



# REGIONE DEL VENETO

AREA TUTELA E SVILUPPO DEL TERRITORIO - DIREZIONE INFRASTRUTTURE TRASPORTI E LOGISTICA

UO INFRASTRUTTURE STRADE E CONCESSIONI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Marco d'Elia

SISTEMA FERROVIARIO METROPOLITANO REGIONALE

**S. F. M. R.**

(Atto del 06/12/2016)

LINEE VENEZIA-QUARTO D'ALTINO e MESTRE-TREVISO

ELIMINAZIONE DEI P.L. AL km 1+337 e km 1+445

**VENEZIA - Via Gazzera Alta**

PROGETTO ESECUTIVO

INTERVENTO 1.09bis				N° ELABORATO	
ELABORATI TECNICO ECONOMICI				18.02.00.00	
Capitolato speciale d'appalto - Norme tecniche Rilievi e tracciamenti				SCALA -	
				NOME FILE 0409E02-18020000-DCT001_E00	
E00	Emissione	10/2019	F. Lorenzin	D. Clauser	M. Fioratti
Revisione	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
COMMESSA	DOCUMENTO	REV.	TAVOLA		
0409E02	D CT 001	E00	1 di 1		
Il Direttore Tecnico Ing. Stefano Susani		Il Progettista e Responsabile dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche Ing. Michele Fioratti			
 Via Squero, 12 - 35043 Monselice (PD)					

## INDICE

<b>1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....	3
1.2	NORMATIVA NAZIONALE .....	3
1.3	ABBREVIZIONI .....	4
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI .....</b>	<b>6</b>
3.1	STRUMENTAZIONE .....	6
3.1.1	Strumentazione GPS .....	7
<b>4</b>	<b>PRESCRIZIONI GENERALI .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>ESECUZIONE DELLE ATTIVITA' TOPOGRAFICHE .....</b>	<b>9</b>
5.1	PREMESSE .....	9
5.2	CAMPO D'APPLICAZIONE .....	9
<b>6</b>	<b>ELENCO DELLE ATTIVITA' .....</b>	<b>10</b>
6.1	POLIGONALI DI PRECISIONE .....	10
6.1.1	Scelta dei vertici di partenza e controllo della conformità degli stessi .....	10
6.1.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi vertici .....	10
6.1.3	Azimut di direzione e orientamento iniziale .....	11
6.1.4	Modalità di lettura strumentale e tolleranze .....	11
6.1.5	Registrazioni delle misure .....	12
6.1.6	Compensazione ed elaborazione dati .....	12
6.1.7	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi .....	12
6.2	LIVELLAZIONE GEOMETRICA .....	13
6.2.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi .....	13
6.2.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi .....	13
6.2.3	Scelta della strumentazione .....	14
6.2.4	Modalità di lettura strumentale e tolleranze .....	14
6.2.5	Registrazione delle misure .....	15
6.2.6	Compensazione di elaborazione dati .....	16
6.2.7	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi .....	16
6.2.8	Documentazione topografica .....	16



6.3	RILIEVI PLANOALTIMETRICI.....	17
6.3.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi .....	17
6.3.2	Orientamento iniziale .....	17
6.3.3	Scelta della strumentazione.....	17
6.3.4	Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati.....	18
6.4	TRACCIAMENTI PLANOALTIMETRICI.....	21
6.4.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi .....	21
6.4.2	Orientamento iniziale .....	21
6.4.3	Scelta della strumentazione.....	21
6.4.4	Calcolo dei valori di tracciamento .....	22
6.4.5	Modalità di tracciamento.....	22
6.4.6	Tolleranze .....	23
6.4.7	Documentazione topografica .....	23

# **1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE**

La presente sezione di Capitolato ha lo scopo di descrivere e standardizzare le fondamentali operazioni topografiche svolte per:

- Poligonali
- Livellazione geometrica
- Rilievi planoaltimetrici
- Tracciati planoaltimetrici.

## **1.1 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

I lavori saranno eseguiti in accordo alle norme di legge, istruzioni e normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento e nelle sezioni di Capitolato richiamate nel testo. Di seguito viene indicata la principale normativa e documentazioni di riferimento.

