

LA FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE VIVE

DOTT. ING. GIAN PIERO LE DIVELEC

Nel campo topografico. — La fotogrammetria, come metodo di rilevamento topografico, è nata terrestre. Ottuagenaria continua in Italia ed altrove a vivere e prosperare col compiacimento dei topografi. La sorella cadetta: « Fotogrammetria aerea » è più vistosa perché lavora su estese superfici. Ma la fotogrammetria terrestre resta insostituibile ed insostituuta in molti casi di rilevamento topografico.

Nei rilevamenti alla scala 1 : 25000 che esegue l'Istituto geografico Militare la fotogrammetria terrestre ha trovato e trova utile impiego nell'alta montagna in quanto essa permette di raggiungere una più fedele e minuta descrizione delle pareti rocciose, spesso inaccessibili. Essa venne essenzialmente sfruttata negli anni in cui si sostituirono ai vecchi quadranti al 50000 dell'arco alpino le nuove tavolette al 25000. Questo periodo va dal 1930 al 1939, il numero di tavolette rilevate con la fotogrammetria terrestre fu allora di 48 (superficie circa 500.000 Ha). Ultimato l'arco alpino, i rilevamenti proseguirono su terreni dove l'uso della Fotogrammetria terrestre non era più razionale e conveniente. L'I.G.M. diminuì nel dopo guerra l'impiego della fotogrammetria terrestre non per mancanza di fiducia nel procedimento, ma per considerazioni pratiche contingenti, legate alla natura del terreno in corso di rilevamento. In questo periodo di minor impiego però fu ancora impiegata la fotogrammetria terrestre come mezzo per la determinazione delle coordinate spaziali dei punti di appoggio occorrenti all'orientamento di fotogrammi aerei, quando l'accesso sul terreno era difficile o impossibile a causa per esempio della esistenza di grandi campi minati lasciati dall'ultima guerra. Questo metodo misto fu impiegato per la zona di Isernia, i Colli del Volturno, Castel San Vincenzo e il F° 161 di Filignano. Anche in questo periodo la fotogrammetria terrestre fu usata da sola quando essa si dimostrava più adatta al rilievo: ne fanno fede le tavolette del Monte Bianco e La Vachey rilevate nel 1947 e le 10 tavolette nelle zone Alto Cordevole, Piave e Meduna che sono del 1949.

In tutti i casi in cui la fotogrammetria terrestre permette di raggiungere migliori risultati cartografici rispetto all'aerea il nostro Istituto Geografico Militare non esita ad impiegarla. Esso ha in programma il miglioramento o il rifacimento delle tavolette dell'Alto Adige e dello Alto Cadore, tavolette rilevate con i metodi ordinari topografici, tavolette per le quali la descrizione dei gruppi montuosi non risulta così fedele ed artistica come nelle altre tavolette montane più sopra ricordate.

Come precisione e fedeltà della rappresentazione altimetrica in montagna la fotogrammetria terrestre non è oggi superata da nessun metodo di rileva-

mento. Ce lo confermano i progettisti che hanno avuto fra le mani cartefotogrammetriche terrestri e carte di altra fattura.

La fotogrammetria terrestre per gli scopi ingegneristici è largamente impiegata in Italia dalle due Società attrezzate per questo genere di lavoro. L'EIRA nel dopoguerra ha fatto i seguenti lavori a scale variabili dal 1 : 200 al 1 : 5000:

per la Società Adriatica di Elettricità:

Longarone - Forno di Zoldo - Maè	scala	500/5000
Andreis	»	200/2000
Caprile	»	2000
Val Gallina	»	200/4000
Vajont	»	5000
Andreis (ampliamento).	»	200
Lago S. Croce	»	4000
Attraversamento Piave	»	1000
Bacino Ramaz a N. di Paularo	»	500/2000
Bacino e diga Ambiesta (Landaia)	»	500/2000
Paularo e Vinadia.	»	500/2000
Stretta del Mis	»	200
Attraversamento Piave (ampliamento).	»	1000
Impianti di Camolino	»	500/2000
Rilievo Canale gronda di Fedaià	»	1000

per la Società Edison:

Pantano d'Avio	»	1000
Val di I.ei	»	1000
Imp. Buthier (serbatoio e diga Oyace)	»	1000/2000

per l'Ente Siciliano di Elettricità:

Ancipa - Salso - Platani - Spirini	scala	500/2000
----------------------------------------------	-------	----------

per la Società Elettrica Sarda:

Impianti Taloro.	»	500/5000
Rilievi Bau Muggeris	»	500

per la Società Generale di Elettricità Siciliana:

III Salto sull'Alcantara	»	500
------------------------------------	---	-----

per la Società Montecatini:

Rilievi in Val di Livigno	»	5000
-------------------------------------	---	------

per l'Ente Autonomo del Flumendosa:

Diga Mulargia	»	200/500
-------------------------	---	---------

Diga Flumendosa (N.ghe Arrubiu) e deviazione Villanova Tulo	scala 500
Scavi diga Mulargia	» 200/500
2 ^a diga Flumendosa	» 500

ed i seguenti altri lavori:

per la Società Agricola Industriale per la Cellulosa Italiana:	
Rilievi in Val Cismon	» 200/500/2000
per l'Ente Riforma Agraria in Sicilia:	
Stretta di Mazzarino e Vallelunga	» 200
per il Municipio di Cagliari:	
Serbatoio per acquedotto	» 1000
per la Società Trentina di Elettricità:	
Rilievo in Val d'Ultimo	» 200
per la Società Ferromin:	
Ril. zona M. Picci (Miniera S. Leone)	» 500
per la Società Medio Piave:	
Ril. Forra Stua	» 200

L.' I.R.T.A., che ha ripreso la sua attività nel 1949, negli ultimi anni ha rilevato:

Lago Torbo - Alto Adige (Val Ridanna)	scala I : 1000/500
Pian di Vedretta (Val Ridanna)	» I : 1000/500
Pian D'Acclà - (Val Ridanna)	» I : 1000
Val Vajont (Piave)	» I : 1000
Val Gallina	» I : 1000/3000
Laghi Venerocolo (Alta valle dell'Oglio)	» I : 1000
Lago Aviolo (Alta valle dell'Oglio)	» I : 1000
Ghiacciaio dei Frati (Adamello)	» I : 1000
Lago Nero (valle dell'Oglio)	» I : 1000
Lago Ercavallo (valle dell'Oglio)	» I : 1000
Lago Moncenisio (valle di Susa)	» I : 5000/2000
A valle Lago Moncenisio	» I : 5000/2000
Val Vajont (Piave)	» I : 1000/200
Val di Stura (Stura di Demonte)	» I : 1000/500
Glagno	» I : 2000/500
Senaiga (Val Cismon)	» I : 200
Lago di Cancano (Sondrio)	» I : 1000
Somplago (Valle Tagliamento)	» I : 500

Val Vajont	scala	I : 5000/200
Ofanto - Vaccareccia (Puglie)	»	I : 2000
Caorame (Piave)	»	I : 200/1000
Girole (Piave)	»	I : 1000
Bivai (Piave)	»	I : 1000
Val Senales (Alto Adige, Bolzano)	»	I : 2000/500
Val di Scalve (Bergamo)	»	I : 500/200
Val di Stura (Stura di Demonte)	»	I : 500/1000/200
Val Bisagno - Val Sturla (Genova)	»	I : 2000/500
Fener (Piave)	»	I : 1000

È certo che se alla terrestre non si fosse affiancata la aerea le applicazioni della fotogrammetria al campo topografico sarebbero restate limitate a zone e lavori particolari, ma è altrettanto certo che la aerea non ha distrutto la fotogrammetria terrestre.

Gli apparati fotogrammetrici sono, come è noto, di due gruppi, gli apparati di presa e gli apparati di restituzione. Gli apparati di presa per fotogrammetria terrestre si chiamano: fototeodoliti o fototacheometri. Essi hanno nel corso degli ultimi anni subito notevoli miglioramenti e perfezionamenti sia per quanto riguarda l'ottica che per quanto si riferisce alla meccanica. Parte ottica essenziale è l'obbiettivo fotografico. I moderni fototeodoliti non meno delle camere aeree si avvantaggiano dei continui progressi dell'ottica fotografica.

