, la direttiva può essere applicata solo a determinate condizioni. Tutti gli elementi del livello d'informazione trattato (punti di dettaglio) situati nelle immediate vicinanze delle zone citate devono essere misurati e considerati al momento della valutazione dei punti di collegamento.

Se per la determinazione dei punti di dettaglio sono misurate anche le altezze (per es. punti del livello d'informazione «Altimetria») questa direttiva è applicata per analogia. Si deve tener conto quindi del foglio informativo per la determinazione delle altezze nella misurazione ufficiale mediante GPS (www.cadastre.ch → Documentazione → Pubblicazioni). Questo documento è a disposizione solo in tedesco e in francese.

1.3 Glossario

AGNES	Rete automatica GNSS della Svizzera (acronimo di „Automatisches GNSS-Netz-Schweiz) comprendente circa 30 stazioni GNSS in esercizio permanente
Ambiguità	Ambiguità di fase
CH 1903	Sistema di riferimento del quadro di riferimento MN03
CH1903+	Sistema di riferimento locale rinnovato del quadro di riferimento MN95
CHENyx06	Catalogo dei dati ufficiale associato a FINELTRA per il calcolo del cambiamento del quadro di riferimento MN03 ⇔ MN95
CHTRF95	Quadro di riferimento terrestre svizzero messo in vigore nel 1995
CHTRS95	Sistema di riferimento terrestre svizzero del 1995 (globale)
Configurazione satellitare	Disposizione spaziale dei satelliti in un dato momento riferito al ricevitore GNSS in funzione
ETRS89	Sistema di riferimento terrestre europeo 1989
FINELTRA	Software per la trasformazione affine di elementi finiti.
Galileo	Sistema di posizionamento satellitare europeo su scala mondiale (operativo presumibilmente dal 2013)
GLONASS	Sistema di posizionamento satellitare sviluppato dalla Russia su scala mondiale.
GNSS	Global Navigation Satellite Systems (Abbreviazione generica che raggruppa l'insieme dei sistemi di navigazione e di posizionamento satellitari sviluppati su scala mondiale)
GPRS	General Packet Radio Service (Trasmissione dati via Internet)
GPS	Global Positioning System (Sistema di posizionamento satellitare globale sviluppato su scala mondiale dagli Stati Uniti d'America)
GSM	Global System for Mobile Communications (Trasmissione di dati tramite telefonia mobile)
HTRANS	Software per la trasformazione LN02 ⇔ RAN95
IGS	Ingegneri Geometri svizzeri: Organizzazione che raggruppa gli ingegneri geometri della Svizzera
Inizializzazione	Risoluzione delle ambiguità di fase all'inizio o durante una misurazione.
ITRS	Sistema internazionale di riferimento terrestre
L-RTK	RTK con stazione di riferimento locale: - temporanea: stazione di riferimento posata provvisoriamente - permanente: stazione di riferimento fissa (ad es, montata su un tetto o su un pilone)
LF02	Livellazione federale 1902: Altezze usuali applicate nella MU («quote sopra il livello del mare»)
LGI	Legge federale sulla geoinformazione del 5. ottobre 2007 (SR 510.62)
Linea di base	Vettore spaziale fra due stazioni GNSS misurate contemporaneamente
LRS	Stazione di riferimento locale

Misura GNSS	Rilevamento di un punto di dettaglio mediante GNSS per punto di stazionamento del ricevitore mobile
MN03	Quadro di riferimento della misurazione nazionale 1903 (Triangolazione)
MN95	Quadro di riferimento della misurazione nazionale 1995
OMU	Ordinanza sulla misurazione ufficiale (SR 211.432.2)
OTEMU	Ordinanza tecnica della misurazione ufficiale (SR 211.432.21)
Punto di dettaglio	Punto di confine o di situazione
Punto di situazione	Punto singolo dei livelli d'informazione previsti dall'OTEMU (ad es. Copertura del suolo, Oggetti singoli, Condotte)
Quadro di riferimento	Realizzazione e messa in funzione dei punti fissi geodetici e delle reti permanenti del sistema di riferimento geodetico per la misurazione mediante l'insieme delle coordinate.
RAN95	Rete altimetrica nazionale 1995: riferimento altimetrico con quote ortometriche
Rapid Static	Modo di misurazione GNSS per le applicazioni di tipo statico con durata di lavoro da 5 a 15 minuti; i dati sono elaborati successivamente in ufficio
Rover	Ricevitore mobile GNSS che registra sul terreno i segnali satellitari e li converte nella posizione in rapporto alla stazione di riferimento.
RTK	Modo di misurazione "Real Time Kinematik" (Misurazione cinematica in tempo reale)
Scarto tipo	Teorico: errore medio a priori Empirico: errore medio a posteriori
SCSN	Sistema di coordinate specifico di una data nazione (rete chilometrica integrata nel ricevitore GNSS come soluzione approssimata della trasformazione ufficiale con CHENyx06, per strumenti Leica)
Sessione	Lasso di tempo durante il quale una stazione di riferimento è in funzione in modo ininterrotto
Sessione di misure	Una sessione di misure contiene tutte le misure GNSS che soddisfano contemporaneamente le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> - le misure GNSS sono riferite alla stessa stazione o alle stesse stazioni di riferimento (VRS) - le misure GNSS sono eseguite nello stesso giorno - le misure GNSS sono eseguite con lo stesso aggiustaggio locale
SGF	Shift Grid File (rete chilometrica integrata nel ricevitore GNSS quale soluzione approssimata della trasformazione ufficiale mediante CHEyx06 per strumenti Trimble)
Sistema di riferimento	Definizione di un sistema di coordinate con la data della messa in vigore. <i>I Sistemi di riferimento terrestri globali</i> sono sistemi di coordinate cartesiane geocentrici con origine nel centro di gravità della massa terrestre <i>I Sistemi di riferimento locali</i> sono i sistemi di coordinate e i sistemi altimetrici ufficiali nazionali, gli ellissoidi di riferimento, i modelli del geoide e le proiezioni cartografiche.
Stazione di	Stazione cui si riferiscono le misure del Rover (ricevitore mobile). Su

riferimento	questa stazione sono eseguite misure statiche durante l'intera durata della sessione di misurazione.
swipos	Servizio di posizionamento in tempo reale di swisstopo
Valore DOP	Dilution of Precision: nel GNSS è il coefficiente della varianza della precisione. Siccome il DOP dipende dalla posizione relativa dei satelliti fra di loro e l'osservatore, si usa anche il termine "Geometric Dilution of Precision (GDOP).
VRS	Stazione di riferimento virtuale determinata in una rete automatica GNSS per la zona d'impiego del ricevitore mobile (Rover) sulla base di misure di stazioni GNSS permanenti
V-RTK	RTK mediante stazione di riferimento virtuale (Misurazione in collaborazione con servizi di posizionamento come ad es. swipos)
WGS84	World Geodetic System 1984 (Sistema di riferimento GPS)

2 Procedimento di misura

Questo capitolo descrive i procedimenti correnti per la determinazione dei punti di dettaglio nella misurazione ufficiale, a condizione che si utilizzino ricevitori GNSS del tipo geodetico (e non semplici ricevitori tascabili o ricevitori per i veicoli)

Contrariamente a quanto avviene per la determinazione trigonometrica dei punti, che per sua natura funziona solo a livello locale, con il GNSS si può operare sia a livello globale, sia a livello locale. È importanti che gli operatori GNSS siano sempre consapevoli di ciò che fanno e delle conseguenze delle loro decisioni riguardo al metodo di lavoro (locale o globale).

2.1 RTK con stazione di riferimento locale (L-RTK)

Il principio dell'impiego del GNSS con il procedimento di misurazione L-RTK si basa, come per tutte le applicazioni RTK, sulla trasmissione in tempo reale dei segnali di correzione da una stazione di riferimento in esercizio temporaneo o permanente verso un ricevitore mobile (Rover). La premessa è che gli strumenti siano inizializzati con successo prima della determinazione vera e propria delle coordinate (risoluzione delle ambiguità di fase).

