

# ORGANIZZAZIONE OTTIMALE DI UN RILIEVO ALLA SCALA 1 : 10.000 DI UNA VASTA ESTENSIONE TERRITORIALE

COMUNICAZIONE UFFICIALE AL XV CONVEGNO NAZIONALE SIFET

PALERMO, 25-30 SETTEMBRE 1970

*Giuseppe Inghilleri \**

I significati che ineriscono all'aggettivo ottimale quando questo viene riferito ad una attività produttiva si possono ricondurre al fatto che:

a) nel definire i parametri dell'attività produttiva vi siano delle esigenze contrastanti,

ed al fatto che:

b) i suddetti parametri siano graduabili a piacere, ovvero che vi sia un'effettiva possibilità di scelte.

Un esempio di scelta ottimale è quello relativo alla definizione della quota di volo per un rilievo aereofotogrammetrico, dove i parametri che intervengono sono la precisione, la possibilità di individuare i particolari da una parte, la natura morfologica del terreno e l'economicità della produzione dall'altra.

I parametri che intervengono nella definizione dell'organizzazione del rilievo di una vasta estensione sono numerosi e, occorre affermarlo subito, non sono graduabili a piacere perché dipendono da fattori su cui non è possibile agire; in altre parole la definizione dell'organizzazione ottimale di un rilievo deve necessariamente tenere conto della effettiva situazione degli operatori e delle capacità produttive del nostro paese; quindi occorre fare un discorso sulla organizzazione ottimale non in senso assoluto, il che sarebbe un puro esercizio accademico, ma relativamente alla nostra situazione.

La produzione di una carta topografica, come quella di un qualsiasi bene, si definisce, entro determinati limiti, sulla base di tre parametri: quantità, qualità e costo. E' evidente che, fissati due di questi parametri, resta fissato il terzo.

La quantità, ovvero estensione del territorio da rilevare.

La qualità è definita anzitutto dalla scala della carta, indi dalla precisione geometrica o dalla quantità di informazioni che deve contenere; occorre tenere presente che a parità di scala si possono avere qualità differenti, ad esempio:

1) la precisione planimetrica può essere definita entro l'errore di graficismo o essere alquanto diminuita,

2) la precisione altimetrica può essere definita congruentemente alla scala ed in vista della pura rappresentazione morfologica del terreno, o può essere definita

---

\* Istituto di Geodesia, Topografia e Fotogrammetria del Politecnico di Torino.

con tolleranze minori in vista di particolari utilizzazioni,

3) la carta può essere prodotta integrando carte preesistenti,

4) si può produrre una ortofotocarta,

5) si può produrre un mosaico controllato, quando la morfologia lo consente, integrato da informazioni altimetriche.

Nel costo occorre tenere conto della produzione, del collaudo e dell'aggiornamento.

Il primo parametro da definire per organizzare il rilievo di una vasta zona è la qualità, e questo dipende dalle utilizzazioni che si dovranno trarre dalla carta; per un rilievo alla scala 1:10.000, ovvero per una carta tecnica si terranno presente le necessità delle progettazioni dell'ingegneria civile, delle sistemazioni urbane, delle sistemazioni forestali etc.

La qualità è definita dai tecnici che richiedono la carta e che ovviamente dovranno ricorrere a compromessi, non potendo richiedere una carta generale del territorio calibrata per ogni tipo di intervento; sulla base però di una previsione circa il maggior numero e tipo di interventi definiranno la qualità della carta per diverse porzioni del territorio da rilevare.

Comunque una scelta che condiziona il costo e l'organizzazione della produzione della carta è quella della precisione intrinseca della carta: la precisione planimetrica deve rigorosamente essere riferita all'errore di graficismo o si può ammettere una tolleranza maggiore, ad esempio quella del mezzo-millimetro grafico? Stabilito che comunque la rappresentazione a curve di livello deve avere una precisione congruente alla precisione planimetrica, si stabiliranno per le quote di punti particolari delle tolleranze minori, ed in questo caso che densità devono avere questi punti?

Se si tengono presenti i tipi di utilizzazione di una carta tecnica si è portati a concludere che il mezzo-millimetro grafico di tolleranza planimetrica può essere facilmente accettato, mentre si può essere piuttosto perplessi circa l'utilità di punti quotati che abbiano tolleranze di un paio di metri (a meno che, naturalmente, questi non sostituiscano le curve di livello). Quote aventi una tolleranza di un paio di decimetri relative a particolari planimetrici che ne permettano la definizione distanti fra di loro da 500 metri a 1 Km. sono di notevole utilizzazione.

