

**AUTORITA' DI BACINO REGIONALE**

---

***PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO  
IDROGEOLOGICO***

*Attività conoscitive propedeutiche alla  
redazione della documentazione relativa alla  
valutazione del rischio da frana (L.183/89 e  
226/99)*

---

**RELAZIONE PER LA FORMAZIONE  
DI UNA CARTA TECNICA NUMERICA**

Fisciano, 20.03.00

Nr. Rif. Aut. Bac. 99

## **PARTE I**

- 1. Generalità**
- 2. Fasi di produzione**
- 3. Rete di inquadramento**
- 4. Reti di raffittimento**
  - 4.1. Raffittimento planimetrico*
  - 4.2. Raffittimento altimetrico*
- 5. Punti di appoggio per l'orientamento assoluto**
- 6. Strumenti di misura**
  - 6.1. Strumentazione GPS*
    - 6.1.1. Caratteristiche Strumentali*
    - 6.1.2. Fase di acquisizione*
    - 6.1.3. Configurazione dei satelliti*
    - 6.1.4. Documentazione delle misure*
- 7. Scelta, ubicazione e materializzazione dei vertici**
- 8. Elaborati da consegnare**
- 9. Triangolazione aerea**
- 10. Elaborati di consegna**
- 11. Restituzione fotogrammetrica numerica**
- 12. Ricognizione geometrica e qualitativa**
- 13. Scelta e distribuzione della toponomastica. Limiti amministrativi**
- 14. Integrazione geometrica e qualitativa della restituzione**
- 15. Precisione globale del rilievo**
- 16. Compilazione e disegno**

## **1. Generalità**

La cartografia dovrà derivare dalla restituzione numerica diretta delle coppie, esclusivamente mediante restitutori analitici, dalle operazioni di ricognizione, di implementazione e di editing.

Non è ammessa strumentazione analogica encoderizzata, né strumentazioni con soluzioni digitali.

Dovrà essere configurata una banca dati geometrici ed alfanumerici relativa agli oggetti territoriali ed alle informazioni aggiuntive.

I lavori topografici saranno eseguiti con strumenti e metodi di compensazione che prevedono l'adozione di metodi G.P.S.

La squadratura dei fogli della cartografia è geografica.

Le coordinate geografiche devono essere riferite all'ellissoide internazionale con orientamento medio europeo (E.D.1950).

La proiezione sarà quella conforme Universale Trasversa di Mercatore.

Sul campo cartografico deve essere riportata la quadrettatura chilometrica UTM e sul bordo i contrassegni della quadrettatura Gauss-Boaga nel cui sistema devono anche essere date le coordinate rettilinee dei vertici del campo stesso.

Ogni foglio a scala 1:10.000, denominato "SEZIONE", sarà la sedicesima parte del foglio 1:50.000 dell'I.G.M.I.

L'equidistanza delle isoipse ordinarie è di 10 m e quella delle direttrici è di metri 50. Eventuali forme che non risultassero evidenziate dalle curve ordinarie, saranno rappresentate dalle curve ausiliarie a tratteggio con equidistanza di metri 5.

Nelle zone con pendenza media fra l'1% e il 5% le curve ausiliarie saranno tracciate sull'intero territorio interessato.

I punti quotati dovranno avere di norma una densità media di 1 punto per

ogni 8-10 ha (12-10 punti per ogni decimetro quadrato di cartografia alla scala nominale 1:10000).

Nel caso di pendenza media inferiore all'1% si raddoppia il numero dei punti quotati e non si tracciano le curve di livello.

Nel caso di pendenza superiore al 50% si riprodurranno solo le curve direttrici ogni 50 m.

Le curve di livello descriventi la superficie naturale del terreno dovranno essere interrotte e sostituite dai punti quotati in presenza di opere artificiali (zone urbanizzate, grosse infrastrutture).

Si dovranno quotare i punti del territorio ben definiti altimetricamente: cocuzzoli, selle, argini fluviali, cave (alla base e al ciglio superiore), incroci di strade, gruppi di case, piazze, sagrati, aie di cascinali isolati, ponti e opere di ingegneria civile ed idraulica, moli, ecc.

Lungo i corsi d'acqua naturali o artificiali, dovrà essere quotato almeno un punto ogni 200 m ed inoltre tutte le opere d'arte di attraversamento quali ponti, briglie, salti, ecc. e longitudinali quali gabbionate, muri di sostegno, ecc.

La morfologia del terreno deve essere descritta in modo sufficiente per dar luogo ad un modello tridimensionale dello stesso di adeguata compatibilità.

## **2. Fasi di produzione**

Il lavoro di formazione della Carta Tecnica dovrà svolgersi nel rispetto delle modalità e norme tecniche proprie dell'aerofotogrammetria integrata con operazioni di rilevamento a terra quando ciò sia necessario o prescritto e secondo le seguenti fasi di esecuzione:

- redazione del fotoindice delle coppie utili per la restituzione, con distribuzione dei PFA per T.A.,
- definizione della rete geodetica di inquadramento,
- formazione della rete di raffittimento,
- determinazione dei punti fotografici di appoggio,
- triangolazione aerea,
- restituzione fotogrammetrica numerica,
- ricognizione a terra per il completamento o rettifica di posizioni di punti e per la qualificazione di aree, linee, manufatti, ecc., non correttamente interpretabili o rilevabili dai fotogrammi;
- operazioni di “editing” dei dati numerici con procedure ed algoritmi di tipo analitico per l'eliminazione delle incongruenze geometriche e delle omissioni, per l'introduzione dei dati alfabetici, per la verifica della congruità della simbologia, per la verifica degli attacchi, per la formazione della bandella e della legenda, ecc.
- disegno automatico alla scala nominale 1:10000;
- approntamento tipi;
- formazione di una base di dati geometrica ed alfanumerica
- formazione dei files in formato di scambio su definizione del committente.

Tutte le fasi di lavoro andranno controllate dalla D.L. e dal collaudatore, in corso di esecuzione.

### 3. Rete di inquadramento

La rete di inquadramento serve per determinare le coordinate nel sistema locale adottato in fase di rilievo -pseudo WGS84- di un adeguato numero di punti già noti nel sistema nazionale Gauss-Boaga, per avere gli elementi sufficienti a operare trasformazioni tra i suddetti sistemi.