La lunghezza delle linee di base ha un influsso diretto sulla precisione della determinazione della posizione. Più corta è linea di base, migliore è la precisione locale.

2.1.1 Metodo di misura L-RTK «temporaneo»

Nel modo di misura L-RTK «temporaneo» la stazione di riferimento viene installata, possibilmente in prossimità della zona di lavoro, unicamente per la durata della sessione di misurazione. Essa è installata su un punto fisso conosciuto, oppure in un altro posto scelto liberamente e trasmette via radio al ricevitore mobile i segnali di correzione.

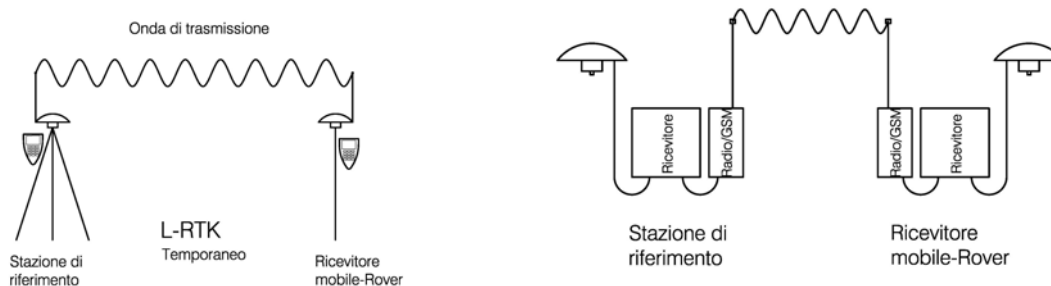


Fig. 1: Principio e schema di connessione del metodo di misurazione L-RTK con stazione di riferimento locale

2.1.2 Metodo di misura L-RTK «permanente»

Nel modo di misura L-RTK «permanente», come dice il nome, la stazione di riferimento è installata in modo permanente in una posizione ideale (orizzonte libero, installazione sicura, alimentazione elettrica, ecc.). Grazie alla migliore qualità della struttura installata, i segnali di correzione, normalmente, sono trasmessi al ricevitore mobile via GSM o, meglio ancora, via GPRS. Questo dispositivo di misurazione può essere considerato una soluzione che sta a metà strada fra il modo di misura L-RTK «temporaneo» descritto precedentemente e i servizi di posizionamento ufficiali offerti attualmente (come ad es. swipos).

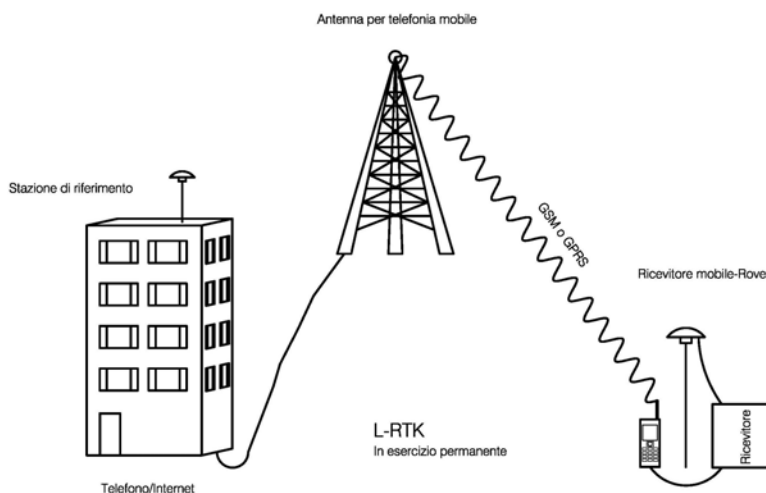


Fig. 2: Principio del metodo di misura L-RTK con stazione di riferimento locale in esercizio permanente

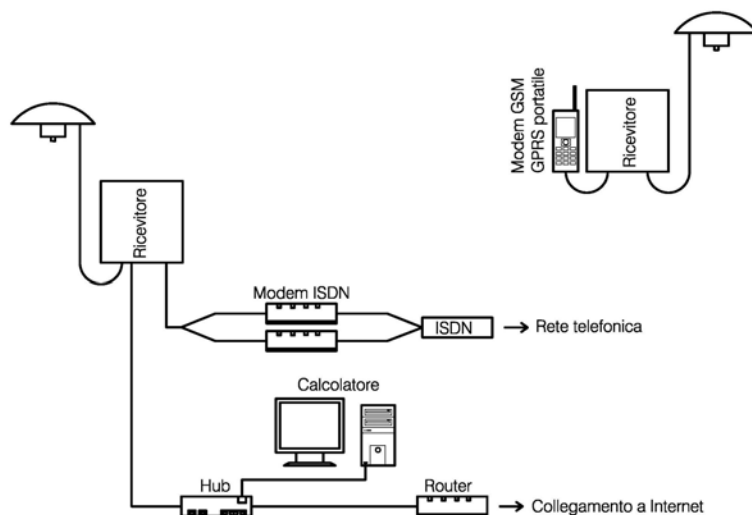


Fig. 3: Esempio del sistema di connessione per il metodo di misura L-RTK con stazione di riferimento locale permanente.

2.1.3 Esigenze da soddisfare

Per la stazione permanente:

- Scelta appropriata del sistema e del quadro di riferimento per la determinazione e la trasmissione delle coordinate della stazione di riferimento
- Installazione dell'antenna nel rispetto delle norme di sicurezza (come ad es. parafulmine, accessibilità, modalità di fissaggio, ecc.)
- Controllo regolare della stabilità dell'antenna (in planimetria e in altezza)
 - Metodo di misura misura statica (almeno 2 volte per 12h) riferita alle stazioni AGNES, oppure misura locale dei segni di riferimento eccentrici
 - Precisione scarto tipo 16 per la posizione < 1 cm, per le altezze < 2 cm
 - Frequenza prima di ogni campagna di misurazione di rilevante importanza e almeno ogni due mesi
 - Stabilità valutazione delle misure regolari e dell'ancoraggio dell'antenna
- Stato / manutenzione dell'equipaggiamento: la qualità di un sistema corrisponde a quella del suo elemento più debole. Pertanto si deve fare in modo che il livello di qualità della stazione e del ricevitore mobile corrispondano.

Per il ricevitore mobile:

- Corrispondenza con la scelta del sistema e del quadro di riferimento per le coordinate della stazione di riferimento
- Verifica periodica dei parametri di trasformazione scelti mediante numerose misure di controllo su punti conosciuti.

2.2 RTK con stazione di riferimento virtuale (V-RTK)

2.2.1 Descrizione del metodo

Con il metodo VRS, misure GNSS «virtuali» sono interpolate per la determinazione della posizione attuale dell'utilizzatore, partendo dai dati delle stazioni di riferimento circostanti. I dati interpolati corrispondono essenzialmente ai dati che sarebbero stati misurati effettivamente nella posizione dell'utilizzatore come se si trovasse su di una stazione di riferimento GNSS. La premessa per le misurazioni RTK con metodo VRS è che le stazioni di riferimento GNSS siano collegate con una centrale dove i dati possano essere elaborati in tempo reale ed essere messi subito a disposizione degli utilizzatori.

