

# RAGIONAMENTI FOTOGRAMMETRICI

Prof. UGO BARTORELLI

## LA DISTORSIONE PER IL FOTOGRAMMETRA

Nel nostro primo ragionamento ci siamo diffusi alquanto sulla distorsione della presa fotogrammetrica; e con ragione, in quanto dei tre elementi necessari a ricostruire dal fotogramma la stella dei raggi proiettanti che lo ha generato, il piú importante, per le conseguenze che ha sulla precisione di tale ricostruzione, è proprio la distorsione.

Appare abbastanza evidente che cosí debba essere, anche senza addentrarci in analisi rigorose, se poniamo mente per un momento alle deformazioni che si introducono in una stella correttamente ricostruita, quando a bella posta, con uno spostamento continuo del secondo nodo  $N_2$ , vi si generino errori di punto principale e di distanza principale.

Potremo constatare che i raggi proiettanti sono indotti a ruotare, tutti insieme, abbastanza concordemente e che quindi la stella nel suo complesso risente lentamente degli errori introdotti. Supponendo invece di generare a bella posta un errore di distorsione, avremo all'interno della stella alcuni raggi in posizione invariata, mentre altri ruoteranno in versi generalmente discordi fra loro da fare temere effetti veramente deleteri per la conformazione della stella.

Ci sia consentito quindi di continuare sull'argomento « distorsione », anche se potrà riuscire un po' pesante; e di considerarlo, al termine di questo ragionamento, in una forma piú generale, che non sia quella della presa soltanto.

Innanzitutto dobbiamo stabilire la relazione che intercorre fra i due diagrammi di figure 4 e 6, del precedente ragionamento, che riguardano uno stesso obbiettivo.

Secondo concetti già dedotti rappresentano, in funzione delle distanze  $r$  dal punto principale  $P$  (o delle incidenze  $i$ ), il primo la variazione della distanza focale  $f$ , ed il secondo *la variazione della distorsione  $d$  quando si consideri che l'obbiettivo abbia la distanza focale costante  $f = 151,37$  mm.* Ciò fa ritenere logico che si possa *attribuire* ad un obbiettivo una focale costante qualsiasi (a rigore anche fuori del campo della sua variazione) purché se ne consideri una adatta curva di distorsione.

Per quanto di primo acchito possa apparire un po' sconcertante, la circostanza è vera; né dovrà meravigliarci se ricordiamo che abbiamo già constatato come la distanza della lastra dal secondo nodo  $N_2$  sia un elemento fisicamente inaccessibile, né nemmeno ben definito per la natura dei suoi estremi; la sua fine misura assoluta non ha nemmeno grande importanza, mentre moltissima ne ha la fine conoscenza della emigrazione di  $N_2$  al variare della incidenza  $i$ , ossia proprio la conoscenza del diagramma di figura 4, che caratterizza l'obbiettivo univocamente.

Quando, per accettare l'ipotesi di un secondo nodo  $N_2$  fisso, secondo quanto è stato già illustrato, *attribuiamo* all'obbiettivo una focale  $f$ , costante, con ciò implicitamente resta definito, in base al diagramma di figura 4, il raggio  $r$  della circonferenza, con centro nel punto principale  $P$ , dei punti per i quali (fig. 7) la distorsione è nulla ( $d = 0$ ); per ogni altro punto sarà generalmente  $d$  diverso da zero.

Ad esempio se invece di assumere  $f = 151,37$  mm, come in fig. 6, adot-

tiamo per lo stesso obiettivo  $f = 151,39$  mm, la curva della distorsione diventa un'altra (fig. 8), diversa da quella di fig. 6, ma evidentemente... di famiglia.

Per descrivere tale nuova curva, in figura 4 considereremo il punto della curva di ordinata 151,39; la sua ascissa  $r$  ( $r = 100$  mm circa) è quella dei punti per i quali la distorsione è nulla; consideriamone uno, quello  $A'$  di figura 7; il raggio principale che lo determina è passato per  $N_2$ , alla distanza 151,39 mm dalla lastra. Qualsiasi altro punto  $B'$ , fuori della detta circonferenza, a distanza  $r'$  da  $P$ , è determinato da un raggio principale che non è passato per  $N_2$ , ma per un punto  $N'_2$  che dista da  $N_2$  di  $\Delta f'$ ; quantità che ricaviamo in figura 4 quale differenza fra le focali corrispondenti ad  $r$  ed  $r'$ .

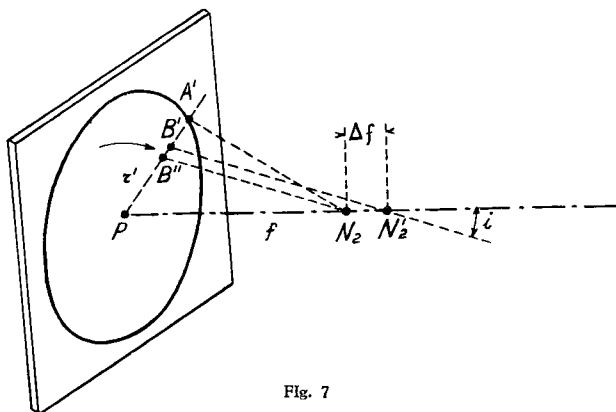


Fig. 7

Allora il raggio principale (fig. 7) del fascio proveniente da  $B$ , di incidenza  $i$ , che se fosse emerso da  $N_2$  avrebbe dato l'immagine in  $B''$ , essendo invece passato per  $N'_2$ , la determina in  $B'$ ; la misura di  $B''B'$  ci dà quindi la distorsione  $d'$  corrispondente a  $r'$ .