Le reti di riferimento sono le reti, dell' IGM ( I, II, III ord. ), con preferenza ai recenti vertici IGM GPS '95 le linee di livellazione IGM (cs. di I e II categoria), nonché i vertici della rete costiera dell'I.I.M.

La Ditta appaltatrice dovrà provvedere all'acquisto delle monografie dei vertici della rete di inquadramento e dei caposaldi utilizzabili ed alla verifica, mediante sopralluogo, del loro stato di conservazione e dovrà redigerne un grafico alla scala 1:25000.

Qualora i vertici ed i caposaldi del sistema nazionale siano esterni al territorio da rilevare, dovranno essere effettuate misure opportune per collegare tali punti con punti interni al territorio.

I punti di inquadramento dovranno essere sempre iperdeterminati per avere controlli di validità statistica; non sono quindi ammessi collegamenti "a sbalzo" e non si dovrà, cioè, realizzare una rete di collegamenti reciproci tra i vertici di inquadramento noti, ma una serie di misure che dovranno garantire la sola determinazione delle coordinate di tali vertici nel sistema "locale".

Il numero di tali punti, disposti in modo da racchiudere la zona da rilevare, non dovrà essere inferiore a:

- 5 Vertici noti in planimetria; nel caso che la trasformazione planimetrica possa essere realizzata con i parametri IGM95, potranno essere utilizzati 3 punti IGM95.

- 5 Caposaldi altimetrici utili per determinare l'ondulazione geoidica, quindi uniformemente distribuiti sul territorio da rilevare.

Nel caso che questa condizione non fosse verificata per mancanza di linee IGM nella zona, la Ditta dovrà ricavare con livellazione geometrica, la quota ortometrica di un congruo numero di punti distribuiti uniformemente sull'area interessata.

In alternativa la Ditta potrà utilizzare dati dell'ondulazione geoidica ricavati da un modello rigoroso disponibile presso centri di calcolo appositi.

Non è ammessa il metodo della livellazione trigonometrica per la determinazione delle quote.



## 4. Reti di raffittimento

### 4.1. Raffittimento planimetrico

Alla rete di inquadramento verrà riferita la rete di raffittimento che dovrà avere la densità media, compresi quelli esistenti e reperibili della rete di inquadramento, di almeno un vertice ogni 600 ha, distribuiti uniformemente sul territorio.

Scopo della rete di raffittimento è quello di permettere la determinazione dei Punti Fotografici di Appoggio per i blocchi di Triangolazione Aerea.

Dovrà essere prodotto un progetto, con calcolo di simulazione per la determinazione delle ellissi piane di errore e delle indeterminazioni in quota.

Schemi e simulazione dovranno essere sottoposti per approvazione alla D.L.

I vertici ed i capisaldi delle reti di raffittimento dovranno essere ben individuabili sul terreno, facilmente accessibile, posti su manufatti, che ne garantiscano la durata nel tempo.

Saranno materializzati da chiodi topografici in acciaio zincato o da bulloni cementati.

Non è ammessa la determinazioni dei punti "a sbalzo". e pertanto ciascun vertice deve essere collegato con almeno altri due vertici della rete.

La rete deve avere correttezza metrica intrinseca, ottenuta mediante iperdeterminazioni ed elaborazioni rigorose dei dati rilevati, compensati ai minimi quadrati in blocco unico a minimo vincolo.

Le operazioni di calcolo e compensazione delle coordinate planimetriche (E, N) dei vertici della rete di raffittimento locale dovranno essere eseguite in due tempi. Per primo dovrà eseguirsi la compensazione intrinseca della

rete ai minimi quadrati per ottenere l'eqm delle coordinate di ciascun vertice, assumendo un'origine ed un orientamento arbitrario.

L'intera rete dovrà essere poi orientata, posizionata e dimensionata (rototraslazione conforme con variazione di scala), adattandola sui vertici di inquadramento della rete nazionale. Entrambi questi calcoli (compensazione e "best- fitting") devono essere eseguiti utilizzando il metodo rigoroso dei minimi quadrati.

La verifica della omogeneità dei vertici di inquadramento prescelti, darà risultati positivi e quindi i detti vertici saranno ritenuti idonei, se i risultati della rototraslazione conforme della rete di raffittimento determinata accerterà una variazione di scala non superiore a:

- $\pm 5 \times 10^{-4}$  ed a uno s.q.m. sulla posizione dei vertici di inquadramento;
- $\pm 0,25$  m, tenuto conto del modulo di deformazione lineare della proiezione G.B. e della riduzione al geoide.

Superati i limiti sopra indicati, per eventuali incongruenze e/o non affidabilità dei vertici di inquadramento, devono essere concordati con la D.L. eventuali controlli sul terreno ed idonee procedure di calcolo.

Si può ripetere il calcolo di orientamento scartando non più del 20% dei punti di inquadramento che presentano gli scarti maggiori, sempre che ne vengano utilizzati almeno quattro esterni alla zona da rilevare e tutti quelli eventualmente presenti al suo interno.

Lo scarto quadratico medio delle tre coordinate di ciascun vertice della rete di raffittimento, quale risulta dalla compensazione intrinseca non deve

essere superiore, almeno nel 90% dei casi a  $\pm 0.15$  m ed in nessun caso a  $\pm 0.20$  m.

Lo s.q.m. sulla posizione dei vertici risulta rispettivamente di  $\pm 0.20$ m e  $\pm 0.30$ m.

Nei calcoli di compensazione intrinseca rigorosa devono essere, in particolare, evidenziati le coordinate compensate ed i relativi scarti quadratici medi, i parametri delle ellissi di errore e loro rappresentazione grafica, da utilizzare quale elemento di valutazione della precisione delle operazioni di determinazione di ciascun punto.

Per i calcoli di orientamento (“best- fitting”), dovranno indicarsi la variazione di scala applicata e gli scarti sui punti di inquadramento utilizzati.

Analoga documentazione dovrà essere prodotta per la compensazione intrinseca e per l’inquadramento della rete altimetrica.

#### ***4.2. Raffittimento altimetrico***

La Ditta appaltatrice dovrà redigere un progetto di linee di raffittimento altimetrico locale, i cui requisiti sono indicati nel seguito; tale progetto dovrà essere sottoposto alla D.L. per l'approvazione.