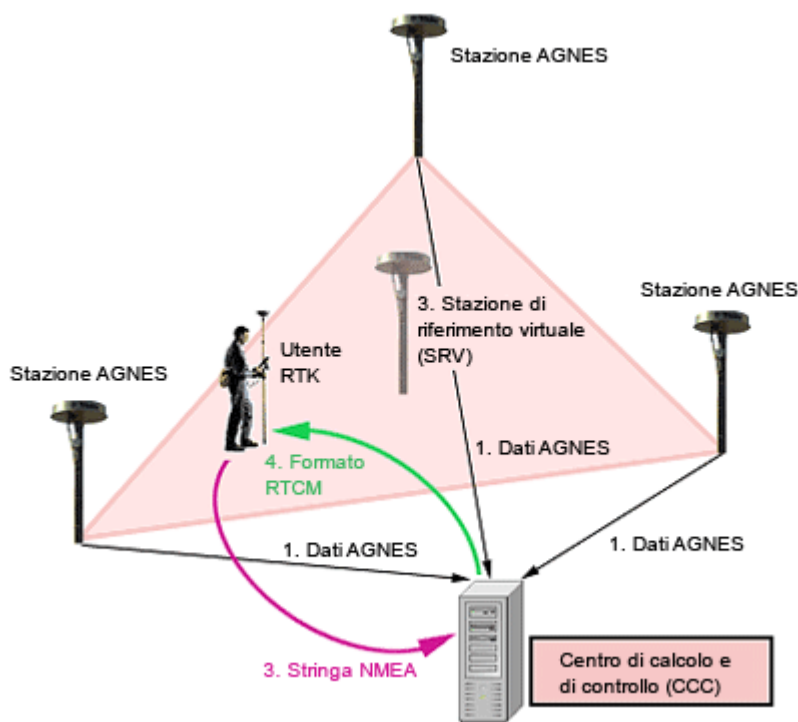


Fig. 4 Principio del metodo di misurazione RTK con stazione di riferimento virtuale

L'impiego del VRS presuppone l'esistenza di un collegamento per la comunicazione bidirezionale, poiché la posizione approssimata dell'operatore dev'essere dapprima trasmessa alla centrale ove viene lanciato il calcolo VRS e successivamente i dati per le correzioni sono trasmessi all'operatore. Nella pratica si utilizza a tale scopo GSM, oppure detti dati si possono ottenere via Internet (ad es. GPRS o altro standard di comunicazione).

Con la nuova misurazione nazionale MN95 e la messa in opera della rete automatica GNSS (AGNES) in Svizzera sono state create le basi per una moderna misurazione di tipo satellitare. Nel nostro paese negli anni 1999-2002 sono stati creati servizi di posizionamento che si basano sulla rete GNSS permanente della Confederazione e di imprese private, che permettono di determinare in tempo reale sull'intero territorio nazionale la posizione relativa GNSS. A partire dal 2007 questi servizi si sono riuniti nel servizio di posizionamento swipos. Se la rete AGNES, parte integrante della MN95, è utilizzata correttamente (ricevitore configurato correttamente), swisstopo garantisce all'operatore che lavora nel modo V-RTK che le coordinate dei punti misurati sono espresse nel quadro di riferimento ufficiale della Svizzera MN03 o MN95.

La nuova misurazione nazionale satellitare si basa sul nuovo sistema di riferimento CHTRS95 (globale), risp. CH1903+ (locale). Il quadro di riferimento MN95 si distingue per la sua alta precisione e, soprattutto, per la sua precisione omogenea rispetto ai suoi punti di riferimento. In posizione essa si situa, per l'intero territorio nazionale, nell'ordine di grandezza di un centimetro ed è garantita a lungo termine.

Il problema della lunghezza massima di una linea di base non è lo stesso per il metodo VRS e il metodo L-RTK. La qualità dell'interpolazione dei dati VRS dipende dalla distanza fra le stazioni di riferimento GNSS. Nelle reti disponibili in Svizzera tale distanza è di circa 50-70 km. La linea di base «virtuale» misurata nel caso del metodo VRS è molto corta (alcuni metri) e dipende dalla posizione approssimata indicata.

3 Misure

3.1 Geometria della rete

Le reti dei punti fissi della misurazione ufficiale (rete PFP3) presentano spesso tensioni locali. Anche dopo il cambiamento del quadro di riferimento dalla vecchia misurazione nazionale MN03 alla nuova misurazione nazionale MN95 queste tensioni non necessariamente vengono eliminate.

L'eventuale aggiustaggio locale o la dimostrazione che esso non è necessario devono essere sempre documentati (vedi capitolo 4).

Valgono le regole seguenti:

- Il principio della precisione locale in rapporto ai punti di collegamento più vicini dev'essere rispettato. Divergenze con questi punti devono essere minimizzate mediante un aggiustaggio locale. Nelle reti gerarchiche (le vecchie reti poligonometriche) si deve tener conto della relativa struttura.
- Nelle zone con tensioni, i punti più vicini devono essere utilizzati come punti di collegamento.
- Si devono evitare misure su punti esterni al perimetro di lavoro (vedi Fig. 5). Se queste misure sono indispensabili, le precisioni locali attese devono essere valutate.
- Nelle zone con misurazioni omogenee, ove la precisione locale è garantita all'interno del perimetro di lavoro (vedi Fig. 5), si devono inserire punti di controllo situati sul margine della zona di lavoro.

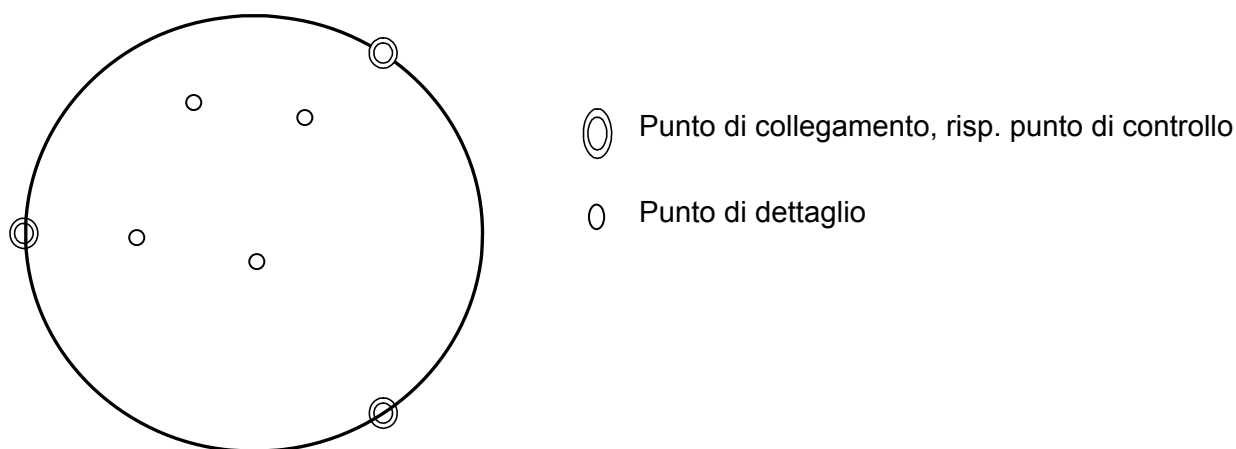


Fig. 5 Perimetro di lavoro

3.2 Tabella da utilizzare

Le condizioni indicate nella tabella sottostante valgono indipendentemente dal metodo GNSS impiegato. Tutti i punti di controllo scelti devono essere rappresentativi per l'intero perimetro di lavoro.

Le precisioni raggiungibili (scarto tipo / EM (1σ) relative a un punto ben situato in Svizzera - con orizzonte libero da impedimenti - nel quadro di riferimento MN95, risp. RAN95) sono < 2 cm in planimetria e < 4 cm in altezza.

3.2.1 Casi d'applicazione

Per principio i ricevitori GNSS misurano e fanno le necessarie elaborazioni in un sistema di riferimento globale, come ad es. WGS84(ITRS), ETRS89 oppure CHTRS95. In seguito l'esportazione dei risultati può essere realizzata dagli strumenti GNSS in un quadro di riferimento scelto liberamente.

È importantissimo che s'inseriscano nei ricevitori e nel software per la restituzione i parametri giusti, sia per la scelta del sistema di riferimento rispettivamente per il quadro di riferimento.