## **1.2 NORMATIVA NAZIONALE**

- D.P.R. 06 giugno 2001, n.380 “Testo Unico per l’Edilizia” e s.m.i.
- D.Lgs. 18 aprile 2016, n.50 “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull’aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure di appalto degli enti erogatori nei settori dell’acqua, dell’energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.” E s.m.i.
- D.Lgs. 09 aprile 2008, n.81 “Attuazione dell’Articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e s.m.i.
- D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” e s.m.i.



- Circolare 02 febbraio 2009, n. 617/C.S.LL.PP. “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008” e s.m.i.

### **1.3 ABBREVIZIONI**

Cls: Calcestruzzo

I.G.M.: Istituto Geografico Militare Italiano

I.I.M.: Istituto Idrografico Marina

L.E.C.: Libretto elettronico di Campagna

p.p.m.: Parti per milione

TA: Tolleranza altimetrica

TP: Tolleranza planimetrica



## 2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Prima di iniziare i lavori di sterro e riporto l'APPALTATORE è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, e nel caso in cui ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo, dovrà procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della conservazione, in entrambi i casi, dei capisaldi di partenza. Detti capisaldi dovranno essere correlati con la rete utilizzata per la redazione della cartografia di base partendo dai riferimenti posti nelle tavole di progetto.

### 3 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

#### 3.1 STRUMENTAZIONE

Lo stato di rettifica di tutte le apparecchiature impiegate, sia per i rilievi di campagna che per la restituzione dovrà essere controllato prima dell'inizio effettivo dei lavori.

I rilievi angolari dovranno essere eseguiti con teodolite di precisione tale da consentire un alettura diretta di almeno due secondi centesimali; quelli lineari con distanziometro elettronico o tellurometro aventi una precisione, indipendentemente dalla distanza misurata, non inferiore a  $\pm 5\text{mm} + 10 \times 10^{-6} \times D$  – E.q.m. (errore quadratico medio).

Per tutti i calcoli topografici i valori delle funzioni trigonometriche avranno un adeguato numero di cifre decimali in modo che, in qualsiasi modo si sviluppino i calcoli, i risultati parziali e finali garantiscono sempre uguale la terza cifra decimale per le misure lineari (esprese in metri) e la quarta cifra decimale per le misure angolari (esprese in gradi centesimali).

Oer le relative livellazioni geometriche di precisione saranno utilizzati livelli di precisione muniti di lamina pian parallela o ottica elettronica con registrazione dei dati.

A parità di prestazioni, sono da preferire gli strumenti dotati di indice (o di compensatore) verticale automatico e di sistema di lettura diametrale al cerchio orizzontale. Qualora si intendano eseguire i calcoli tramite procedure informatizzate, sono da preferire i sistemi automatici di registrazione dei dati, quale sistema integrativo degli usuali quaderni di campagna ove riportare le letture effettuate.

La strumentazione dovrà essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di

tracciamento.

In alternativa, per i lavori non contabilizzati a misura, potranno essere redatti verbali giornalieri di campagna, eventualmente integrati dalle stampe emesse dagli strumenti elettronici, in cui saranno annotate almeno le seguenti informazioni:

- Nome e qualifica degli operatori impiegati
- Data
- Ora di inizio e fine delle operazioni
- Tipo e numero di matricola degli strumenti impiegati
- Altezza dello strumenti
- Condizioni meteorologiche e temperatura.

Dopo ogni messa in stazione l'ESECUTORE controllerà inoltre:

- che il punto di stazione sia stato materializzato sul terreno;
- che lo strumento sia stato posizionato correttamente;
- che l'altezza dello strumento sia stata determinata con la massima cura e riportata correttamente sul libretto di misura o sul verbale di campagna;
- che le rilevazioni e le letture avvengano secondo le metodologie e le tolleranze indicate nel presente documento.