Le linee saranno poggiate su quelle dell'IGM di I e II categoria o su quelle di altri enti Pubblici di analoga attendibilità.

Il collegamento ai loro caposaldi, punti di quota ortometrica nota, per quotare almeno un nuovo caposaldo, posto all'interno della zona da rilevare, deve essere eseguito con livellazione geometrica dal mezzo con battute  $< 50$  m, eccentricità  $< 20\%$ , con  $T = 15 \sqrt{L}$  tra i valori delle discordanze tra andata e ritorno per ogni tratta di circa 1 km.

Al/ai caposaldo/i quotato/i in tal modo, detto/i caposaldo/i "di riferimento", ubicato/i in posizione centrale sul territorio da rilevare, saranno riferite le linee ed i circuiti che costituiscono la struttura altimetrica intrinseca della cartografia costituita da un insieme di poligoni autonomi determinati con misure sovrabbondanti, in numero tale da consentire controlli statisticamente validi e compensazioni rigorose secondo il principio dei minimi quadrati.

Le linee di livellazione principali dovranno formare sempre circuiti chiusi suddivisi in tratte di circa 1 km, ognuno livellato in A/R, con discordanza A/R inferiore a:

$T = \pm 15\sqrt{L}$  e con errore di chiusura totale inferiore a pari  $T = \pm 10\sqrt{L}$ .

Ogni tratta è definita da due caposaldi che verranno installati in modo idoneo.

Ai caposaldi dei circuiti principali saranno appoggiate le linee secondarie anch'esse livellate in A/R con tolleranza sulle differenze tra la somma algebrica dei dislivelli della linea secondaria  $\sum \delta_i$  e la differenza di quota  $\Delta$  tra i due caposaldi dei circuiti principali cui essa è appoggiata, pari a:  $|\sum \delta_i - \Delta| < 15\sqrt{L}$

Si possono assumere quali punti di quota nota anche quelli di recente istituzione facenti parte della rete Italia '95 dell'IGM, purché siano state controllate le loro quote con almeno tre derivazioni dai caposaldi delle linee di livellazione geometrica installati dall'IGM o da altro Ente. La discordanza ammessa deve essere inferiore a  $T = \pm 20\sqrt{L}$

In tutte le espressioni di cui sopra, le distanze sono espresse in Km, le tolleranze e le discordanze in mm.

I caposaldi della rete di raffittimento altimetrico locale dovranno essere

localizzati e segnalizzati su strutture stabili e facilmente accessibili.

Con distribuzione uniforme sul territorio, devono essere installati caposaldi lungo linee a distanza media di 1.0 km , preferibilmente in luoghi di proprietà pubblica, riparati dal traffico auto veicolare e pedonale e, per quanto possibile, devono essere visibili percorrendo la viabilità principale e secondaria, per eventuali future utilizzazioni di carattere altimetrico.

Devono essere del tipo orizzontale, cementati, materializzati con centrini metallici a testa emisferica.

Il campione deve essere sottoposto ad approvazione della D.L.

Le monografie andranno redatte secondo uno schema che dovrà contenere:

- il n° del caposaldo;
- il codice;
- lo stralcio della cartografia 1/10000 con la sua ubicazione;
- la fotografia del caposaldo, con il suo numero leggibile, e delle sue vicinanze immediate;
- gli elementi geometrici per il suo riconoscimento e per il suo ripristino in caso di manomissione, asportazione o perdita per cause diverse (con distanze obiettive misurate con metodo diretto da almeno tre punti prossimi o già esistenti e stabili, o da materializzare, non più lunghe di 4.00m);
- la data di installazione;
- la quota;
- il timbro e la firma della Ditta Appaltatrice.

La scheda dovrà avere il formato A4 verticale

## **5. Punti di appoggio per l'orientamento assoluto**

Il progetto dei punti fotografici di appoggio del blocco andrà sottoposto all'approvazione della D.L.

Verranno scelti come punti di appoggio dei modelli solo quelli di sicura collimazione stereoscopica e possono coincidere con punti delle reti di raffittimento se questi sono stereoscopicamente validi.

I punti riferimento topografici (GCP) dovranno avere una distribuzione nel blocco così configurata:

- un punto determinato in planimetria nei modelli iniziali e finali di ciascuna strisciata, situato possibilmente all'esterno della zona da cartografare;
- un punto determinato in planimetria ogni due modelli delle strisciate di bordo che delimitano il blocco;
- nei modelli iniziale e finale di ciascuna strisciata occorre posizionare due punti quota situati possibilmente all'esterno della zona da cartografare e nelle zone di sovrapposizione con la/le strisciata/e adiacente/i;
- un punto determinato in quota ogni due modelli delle altre strisciate
- lungo le strisciate che delimitano il blocco occorre posizionare un punto quota ogni tre modelli consecutivi possibilmente all'esterno della zona da cartografare;
- -tra strisciate adiacenti è da prevedere un punto di legame ogni quattro modelli.

In zone accidentate, oltre a questa disposizione, il blocco dovrà essere attraversato, in direzione normale a quella delle strisciate e con un intervallo di circa quattro modelli da linee di punti quota localizzati

possibilmente nelle zone di sovrapposizione fra strisciate e comunque in numero di due per ogni strisciata.

Le tolleranze nella determinazione di detti punti dovranno essere uguali a quelle previste per i punti della rete di raffittimento.

E' opportuno che tutti i punti ricadano nelle zone di sovrapposizione.

Nell'interno del blocco si dovranno scegliere punti di controllo plano-altimetrici - uno ogni 10 modelli- le cui tre coordinate non saranno inserite tra i termini noti, ma serviranno da verifica in fase di collaudo.

Per un sicuro riferimento altimetrico il piano di paragone dovrà essere, per quanto possibile, orizzontale e ben collimabile in sede di triangolazione aerea e restituzione. La quota dovrà essere riferita al suolo con l'esclusione dei casi che impediscono una sicura collimazione altimetrica: ombre, vegetazione, forte pendenza, ecc.

La posizione e la numerazione dei punti fotografici di appoggio, oltre che su un elaborato grafico alla scala 1:50000, va riportata sui fotogrammi con frecciatura con inchiostro nero e foratura.

Di ogni punto va redatta accurata monografia prospettica in cui il punto, con le sue coordinate planimetriche e la quota al p.p., è individuato, come aspetto e come posizione, così come visibile sul fotogramma.