Per la scelta del quadro di riferimento per il RTK, il servizio di posizionamento swipos offre le seguenti possibilità:

MN95 / RAN95 Modello del geoide CHGeo2004 considerato dal ricevitore

- A *MN95 / LF02* idem, conversione supplementare con HTRANS
- B *MN03 / LF02* idem, conversione supplementare con HTRANS e FINELTRA «CHENyx06»

I parametri da inserire attualmente nei ricevitori per swipos sono visibili nel sito web:
www.swisstopo.ch → Prodotti → Servizi → Posizionamento (swipos) → swipos-GIS/GEO → Configurazione

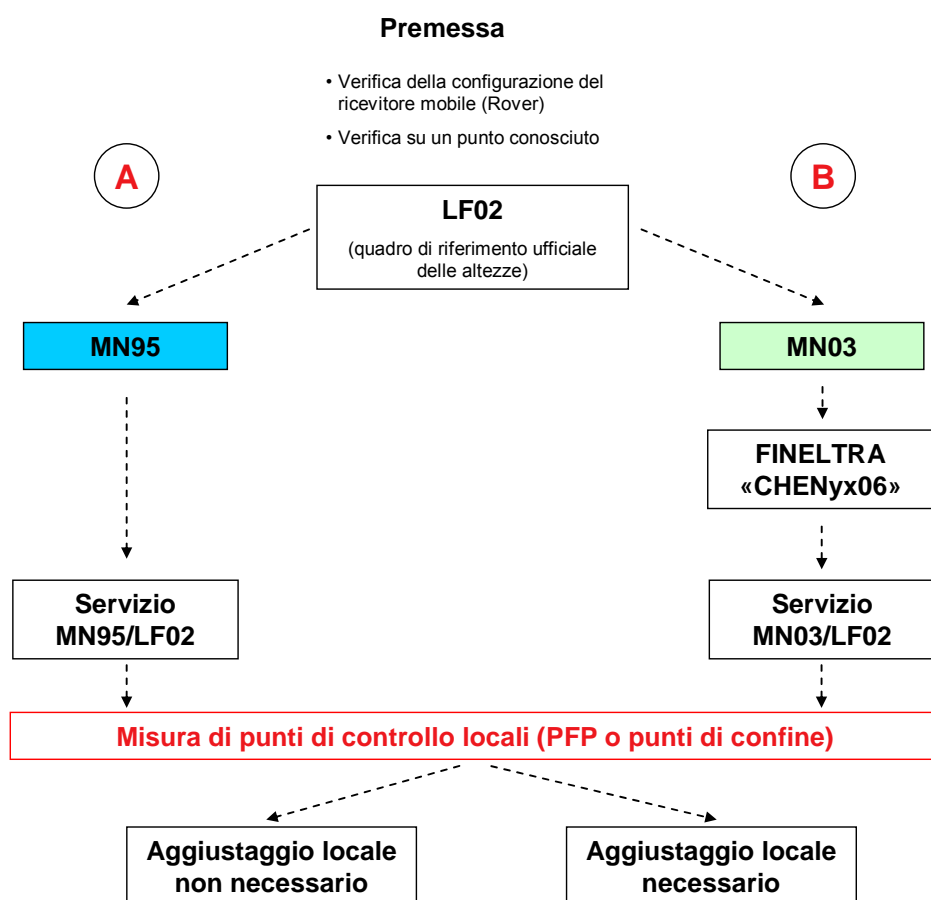


Fig. 6

Schema decisionale per la scelta del quadro di riferimento

Condizione	Impiego del GNSS per la determinazione di:	
	Punti di confine	Punti di situazione
Numero minimo di punti di collegamento necessario per il rilevamento di nuovi punti e la ricostruzione di punti mancanti.	3 PFP (vedi Fig. 5) 2 PFP + 2 PC 1 PFP + 3 PC (4 PC solo se non ci sono PFP3)	3 PC (vedi Fig. 5)
Restrizioni	Si devono considerare in special modo le condizioni geometriche come l'ortogonalità e l'allineamento.	Se i nuovi punti si trovano vicino a confini, si dovrà selezionare almeno un punto di confine come punto di controllo

3.3 Regole generali per l'impiego del GNSS

- Le coordinate globali adottate per la stazione di riferimento devono essere calcolate con i parametri ufficiali MN95, partendo da coordinate locali.
- Con le misure RTK può essere misurato un numero praticamente illimitato di punti con la stessa inizializzazione. Si consiglia tuttavia di ripetere periodicamente l'inizializzazione. Essa deve avvenire al più tardi prima della seconda determinazione di un punto.
- La durata di una misura (incluso il tempo per la connessione e per l'inizializzazione), di solito, è di circa 2 minuti. La presa di contatto con il servizio VRS (via GSM) richiede circa 15 secondi in più del caso di una stazione di riferimento locale. Se si utilizza un collegamento via Internet (GPRS) il tempo per stabilire la connessione si riduce notevolmente.
- Per il V-RTK, come pure per il L-RTK, i gestori del servizio di posizionamento devono garantire che le stazioni di riferimento siano oggetto di controlli periodici per quanto riguarda la loro stabilità e l'attendibilità del loro funzionamento.
- Devono essere rispettati i valori limite per gli indicatori di precisione forniti dai produttori dei ricevitori (ad. es. valori DOP).
- Gli errori degli apparecchi GNSS che non possono essere compensati devono essere tenuti in debito conto: le interferenze dei segnali satellitari (Multipath: riflessi sulle case, sui veicoli, corsi d'acqua, ecc.) e altri disturbi del segnale (diffrazione del segnale, ad es., a causa di boschetti, ecc.) possono causare errori che vanno dal centimetro sino al decimetro.
- Con V-RTK il servizio swipos da utilizzare è VRS-MN03-LF02 oppure VRS-MN95-LF02. Tutti i parametri del ricevitore mobile devono essere verificati prima d'iniziare le misure.
- Ci si deve assicurare che è stato installato il giusto tipo e il giusto modello di antenna, compatibile con il parametraggio della stazione di riferimento.
- Per il calcolo delle altezze (passaggio dalle altezze ellissoidiche alle altezze usuali) devono essere utilizzati prodotti di trasformazione di swisstopo Geoid «CHGeo2004» e HTRANS oppure dev'essere garantito che i produttori li abbiano già implementati.
- Il secondo rilevamento indipendente dei punti con GNSS avviene in una diversa finestra di misurazione (diversa configurazione dei satelliti). Di regola si deve osservare un intervallo di tempo di almeno 30 minuti fra la prima e la seconda misurazione. Si possono utilizzare i parametri dell'aggiustaggio locale.

4 Aggiustaggio locale

L'aggiustaggio locale deve mantenere la precisione locale di un operato catastale. La qualità originale di un operato catastale non deve essere sconvolta da un uso sconsiderato del metodo GNSS.

Ad es. con i lavori di tenuta a giorno di una misurazione catastale che poggia su di una rete poligonometrica gerarchica si deve tener conto dello stato delle vecchie poligoni (collegamenti trasversali mancanti, ricostruzioni, ecc.).

Di principio l'impiego del GNSS per la determinazione di punti di dettaglio nella misurazione ufficiale deve sempre comprendere un aggiustaggio locale.

È ammesso rinunciare a un aggiustaggio locale solo se le misure di controllo soddisfano i criteri di decisione di cui al capitolo 4.3

Il procedimento dell'aggiustaggio locale dev'essere utilizzato nelle zone con forti deformazioni locali, ove la trasformazione mediante la rete di triangoli non è sufficiente per garantire il rispetto delle esigenze di precisione dell'OTEMU. Nella misurazione ufficiale è frequente che la correzione locale di tali deformazioni sia prevista in un momento successivo. Ovviamente nelle zone con terreni in movimento permanente si applicano, per analogia, esigenze particolari. Quest'evenienza dev'essere verificata caso per caso mediante misure di riferimento su punti conosciuti. Ulteriori informazioni possono essere desunte dalle raccomandazioni della CSCC «Trattamento degli spostamenti di terreno permanenti nella misurazione ufficiale» (www.cadastre.ch → Documentazione → pubblicazioni).

4.1 In generale

La trasformazione da un sistema di riferimento geocentrico globale (CHTRS95) in un sistema locale di coordinate geocentrico (CH1903+) avviene mediante i parametri ufficiali MN95. Di regola quest'operazione avviene direttamente nei ricevitori GNSS prima della conversione nel quadro di riferimento interessato (sistema di proiezione).