L'impiego di strumentazione diversa da quella riportata dovrà comunque essere concordata con la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

### **3.1.1 Strumentazione GPS**

L'utilizzo della strumentazione GPS è ammesso qualora non sia possibile risalire ai punti materializzati nel territorio ed utilizzati per la realizzazione della cartografia di base. La validità del GPS è da intendersi esclusivamente per la parte planimetrica ovvero per la determinazione delle coordinate Nord ed Est (X,Y), impostando un sistema di coordinate secondo quanto esposto nel precedente capitolo "INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO".





## 4 PRESCRIZIONI GENERALI

Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere a quanto necessario affinché tutte le Imprese operanti si avvalgano e facciano riferimento ad un'unica rete di capisaldi in tutte le fasi di realizzazione del progetto (indagini, ingegneria, costruzioni, controlli).

Sarà cura dell'APPALTATORE provvedere a quanto necessario ad evitare manomissioni del reticolo di capisaldi. Nel caso in cui, per esigenze di lavoro o in conseguenza di avvenimenti (anche non dipendenti dall'APPALTATORE) di qualsiasi natura, il reticolo (o singoli capisaldi) risultassero manomessi, sarà cura dell'APPALTATORE provvedere ai necessari ripristini.

Sarà cura dell'APPALTATORE, ove richiesto, mettere a disposizione della DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE la documentazione, la strumentazione e il personale tecnico e ausiliario necessari per la effettuazione dei rilievi che la stessa ritenesse opportuni per eventuali controlli in fase di costruzione.

## **5 ESECUZIONE DELLE ATTIVITA' TOPOGRAFICHE**

### **5.1 PREMESSE**

La presente sezione ha lo scopo di descrivere le fondamentali operazioni che si andranno a svolgere, nei vari cantieri:

- poligonali topografiche
- livellazioni geometrica
- rilievi planoaltimetrici
- tracciamenti planoaltimetrici.

Resta inteso che particolari operazioni dettate dall'aspetto esecutivo delle varie opere, quali ad esempio conduzione delle frese con laser o distanziometri elettronici motorizzati intrecciati con opportuni software, valutazione dei cedimenti delle centine ecc., seppur fondamentalmente legate alle tolleranze ed alle modalità operative delle operazioni di seguito descritte, andranno valutate di caso in caso e supportate con integrazioni al presente documento.

### **5.2 CAMPO D'APPLICAZIONE**

Le operazioni topografiche elencate sono rivolte essenzialmente all'esecuzione di rilievi planoaltimetrici ed al posizionamento di opere d'arte.

Nello svolgimento delle attività potranno essere presenti contemporaneamente più operazioni fra quelle indicate, scelte secondo le necessità operative o criteri di buona esecuzione ed espletate nel rispetto delle tolleranze di seguito descritte.

Le operazioni di rilievo e tracciamento saranno quindi supportate da poligonali topografiche e livellazioni ed eventualmente rilevazione tramite strumentazione GPS.

## **6 ELENCO DELLE ATTIVITA'**

### **6.1 POLIGONALI DI PRECISIONE**

#### **6.1.1 *Scelta dei vertici di partenza e controllo della conformità degli stessi***

Si assumeranno come punti di partenza i vertici utilizzati per la restituzione della cartografia. Se tali vertici risultassero inutilizzabili saranno determinati nuovi punti attraverso poligoni o determinazioni GPS abbinate per quanto concerne l'altimetria a livellazioni. Visto il metodo di restituzione della cartografia di base, qualora non fossero più materializzati i vertici delle poligoni di appoggio o risultassero alterati i punti di riferimento, qualsiasi punto può essere utilizzato per la ricostruzione del sistema locale a patto che le coordinate stesse vengano desunte a partire dai files CAD in cui si è in grado di leggere la terna x,y,z.