I punti di appoggio, tutti di natura fotografica e di sicura e precisa collimazione stereoscopica, saranno disposti secondo i criteri propri ed attuali per la distribuzione dei PFA in funzione della Triangolazione Aerea. I punti devono essere iperdeterminati per garantire controlli statisticamente validi.

Lo s.q.m. sulle tre coordinate dei punti di appoggio determinati e verificato con misure topometriche di sufficiente precisione con riferimento alle reti di inquadramento e di raffittimento ed alle linee di livellazione più

prossime, deve essere contenuto entro i limiti di  $\pm 0.20$  m per la posizione planimetrica e di  $\pm 0.15$  m per la loro quota.

Non è ammessa la determinazioni dei punti "a sbalzo". e pertanto ciascun vertice deve essere collegato con almeno altri due vertici della rete.

Se di natura fotografica, possono far parte della rete in oggetto anche punti delle reti di inquadramento e di raffittimento.

Si noti bene che le reti di cui sopra devono essere complessivamente configurate secondo schemi a poligoni chiusi aventi le seguenti caratteristiche:

- la rete principale deve essere costituita da poligoni definiti da punti di inquadramento e di raffittimento con un numero di lati o basi, tale da garantire che, detto  $b$  il numero delle basi e  $v$  il numero dei vertici, risulti sempre  $b/v-1 > 1.6$
- la rete di appoggio non vi sono limitazioni sul numero di lati che definiscono i poligoni, purché siano tutti chiusi.



## **6. Strumenti di misura**

Per la esecuzione dei lavori in oggetto è da preferirsi la strumentazione e la metodologia GPS, sia per la sua attuale affidabilità che per la sua produttività.

Sono, comunque ammesse, anche strumentazioni goniometrico-distanziometriche e di livellazione purché di tipo digitale a registrazione dei dati in modo automatico, le cui caratteristiche devono essere consone all'ottenimento delle tolleranze ammesse.

Le operazioni topometriche dovranno condursi usando schemi operativi validi e programmi di compensazione adeguati.

Prima dell'inizio delle operazioni di rilievo, devono essere sottoposti alla D.L. gli elenchi delle attrezzature che si intende adoperare e le loro caratteristiche tecniche, nonché le caratteristiche dei programmi di elaborazione dei dati.

### ***6.1. Strumentazione GPS***

#### ***6.1.1. Caratteristiche Strumentali***

In modalità statica devono essere adoperati strumenti a doppia frequenza con codice P, in grado di elaborare opportune combinazioni di codici anche nel caso che il Protected code fosse crittografato, che a singola frequenza.

In modalità rapido - statica, sono richiesti ricevitori a doppia frequenza.

#### ***6.1.2. Fase di acquisizione***

In relazione alle lunghezze delle basi ed agli strumenti adoperati, le acquisizioni dei dati potranno essere effettuate in modalità statica e rapido-

statica.

Salvo casi da ritenere eccezionali, le basi devono avere lunghezza  $< 15$  km. Per le basi di lunghezza compresa tra 10 e 15 Km si dovrà operare in modalità statica con sessioni di misura di 60 minuti.

Per le basi  $\leq 10$  km, si potrà operare modalità rapido- statica con sessioni di durata minima 15' per  $b < 5$  km o di 30' per  $b > 5$  km.

Le procedure operative, le programmazioni delle sessioni e le procedure di calcolo, dovranno essere oggetto di esplicita relazione - progetto da inviare alla D.L. per l'approvazione.

Le operazioni di misura e di calcolo dovranno comunque essere condotte con i più attuali metodi di provata validità.

Si intende per sessione l'intervallo di tempo di misura durante il quale tutti i ricevitori utilizzati sono contemporaneamente in ricezione.

Le epoche, intervallo di tempo tra le registrazioni, devono essere di 10 o 15 secondi.

### ***6.1.3. Configurazione dei satelliti***

Per l'intera durata della sessione, i satelliti ricevuti dovranno essere in numero maggiore di 4 tutti con altezza sull'orizzonte sempre  $> 15^\circ$ . Queste condizioni devono essere soddisfatte per tutta la durata dei tempi di ricezione.

I tempi di ricezione sopraindicati sono da intendersi solo quelli validi, cioè quelli nei quali le precedenti condizioni di configurazioni sono verificate e non quelli della durata complessiva di stazionamento sul punto.

### ***6.1.4. Documentazione delle misure***

A documentazione della metodologia adottata e dei risultati ottenuti, la

Ditta dovrà consegnare una relazione tecnica illustrativa contenente:

- i parametri di qualità conseguiti in fase di acquisizione ( es. PDOP, GDOP, BDOP e altro); il parametro di precisione PDOP deve essere sempre  $<6$ ;
- intervalli di accettabilità fissati dalla casa costruttrice della strumentazione GPS;
- specifiche del software utilizzato;
- modalità operativa seguita per l'elaborazione dei dati al fine di ottenere basi indipendenti;
- schema della suddivisione dei tempi di acquisizione dedicati ad ogni base;
- calcolo delle basi su supporto informatico in ASCII (un file per ogni base) contenente: tempi di ricezione, parametri di qualità, componenti cartesiane calcolate, la matrice di varianza e covarianza, parametri di qualità relativi al risultato dell'elaborazione (Ratio, contrast e altri), ecc.

Su richiesta della D.L. la Ditta deve mettere a disposizione i dati originali di acquisizione ed il SW utilizzato per l'elaborazione dei dati.

## **7. Scelta, ubicazione e materializzazione dei vertici**

I vertici della rete di raffittimento locale dovranno essere coincidenti, dove possibile, con particolari ben definiti planimetricamente, stabili, e facilmente raggiungibili.

Essi dovranno essere ben riconoscibili e collimabili senza incertezze, altrimenti dovranno essere rilevate, nelle vicinanze dei vertici stessi, le coordinate di altri punti aventi i requisiti sopra richiesti, mediante operazioni topografiche che garantiscono possibilità di controllo e trascurabile decadimento di precisione.