Il savio Talete, che di distorsione non sapeva nulla, ci insegna che  $d' : \Delta f' = r' : f$  e quindi  $d' = \Delta f' \cdot r' / f$  (nelle quali per la piccolezza di  $d'$  rispetto ad  $r'$  abbiamo considerato  $r'$  in luogo di  $r' + d'$ ).

È con questa semplice formuletta (o con costruzione geometrica ovvia) che, dal diagramma di figura 4, è possibile costruire anche la curva di distorsione per  $f = 151,39$  (fig. 8) o per qualsiasi altra focale. Assegnati vari valori di  $r$ , scelti comunque (40; 60; 80; 100; 120; 140 mm), si ricavano in figura 4 i

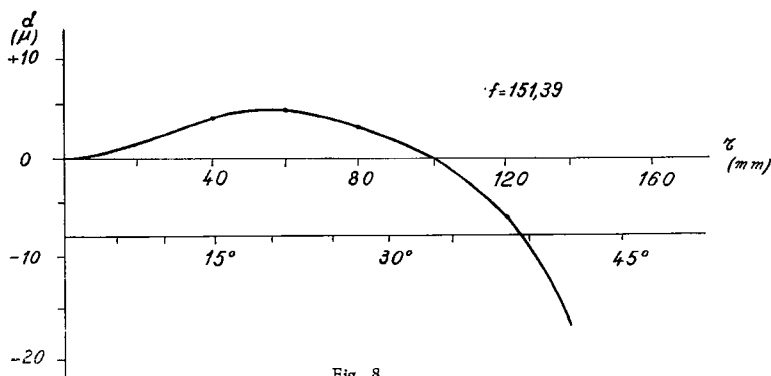


Fig. 8

corrispondenti  $f$  (+ 1,5; + 1,2; + 0,7; 0; — 0,8; — 1,8 centesimi di mm) e con la formula sopra dedotta le corrispondenti distorsioni (+ 4; + 4,7; + 3,7; 0; — 6,3; — 16,7 micron), che consentono di costruire la curva di figura 8.

Vien fatto di domandarci, allora, quale distanza focale convenga attribuire ad un obiettivo che dovrà usare il fotogrammetra, dato che essa è arbitraria. Si potrebbe utilizzare questa arbitrarietà, ad esempio, per determinare quella focale per la quale si uguagliano le aree comprese fra l'asse delle ascisse ed i rami positivo e negativo della curva di distorsione; con ciò l'obiettivo apparirebbe affetto da minore distorsione, che assegnandogli qualsiasi altra focale. Ma è evidente che non per questo l'obiettivo se ne avvantaggerebbe! Invece si tiene conto che il fotogrammetra, per verificare che le camere di restituzione del suo strumento restitutore equivalgono correttamente alla camera di presa, dovrà determinarne punto principale, distanza principale e distorsione, facendo uso, in luogo dei fotogrammi, di reticolati campioni centimetrati. Ed allora per facilitarlo, è d'uso attribuire all'obiettivo la focale che corrisponde ad una distanza  $r$  dal punto principale pari alla semidiagonale di uno di quei quadrati più marginali, costituenti tali reticolati. Ad esempio, per i formati di fotogrammi  $23 \times 23 \text{ cm}^2$  e  $18 \times 18 \text{ cm}^2$  si usa attribuire all'obiettivo la focale corrispondente a  $r = 10 \sqrt{2} \text{ cm}$ , come in figura 6, ed  $r = 7 \sqrt{2} \text{ cm}$ , rispettivamente.

E se le case costruttrici non forniscono, con le camere, curve di distorsione proprio siffatte, conviene al fotogrammetra trasformarsele; come, abbiamo visto, è facile fare.

\* \* \*

Avremmo finito di ragionare di distorsione, per l'aspetto geometrico che riguarda il fotogrammetra, se non ci ricordassimo invece che tutto quanto abbiamo fin qui dedotto scende dall'ipotesi della esistenza — e conoscenza — di un *asse di simmetria* per l'obiettivo e per la camera. È stato molto comodo utilizzare l'asse dell'obiettivo per ruotarci attorno con i nostri ragionamenti; ci ha consentito di porre il fotogramma perpendicolare ad esso e di definire inequivocabilmente il punto principale P e la distanza principale  $P N_2$  che, nel caso della *camera di presa*, abbiamo potuto considerare coincidente con la distanza focale  $f$ , *attribuita* alla camera. Abbiamo già detto che in realtà la simmetria del sistema è realizzata, in camera di buona costruzione, con precisione estremamente alta; ma può avvenire che per impieghi speciali della fotogrammetria la inevitabile imperfezione di tale simmetria non possa essere accettata, per avere essa conseguenze non tollerabili. Non per questo dovremo disarmare i nostri migliori proponimenti, o fermarci ad attendere obiettivi di ancor più accurata costruzione.