#### **6.1.2 *Posizionamento e materializzazione dei nuovi vertici***

La materializzazione dei vertici della rete di raffittimento delle poligoni verrà realizzata mediante centrini metallici a testa sferica punzonata con numerazione incisa sulla parte metallica. I centrini metallici devono essere realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisi sulla base la scritta che sarà indicata dal Direttore dei Lavori, l'anno di apposizione e il numero progressivo del vertice o caposaldo. I centrini metallici devono essere stabilmente murati su manufatti esistenti con malta di cemento composta da kg 600 di cemento tipo 425 per metro cubo di sabbia lavata e vagliata, scevra da materie micacee con superiore spolveratura di cemento assoluto e lisciatura. I centrini metallici devono essere protetti, ove sia necessario, in pozzetti, con piastra metallica di chiusura ricavati nei manufatti in cls o murati su roccia affiorante. Potranno essere inoltre utilizzate mensole e piastre in acciaio per il centramento forzato debitamente fissate ai manufatti in cls.

L'identificazione dei nuovi punti avverrà tramite targhette metalliche poste in corrispondenza degli stessi, nelle adiacenze, tramite chiodi infissi nel cls o tramite punzonatura del centrino.

### **6.1.3 Azimut di direzione e orientamento iniziale**

Ove possibile, per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre, e comunque non meno di due vertici della rete di raffittimento. L'orientamento avverrà al vertice più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento ai vertici più vicini.

L'angolo di orientamento sarà rilevato effettuando almeno sei insiemi di letture angolari con il metodo delle direzioni isolate, differenziando se necessario l'orario delle osservazioni.

### **6.1.4 Modalità di lettura strumentale e tolleranze**

I lati della poligonale dovranno avere possibilmente lunghezza costante, compresa fra 300 e 1.000 m; la poligonale non potrà avere sviluppo complessivo superiore a 10 km e non più di 20 vertici di stazione.

Gli angoli azimutali e zenitali verranno determinati attraverso almeno sei strati di letture. Lo scarto massimo fra i valori angolari dei vari strati non dovrà essere superiore ai dodici secondi qentesimali.

Le osservazioni che superino tali valori andranno ripetute.

Le tolleranze per l'esecuzione di poligonali o intersezioni multiple per la determinazione di nuovi punti trigonometrici atti all'inquadramento topografico delle stazioni per il tracciamento delle opere saranno le seguenti:

- tolleranza angolare  $\Delta\alpha = 0012 \times n^{0.5}$ , dove n è il numero dei vertici;
- tolleranza lineare  $\Delta L = 0.009 \times \sqrt{\sum l}$  (km) + 0.003 n + 0.002 x  $\sum l$  (km) dove  $\sum l$  è la sommatoria della lunghezza dei lati ed n è il numero dei vertici.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale dovrà essere ottenuta mediante livellazione geometrica di precisione.

### **6.1.5 Registrazioni delle misure**

Prima dell'inizio dei lavori verrà predisposto un adeguato numero di libretti di misura, che dovranno essere firmati e numerati dal responsabile della topografia, numerando progressivamente le pagine ed i libretti stessi.

Sui libretti, riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati in maniera indelebile e senza cancellazioni invisibili.

Nel caso di registrazione con supporti magnetici o registratori dati, la memorizzazione avverrà di norma per punti con record a lunghezza fissa contenenti i dati di campagna. In quest'ultimo caso i dati registrati andranno stampati a fine giornata e dovrà essere predisposta una copia di sicurezza degli stessi su supporto informatico adeguato.

### **6.1.6 Compensazione ed elaborazione dati**

I dati rilevati per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti di stazione saranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

### **6.1.7 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per la poligonale è necessario predisporre le monografie dei vertici che dovranno contenere:

- Codice del vertice;
- coordinate;
- schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti caratteristici stabili e facilmente individuabili sul terreno e in galleria invece viene indicata la progressiva;
- schizzo prospettico o fotografia;

- quota del vertice ellissoidica e ortometrica, con indicazione della metodologia con cui è stata determinata e della precisione ottenute;
- breve descrizione dell'ubicazione con l'esplicita indicazione del Comune, Frazione, Località e via dove ricade il vertice;
- data di materializzazione.

## 6.2 LIVELLAZIONE GEOMETRICA

### 6.2.1 *Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi*

All'atto delle operazioni di livellazione si controllara che i capisaldi di riferimento di partenza prescelti siano conformi a quanto indicato nelle tavole e che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo.

Nell'eventualità che si sia verificato il danneggiamento o la rimozione di un caposaldo, questo caposaldo verrà scartato e si farà riferimento a un altro, oppure, si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione.