Per ognuno dei vertici della rete di raffittimento, si dovrà redigere una accurata monografia, che ne consenta il ritrovamento sicuro e che dovrà contenere tutte le informazioni necessarie alla individuazione topografica del punto:

- codice, nome, coordinate e quota al p.p.;
- fotografia a colori del vertice, con il suo numero di catalogo leggibile, e del suo immediato intorno;
- descrizione, accessi;
- stralcio della cartografia al 10.000 per il suo posizionamento;
- schema geometrico con le misure lineari dirette obbiettive delle distanze da riferimenti stabili e fissi, per ripristinarne la posizione nel caso di distruzione, manomissione, ecc.;
- nome dell'operatore, timbro e firma della Ditta appaltatrice;
- data in cui è stato installato;

Il formato deve essere A4 verticale.

Dovrà essere privilegiata la installazione su punti appartenenti a manufatti

con struttura stabile e di uso pubblico con scelta oculata della collocazione, ad evitare danneggiamenti o rimozioni, dolose od accidentali.

Un campione dei centrini metallici va sottoposto alla Direzione dei lavori per approvazione.

## **8. Elaborati da consegnare**

Al termine delle operazioni topografiche dovranno essere consegnati i seguenti elaborati:

- relazione tecnica dettagliata, in duplice copia;
- grafici alla scala 1:25000 dei vertici di inquadramento esistenti, delle reti e delle linee di raffittimento eseguite per la planimetria e per l'altimetria, con l'indicazione degli schemi delle operativi attuati, in tre copie;
- cataloghi delle monografie di tutti i punti determinati, con le coordinate e le quote compensate, in tre copie fascicolate;
- descrizione degli schemi operativi eseguiti e della strumentazione adoperata in duplice copia; dovranno essere forniti i "libretti di campagna" in copia a stampa ed in registrazione originaria;
- schemi di calcolo, descrizione dei programmi utilizzati e dei calcoli eseguiti, con allegati i tabulati di output originali del calcolatore, in duplice copia.

## **9. Triangolazione aerea**

Le operazioni di triangolazione aerea dovranno essere oggetto di una dettagliata relazione fornita dalla Ditta Appaltatrice, contenente schemi e statistiche per:

- il metodo della triangolazione aerea;
- il numero e la disposizione dei punti di controllo;
- il numero ed il tipo dei punti di legame;
- il metodo di compensazione.

Il calcolo e la compensazione del blocco deve essere basato su metodo rigoroso a modelli indipendenti ed essere eseguito con programmi ampiamente sperimentati e noti e dovrà fornire gli scarti delle coordinate finali di tutti i punti di legame e di controllo oltre agli errori quadratici medi.

Ogni modello dovrà essere collegato:

- con tre punti di legame sia con il modello che lo precede sia con il modello che lo segue lungo la strisciata;
- con almeno due punti ai modelli delle strisciate adiacenti o trasversali.

I predetti punti devono, almeno per il 90% del loro numero, essere riconoscibili sul terreno; di tutti verrà redatta monografia accurata.

Non è ammessa la puntinatura.

Prima dell'inizio delle operazioni di lettura e di restituzione dei modelli, la ditta esecutrice dovrà sottoporre alla D.L. il risultato del collaudo degli strumenti effettuato in data non anteriore a gg 30.

Gli strumenti adoperati per la lettura dei modelli devono essere esclusivamente analitici - restando esclusi gli strumenti analogici encoderizzati e gli strumenti a soluzioni digitale - e muniti di programmi che consentono l' introduzione di tutti i dati di orientamento interno, contenuti nel certificato di calibrazione ( distanza principale, curva di distorsione, distanza tra le marche fiduciali, coordinate dei PPs, ecc. ) nonché la correzione per la curvatura terrestre, per la rifrazione atmosferica e per i parametri geometrici delle distanze di calibrazione fra le marche.

I tabulati a stampa dovranno contenere tutti gli elementi utili per valutare la qualità del lavoro eseguito.

Lo strumento dovrà garantire una precisione in quota pari almeno a  $0.5 \times 10^{-4}$  della altezza relativa di volo.

Dai calcoli di compensazione dovranno essere eliminati tutti quei punti di legame che presentino una differenza delle coordinate, nelle tre coordinate relative a ciascun modello in cui sono osservati, superiore a  $\pm 0.30$  m.

Le discordanze tra i valori compensati ed i valori di ingresso delle coordinate dei punti di appoggio dovranno essere inferiori a  $\pm 0.30$  m in planimetria e  $\pm 0.20$  m in quota. Nel caso di eliminazione di punti per superamento delle quantità indicate, il restante numero di essi non deve essere inferiore al 90% del totale e comunque sarà necessario garantire una sufficiente ed omogenea distribuzione dei punti di appoggio e di concatenamento in tutte le zone del blocco.

I calcoli di compensazione dovranno fornire i valori a posteriori di  $\sigma_0 < 0.15$  m per la planimetria e di  $\sigma_0 < 0.10$  per l'altimetria.



## **10. Elaborati di consegna**

Al termine delle operazioni topografiche e fotogrammetriche di inquadramento, raffittimento, appoggio e T.A., andranno consegnati:

1. grafici delle reti di inquadramento esistenti, dei punti di raffittimento e dei punti fotografici di appoggio;
2. fotogrammi frecciati e forati;
3. monografie descrittive di tutti i vertici comunque utilizzati (GPS ITALIA 95 e altri e dei caposaldi acquisiti presso l'IGM o l'IIM);
4. monografie descrittive di tutti i vertici e dei caposaldi determinati; di nuova istituzione;
5. libretti di campagna originali o registrazioni dei dati;
6. schemi dei calcoli eseguiti ed in particolare documenti di uscita originali dei calcoli elettronici;
7. elaborazioni delle misure (compensazioni o altro) atte a permettere un controllo dei risultati ed una verifica della loro accettabilità;
8. il grafico dei blocchi triangolati con l'ubicazione dei punti di appoggio per la compensazione e dei punti di collegamento delle strisciate;
9. le liste dei dati che hanno costituito l'input dei calcoli di triangolazione;
10. gli output dei calcoli elettronici eseguiti con tutte le indicazioni atte ad illustrare compiutamente i risultati ottenuti;
11. supporto magnetico, contenente le coordinate terreno plano-altimetriche dei punti noti utilizzati o dei punti calcolati nella triangolazione, con caratteristiche indicate dalla D.L.

Il tracciato record dei punti memorizzati è a discrezione della Ditta esecutrice purché documentato. In ogni caso dovranno essere

contraddistinti con opportuno codice, le seguenti classi di punti: I.G.M.I. con ordine di appartenenza, punti di raffittimento, P.F.A. e T.A.