Coordinate geocentriche globali (CHTRS95)	Coordinate geocentriche locali (CH1903+)
=> Coordinate geocentriche locali (CH1903+)	=> Coordinate geocentriche globali (CHTRS95)
DX = -674.374 m	DX = + 674.374 m
DY = - 15.056 m	DY = + 15.056 m
DZ = -405.346 m	DZ = + 405.346 m

È importante che si utilizzino questi stessi identici parametri per il calcolo delle coordinate della stazione di riferimento. I parametri GRANIT **non possono più** essere utilizzati.

L'aggiustaggio delle coordinate in proiezione in ambito locale avviene successivamente mediante punti d'appoggio locali nello stesso quadro di riferimento, di regola con una trasformazione con 2-4 parametri per la planimetria.

I Cantoni possono definire le zone ove si può rinunciare all'aggiustaggio locale. È tuttavia necessario eseguire misure di controllo adeguate al fine di garantire la plausibilità delle misure. Quest'operazione ha lo scopo di dimostrare che la configurazione dello strumento e l'inizializzazione sono avvenute in modo corretto e quindi non si devono temere eventuali errori grossolani.

4.2 Trasformazioni specifiche per i ricevitori

Se si impiegano trasformazioni specifiche per i vari tipi di ricevitori, si devono rispettare le istruzioni emanate dai relativi produttori. Trattandosi di soluzioni fondate su griglie ufficiali (CHENyx06), usate frequentemente sui ricevitori (ad es.: SCSN, SGF), si devono osservare scrupolosamente le regole illustrate nel foglio informativo (www.swisstopo.ch → Temi → Misurazione → Cambiamento di quadro di riferimento MN03 – MN95 → CHENyx06 / Downloads → Griglia di trasformazione). Questo foglio informativo è a disposizione solo in tedesco e in francese

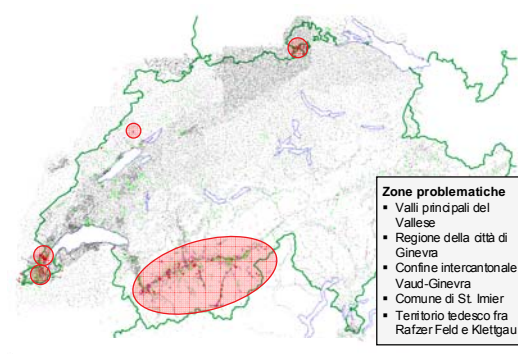


Fig. 7 Passaggio MN95 → MN03: Zone problematiche per SCSN /SGF

Nella misurazione ufficiale sono permesse soluzioni locali, rilevate in modo autonomo (ad es. su scala comunale o di gruppi di comuni) con le seguenti limitazioni:

- 1) Esse non sono dispensate dall'onere della prova del rispetto dei criteri menzionati al paragrafo 3.2. o 4.3.
- 2) Sono soggette all'approvazione del servizio cantonale di sorveglianza delle misurazioni catastali.
- 3) I dati non possono essere in nessun caso utilizzati per la determinazione di punti fissi.

Le trasformazioni specifiche per i vari ricevitori non tengono conto delle zone con terreni in movimento permanente. Queste numerose zone problematiche non sono indicate nella Fig. 7.

4.3 Criteri di decisione

Per dimostrare che non è necessario eseguire un aggiustaggio locale, si deve procedere ad una verifica degli stessi punti (punti di controllo), che sarebbero utilizzati come punti di collegamento per un aggiustaggio locale (vedi esempio pratico allegato)

Gli scarti (f_s) su tutti i punti di collegamento o di controllo devono essere inferiori alla precisione richiesta dall'OTEMU (scarto tipo in cm), come pure si devono valutare eventuali errori sistematici sulle componenti y/x, risp. E/N. I criteri per la ripartizione dei punti di collegamento e per la copertura del perimetro di lavoro devono pure essere rispettati (vedi Fig. 5) Una trasformazione di Helmert risulta in questo caso perfettamente adatta. In ogni caso si dovranno indicare le differenze constatate. Per la trasformazione di Helmert sono da controllare e giustificare i parametri stimati come pure lo scarto residuo standardizzato a posteriori.

Scarto tipo (1σ) in cm secondo OTEMU:

Categoria di punto	GT1	GT 2	GT 3	GT 4	GT 5
Punto di confine (definito esattamente)	*	3-5 5	7	15	35
Punto di confine (non definito esattamente)	*	20	35	75	150
Punto di dettaglio (definito esattamente)	*	10	20	50	100
Punto di dettaglio (non definito esattamente)	Secondo OTEMU Art. 29 cpv. 2				

*) secondo le prescrizioni cantonali, però almeno come per GT 2

Se le condizioni sopra citate non sono soddisfatte, si devono prevedere aggiustaggi locali. In questo caso si devono giustificare i parametri di trasformazione e gli scarti residui sui punti di collegamento. Se gli scarti residui sono superiori allo scarto tipo richiesto o nel caso di un fattore scala, rispettivamente di una rotazione di grandezza inusuale, si deve riesaminare la disposizione delle misure in riferimento ai punti di aggiustaggio e punti di controllo e completarla, se del caso, con punti supplementari. Se nonostante le misure complementari, non si riesce rispettare le prescrizioni fissate, si dovrà trovare una soluzione con il servizio cantonale delle misurazioni catastali.

5 Prova della precisione e dell'attendibilità

La documentazione (protocollo di calcolo) deve dare informazioni sulla precisione e l'attendibilità raggiunte.

La precisione richiesta dev'essere dimostrata per ogni punto. Se essa non può essere raggiunta si devono chiarire le relative cause. In tutti i casi si deve procedere alla ripetizione delle misure o a eseguire misure complementari.

5.1 Livelli d'informazione «Beni immobili» e «Confini giurisdizionali», come pure punti singoli ben determinati secondo l'art. 8, cpv. 4 OTEMU

Secondo l'OTEMU, per i punti di questi temi (principalmente per i punti di confine), si deve dimostrare mediante un calcolo che lo scarto tipo empirico (E.M. 16) è stato rispettato e, mediante valori statistici, che la stessa cosa è avvenuta per l'attendibilità. Nella pratica la prova è ottenuta confrontando gli elementi di misura ridondanti con il valore calcolato.

A tale scopo risulta indispensabile un controllo efficace per il quale sono disponibili diversi metodi:

- rilievo multiplo indipendente degli stessi punti con GNSS (seconda misurazione). Di regola si calcola la media delle coordinate, a condizione che la qualità dei rilevamenti sia paragonabile.
- rilievo multiplo indipendente degli stessi punti con GNSS e mediante tacheometro. Le coordinate di regola vengono mediate, ammesso che risulti una qualità di rilevamento comparabile.
- Rilievo semplice dei punti con GNSS e mediante misure di controllo efficaci. Quest'ultime devono essere scelte in modo che per la posizione sia possibile effettuare il controllo in due direzioni. Le misure di controllo possono essere eseguite sia fra i nuovi punti, sia fra quelli esistenti. Sono riprese le coordinate derivate dal rilevamento dei punti.

Le misure di controllo devono soddisfare le stesse esigenze di precisione della prima determinazione.

In generale, per la precisione planimetrica (attributo PrecPlan), possono essere considerati come prova di qualità gli scarti tipo empirici oppure i valori massimi ammissibili dell'OTEMU o le prescrizioni cantonali. Lo scarto tipo dimostrato (empirico) dev'essere minore o uguale allo scarto tipo teorico richiesto.

L'attendibilità può essere confermata se la valutazione dell'aggiustaggio secondo il capitolo 4.3 ha dato un esito positivo.

5.2 Livelli d'informazione «Copertura del suolo» e «Oggetti singoli»

Per i punti singoli si deve dimostrare lo scarto tipo teorico dei metodi di misurazione e di calcolo. La prova dell'attendibilità non è necessaria. Oltre alla precisione delle misure si deve anche tener conto della precisione della determinazione.

6 Documentazione

6.1 Documentazione generale

La documentazione dev'essere allestita in modo tale che il calcolo delle coordinate e l'eventuale aggiustaggio locale possano essere ricostruiti passo per passo.