I perfezionamenti meccanici ai fototeodoliti tendono ad alleggerirli e renderli più maneggevoli ed economici. I fototeodoliti e i fototacheometri più moderni sono costituiti da una camera fotografica applicabile come accessorio del teodolite o del tacheometro.

Qui in Italia le Officine Galileo su disegni del Santoni hanno costruito il fototeodolite FTG 1 e il fototacheometro FTG 2 (fig. 1) i quali rappresentano la più moderna applicazione di questi particolari concetti.

La camera fotogrammetrica terrestre così come è oggi concepita permetterà uno sviluppo applicativo ulteriore della fotogrammetria terrestre. Ogni geometra che disponga infatti di un teodolite TG 1 o di un tacheometro TG 2 (costruzione Officine Galileo-Firenze), strumenti normali di lavoro, può completare il suo strumento con l'accessorio: « camera fotografica » e diventare un fotogrammetra terrestre. Il vantaggio di questa possibilità non è soltanto del geometra che acquista una nuova possibilità di lavoro, ma anche del progettista o del costruttore il quale avendo dal geometra di fiducia una carta plano-altimetrica fotogrammetrica sarà sicuro che la carta non è geometricamente esatta soltanto nei punti dove il rilevatore ha tracciato le sezioni o battuto i punti quotati, ma in tutti i punti delle curve di livello.

Il modernizzare la presa è stato possibile perché si è andata evolvendo la tecnica della fotogrammetria terrestre. In questo la terrestre è debitrice dell'aerea. All'origine si pensava che due fotografie terrestri potessero essere trasfor-

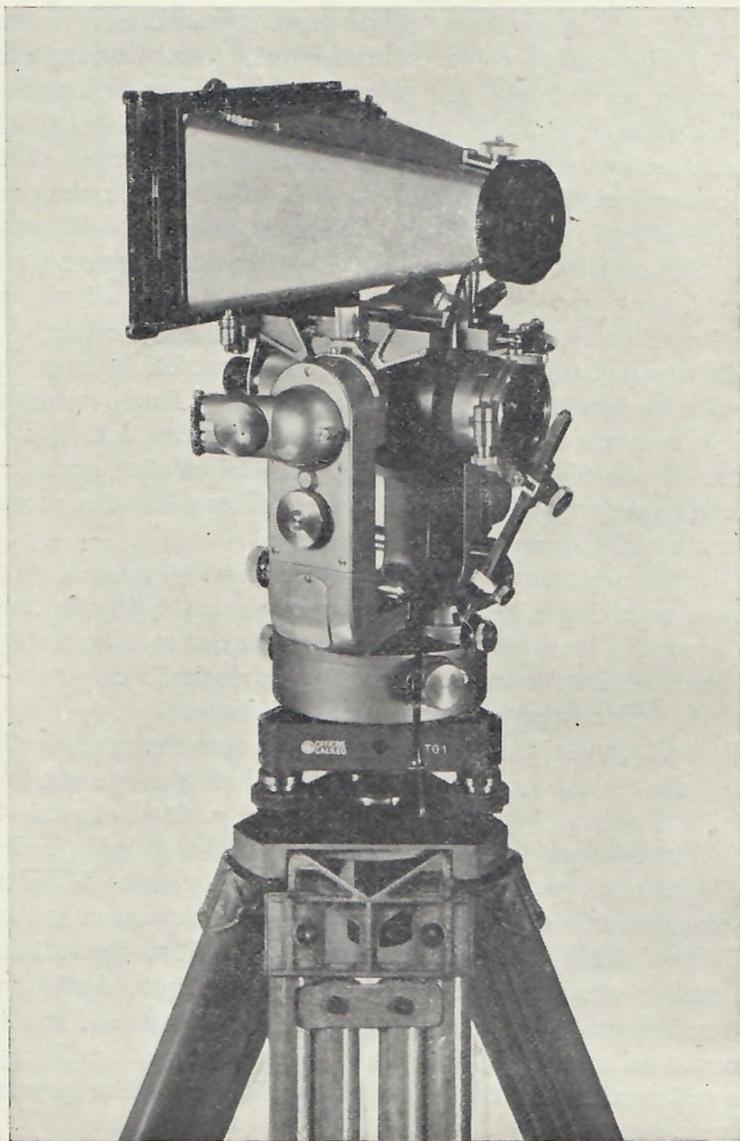
mate in una carta plano-altimetrica utilizzando i dati di orientamento angolare e spaziale raccolti in campagna. Si notò subito che a causa di errori di campagna al momento della raccolta dei dati e a causa di errori propri degli strumenti di restituzione la imposizione dei dati di orientamento, raccolti in campagna, serve soltanto a ripristinare sì l'orientamento dei fotogrammi ma l'orientamento fino è conseguibile nella fotogrammetria terrestre, come nella aerea controllando le coordinate di alcuni punti noti. Per cui molte delle operazioni di campagna, che nel passato rendevano estremamente laborioso l'impiego della fotogrammetria terrestre, molti degli accessori strumentali che nel passato rendevano pesante e ingombrante l'apparecchiatura di presa sono oggi aboliti. La tecnica fotogrammetrica terrestre basata sul controllo di punti noti ha nei confronti di quella basata sugli elementi direttamente misurati un vantaggio comune alle applicazioni aeree della fotogrammetria: individua, elimina o compensa tutte le cause intermedie di errore nella trasformazione della proiezione fotografica in proiezione cartografica.