Deve infatti sempre valere per il fotogrammetra il principio che il *limite della precisione, con la quale un raggio possa essere ricostruito nella stella proiettante, debba essere determinato dalla nettezza della sua immagine* e non dalla imperfezione della conoscenza dell'orientamento interno della camera di presa; dovremo quindi sempre portare tale conoscenza al livello consentito dalla nettezza delle immagini; ed è possibile fare ciò.

In realtà nella costruzione delle lenti e nel loro montaggio sono sempre presenti imperfezioni che fanno sí che non esista un ideale asse di simmetria dell'obiettivo, o meglio ne esista uno da potere considerare solamente di *prima approssimazione*, quando vogliamo sperimentare con la massima precisione; così potremo considerare un punto principale P di *prima approssimazione*, che

sarà quello che sul fotogramma risulta materializzato, di solito, dai due assi definiti dalle quattro *marche* sul contorno del fotogramma.

Che conseguenze ci porterà ammettere la imperfetta simmetria? Certamente conseguenze nella posizione del punto principale  $P$  e nella distorsione  $d$  includendo in questo elemento quelle che derivano alla distanza focale  $f$  dell'obbiettivo, essendo questa corrispondente alle varie incidenze  $i$ . La questione appare subito estremamente spinosa, come quando si vogliono determinare coordinate rispetto ad un sistema di assi non ben definito. Avremo bisogno di riferirci a qualcosa, sia pure di impreciso, ma fisso; per cercare di determinarne poi, possibilmente, l'attendibilità. Ci riferiremo appunto ad un punto principale  $P$  di prima approssimazione, determinato ad esempio otticamente sulla lastra per autocollimazione attraverso l'obbiettivo, e ad un asse dell'obbiettivo di prima approssimazione, passante per  $P$ , determinato pure otticamente. E sperimenteremo.

Non potremo piú limitarci a sperimentare, come nel caso dell'ammessa simmetria, solamente sulle immagini che cadono su una semiretta, della lastra, uscente da  $P$ , per controllarvi il verificarsi della legge  $f = r/\text{tang } i$ , al variare di  $i$ ; dovremo invece sperimentare su tutta la superficie della lastra; in pratica su almeno quattro od otto rette passanti per  $P$ , formanti angoli uguali. Cominceremo a raccogliere su una di queste rette le immagini di tre fasci di raggi paralleli, complanari, formanti due angoli  $i$ , uguali fra loro, in modo che il fascio che biseca gli altri due dia la sua immagine su  $P$  (praticamente questa condizione non è necessaria alla determinazione, ma per illustrare piú semplicemente lo schema geometrico di questa, penseremo di potere attuare tale condizione, come l'altra della uguaglianza degli angoli  $i$ , ed altre cui faremo ricorso nel seguito). Se la simmetria di tutto il sistema fosse verificata, almeno sul piano degli assi principali dei fasci, le immagini date dai fasci estremi dovrebbero essere a uguale distanza da  $P$  ed allineate con esso. In difetto di ciò prenderemo nota del loro punto medio  $P_{s1}$ , che diremo punto di simmetria *relativo* alla coppia dei punti di incidenza  $i_1$ . Ripetendo l'esperienza sulla medesima retta per  $P$ , con analoghe coppie di punti di incidenza  $i_2, i_3...$  determineremo altri punti di simmetria  $P_{s2}, P_{s3}...$  generalmente distinti fra loro e da  $P$ . Assumeremo il loro baricentro  $P'_s$  come punto di simmetria, relativo alla retta su cui abbiamo finito di sperimentare.

Ripeteremo tutta l'esperienza per ognuna delle rimanenti tre o sette rette preventivate, e determineremo così altrettanti punti  $P'_s, P''_s...$  di simmetria. Assumeremo quale punto principale piú probabile, il punto  $P^s$ , loro baricentro e lo chiameremo *punto principale compensato*. Se sperimenteremo su un numero sufficientemente grande di rette e se opereremo con grande accuratezza avremo la soddisfazione — almeno questa — di vedere i punti di simmetria  $P'_s, P''_s, P'''_s...$ , relativi ad ogni retta, delineare una curva continua chiusa, con un centro di simmetria su cui collocheremo  $P_s$ . Per non perdere il senso della realtà si pensi che questa curva è possibile osservare solo collocando sulla carta detti punti per coordinate fortissimamente ingrandite; perché sul fotogramma di una camera fotogrammetrica, anche di pessima fattura, tale curva è abbondantemente coperta dal puntino di una  $i$ , ivi compreso il punto  $P$ .

Quando il punto principale compensato  $P_s$  si discosta da  $P$ , individuato dalle *marche*, di oltre il centesimo di millimetro, talune case costruttrici danno, in un certificato, le coordinate di  $P_s$  nel sistema di assi definito dalle *marche* stesse. Si lascia così, all'utilizzatore della camera, la facoltà di adottare come punto principale quello che piú risponde al suo criterio, perché in verità la convenienza

dell'uno o dell'altro è questione alquanto dibattuta, né, per quanto abbiamo già rilevato sulla influenza della precisione di  $P$ , meritevole di essere da noi approfondita.