Per ogni equipaggiamento GNSS dev'essere elaborata una lista di controllo. La configurazione di ogni ricevitore GNSS e della stazione di riferimento permanente dev'essere a disposizione degli utilizzatori sia in forma digitale, sia su carta. Questi elementi devono far parte integrante della procedura di gestione della qualità interna della ditta esecutrice dei lavori ed essere adeguatamente documentati. Si raccomanda di proteggere il parametraggio da ogni modifica accidentale o inappropriata, ad. es. mettendolo sotto chiave.

6.2 Documentazione per ogni sessione di misura

L'esecuzione e i risultati delle verifiche devono essere protocollati con una lista di controllo. L'intera documentazione corrisponde, per analogia, a quella delle misurazioni terrestri della misurazione ufficiale; in più deve contenere indicazioni supplementari in merito alla decisione di aggiustaggio locale (punti di collegamento, parametri di trasformazione, scarti residui, eventuale piano dei vettori).

6.3 Esempi di lista di controllo GNSS per i metodi V-RTK e L-RTK

Gli operatori delle misurazioni, nell'ambito della procedura di gestione della qualità interna della loro ditta, sovente, elaborano proprie liste di controllo adattate ai propri equipaggiamenti GNSS. I protocolli delle misure e dei calcoli non documentano completamente i lavori. Pertanto essi devono essere completati caso per caso sulla base di liste di controllo. Una tale lista potrebbe presentarsi come indicato sulla pagina seguente e dovrebbe contenere le seguenti informazioni:

Lista di controllo per misurazioni GNSS (V-RTK)

Progetto:			
Comune:		Grado di tolleranza	GT2 <input type="checkbox"/> GT3 <input type="checkbox"/> GT4 <input type="checkbox"/>
Operatore/ice:		Data:	
Servizio di posizionamento: (swipos-GIS/GEO)	<input type="checkbox"/> VRS-MN95-RAN95 <input type="checkbox"/> VRS-MN95-LF02 <input type="checkbox"/> VRS-MN03-LF02		
Tipo ricevitore (Rover):	Tipo:	Tipo antenna (Rover)	Tipo
Parametraggio del ricevitore	<input type="checkbox"/> Parametri di trasformazione (Parametri MN95): $X_{1903+} = X_{CHTRS95} - 674.374 \text{ m}$ $Y_{1903+} = Y_{CHTRS95} - 15.056 \text{ m}$ $Z_{1903+} = Z_{CHTRS95} - 405.346 \text{ m}$ <input type="checkbox"/> Proiezione (MN03 / MN95) <input type="checkbox"/> SCSN / SGF disattivato <input type="checkbox"/> Geoide CHGEO2004 <input type="checkbox"/> Tipo antenna		
Indicazione di precisione sul ricevitore:	Orizzontale 0.02 m / (Verticale: 0.03 m)		
Aggiustaggio locale:	SÌ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Punti di collegamento, punti di controllo	PFP:	PC:	
Eventuale parametri di trasformazione approvati:			

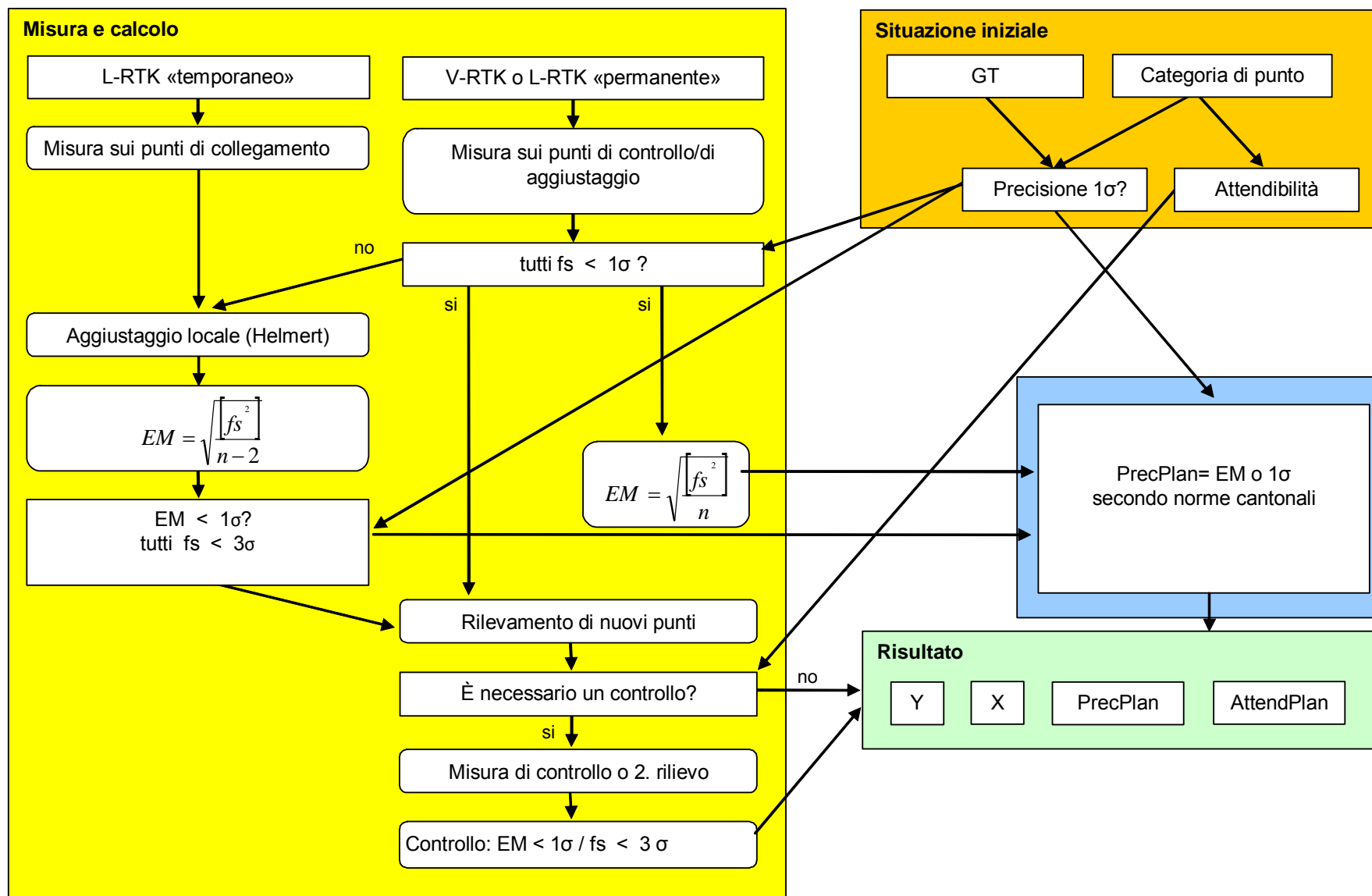
		1 ^a Misura	2 ^a Misura
Lavori preparatori:	<u>Parametraggio</u> del ricevitore, <u>compatibilità</u> del parametraggio con il servizio di posizionamento scelto e <u>inizializzazione</u> eseguita con successo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altezza dell'antenna (Rover):	Altezza in metri e centimetri		
Avvio della sessione di misure	Ora dell'avvio in ore e minuti		
Geometria della rete per il rilevamento dei punti:	Condizioni relative al perimetro di lavoro: - I punti di collegamento o di controllo si trovano al margine del perimetro - I punti da rilevare sono tutti interni al perimetro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durata della misura	Durata media in secondi di una misura GNSS		
Osservazioni:			

Lista di controllo per misurazioni GNSS (L-RTK)