## **11. Restituzione fotogrammetrica numerica**

La Ditta dovrà allegare all'offerta una dettagliata relazione sulle modalità operative della fase di restituzione numerica dei modelli, indicando tipi di strumenti analitici, programmi di acquisizione dei dati e quanto altro necessario.

Prima dell'inizio delle operazioni, la Ditta Appaltatrice dovrà inviare alla D.L. i certificati di calibrazione degli strumenti firmati dal Direttore Tecnico.

Condizione essenziale per la valutazione di idoneità è quella della precisione strumentale che deve essere caratterizzata da un r.m.s.e. inferiore a 2 micron per asse.

Lo strumento di restituzione deve essere di struttura analitica - non sono ammessi strumenti analogici encoderizzati, né strumenti a soluzione digitale- e dovrà essere collegato ad un sistema di visualizzazione in tempo reale di tipo analitico (stazione grafica interattiva); dovrà essere corredato da un'unità automatica di registrazione delle coordinate strumentali o terrestri in grado di acquisire i dati nelle modalità a punto singolo e a spazio.

Le verifiche sulle caratteristiche di precisione di tutta la dotazione strumentale potranno essere richieste dalla D.L. in ogni momento del periodo di impiego.

Per ogni modello di cui è stato eseguito l'orientamento assoluto, la Ditta esecutrice dovrà compilare, in modo automatico, una scheda (protocollo di restituzione) nella quale dovranno essere riportati i seguenti dati:

- numero dei fotogrammi formanti il modello;
- scala di modello;

- valori angolari e lineari dell'orientamento assoluto;
- elenco degli scarti piano - altimetrici sia sui punti di appoggio;
- data relativa allo svolgimento della restituzione;
- nome dell'operatore o degli operatori che hanno effettuato l'orientamento assoluto del modello e la restituzione;
- tipo di strumento utilizzato e relativa matricola.

Gli scarti composti planimetrici sui punti di appoggio non dovranno in nessun caso superare i 0.35 m; gli scarti in quota devono essere contenuti, in valore assoluto, entro 0.25 m.

Qualora, malgrado ripetuti tentativi, su un punto di appoggio non risulti possibile portare gli errori entro i limiti predetti, si dovranno innanzitutto ricercare le cause di tale fatto (in errori di calcolo, identificazione o altro) e solo dopo, se le discrepanze dovessero persistere, detto punto non dovrà essere utilizzato per l'orientamento assoluto dei modelli.

Questo fatto dovrà essere segnalato al Direttore dei Lavori e, ove possibile, dovrà essere integrato con altro punto di appoggio.

La parte del modello stereoscopico da restituire deve essere contenuta all'interno del poligono dei punti di appoggio del modello stesso.

La restituzione dovrà fornire una rappresentazione particolareggiata del terreno e delle opere dell'uomo.

Prima dell'inizio di questa fase, verrà approntata la completa legenda per la simbologia grafica da adottare, suddivisa in almeno nove tipologie fondamentali:

1. edifici ( abitazione - culto - istruzione - industriali - castelli - uffici di interesse pubblico - ospedali - baracche - tettoie - pensiline - serre)

2. viabilità (ferrovie - autostrade - strade statali - strade provinciali - strade comunali - carrarecce- mulattiere - sentieri, ecc.) sia in esercizio che in costruzione ed opere di attraversamento;
3. condotte per fluidi, per gas e per energia;
4. impianti sportivi;
5. elementi divisorii (muro isolato in pietrame e malta - muro a secco - palizzata e simili - muri di sostegno -);
6. vegetazione (limite di bosco - tagliata - filare - limite coltura - vigneto - uliveto - frutteto - serra - vivaio - rimboschimento - essenze boschive in numero di almeno sette - incolto, ecc. );
7. idrografia ( sorgente - pozzo - fosso - fiume - canalette - canali - acquedotti - serbatoi - briglie - stramazzi - ecc. );
8. limiti amministrativi (regione - provincia - comune)
9. punti topografici ( VT IGM - VT IIM - Cs IGM - VT Raffittimento - Cs raffittimento - Punti fotogr. di appoggio - punti da T.A.).

Ogni tipologia costituirà un layer ed ognuno degli elementi che la compongono avrà un proprio codice.

Dall'operazione di restituzione numerica diretta si otterrà un primo elaborato grafico, che può essere chiamato "minuta di restituzione", che deve intendersi il disegno automatico dei dati memorizzati in sede di restituzione eseguito su supporto trasparente indeformabile tramite plotter.

Di questo primo elaborato non è necessaria una particolare qualità grafica, ma si ritiene opportuno che venga già utilizzata la simbologia prescritta allo scopo di evidenziare e correggere eventuali errori e facilitarne la successiva fase di ricognizione.

Su tale supporto si provvederà a riportare tutti i punti di appoggio piano - altimetrici dei modelli, nonché i vertici ed i punti quota delle reti di inquadramento.

Il taglio del campo cartografico della minuta di restituzione deve essere possibilmente identico a quello dei fogli definitivi.

Nella minuta di restituzione dovrà essere riportato il reticolato Gauss-Boaga con linea continua ad intervalli di 10 cm grafici.

Sia le massime distanze tra i parametri, sia il rapporto dei punti di appoggio e dei vertici del foglio non dovranno presentare scarti superiori a 0,1 mm grafico rispetto ai valori calcolati.

Gli standard grafici di qualificazione delle linee e delle campiture, sono quelli correnti per la cartografia di pari scala, come ad esempio, quelli contenuti nelle “Norme proposte per la formazione di carte tecniche alle scale 1:5000 e 1:10.000” ed.I.G.M. 1973.

Ad ogni entità va associato un codice alfanumerico che ne specifica anche la vestizione.

Ha particolare rilevanza l'organizzazione informatica dei dati geometrici e delle relative attribuzioni ed interconnessioni.

La memorizzazione dei singoli particolari naturali ed artificiali, deve avvenire in forma numerica diretta contemporaneamente alla restituzione. E' pertanto assolutamente vietata la digitalizzazione successiva alla restituzione e tanto meno la digitalizzazione da altra cartografia esistente di qualsiasi tipo.