Fatte le scelte sulla qualità della carta, resta da determinare il costo data l'estensione, o l'estensione definito il costo; in altre parole se gli amministratori hanno già deciso quanto danaro è a disposizione, comunicare loro quanto rilievo può essere eseguito, o viceversa comunicare agli amministratori il costo del rilievo per tutto il territorio considerato affinché essi stanino il denaro necessario.

Occorre dire che nella particolare situazione italiana questa procedura razionale non è possibile per due motivi principali:

a) i tecnici degli enti che in genere appaltano lavori cartografici non sono in grado, non avendo una adeguata documentazione, di eseguire delle dettagliate analisi dei costi, contrariamente a quanto si verifica in tutti gli altri casi di interventi tecnici.

b) in genere gli amministratori sono poco sensibili alle richieste per cartografia; è già molto se essi si rendono conto di quanto questa è necessaria, ma

comunque è un'opera che la massa non vede, e sul piano della lotta politica, può contare di più una fontana o un bel monumento.

Per citare un esempio di procedura razionale ricordiamo la costituzione della carta d'Italia alla scala 1:25.000. Gli utilizzatori, al momento delle scelte, erano principalmente i militari, la qualità della carta (scala 1:25.000, precisione planimetrica entro il graficismo, punti quotati con particolare precisione) derivava da esigenze militari; stabilito che si doveva rilevare tutto il territorio nazionale non è stato posto, almeno esplicitamente, il problema del costo.

Altro esempio di scelte razionali è quello delle carte catastali: scale diverse a seconda delle zone, rinuncia della altimetria, precisione planimetrica elevata per i confini di proprietà, meno elevata per i particolari descrittivi.

Non vi è dubbio che le scelte ottimali concernenti la qualità di una carta tecnica sono molto più complesse data la molteplicità di esigenze a cui questa carta deve soddisfare; ne deriva la necessità di accurate previsioni ed ampie documentazioni.

Effettuate le scelte occorre realizzare la produzione e trattandosi del rilievo di una vasta zona si presenta il problema di chi deve eseguire il lavoro. Le soluzioni sono: *a)* affidare la realizzazione ad un organo cartografico nazionale già esistente, eventualmente potenziato; *b)* creare organi cartografici regionali; *c)* lottizzare il rilievo affidando l'esecuzione dei lotti a ditte private.

Vediamo cosa ci dice l'esperienza circa le soluzioni *a)* e *c)*, dato che la *b)* è una pura ipotesi.

L'esperienza è positiva per la soluzione *a)*: ambedue gli organi dello Stato Istituto Geografico Nazionale e Catasto hanno funzionato bene ed hanno prodotto carte di elevata fattura e rispondenti ai requisiti.

Non si può certo fare carico a questi organi se non possono soddisfare la domanda di cartografia tecnica, dato che la qualità della domanda della difesa, con riferimento alla carta 1:25000, è antitetica, mentre il Catasto di fronte ai compiti estimativi non riesce neanche, con i quadri ridotti, a fronteggiare i compiti della cartografia catastale.

L'esperienza è alquanto negativa per la soluzione *c)*; si possono citare il rilievo della Calabria quello della Sardegna e numerosi altri rilievi al 5000 e 10 000. Non si possono esaminare in questa sede le ragioni di questa negatività, come pure non si possono individuare delle precise responsabilità, dato che la situazione è alquanto complessa.

L'ideale sarebbe quindi da ricercare nella costituzione di seri organi cartografici regionali; è però un ideale, anche se ci fosse una precisa volontà politica mancherebbe il tempo di fronte alle urgenze del paese in rapido sviluppo; altrettanto dicasi per un potenziamento degli organi cartografici nazionali; non rimane altro che accettare la soluzione *c)*, che in linea teorica dovrebbe essere valida perlomeno quanto le altre due.

Accettata quindi realisticamente una pluralità di appaltatori di carte ed una pluralità di esecutori, la razionalità vuole che, trattandosi di grosse fette di territorio nazionale, si abbiano dei prodotti il più possibile omogenei, sorge cioè il problema di stabilire delle norme tecniche di esecuzione e collaudo. Questo problema che sembra puramente tecnico è in realtà un problema politico.

La Commissione Geodetica, con la collaborazione degli esperti dei nostri maggiori organi cartografici ha definito una serie di norme, che possono essere ovviamente migliorate, variate, ma comunque stabilite; in effetti queste norme possono essere applicate solo se l'Ente appaltatore richiede una precisa collaborazione alla C.G.I.; se ad esempio un Ente richiede la collaborazione di un esperto dell'I.G.M. con ogni probabilità le norme per il rilievo saranno diverse.

Il problema politico quindi è quello di fare in maniera che le norme della C.G.I., organo dello Stato all'uopo predisposto, siano norme cogenti, per tutti gli enti che, spendendo danaro pubblico, appaltano un certo tipo di carta.