È invece assai conveniente che continuiamo a considerare la asimmetria della camera nelle conseguenze che ne derivano alla distorsione; le quali ovviamente si manifestano in una corrispondente asimmetria di questo fenomeno. Per determinarla abbiamo già a disposizione, su ognuna delle rette sperimentate, le immagini di tutti i fasci di incidenza  $i_1, i_2, i_3, \dots$ , ad esempio in numero di otto o dieci, da una parte e dall'altra di  $P_s$ . Attribuita alla camera una distanza focale  $f$ , costante, analogamente ai concetti espressi quando ammettevamo la simmetria del sistema, potremo determinare la posizione che ognuna delle suddette immagini avrebbe dovuto avere, accettati che siano il valore di  $f$ , costante, ed il punto  $P_s$ , quale punto principale.

Il piccolo vettore che ha origine in tale posizione teorica ed estremo nella immagine effettiva, ci rappresenta la distorsione corrispondente alla incidenza considerata. Ovviamente tali vettori non risulteranno più generalmente due a due opposti, per punti simmetrici rispetto a  $P_s$ , e nemmeno la loro direzione passerà per  $P_s$ ; quindi dovremo rappresentare la distorsione in un punto generico  $A'$  con le componenti di tale vettore, ad esempio sugli assi del fotogramma, ed in funzione, non più della distanza del punto  $A'$  da  $P_s$ , ma delle coordinate di  $A'$  rispetto agli stessi assi. Non più grafico della distorsione, quindi, ad una sola entrata, ma tavola numerica a due entrate; precisamente entrando in questa con la  $x$  e la  $y$  del punto da considerare sul fotogramma si devono ricavare  $\Delta x$  e  $\Delta y$ , correzioni delle coordinate del punto stesso. La tavola viene costruita per valori *arrotondati* di ingresso,  $x$  e  $y$ , le cui corrispondenti correzioni  $\Delta x, \Delta y$  sono ottenute interpolandole fra quelle delle componenti della distorsione nei punti effettivamente sperimentati.

Le case costruttrici danno, talvolta, come è stato detto, le coordinate del punto compensato  $P_s$ ; ma non danno mai, generalmente, a meno di casi particolarissimi, una tabella numerica che consideri la asimmetria della distorsione; anche perché, ripetiamo, della normale curva che forniscono, che è costruita mediando la distorsione su un certo numero di semirette uscenti da  $P$ , viene dichiarata una tolleranza che è sufficiente al corrente impiego della camera.

Se abbiamo voluto spendere due pagine per illustrare i concetti necessari a costruire una tale tavola, è stato in considerazione della circostanza che il fotogrammetra, per particolari compiti della fotogrammetria, o per speciali ricerche, può essere chiamato a determinare la asimmetria di una distorsione, ma soprattutto per il fatto che egli *deve* sapere rivelarla e misurarla nelle camere di restituzione degli apparati restitutori.

Fa parte infatti del suo lavoro corrente la verifica e la rettifica di tali camere, la cui corrispondenza alle caratteristiche delle camere di presa deve essere accertata, nelle assegnate tolleranze, *non* su una sola semiretta uscente dal punto principale, oppure mediando le osservazioni su alcune di siffatte semirette, ma punto per punto, nella estensione del fotogramma. Anche se della camera di presa non sa altro che della esistenza di una distorsione data per simmetrica, nulla di meglio potrà fare che conseguire tale simmetria nelle camere di proiezione. Se egli saprà applicare i concetti ora espressi, attuandoli opportunamente per determinare la distorsione in ogni punto, di tutto l'abbracciamento di quei complessi ottici e/o meccanici che compongono le camere di restituzione, anche questo nostro ragionamento sarà stato bene speso.

## RASSEGNA

A. PAES CLEMENTE - « O cadastro geométrico da propriedade rústica do País » - Boletim do Instituto Geográfico e Cadastral, Volumen IV, 1961.

La memoria che il Direttore Generale dell'Istituto Geografico e Catastale del Portogallo, Dr. Ing. Paes Clemente, attuale Presidente della « Société Internationale de Photogrammétrie » ha compilato sullo stato di avanzamento, al 1961, del Catasto di quel Paese, piú che un articolo di bollettino è la storia particolareggiata, tecnicamente documentata, della cartografia del Portogallo, non solamente sotto l'aspetto catastale. Consta di 215 pagine riccamente dotate di tabelle, grafici e carte; ha la medesima importanza che per la cartografia italiana ebbe il libro del Mori « La Cartografia Ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare » uscito nel 1922 in occasione del cinquantenario della fondazione del nostro Istituto Geografico Militare.

A conclusione dell'opera svolta quale Direttore Generale, carica che ha tenuto negli ultimi 17 anni e che lascia per limiti di età, l'Ing. Paes Clemente ha evidentemente voluto consegnare nella sua relazione ogni elemento utile a stabilire il lavoro svolto, perché serva di indirizzo a quanto ancora resta da fare per il compimento della Cartografia del Portogallo. Il sommario che informa degli argomenti trattati, tutti di grande interesse non solamente tecnico e geografico, è il seguente.