Tutti gli strumenti di restituzione che si denominano « universali » sono oggi utilizzabili indifferentemente per la fotogrammetria aerea e la fotogrammetria terrestre.

I moderni restitutori universali, che servono ad un tempo, per prese aeree e terrestri congiuntamente ai moderni fototeodoliti e alla tecnica di orientamento su punti noti, hanno permesso di eseguire i rilevamenti fotogrammetrici terrestri con prese comunque inclinate. Le prese inclinate hanno resi possibili o per lo meno più semplici alcuni dei lavori elencati all'inizio di questa nota perché hanno ridotto le difficoltà che sorgevano quando si dovevano sempre stabilire stazioni a quadro verticale o quasi su pareti non sempre accessibili e non sempre correttamente prospicienti la zona da rilevare.

Se alla conoscenza dei lavori fatti in Italia, ai miglioramenti e ai progressi della apparecchiatura e della tecnica si aggiungono i sensibili perfezionamenti apportati in questi ultimi anni, al materiale e alle attrezzature mobili di laboratorio fotografico credo che mi sarà consentito di dissentire dall'Ing. Vitelli (Possibilità di impiego della fotogrammetria terrestre - Bollettino SIFET - 1952/2) affermando: la fotogrammetria terrestre è ancor oggi largamente impiegata nel rilievo del terreno in tutti i casi nei quali questo metodo continua a conservare dei vantaggi rispetto ai metodi classici di rilievo: gli apparati di presa e di restituzione, le attrezzature ausiliarie o i materiali di uso, la tecnica esecutiva e i risultati pratici conseguiti hanno continuato a continuare ad evolversi avvalendosi, per quanto è a comune, ma anche procedendo per proprio conto, rispetto agli analoghi sviluppi della fotogrammetria aerea. La fotogrammetria aerea e terrestre procedono ognuna per proprio conto o congiunte, la prima sempre più indirizzata verso i rilievi di grandi superfici a scale non mai superiori al 1 : 1000, la seconda utile per le grandissime scale (1 : 100, 1 : 200) ma anche per le scale grandi e medie, ma vantaggiosa in queste ultime solamente in particolari tipi di terreno.

Nel campo extratopografico. - La maggior parte delle applicazioni della fotogrammetria con prese da punti fissi nel campo extratopografico, applicazioni elencate dall'Ing. Vitelli nella nota citata, sono basate sulla necessità di ripristi-



nare l'orientamento con gli elementi angolari e spaziali noti nella presa, per la impossibilità di conoscere la posizione di alcuni punti dell'oggetto fotografato.