### 6.2.2 *Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi*

La materializzazione dei capisaldi della livellazione verrà realizzata mediante pilastrini di calcestruzzo eseguiti in opera, di sezione cm 30x30 fondati direttamente nel terreno a profondità non inferiore a cm 40, completi di centrini metallici a testa sferica, realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisa sulla base la scritta indicata dal Direttore dei Lavori, murati e con numerazione realizzata sul calcestruzzo. E' obbligatorio l'uso di pilastrini quando i vertici da materializzare ricadono in terreno libero ed in tutti quei casi in cui manchino manufatti ben stabili.

Potranno anche essere realizzati mediante centrini metallici a testa sferica murati su manufatti esistenti o su roccia, in materiale metallico (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisa sulla base la scritta indicata.

### **6.2.3 Scelta della strumentazione**

Il livello impiegato nella livellazione dovrà avere un micrometro a lastra piena-parallelata per la misura diretta delle frazioni di graduazione della stadia. L'ingrandimento dovrà essere non inferiore a 30x, la livella avrà centramento a coincidenza di sensibilità non inferiore a 20" per 2 mm di spostamento o compensatore autolivellante che assicuri una precisione della linea di mira non inferiore a 0,4", stato di rettifica verificato giornalmente prima dell'inizio dei lavori. Potranno essere utilizzati livelli elettronici con registratore automatico dei dati purché assicurino prestazioni equivalenti a quelle descritte.

Per livellazioni tecniche che necessitino di strumenti o procedure differenti andrà richiesta apposita autorizzazione alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE (per tipologia di situazioni) specificando i motivi e l'ambito di applicazione.

Le coppie di stadiie dovranno avere graduazione centimetrata o mezzo-centimetrata su nastro di acciaio sottoposto a tensione costante, lunghezza in un solo pezzo, bolla che ne permetta la posa verticale con l'approssimazione di qualche primo, puntuale d'appoggio sui capisaldi sferici, piastra trasportabile per le battute intermedie di peso e stabilità sufficiente, stato di rettifica e taratura verificato e documentato.

### **6.2.4 Modalità di lettura strumentale e tolleranze**

Per la posa di nuovi capisaldi si dovranno prendere per origine almeno due capisaldi di quota nota da livellazione di precisione; per l'esecuzione di tracciamenti si dovranno prendere per origine almeno due capisaldi di quota comunque nota.

In ogni stazione il livello dovrà trovarsi ad uguale distanza fra le due stadiie approssimato a qualche metro e la distanza tra strumento e stadiie non dovrà superare gli 80 metri.

La misura del dislivello dal caposaldo iniziale al caposaldo finale dovrà essere eseguita dal mezzo con ripetizione della misura in andata e ritorno. Queste misure dovranno succedersi senza intervallo di tempo e con lo stesso operatore. La discordanza tra dislivello misurato in andata e quello misurato in ritorno non dovrà superare la tolleranza di  $\text{mm} \pm 18 \sqrt{D}$ , dove D è la distanza totale percorsa espressa in km. Qualora la linea di livellazione si chiuda ad anello, l'errore di chiusura non dovrà essere superiore a  $\text{mm} \pm 13 \sqrt{D}$ , dove D è il percorso totale espresso in chilometri. Nel caso risultasse superiore, si ripeterà la misura del tratto.

Prima di collegare la livellazione con un caposaldo preesistente sarà necessario assicurarsi che la quota del caposaldo di riferimento sia rimasta invariata nel tempo.

#### **6.2.5 Registrazione delle misure**

Prima dell'inizio dei lavori si dovrà predisporre un adeguato numero di libretti di misura che dovranno essere firmati e numerati dal responsabile della topografia, numerando progressivamente le pagine e i libretti stessi.

Sui libretti riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati in maniera indelebile e senza cancellazioni invisibili.

Nel caso di registrazione con supporti magnetici o registratore dati la memorizzazione avverrà di norma per punti con record o lunghezza fissa contenenti i dati di compagna.