Cominciando dalla esposizione dei primi tentativi di realizzare il catasto geometrico della proprietà del Paese, l'A. illustra poi i rilevamenti catastali già effettuati ed i mezzi della loro esecuzione negli ultimi 17 anni e della conservazione del Catasto.

La prima legge che ordina la formazione del Catasto risale al 1801; essa non ebbe seguito; tuttavia uno degli scopi per i quali fu impostata la triangolazione del Portogallo, iniziata nel 1788 e condotta con regolarità solamente a partire dal 1834, fu quello di costituire il supporto geometrico del rilevamento catastale.

Nel 1846 una commissione nominata per studiare e impostare le basi da dare al Catasto, elaborò un importante rapporto sulla questione; fin da quell'epoca si riconobbe che premessa importantissima allo sviluppo economico della nazione era una *carta generale* di tutto il Paese. Così tutti gli sforzi furono concentrati nell'allestimento della carta alla scala 1:100 000, iniziata nel 1853 e terminata di pubblicare nel 1892. Negli anni dal 1911 al 1920 furono presentate in parlamento due proposte per l'attuazione del Catasto, ma esse non ebbero ancora esito. Finalmente nel 1926 alcuni stanziamenti destinati all'uopo consentirono l'inizio dei lavori ed il loro successivo efficiente sviluppo. Ma solamente nel 1944 l'assistenza finanziaria dello Stato fu adeguata alle necessità, sicché si può affermare che tutti i rilevamenti, menzionati nel seguito, sono stati compiuti a cominciare da quell'anno.

Il rilevamento in corso costituisce nel suo insieme non solamente il catasto del Paese, ma anche la carta generale topografica, a diverse scale che sono in relazione alla densità dei particolari da rappresentare. Infatti in tale carta generale completa di ogni particolare vengono rappresentati i confini di proprietà ed i limiti delle coltivazioni. Così oltre alla mappa catastale si allestiscono simultaneamente anche le carte a media ed a piccola scala, a cominciare da quella 1:10 000. Sono stati già rilevati piú di quattro milioni di ettari di mappe catastali, dei quali l'85 % ad 1:5000, il 14 % ad 1:2500 e 1:2000 e l'1 % ad 1:1000 e 1:500. La valutazione del reddito della proprietà è proceduta di pari passo.

Tutti i lavori sono stati eseguiti direttamente dall'Istituto Geografico e Catastale che ha dovuto provvedere all'addestramento del personale ed alla acquisizione di tutte le attrezzature tecniche. Inizialmente i rilevamenti furono condotti secondo il metodo classico diretto, il cui impiego fu economicamente conveniente in quella parte del Paese dove le proprietà fondiarie erano estese ed il terreno alquanto pianeggiante. Già da molti anni invece sono impiegati quasi esclusivamente i metodi fotogrammetrici utilizzando le piú moderne attrezzature, tutte acquisite posteriormente al 1945. La consistenza strumentale dell'Istituto Geografico e Catastale del Portogallo è infatti

veramente notevole, la seconda in Europa (15 restitutori del primo ordine e 5 del secondo ordine). I lavori che restano da eseguire per la conclusione del catasto rappresentano un compito piú costoso di quello già realizzato perché devono svolgersi nella parte settentrionale del Paese dove è necessario fare ricorso piú estesamente alla scala 1:1000, anche se, per le zone piú montuose, si potrà adottare l'1:10 000 mai usato finora come scala del rilevamento. Allo scopo di non rendere i lavori troppo costosi è stabilita per la carta generale delle divisioni amministrative una scala non piú grande di 1:2000, anche se nella restituzione della planimetria dei confini delle zone densamente suddivise può essere impiegata una scala piú idonea (1:500 e 1:1000).

Successivamente l'autore considera l'aspetto fiscale della mappa catastale, e dell'impiego della carta generale del paese agli altri scopi cui viene adibita, constatando che il maggior reddito delle imposte derivante dal nuovo catasto compensa largamente gli stanziamenti annuali dei 17 anni di lavori e le spese per la sua conservazione. Parallelamente si è risparmiata una ingente quantità di denaro che, se non fosse stata effettuata la carta generale, sarebbe stata spesa per progetti di irrigazione, di strade, di studi interessanti l'economia del Paese, ecc. La utilizzazione di carte fatte a questi scopi si riferisce a superfici superiori ai 4 100 000 ettari.

Infine l'autore precisa i mezzi necessari alla conclusione del Catasto ed alla sua conservazione.

Uno dei dati che merita essere menzionato è il costo unitario del rilevamento che risulta di 31,25 scudi per ettaro (circa 650 lire italiane), da considerare come un successo economico, se si pensa che con questa spesa si è provveduto, da parte di un unico organismo statale, a provvedere a tutte le necessità cartografiche dello Stato, da quella fiscale, alla militare, fino a quelle a scopo di ingegneria.

UGO BARTORELLI

M. FONDELLI - *Essais de triangulation aérienne analogique au Stereosimplex Galileo-Santoni modèle III*. Comunicazione presentata al X Congresso Internazionale dei Geometri. Vienna, 1962.