Superato il problema delle norme, resta il problema delle ditte esecutrici. Nel lottizzare la realizzazione di un'autostrada ad esempio si tiene conto delle capacità produttive di numerose ditte appaltatrici che hanno dimensioni equivalenti. La situazione delle ditte appaltatrici di lavoro di rilievo è invece completamente diversa. Fatte le debite proporzioni, tenuto conto che il rilievo di una vasta zona del territorio comporta una spesa di parecchi miliardi e che, per un presupposto di efficienza, vada eseguito nell'arco di due o tre anni, abbiamo una domanda di almeno due o tre miliardi l'anno, che razionalmente dovrebbe presentarsi a fronte di un'offerta da parte di una decina di ditte aventi una capacità di duecento o trecento milioni l'anno.

L'esame della situazione ci mostra che vi è una ditta capace di un lavoro tre o quattro volte maggiore, tre o quattro ditte capaci di un lavoro di quest'ordine di grandezza, magari con qualche leggero aumento di produttività, ed una notevole quantità di ditte che sono lontane da questo potenziale.

Sinteticamente, la domanda si contrappone ad un'offerta da parte di operatori aventi capacità produttive notevolmente diverse. D'altra parte analisi sulla dimensione minima di una ditta di rilievi, che non può essere fatta in questa sede, porterebbe a concludere su una dimensione di almeno trecento o quattrocento milioni annui.

Si può solo sperare allora in una politica di aggiudicazione degli appalti che porti ad un aggiustamento della situazione.

Appalti dell'ordine di trecento milioni (per una carta alla scala 1:10000 è mediamente il territorio di una provincia) dovrebbero essere dati solo a ditte o concentrazioni di ditte che possono dimostrare di poter eseguire in proprio tutto il lavoro corrispondente. In altre parole occorrerebbe agire con una domanda tipica in modo che sul mercato si formino ditte concorrenziali, ma di dimensioni non troppo diverse, ovvero che si razionalizzi il mercato stesso. Da tenere presente per il futuro delle ditte che il lavoro di aggiornamento va almeno stimato alla metà del lavoro di produzione.

Vi è ora da esaminare l'aspetto tecnico dell'organizzazione del lavoro, una volta che quantità, qualità e prezzo siano stati fissati, e per questo occorre fare un'ipotesi sulla qualità della carta alla scala 1:10000 che si vuole produrre, ipotesi che come si è detto, ha dei riflessi sulla prassi esecutiva.

Conformemente a quanto già esemplificato facciamo l'ipotesi di una cartografia alla scala 1:10000 con una tolleranza planimetrica di mezzo-millimetro grafico, con curve di livello o punti quotati sostitutivi, e con punti quotati con particolare cura (uno o due decimetri di tolleranza) aventi una densità di un punto ogni 40-50 ettari. (un paio, ove è possibile, ogni decimetro quadrato grafico).

Per l'inquadramento geodetico planimetrico abbiamo la rete del 1°, 2° e 3° ordine dell'I.G.M. un buon numero di vertici di 4° ordine, come pure un buon numero di vertici catastali; una rapida rassegna dei vertici disponibili ha permesso di concludere che l'appoggio planimetrico di fotogrammi presi da 3000 m di quota relativa è possibile mediante operazioni di triangolazione aerea, una volta che tutti i vertici disponibili siano resi fotografici, e si sia provveduto a qualche raffittimento.

Come eseguire la triangolazione aerea?

Ovviamente nel modo che a parità di risultati sia il più economico. La lunga esperienza accumulata su tale argomento permette di concludere che la maniera più vantaggiosa è quella di eseguire una triangolazione aerea analitica, a modelli indipendenti con compensazione per blocchi eseguendo le misure delle coordinate lastra con un monocomparatore.

Per rendere produttivo al massimo il procedimento sarebbe opportuno centralizzare la lavorazione, tenendo conto che con un monocomparatore con quattro addetti si possono agevolmente osservare e calcolare 6000 lastre, ovvero un numero praticamente uguale di modelli, per ogni anno lavorativo. Tenendo conto che un modello stereoscopico in un volo a 3000 di q.r. copre praticamente 500 ettari di terreno, si ha l'equivalente di una produzione di 3 milioni di ettari l'anno.

Tenendo conto della qualità che si è fissata ed in particolare il requisito di un paio di punti quotati con precisione ogni 100 ettari, non sarebbe il caso di ricorrere alla triangolazione aerea anche per l'appoggio altimetrico, ma varrebbe la pena di servire direttamente a terra ogni modello.

L'obiezione fondamentale è che tale procedura sarebbe troppo onerosa; una rapida analisi può mostrare che è onerosa, ma sopportabile.