Progetto:			
Comune:		Grado di tolleranza	GT2 <input type="checkbox"/> GT3 <input type="checkbox"/> GT4 <input type="checkbox"/>
Operatore/ice:		Data:	
Tipo ricevitore (Stazione di riferimento)	Tipo:	Tipo antenna (Stazione di riferimento)	Tipo
Indicazioni sulla stazione di riferimento	TEMPORANEA <input type="checkbox"/> PERMANENTE <input type="checkbox"/> Riferimento..... (Coord.: / Altezza:.....)		
Tipo ricevitore mobile (Rover):	Tipo:	Tipo antenna (Rover)	Tipo
Parametraggio del ricevitore	<input type="checkbox"/> Geoide CHGEO2004 <input type="checkbox"/> SCSN / SGF <input type="checkbox"/> Tipo Antenna		
Indicazione di precisione del ricevitore:	Orizzontale 0.02 m / (Verticale: 0.03 m)		
Aggiustaggio locale:	Sì <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Punti di collegamento, punti di controllo o parametri di trasformazione approvati:	PFP:	PC:	
Eventuali parametri di trasformazione approvati:			

		1 ^a Misura	2 ^a Misura
Lavori preparatori:	Parametraggio del ricevitore, <u>compatibilità</u> del parametraggio con il servizio di posizionamento scelto e <u>inizializzazione</u> eseguita con successo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Altezza dell'antenna (Stazione di riferimento)	Altezza in metri e centimetri		
Avvio delle misure di riferimento	Ora dell'avvio in ore e minuti		
Fine delle misure di riferimento	Ora della fine in ore e minuti		
Altezza dell'antenna (Rover):	Altezza in metri e centimetri		
Avvio della sessione di misure	Ora dell'avvio in ore e minuti		
Geometria della rete per il rilevamento dei punti:	Condizioni relative al perimetro di lavoro: - I punti di collegamento o di controllo si trovano al margine del perimetro - I punti da rilevare sono tutti interni al perimetro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durata delle misure	Durata media in secondi di una misura GNSS		
Osservazioni:			

Allegato



Esempio di utilizzazione della tabella per le decisioni

a) GT2, Mutazione nel livello «Beni immobili», tre nuovi punti (definiti esattamente)

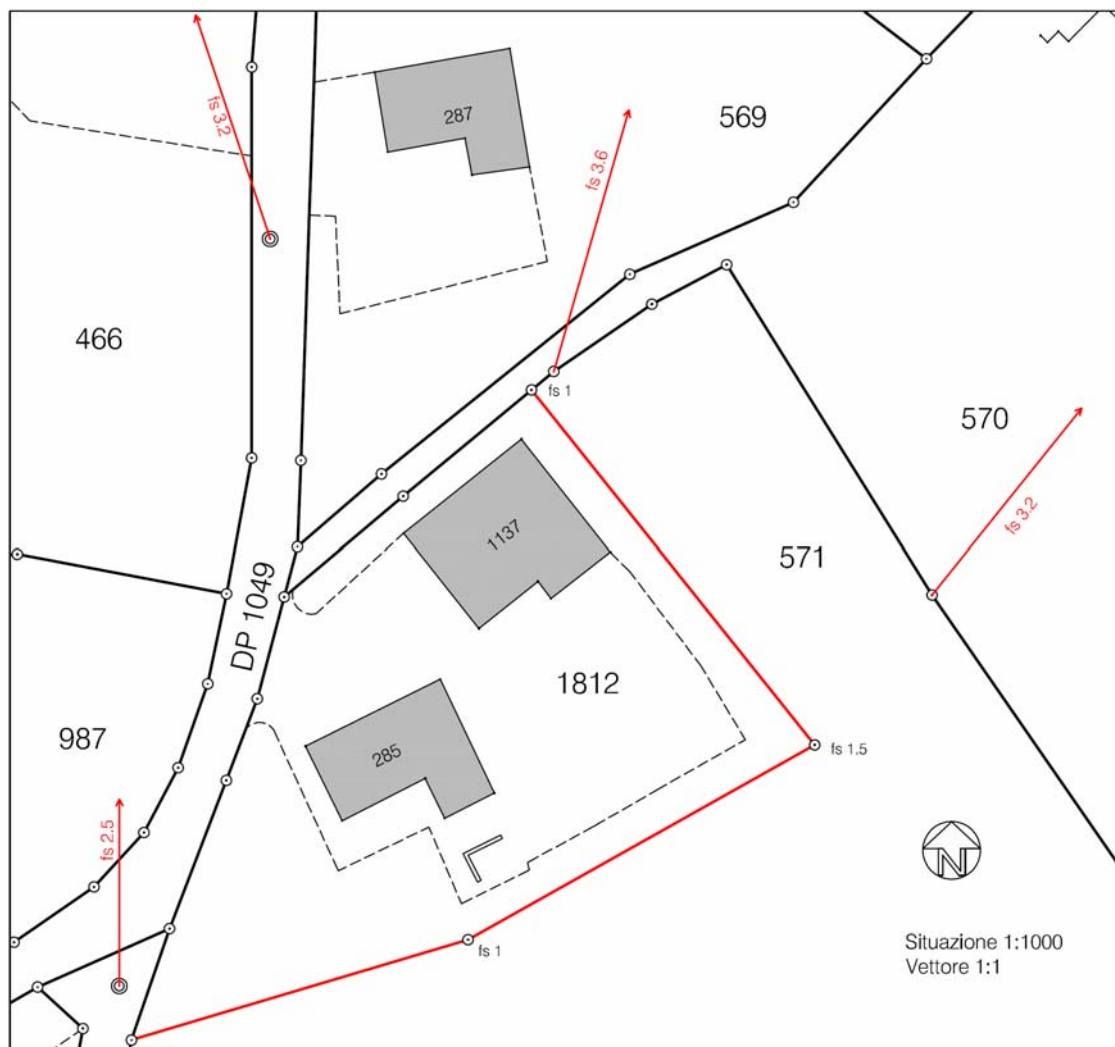
I nuovi punti devono essere attendibili. La precisione da raggiungere 1σ (secondo l'OTEMU) è di 5.0 cm.

Le misure sono eseguite con il metodo V-RTK su 4 punti di controllo: 2 PFP3 e 2 PC.

Gli scarti residui ottenuti su questi 4 punti sono (-1.0; 3.0), (0.0; 2.5), (1.0; 3.5) e (2.0; 2.5) cm, oppure come f_s 3.2, 2.5, 3.6 e 3.2 cm. f_s : sono tutti inferiori a 5.0 cm (1σ). Pertanto un aggiustaggio locale non risulta necessario (anche se i vettori dei residui indicano una certa sistematicità nella direzione X).

Lo scarto tipo (stima della 1σ) è di 3.2 cm.

L'operatore inizia il rilevamento (o il tracciamento) dei tre nuovi punti. Dopo mezz'ora egli effettua un secondo rilevamento, con gli stessi parametri, e ottiene scarti (f_s) di 1.0, 1.5 e 1.0 cm. Lo scarto tipo è di 1.2 cm e tutti $f_s < 15.0$ cm.