L'A. riferisce i risultati di alcune sue ricerche volte a mettere in evidenza il miglior procedimento da seguire nell'esecuzione della triangolazione aerea analogica allo Stereosimplex Galileo-Santoni modello III.

È noto come sia possibile eseguire lavori di triangolazione aerea analogica agli apparecchi di Stereorestituzione che non permettono l'inversione della base strumentale. I fotogrammi che, durante il concatenamento, trasferiscono l'orientamento assoluto dello stereogramma di partenza, devono essere trasferiti da una camera all'altra con i loro parametri di orientamento angolare esterno.

Allo scopo di ridurre gli errori che possono verificarsi durante questo trasferimento di fotogrammi e di valori, il costruttore ha equipaggiato lo Stereosimplex III di un opportuno dispositivo, denominato *aeroplano*, che effettua il controllo del trasferimento, da una camera all'altra, dei tre parametri  $\omega$ ,  $\varphi$  e  $\kappa$ .

Le ricerche sperimentali in oggetto hanno avuto per scopo la determinazione della precisione conseguibile mediante l'impiego del suddetto dispositivo, nonché la determinazione di quella ottenibile nella normale prassi del semplice trasferimento visuale dei parametri  $\omega$ ,  $\varphi$  e  $\kappa$ .

Le ricerche medesime hanno avuto come premessa la verifica e la rettifica delle condizioni geometriche strumentali preliminari all'esecuzione dell'aerotriangolazione analogica.

Effettuate queste operazioni, sono stati eseguiti poi due concatenamenti di reticoli di precisione: uno con il dispositivo di controllo e l'altro senza.

I risultati ottenuti in questi due concatenamenti, hanno poi fornito alcuni suggerimenti nella messa a punto della tecnica da seguire nel concatenamento dei fotogrammi reali.

Le prove di concatenamento strumentale sono state effettuate usufruendo di una

strisciata sperimentale della Commissione A dell'OEEPE. L'esperimento è stato però limitato a soli 21 fotogrammi.

Nel complesso sono state effettuate 4 prove di concatenamento: 2 mediante l'impiego del dispositivo e 2 senza. Esse sono state condotte seguendo la prassi del concatenamento libero correggendo, però, la curvatura terrestre e la rifrazione dell'aria. I concatenamenti si sono svolti sempre nella medesima direzione del volo, osservando di norma sempre gli stessi punti.

Naturalmente la comparazione dei risultati è stata effettuata dopo aver compensato, strisciata per strisciata, gli errori di chiusura. I risultati ottenuti hanno consentito all'A. di concludere che, nelle condizioni sperimentate, la precisione generale conseguibile con l'impiego del dispositivo di controllo supera del 15 % quella realizzabile con il semplice trasferimento visuale dei parametri  $\omega$ ,  $\varphi$ ,  $\alpha$  mentre la precisione altimetrica può migliorare, in alcuni casi anche del 50 %.

L'esperienza ha inoltre dimostrato che l'impiego del dispositivo di controllo non aggravava sensibilmente il costo dei lavori.

G. Boschi

EIRA, *Caracteristiques du Stereomicromètre cartographique Galileo-Santoni et ses particulieres possibilites d'utilisation*. Comunicazione presentata al X Congresso Internazionale dei Geometri. Vienna, 1962.

La diffusione dei metodi fotogrammetrici, nella normale prassi del rilevamento topografico a grande e media scala, trova ancora qualche ostacolo negli alti costi di acquisto delle apparecchiature fotogrammetriche di stereorestituzione.

Al fine di venire incontro alla più larga schiera dei tecnici, considerando la necessità di contenere i costi entro limiti più accessibili, vari costruttori si sono adoperati da tempo per conciliare nella maniera più opportuna i diversi fattori concorrenti nella realizzazione di queste apparecchiature, sí da garantire le più alte precisioni possibili compatibilmente con la semplificazione costruttiva indispensabile.

Numerose risultano oggi le realizzazioni effettuate in questo campo della fotogrammetria. Esse hanno aperto un nuovo speciale capitolo: quello degli apparati stereorestitutori del « terzo ordine ».

Tra tutte queste realizzazioni, merita particolare interesse lo *Stereomicrometro cartografico Galileo-Santoni* che, dal 1955 ad oggi, si segnala per le sue caratteristiche di semplicità e flessibilità d'impiego.

È già noto, dalla stampa specializzata, il principio teorico su cui è basato questo strumento. Meno esplorate risultano invece le sue possibilità di lavoro e le precisioni che esso può garantire.

Uno studio teorico della precisione offerta dallo *Stereomicrometro* è stato già effettuato dal Dr. H. C. ZORN dell'I.T.C. di Delft. Al fine di saggiarne ulteriormente la precisione altimetrica, conseguibile per via sperimentale, l'E.I.R.A. di Firenze ha effettuato di recente nuove ricerche.

Preparata convenientemente a terra una coppia di fotogrammi aerei ripresi da quota relativa di 4500 m con camera ZEISS, l'E.I.R.A. ha provveduto, infatti, ad una restituzione numerica sperimentale di questa coppia allo *Stereomicrometro*. A tal fine, effettuato l'orientamento assoluto di questa coppia sui 5 punti classici, sono stati restituiti ben 40 punti noti diversi, disposti lungo le mediane e le diagonali del modello stereoscopico.