La memorizzazione consisterà nella registrazione di un codice identificativo del particolare in oggetto e da una serie di punti nelle tre coordinate spaziali. Il numero dei punti necessari deve essere tale che, unendo questi punti con segmenti rettilinei, l'oggetto venga adeguatamente

rappresentato alla scala del plottaggio nominale.

Tutti i particolari da memorizzare sono divisi in tre tipi di elementi geometrici:

- entità puntuali;
- entità lineari;
- entità areali.

Le entità areali sono caratterizzate dal fatto di avere il primo e l'ultimo punto coincidenti.

Non tutti gli oggetti memorizzati dovranno necessariamente essere disegnati, alcuni di essi dovranno essere memorizzati ai soli fini della creazione della banca dati. Viceversa esisteranno dei particolari che non dovranno essere memorizzati ma solo introdotti nel disegno per agevolarne la lettura.

Quando due o più entità sono parzialmente o totalmente coincidenti, si procede memorizzando soltanto l'entità più significativa e comunque quella da riportare nel disegno definitivo. Ad esempio nel caso di strada con muro la memorizzazione della parte comune riguarderà soltanto il muro.

Al termine delle operazioni di restituzione dovranno essere consegnati:

- grafico alla scala 1:50000 della ripartizione in fogli e loro numerazione, sovrapposto al grafico delle coppie con relativa numerazione;
- i protocolli di restituzione;
- n.1 copia eliografica del primo documento grafico o minuta di restituzione;

- i certificati di rettifica dello strumento di restituzione impiegato;
- archivi di trasferimento della restituzione numerica dei modelli.

A partire dai dati contenuti nei files di restituzione, deve essere possibile eseguire una stampa delle coordinate e del codice memorizzati per ogni punto e l'individuazione del modello di appartenenza.



## 12. Ricognizione geometrica e qualitativa

La ricognizione va effettuata da operatori esperti per l'intero territorio da cartografare allo scopo di correggere gli errori interpretativi, integrare gli elementi incerti ed inserire le informazioni sulla toponomastica, sulle colture, ecc.

In particolare l'integrazione a terra riguarderà il rilevamento di zone rimaste defilate dalle fotografie, nascoste da vegetazione molto fitta o da altre cause, tramite operazioni topografiche normali di precisione adeguata, appoggiate alla rete di raffittimento. Inoltre con la ricognizione si dovrà:

- inserire la toponomastica sulla copia eliografica della minuta di restituzione nella posizione che il ricognitore avrà scelto per la scrittura dei vari toponimi e il posizionamento di ogni toponimo dovrà rispettare, per quanto possibile, la trama cartografica, evitando di coprire particolari topografici importanti;
- riportare i limiti amministrativi deducendoli da documenti ufficiali, in particolare i limiti amministrativi provinciali e comunali dovranno essere desunti dalle mappe catastali che la Ditta esecutrice si procurerà, se necessario, a proprie spese;
- verificare le colture e le essenze principali;
- contrassegnare gli edifici pubblici di importanza essenziale per la comunità;
- prendere nota degli elementi morfologici necessari per una corretta compilazione della carta;
- classificare le strade secondo la competenza amministrativa.

Tutte le rilevazioni saranno riportate in rosso sopra una delle copie eliografiche della minuta di restituzione. Nei casi in cui, per ragioni di chiarezza, non sia possibile riportare sulla suddetta copia i rilievi di completamento, si provvederà a disegnarli a parte in un apposito fascicolo di completamento.

Sia le integrazioni metriche che quelle qualitative dovranno successivamente, in fase di editing, essere riportate sui dati memorizzati, con procedure idonee in modo tale che, quanto memorizzato sia la rappresentazione fedele della situazione dopo la ricognizione.

Ai fini della successiva operazione di disegno automatico dovranno anche essere memorizzate la toponomastica e le altre scritture marginali che completano la Sezione.

### **13. Scelta e distribuzione della toponomastica. Limiti amministrativi**

La raccolta dei toponimi sarà fatta ricavandola da documenti scritti (cartografia I.G.M., altre cartografie, censimenti ISTAT) o da informazioni dirette. I nomi così raccolti ed indicati su apposita edizione provvisoria della carta, dovranno essere verificati e validati dalla D.L.

Dovranno inoltre essere inseriti tutti i toponimi specificamente indicati dalla D.L.

La distribuzione dei toponimi e la loro densità non deve causare gravosa obliterazione del territorio; tutto quello che resta sottoposto dovrà comunque essere conservato in memoria.

La disposizione dei toponimi deve essere eseguita secondo le correnti norme cartografiche.

#### **14. Integrazione geometrica e qualitativa della restituzione**

Prima della memorizzazione su supporto magnetico gli elementi cartografiche debbono essere sottoposti ad una operazione di editing interattivo per eliminare eventuali imprecisioni ed incongruenze tra rappresentazione grafica e memorizzazione dei dati.

In particolare dovrà essere garantita la congruenza geometrica tra le aree contigue.

Qualora le aree ricadano in più coppie di restituzione dovrà essere garantita la congruenza dell'intera area contenuta nella Sezione.

E' richiesto un rigoroso attacco in corrispondenza dei bordi della sezione, nei confronti delle sezioni adiacenti. Se ciò non sia stato ottenuto in fase di restituzione, si richiede che tale congruenza sia ricreata in fase di editing grafico.

Ogni "Sezione" della C.T., dopo essere stata restituita e dopo che siano stati riportati i dati rilevati durante la ricognizione, darà luogo ad un file di memorizzazione.

Le entità da acquisire sono descritte nel Documento dei contenuti e simboli per la scala 1:10.000, già citato.

Tutti i dati memorizzati devono essere organizzati per "Sezioni" nel senso che ciascun foglio formerà un unico file. Questi files dovranno essere consegnati su supporto magnetico in formato DWG.

### 15. Precisione globale del rilievo

Per precisione globale del rilievo si intende il limite metrico entro il quale sono definite le grandezze fondamentali degli elementi geometrici dei modelli memorizzati. Nel seguito vengono fornite le tolleranze ammissibili.