In quest'ultimo caso i dati registrati andranno stampati a fine di ogni giornata di misure e dovrà essere predisposta una copia di sicurezza degli stessi su supporto informatico adeguato (CDROM, Floppy Disk 3<sup>1/2</sup>).



### **6.2.6 Compensazione di elaborazione dati**

Per il calcolo delle quote definitive i dati rilevati, che rientrino nelle tolleranze stabilite, verranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e calcolo.

### **6.2.7 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per la livellazione tecnica sarà necessario predisporre la seguente documentazione:

- monografie dei capisaldi della livellazione ai quali è stata riferita la nuova operazione;
- monografie dei nuovi capisaldi determinati, comprensive di schizzo planimetrico, schizzo prospettico e fotografia ovvero distanza progressiva, quota, numerazione, data di materializzazione.

### **6.2.8 Documentazione topografica**

Verrà elaborata e consegnata la seguente documentazione:

- Relazione esplicativa sui criteri adottati e la precisione raggiunta;
- Schema su carta topografica n scala 1:25.000 con l'ubicazione dei capisaldi I.G.M. di attacco e del percorso della linea di livellazione;
- Monografie dei capisaldi I.G.M. ai quali è stata riferita la livellazione nonché di tutti gli altri ricadenti nel tratto interessato dai rilievi;
- Monografie dei capisaldi di livellazione e di eventuali capisaldi messi in opera lungo il percorso tra caposaldo I.G.M. e caposaldo da collegare, eseguite accuratamente come previsto per i vertici della poligonale;
- Riepilogo di ogni linea di livellazione eseguita, con i dislivelli bruti di campagna(andata, ritorno e media) e le distanze di ogni singola battuta;
- Calcoli di compensazione per la determinazione delle quote;
- Prospetto con le quote e le coordinate dei vertici della poligonale e dei capisaldi di livellazione nonché con le quote del binario in corrispondenza dei medesimi, compresi i relativi calcoli.

## **6.3 RILIEVI PLANOALTIMETRICI**

### **6.3.1 *Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi***

Si assumeranno come punti di partenza i vertici utilizzati per la restituzione della cartografia. Se tali vertici risultassero inutilizzabili saranno determinati nuovi punti attraverso poligoni o determinazioni GPS abbinate a livellazioni per quanto concerne l'altimetria.

### **6.3.2 *Orientamento iniziale***

Da ogni punto di stazione, al fine di trasformare le letture degli angoli orizzontali di direzione in angoli azimutali da utilizzare per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti rilevati, si dovrà collimare ad un punto di coordinate note e ricavare l'angolo di correzione per l'orientamento del cerchio orizzontale come differenza tra il valore azimutale calcolato a partire dalle coordinate del punto collimato e del punto di stazione ed il valore corrispondente dell'angolo di direzione letto.

Tale orientamento andrà verificato su un secondo punto di coordinate note e sarà accettato se la differenza angolare non superi i 20 secondi centesimali.

### **6.3.3 *Scelta della strumentazione***

Per tutti i lavori di rilievo planoaltimetrico potranno essere utilizzati teodoliti con s.q.m. non superiore ai quindici secondi centesimali accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $\pm$  mm 5+5 ppm o, in alternativa, total station di prestazioni analoghe. Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore ai 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente.

Per il rilievo di particolari o di manufatti in genere ci si potrà avvalere dell'uso di nastri metallici centimetrati, canne metriche o metri.

#### **6.3.4 Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati**

##### **6.3.4.1 RILIEVO CELERIMETRICO**

I punti da rilevare vanno scelti in modo da registrare ogni variazione dell'andamento altimetrico del terreno che superi un numero di centimetri pari ad  $N/10$ , con  $N$  uguale al denominatore della scala di restituzione.

Essi saranno tali da poter posizionare ogni manufatto o rete infrastrutturale presente, le linee di confine tra proprietà differenti, le diverse colture e le essenze naturali alberate isolate o in gruppo; andranno comunque rilevati tutti i particolari preventivamente concordati con la DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

Il rilievo deve essere effettuato per coordinate polari (distanza, angolo di direzione angolo zenitale, dislivello) a partire da ogni punto di stazione per i punti la cui distanza dal punto di stazione non superi i 300 m collimando al prisma ed effettuando una singola lettura per ciascuna delle grandezze.