Le differenze rilevate tra le quote note e quelle restituite non hanno superato mai i 3,2 m. L'errore quadratico medio di tali determinazioni, effettuate con due cicli diversi di letture, è risultato pari a:

$$\begin{array}{ll} \text{I ciclo di letture:} & m_h = \pm 2,4 \text{ m} \\ \text{II ciclo di letture:} & m_h = \pm 2,2 \text{ m} \end{array}$$

Forte di questa esperienza, l'E.I.R.A. ha impiegato quindi, lo strumento medesimo, nella regolare restituzione di una carta per lo studio del « Piano intercomunale



della Provincia di Firenze » alla scala 1:10 000 e nell'aggiornamento di mappe catastali, relative al Comune di Firenze, alla scala di 1:2 000. Naturalmente, per questi lavori, sono state impiegate riprese aeree effettuate da quota piú bassa.

Altra singolare esperienza, compiuta presso l'E.I.R.A. con questo strumento, è quella della sua applicazione nel campo della cartografia geologica.

Lo Stereomicrometro è, in tal caso, lo strumento piú indicato per il rilevamento di tutti i diversi fenomeni relativi alla tettonica, e per la definizione degli orizzonti fotogeologici. Particolare interesse ha sollevato, a questo proposito, la misura del rigetto delle faglie e dell'inclinazione dei piani di faglia e degli strati.

L'esperienza raccolta nella restituzione geologica di circa 40 000 ha alla scala di 1:20 000, impiegando lo Stereomicrometro cartografico Galileo-Santoni, ha messo infine in evidenza che l'esame di un singolo stereogramma può effettuarsi in 2-3 ore di lavoro, con una produzione media di 50 km di orizzonti fotogeologici, di 10 rappresentazioni di faglie e di 60 misure di inclinazione.

Purtroppo le ricerche in oggetto non hanno esplorato altro che un limitato settore delle possibili applicazioni dello strumento. Vogliamo augurarci che la ricerca venga presto ripresa anche in altri campo ove, come nel campo delle costruzioni stradali, il suo impiego potrebbe avere un'importanza molto maggiore.

M. Fondelli

F. ALBANI - *On the transformation problem of instrumental coordinates into Gauss-Boaga coordinates in analogical aerial triangulation making use of the process of free bridging.* Report for the III Commission. Tenth International Congress of Surveyors. Vienna, 1962.

L'A. riferisce alcune sue ricerche sperimentali sulla trasformazione delle coordinate dal sistema strumentale a quello topografico terrestre, esaminando il procedimento di triangolazione aerea analogica applicato presso l'Istituto Geografico Militare italiano.

Facendo riferimento alle diverse comunicazioni presentate al VII Convegno nazionale della Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia, tenuto a Ferrara nell'aprile 1961, egli riassume brevemente tale procedimento, denominato impropriamente a « modello rigido », e svolge alcune considerazioni sulla correzione degli eventuali errori di carattere sistematico dovuti alla deformazione della pellicola, i quali tendono a produrre quattro diversi valori di scala e di angoli di disorientamento tenendo presente il rettangolo della strisciata.

L'A. rivolge quindi particolare interesse agli eventuali scorrimenti provocati sul modello stereoscopico per effetto di una variazione della *by* applicata alla camera stabile.

Passando poi a considerare l'organizzazione dei lavori, egli conviene sull'opportunità di effettuare, nel caso di un blocco di strisciate, il concatenamento per strisciate alterne.

Le ricerche compiute dall'A., già dirigente della Sezione Triangolazione aerea dell'I.G.M., sono ampiamente documentate nella nota in argomento, presentata al recente Congresso Internazionale dei Geometri, tenuto a Vienna nell'agosto-settembre 1962. Esse contribuiscono validamente a mettere ulteriormente in evidenza le particolarità caratteristiche del procedimento di triangolazione analogica a concatenamento libero descritto che viene regolarmente applicato già da diversi anni.

M. Fondelli

## Il dizionario tecnico multilingue della Federazione Internazionale Geometri

Il 25 febbraio scorso a Losanna in una riunione solenne della 1<sup>a</sup> Commissione della Federazione Internazionale Geometri è stato presentato il DIZIONARIO TECNICO MULTILINGUE stampato dalla Casa Editrice ARGUS di Amsterdam.

Il Dizionario si compone di circa 6.000 termini (topografia, fotogrammetria, geodesia e materie affini) con il francese come lingua di base ed equivalenze in tedesco ed in inglese.

Data l'importanza di quest'opera e perché ne sia conosciuta la serietà dell'impegno da parte dei suoi eminenti collaboratori, crediamo utile farne una presentazione che ne ricordi le vicende e la felice conclusione.

Nel Congresso internazionale di Londra del 1934 della F.I.G. per suggerimento della « *Royal Institution of Chartered Surveyors* » venne lanciata l'iniziativa di un VOCABOLARIO TECNICO IN VARIE LINGUE che servisse ai geometri, ai topografi e tecnici affini, come aiuto per la consultazione e la lettura di periodici stranieri della loro professione e per la redazione e la lettura della corrispondenza tecnica nelle lingue più in uso. Il 1° marzo 1938 era già pronto un elenco di 9.000 termini in francese con traduzione provvisoria molto incompleta in tedesco, inglese, italiano e olandese.