Prendiamo il rilievo di un milione di ettari ovvero un complesso di 2000 stereogrammi; per servire con almeno quattro punti ogni modello occorrerebbe quotare 8000 punti ad una distanza media un po' superiore al Km; abbassiamo il numero di punti a 6000 tenuto conto che parecchi di questi possono servire più di un modello.

In queste condizioni l'unico sistema economicamente possibile è quello di ricorrere ad una livellazione eseguita con un distanziometro ad onde ed un teodolite, con una apparecchiatura cioè del tipo Distomat. Battute dell'ordine di 500 o 600 m, una sola lettura al cerchio verticale (si suppone lo zenit strumentale rettificato o conosciuto) consentirebbero una precisione sul dislivello di qualche centimetro, ed una notevole celerità di esecuzione.

Oltre a servire i modelli si quoterebbero numerosi altri punti.

Le esperienze finora fatte con il Distomat ed il teodolite T2 consentono di affermare che una squadra motorizzata con 4 addetti, e del costo di circa 100000 lire per ogni giorno può quotare in questo intervallo di tempo circa una trentina di punti; supposto che solo una quindicina siano utilizzabili per l'appoggio dei modelli si ha un costo di circa 6500 lire per ogni fotografico di appoggio, ed un costo nullo per gli altri, ovvero circa 40 lire per ogni ettaro.

E' una spesa quindi sopportabile per un rilievo alla scala 1:10000. Da tenere presente che la squadra in prossimità dei vertici trigonometrici potrebbe

eseguire l'operazione di riferimento a particolari fotografici, nonché operazioni di raffittimento planimetrico, operazioni queste che comunque andrebbero eseguite, ma che potrebbero essere inquadrate in un lavoro più vasto e rese pertanto più economiche.

Rimangono da analizzare le altre parti del lavoro, restituzione, disegno; pur tenendo conto delle dimensioni ottime degli operatori nel lavoro di rilievo, si può dire che queste operazioni possono consentire certi equilibri di potenzialità produttiva, in quanto ogni modello restituito o disegnato può essere considerato un lavoro a sè stante, fatte salve ovviamente le caratteristiche di omogeneità della produzione globale.

In sintesi dal punto di vista puramente tecnico per l'organizzazione ottimale del rilievo di una vasta zona, contemperando cioè le risorse finanziarie disponibili, le capacità attuali degli operatori e una carta di buona fattura per interventi di ordine tecnico, si dovrebbe anzitutto suddividere il rilievo in zone corrispondenti all'incirca al limite amministrativo di una provincia e basarsi sulle seguenti organizzazioni:

a) organizzazione centralizzata per l'esame della situazione della rete geodetica e di livellazione in ogni provincia, la progettazione di dettaglio degli interventi di topografia e la definizione dei piani di volo.

b) organizzazione centralizzata per l'esecuzione delle operazioni di triangolazione aerea, e di elaborazione di tutti i dati provenienti dal lavoro a terra.

c) un congruo numero di ditte per l'esecuzione dei voli.

d) organizzazioni di topografi, in numero di 15 o 20, coincidenti o no con le ditte fotogrammetre.

e) organizzazioni di fotogrammetri in grado di restituire e disegnare da 300000 a 400000 ettari ogni anno.

L'obiezione fondamentale a tale impostazione è che suddividendo il lavoro su operatori diversi si va incontro a contestazioni varie, mentre finora si è in genere operato affidando ad un'unica ditta la responsabilità verticale di tutte le lavorazioni. Occorre dire che tutto si può superare con una adeguata serie di controlli e verifiche e con la buona volontà e maturazione degli operatori, dato che in tutti i rami della tecnica si possono constatare situazioni del tipo esposto. Bisogna d'altra parte tenere presente il vantaggio di produttività che si ottiene specializzando ogni operatore, che si trova a vedere aumentato la quantità di lavoro per cui è meglio preparato ed organizzato.

Alcune considerazioni infine circa la maniera ottimale di eseguire il collaudo; in questo campo vi è una notevole libertà e si può quindi procedere ad una serie di scelte razionali.

Tutte le operazioni che precedono la restituzione ed il disegno sono controllate e controllabili, non sorgono pertanto particolari problemi per il collaudo; il controllo più efficace per la restituzione ed il disegno va eseguito sul terreno; il procedimento più razionale è quello di determinare, con poligoni eseguite con distanziometri ad onde e teodoliti ed i metodi del rilievo celerimetrico e le *coordinate* e le quote di un certo numero di punti, confrontandoli quindi con i dati desunti dalla carta. Le poligoni dovrebbero attraversare diversi modelli, strisciate e blocchi, fornendo così elementi di riprova circa la bontà delle operazioni di inquadramento.