La restituzione cartografica deve avvenire dopo aver trasformato le coordinate polari in coordinate di un riferimento orientato in modo assoluto.

Per ognuno dei punti rilevati vanno registrati su apposito supporto (quaderno di campagna, supporto magnetico o registratore dati) i valori delle grandezze relative idonee alla determinazione della posizione planoaltimetrica rispetto al punto di stazione.

Il piano quotato così ottenuto sarà restituito su adatto supporto cartaceo e magnetico e, ove necessari, trasformato in curve di livello avendo l'accortezza di conservare a disegno ultimato, l'indicazione grafica dei punti rilevati.

Le curve di lavoro saranno distinte in:

- Direttrici: con equidistanza pari a un centesimo del denominatore di scala (5 m per la cartografia in scala 1:500; 2m per quella in scala 1:200) e disegnate con linea continua leggermente più marcata delle altre;
- Intermedie: per la scala 1:500 con equidistanza pari ad un quinto di quella stabilita per le curve direttrici (1m); per la scala 1:200 con equidistanza pari ad un quarto (0.5m); esse verranno disegnate con linea continua sottile;
- Ausiliarie: con equidistanza pari a  $\frac{1}{2}$  di quella stabilita per le curve intermedie (0.5 m per la scala 1:500; 0.25m per la scala 1:200); esse saranno disegnate con linea sottile a tratti.

#### **6.3.4.2 RILIEVO PER SEZIONI**

Ferme restando le norme circa la scelta ed il controllo della conformità dei capisaldi di partenza, il calcolo dell'orientamento iniziale, la scelta della strumentazione e le tolleranze planoaltimetriche per punti isolati e ben individuali sulla restituzione e sul terreno, per quanto riguarda il rilievo di sezioni trasversali all'asse di progetto, la loro posizione verrà materializzata sul terreno tramite tondini di ferro posti alle estremità delle sezioni stesse e dove necessario. Detti tondini saranno adeguatamente sporgenti dal terreno (circa 5 cm dal piano campagna) e verniciati di colore intenso per facilitarne il ritrovamento.

Le sezioni si estenderanno per oltre 15 m circa l'ingombro dell'opera in costruzione o della recinzione del cantiere.

Le stazioni di rilievo saranno possibilmente poste sulla linea d'asse della sezione stessa o ad un suo estremo.

In caso contrario esse saranno materializzate come i punti terminali delle sezioni.

Nei due casi, quando necessario, le stazioni di rilievo potranno essere più di una e non necessariamente visibili tra di loro.

Per ogni punto di stazione andrà redatto uno schizzo planimetrico idoneo a

permettere di rintracciarne la posizione.

I punti da rilevare dovranno essere scelti in modo tale da registrare ogni variazione dell'andamento altimetrico del terreno compatibilmente con la scala del rilievo (variazione in centimetri pari a  $N/10$  dove  $N$  è uguale al denominatore della scala di restituzione).

Le sezioni trasversali andranno numerate progressivamente e disegnate in scala 1:200 o rese su supporto magnetico.

#### **6.3.4.3 TOLLERANZE ED ELABORAZIONE DATI**

Per i punti del terreno rilevati sono stabilite le seguenti tolleranze:

- tolleranza planimetrica tra due punti isolati ben individuabili sulla restituzione grafica e sul terreno:

scala 1:500  $T_p < \pm 20 \text{ cm}$

scala 1:200  $T_p < \pm 10 \text{ cm}$

- tolleranza altimetrica tra due punti analoghi ai precedenti:

scala 1:500  $T_a < = \pm 5 \text{ cm}$

scala 1:200  $T_a < = \pm 2 \text{ cm}$

L'elaborazione dei dati sarà eseguita manualmente o tramite software di sperimentata affidabilità; a richiesta detto software sarà fornito alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE per lo svolgimento delle necessarie operazioni di sorveglianza.