Il lavoro fu interrotto dalla guerra e ripreso nel 1951. Nell'VIII Congresso Internazionale della F.I.G. a Parigi nel 1953 ne venne definitivamente affidato il compito alla I Commissione che divenne permanente sotto la presidenza dello svizzero Prof. L. HEGG di Losanna. Successivamente a Basilea la Commissione suddetta prese le seguenti decisioni in merito alla compilazione del Dizionario tecnico:

1°) i termini da introdurre nel Vocabolario, con la francese lingua di base, dovevano essere redatti in maniera tale, da evitare ogni confusione nel lettore straniero, così da permettere delle equivalenze più vicine alla sua lingua;

2°) che il Vocabolario doveva comprendere un volume di base (lingua francese di base; tedesco, inglese) a cui più tardi i differenti Paesi affiliati alla F.I.G. potevano aggiungere un indice dei termini corrispondenti nella loro lingua; indice numerico seguito da un indice alfabetico;

3°) che un piccolo comitato di tre membri chiamato « Comitato di Coordinamento » rimpiazzerebbe la I Commissione per la redazione del Vocabolario.

Il Comitato di Coordinamento venne composto dai tre membri seguenti: per la Francia (la cui lingua serviva come lingua di base) dall'Ing. Geografo THUILLIER dell'Istituto Geografico Nazionale francese; per la Germania dall'Ing. KRÜGER dell'Istituto di Geodesia applicata di Francoforte sul Meno; per l'Inghilterra dal Colonello BURNETT dello S. M. Britannico per la *Royal Institution of Chartered Surveyors*.

Iniziata una prima epurazione dei 9.000 termini accennati con la eliminazione di quelli che non risultavano indispensabili e non pertinenti agli scopi del Vocabolario, integrando con altri termini tecnici moderni, sempre con la visione di non creare confusioni nelle equivalenze fra le tre lingue, si giunse con la collaborazione dell'Istituto Geografico Nazionale francese e con il concorso finanziario dell'UNESCO, alla pubblicazione di una prima edizione provvisoria di 150 esemplari. Queste copie furono distribuite ai presidenti delle Associazioni affiliate ed a tutte le personalità ritenute idonee a redigere osservazioni tanto sul contenuto che sui termini. Fra queste il prof. Wolf, il dr. Kurandt, M. L'Orvr Kriegel, il direttore A. Stegmann, il Senatore Roller, il prof. dr. ing. Hofman, M. H. Bosse, il prof. dr. ing. Lichte (Germania), il prof. Ansermet (Svizzera), lo stesso prof. Hegg, M. Villeforte (Canada), l'ing. Zieleniewski (Polonia), il prof. dr. Kant (Svezia).

Dalle risposte pervenute, sorse il problema d'introdurre i termini tecnici piú moderni e di definire i termini stessi. Il solo prof. Wolf propose l'addizione di circa 700 termini riguardanti le moderne tecniche geodetiche.

In una riunione a Francoforte sul Meno presieduta dal prof. GIGAS direttore dell'Istituto di Geodesia applicata, le numerose integrazioni di termini tecnici moderni furono sottoposte ad un esame approfondito del Comitato Coordinatore e risolte.

A questo punto si prospettarono i problemi pratici della pubblicazione del Dizionario. Non essendo stato possibile per ragioni di un richiesto anticipato finanziamento aderire all'offerta di stampa dell'Istituto di Geodesia di Francoforte sul Meno si diede incarico all'Ing. Harkink olandese, di cercare una casa editrice nel suo Paese disposta alla pubblicazione.

Con l'intervento del Prof. ROELOFS e del Prof. BAARDA, presidente e segretario generale della F.I.G. dal 1955 al 1959 e dell'accennato Ing. Harkink, si iniziarono le trattative con la casa editrice ARGUS di Amsterdam, diretta dal sig. Ditters, la quale dopo numerose e pressanti sollecitazioni, accettò l'incarico della pubblicazione del DIZIONARIO MULTILINGUE della F.I.G. con l'assicurazione di un congruo versamento anticipato a fondo perduto.

Il DIZIONARIO della cui utilità è superfluo accennare si compone:

- di circa 6.000 termini con il francese lingua di base, ciascuno con una definizione;
- di termini complementari introdotti per la chiarezza della definizione e con le loro equivalenze tedesche ed inglesi;
- di esempi destinati a rendere il Dizionario piú vivo e per evitare le false interpretazioni;
- di un indice alfabetico dei termini in lingua tedesca (in pagine colorate);
- di un indice alfabetico dei termini in lingua inglese (in pagine colorate);
- di un indice alfabetico dei sinonimi francesi (in pagine bianche).

Inoltre M. W. B. Williams, già presidente dell'American Congress Surveyng and Mapping, ha inviato le equivalenze americane di certi termini. Queste equivalenze figurano nell'indice inglese distinguendosi dalle equivalenze inglesi con l'indicazione (USA).

O. FANTINI