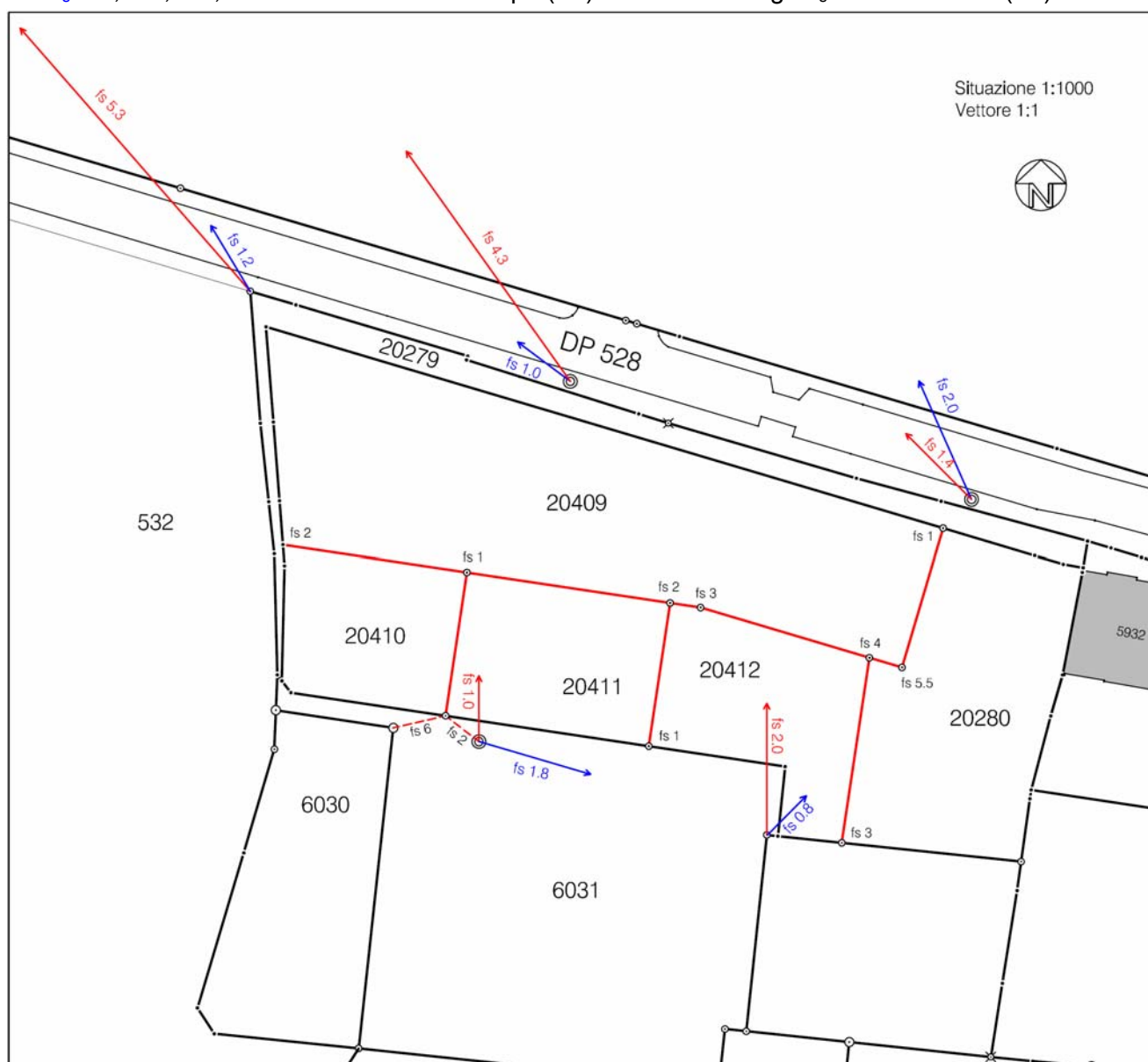
Si possono calcolare le coordinate medie e ad esse sono assegnati gli attributi PrecPlan = 5.0 cm, risp. AttendPlan = sì (il valore di 5.0 cm corrisponde alle norme cantonali).

b) GT2, Mutazione nel livello d'informazione «Beni immobili», 10 nuovi punti (definiti esattamente)

I nuovi punti devono essere attendibili. La precisione da raggiungere 1σ (secondo OTEMU) è di 5.0 cm.

Le misure sono eseguite con il metodo V-RTK su 5 punti di controllo:
3 PFP3 und 2 PC.

Gli scarti residui su questi 5 Punti sono di (-1.0; 1.0), (-2.5; 3.5), (0.0; 1.0), (0.0; 2.0) e (-3.5; 4.0) cm, ossia con f_s 1.4, 4.3, 1.0, 2.0 e 5.3 cm. Un f_s è > 5.0 cm (1σ). Un aggiustaggio locale (trasformazione di Helmert) è quindi necessario. Gli scarti così ottenuti sui punti scelti come punti di collegamento sono: (-0.8; 1.8), (-0.8; 0.6), (1.7; -0.5), (0.6; 0.6) e (-0.6; 1.0) cm, ossia con f_s 2.0, 1.0, 1.8, 0.8 e 1.2 cm. Lo scarto tipo (1σ) è di 1.9 cm e ogni f_s è < di 15.0 cm (3σ).



L'operatore procede al rilevamento (o al tracciamento) dei dieci nuovi punti e dopo circa mezz'ora esegue un secondo rilevamento con gli stessi parametri iniziali, ottenendo degli scarti (f_s) rispetto alla prima misurazione di 2.0, 1.0, 2.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.5, 3.0 e 1.0 cm. Il decimo punto, a causa di un impedimento, non ha potuto essere misurato una seconda volta con il GNSS. È stato però possibile determinarlo mediante la misure di due distanze effettuate con la binda metrica: la prima da un punto di confine vicino e la seconda da un PFP3. Gli scarti su

queste due distanze sono di 6.0 e 2.0 cm. Lo scarto tipo di tutte le misure (compreso quelle con la binda metrica) è di 3.3 cm. Due f_s sono > 5.0 cm e < 15.0 cm, quindi le misure sono accettate.

Si possono calcolare le coordinate medie che ricevono l'attributo $\text{PrecPlan} = 5.0$ cm risp. $\text{AttendPlan} = \text{sì}$ (il valore 5.0 cm risulta dal calcolo degli errori, rispettivamente dalle norme cantonali).

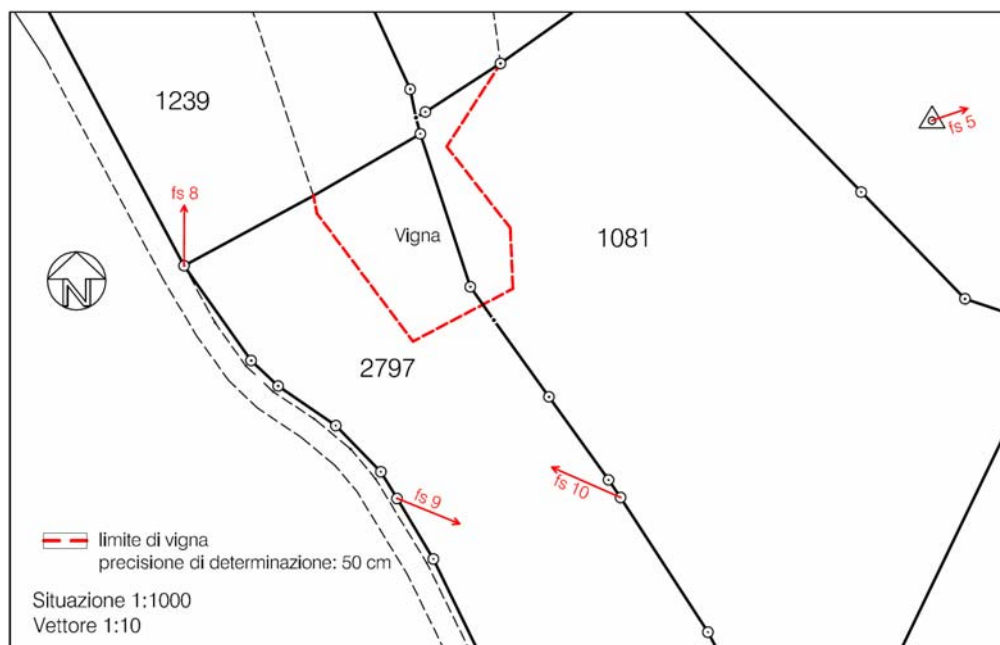
c) GT3, Mutazione nel livello d'informazione «Copertura del suolo», 5 nuovi punti (non definiti esattamente)

I nuovi punti non devono presentare un alto livello d'attendibilità. La precisione da assegnare ai punti è la precisione di determinazione.

Le misure sono eseguite con il metodo V-RTK su 4 punti di controllo:

1 PFP2 und 3 PC.

Su questi 4 punti si hanno f_s di 5.0, 8.0, 9.0 und 10.0 cm. Lo scarto tipo è di 8.2 cm. Questo valore è inferiore alla precisione di determinazione che è stata stimata di 50 cm. I punti possono essere determinati con una sola misura. Essi ricevono gli attributi $\text{PrecPlan} = 50.0$ cm risp. $\text{AttendPlan} = \text{no}$



Osservazione importante: Questo «aggiustaggio» non è permesso per la determinazione di punti di confine.