Il formato dei files di rilievo e restituzione cartografica sarà conforme a quanto indicato dalla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE.

## 6.4 TRACCIAMENTI PLANOALTIMETRICI

### 6.4.1 *Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi*

Si assumeranno come punti di partenza i vertici utilizzati per la restituzione della cartografia. Se tali vertici risultassero inutilizzabili saranno determinati nuovi punti attraverso poligonali o determinazioni GPS abbinate a livellazioni dell'altimetria.

### 6.4.2 *Orientamento iniziale*

Verrà calcolato l'angolo di direzione ad almeno due capisaldi noti. L'orientamento avverrà al caposaldo più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento al caposaldo più vicino.

### 6.4.3 *Scelta della strumentazione*

Per tutti i lavori di tracciato planoaltimetrico potranno essere utilizzati teodoliti con s.q.m. non superiore ai quindici secondi centesimali accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $\pm \text{mm } 5 + 5 \text{ ppm}$  o, in alternativa, total station di prestazioni analoghe. Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore ai 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente.

Per il riporto delle misure atte al posizionamento dei riferimenti ed intercorrenti tra la stazione di tracciamento ed il riferimento stesso, per il posizionamento planimetrico di riferimenti altimetrici ed in tutti i casi ove non sia indicato o possibile l'uso del distanziometro elettronico potranno essere utilizzati nastri metallici centimetrati canne metriche o metri.

#### **6.4.4 Calcolo dei valori di tracciamento**

Verrà eseguito il calcolo dei valori di tracciamento per il posizionamento dei punti di progetto (o riferimento degli stessi) che permettano la corretta esecuzione delle opere od il controllo di apparecchiature e mezzi d'opera, come ad esempio:

- realizzazione di carpenterie
- posizionamento di cassature
- posizionamento di apparecchiature a luce laser per il tracciamento, controllo delle gallerie o guida di macchinari adatti allo scavo delle stesse.

La correlazione tra i dati di progetto e i capisaldi planoaltimetrici dovrà essere documentata in appositi piani di lavoro topografici, redatti e controfirmati dal Topografo responsabile per la topografia completi di tutti i dati analitici e grafici necessari all'immediato posizionamento dei punti per l'esecuzione dell'opera.

#### **6.4.5 Modalità di tracciamento**

L'esecuzione del tracciamento planimetrico avverrà per coordinate polari o rettangolari, stazionando su punti di coordinate note.

Al termine delle operazioni di tracciamento delle opere verranno eseguite, dove possibile, misure dirette di controllo sul posizionamento dei riferimenti.

Tutti i riferimenti atti al tracciamento delle opere saranno muniti delle relative indicazioni per l'esecuzione delle stesse che dovranno essere riportate, a seconda dei casi e in maniera inequivocabile, con scritte a vernice di colorazione intensa o pennarello indelebile, poste nelle immediate vicinanze su manufatti, targhette metalliche o picchetti.

Detti riferimenti potranno essere integrati o sostituiti da appositi schizzi o tabelle opportunamente compilate e sottoscritte dal Topografo responsabile per la topografia.

L'esecuzione del tracciamento altimetrico delle opere avverrà tramite livellazione tecnica in andata e ritorno passante per due capisaldi di quota nota.

#### **6.4.6 Tolleranze**

Per i riferimenti topografici indicati nelle planimetrie di tracciamento delle opere d'arte sono stabilite le seguenti tolleranze:

- Tolleranza planimetrica tra due punti individuati sulla planimetria di tracciamento e sul terreno in fase di costruzione del manufatto o sull'opera d'arte realizzata:  $T_p < \pm 5 \text{ cm}$ ;
- Tolleranza altimetrica tra due punti analoghi ai precedenti:  $T_a < \pm 2 \text{ cm}$ .

#### **6.4.7 Documentazione topografica**

Gli elaborati topografici da produrre sono:

- Grafico su apposita cartografia;
- Monografie dei capisaldi di partenza;
- Calcolo dell'orientamento iniziale;
- Riferimento agli elaborati di progetto;
- Calcolo dei valori di tracciamento;
- Schizzi o tabelle di riferimento (se redatte).