- per la posizione planimetrica di un punto:

$$T = [(N^* - N)^2 + (E^* - E)^2]^{1/2} = 3 \text{ m}$$

dove:

- $N^*$  e  $E^*$  sono le coordinate Nord e Est di punti ben individuati sulla presentazione al videografico a mezzo di opportuni ingrandimenti, derivanti dalla restituzione e dalle correzioni della ricognizione.
  - $N$  e  $E$  sono le coordinate degli stessi punti rilevate con misure di elevata precisione riferite alle reti topografiche già determinate nella propria fase operativa.
- per la quota di un punto:

$$Q_p^* - Q_p < T_q = 1.20 \text{ m}$$

per il 90% dei casi e 1.50 m per il rimanente 10% dei casi, dove:

- $Q_p^*$  è la quota del punto determinata con individuazione dello stesso al video grafico, con opportuni ingrandimenti, derivante dalla memorizzazione del modello;

- $Q_p$  è la quota del punto ricavata con misure di precisione con riferimenti di caposaldi e/o ai vertici delle reti topografiche.

- per le curve di livello:

$$Q_1^* - Q_1 < 2.5 \text{ m per terreni con pendenza media } < 5\%$$

$$Q_1^* - Q_1 < 3.0 \text{ m per terreni con pendenze } > 5\%$$

dove:

- $Q_1^*$  = quota della curva di livello da restituzione
- $Q_1$  = quota di un suo punto ben individuabile sul video grafico e sul terreno, determinato con misure di adeguata precisione riferite alle reti topografiche installate e determinate nella fase di lavoro propria.

- per la distanza fra due punti:

$$D^* - D < T = 3.00 + d/1000 \text{ per } D < 1500 \text{ m}$$

$$D^* - D < T = 4.5 \text{ per } D > 1600 \text{ m}$$

dove:

- $D^*$  è la distanza rilevata con operazione interattiva dai dati memorizzati;
- $D$  è la distanza misurata sul terreno con misure di elevata precisione tra gli stessi punti.

- per il dislivello tra due punti:

$$\Delta_p^* - \Delta_p < T = 1.50 \text{ m}$$

dove:

- $\Delta_p^*$  é il dislivello tra i punti ben individuati valutato come differenza tra le loro quote rilevate al video grafico;
- $\Delta_p$  è il dislivello misurato sul terreno con operazioni topografiche di precisione

## 16. Compilazione e disegno

Il disegno dovrà essere effettuato con plotter, comandato da un elaboratore, avente caratteristiche di qualità grafica e di precisione idonee a lavori cartografici.

I dati memorizzati in sede di restituzione saranno integrati e corretti con quanto emerso dalla ricognizione.

Tutti i particolari del terreno dovranno trovare una rappresentazione fedele nella forma e nella grandezza in modo che ogni segno rappresentato corrisponda alla effettiva posizione geometrica del particolare e l'impiego dei segni convenzionali o l'alterazione delle dimensioni deve essere limitato ai soli casi di effettiva impossibilità di rappresentazione in scala.

Le indicazioni relative alla simbologia da usarsi, allo spessore dei tratti con cui si individuano gli elementi planimetrici e altimetrici, alla scrittura dei testi delle quote dei punti isolati, all'individuazione degli edifici ed altri manufatti, ecc. saranno oggetto di ulteriori successive informazioni.

Per quanto riguarda parametratura, cornici e titoli, la Ditta esecutrice, sulla base dei valori delle coordinate rettilinee piane dei vertici, provvederà ad eseguire la parametratura dei fogli riportando all'interno del campo cartografico il reticolato Gauss-Boaga ogni 10 cm grafici e riportando a margine solo i due valori più vicini ai vertici; a margine saranno indicati con appositi segni convenzionali anche i riferimenti del reticolato U.T.M.; ai quattro vertici della carta saranno riportati i valori delle coordinate geografiche E.D. 1950 con i riferimenti grafici ogni minuto. I valori delle coordinate piane (Gauss-Boaga, U.T.M.) dei vertici saranno riportati anche su apposita tabella.

All'interno del campo cartografico dovranno essere riportati con gli



specifici segni convenzionali gli elementi delle reti di inquadramento, di raffittimento e di appoggio utilizzati, che dovranno, altresì, essere ripetuti su apposita tabella a margine della carta.

La precisione della parametratura, l'ortogonalità e le dimensioni del reticolato, le tacche dei valori delle coordinate piane e geografiche, la posizione dei punti di appoggio dovranno essere contenuti entro scarti grafici non superiori a mm 0.25.

Cornici, titoli e scritte marginali definitive da inserire su ciascuna Sezione dovranno essere preventivamente autorizzate dalla D.L.

Dall'originale del disegno, verranno tratte le copie eliografiche che saranno inviate, a norma di legge ed a carico della Ditta, agli Organi competenti per l'esame di riservatezza nonché due copie da fornire alla D.L. per le operazioni di collaudo.

Le sezioni da inviare alla Commissione di Collaudo dovranno riportare un "visto per revisione" da parte del Direttore Tecnico della Ditta Appaltatrice.

Le eventuali correzioni richieste in sede di Autorizzazione alla Diffusione da parte delle Autorità di Controllo nonché quelle emerse in sede di collaudo metrico e qualitativo della carta, dovranno essere riportate nell'originale del disegno ed inserite nella memorizzazione dei dati.

Dopo aver effettuato sull'originale di disegno le eventuali correzioni indicate a seguito di collaudo metrico-qualitativo ed alle richieste delle Autorità si darà luogo alle stesure degli elaborati definitivi, si procederà alla produzione di un "originale di archivio" ed alla esecuzione delle copie elioriproducenti ed eliografiche.

Il segno dei suddetti originali dovrà risultare perfettamente disegnato, senza incertezza e sbavature, uniforme nei "pieni" di tutti i tratti grafici

indipendentemente dalle loro dimensioni e spessori, perfettamente opaco in tali tratti.

Gli elaborati da consegnare per ogni Sezione sono:

- un originale di riproduzione (per archivio) su supporto poliestere;
- due controlucidi rovesci su poliestere leggero trasparente (elioriproducibile) ottenuti in macchina piana;
- due copie su carta eliografica ottenute in macchina piana;
- tutti i dati memorizzati e organizzati nei supporti magnetici da fornire in duplice copia.

Dovrà essere altresì fornito un file per il plottaggio della cartografia nella stessa veste grafico-simbolica con cui é stata prodotta.

Ad ogni serie omogenea di supporti magnetici consegnata dovrà essere allegata una copia illustrativa con l'elenco dei files contenuti, dei codici e dei formati adottati.