In alcuni casi si è ricorsi alla costruzione di apparecchiature particolarmente rigide e semplificate come le apparecchiature cosiddette per la « fotogrammetria dei vicini » che prima della guerra furono utilizzate da polizie scien-

tifiche, da laboratori di ricerche zoologiche e botaniche e che ora potrebbero avere anche altre applicazioni. Si realizzarono apparecchiature fotogrammetriche per rilevamenti di traiettorie (utilizzate dai balipedi di Viareggio e di Furbara) e per il rilievo del mare (utilizzati dal Consorzio del Porto di Genova) studiate in modo da controllare e ripristinare esattamente l'orientamento di fotogrammi anche quando evidentemente non si poteva sfruttare come nelle apparecchiature per i vicini, basi tanto piccole da poter fare una macchina stereoscopica monoblocco.

A queste realizzazioni di una quindicina di anni fa seguono nel dopoguerra le nuove costruzioni di fototeodoliti da balipedio e il completamento delle attrezzature del porto di Napoli con una coppia di fototeodoliti per il rilevamento del moto ondoso. Su richiesta del Prof. Greco nell'anno 1951 la Società EIRA eseguì, utilizzando una coppia di fototeodoliti normali, ai quali fu aggiunto il dispositivo elettrico per lo scatto sincrono, un esperimento di rilevamento della superficie del mare. La carta della superficie fu fatta con lo Stereocartografo Santoni Mod. IV. I risultati conseguiti hanno permesso di decidere circa la convenienza di costruire l'apparecchiatura definitiva la quale è dotata oltre che dei dispositivi normali di un fototeodolite, anche di tutti gli organi necessari per riprese sincrone di coppie di fotografie che possono essere ripetute a intervalli successivi di pochi secondi.

Non si ritiene che per la restituzione occorranò apparecchi speciali come non ne sono occorsi per lo studio fotogrammetrico delle « deformazioni di struttura » eseguite impiegando strumenti restitutori meccanici (Stereocartografi) e fototeodoliti a focamento variabile non dissimile da quello servito al Politecnico di Milano per le riprese architettoniche.

Se alle realizzazioni passate e recenti, più sopra elencate, se alle ricerche sperimentali che hanno proceduto tali realizzazioni e che le società costruttrici o quelle rilevatrici hanno eseguito sotto la guida di illustri studiosi, si aggiungono i lavori compiuti ad esempio dall'IRTA di Milano per il sistematico studio di ghiacciai, per il rilevamento parziale del Duomo di Milano e per il controllo di dighe, mi sia consentito nuovamente di dissentire dall'Ing. Vitelli affermando che Società di rilievo fotogrammetrico e Ditte costruttrici di apparati, pur essendo commercialmente interessate nel lavoro derivante dal rilevamento aereo di grande mole, non hanno finora dimostrato di trascurare nè il miglioramento dei metodi di lavoro, nè il perfezionamento delle apparecchiature, nè la realizzazione di tutte le possibili applicazioni extratopografiche della fotogrammetria terrestre.

D'altra parte avrebbero una ben meschina visione dei loro compiti e dei loro interessi se non fossero sempre aperte agli studi e alle ricerche. Esse formulano l'augurio di veder sorgere sempre nuovi ricercatori e studiosi che servano loro di sprone e di guida per ulteriori progressi e realizzazioni e l'augurio anche di continuare e sviluppare quella collaborazione fattiva fra industria e istituti di ricerca che finora ha dato frutti così evidenti e lusinghieri.

L'Ing. Enrico Vitelli, al quale la nostra Redazione ha trasmesso per visione l'articolo dell'Ing. Giampiero Le Divelec, ci ha comunicato in proposito le seguenti considerazioni.

Sono lieto di constatare che il mio articolo « *Possibilità di impiego delle fotogrammetria terrestre* » (« *Bollettino S.I.F.E.T.* », n. 2, 1952) ne ha determinato, subito dopo, un altro da parte dell'Ing. G. P. LE DIVELEC. Penso che sostanzialmente concordiamo in ciò che viene detto in entrambi gli articoli, anche se qua e là possa sembrare che affiori qualche divergenza. L'Autore, infatti, ha voluto, con ampio riporto di dati, dimostrare come anche oggi la fotogrammetria terrestre sia largamente impiegata ed a tal fine espone un ricco elenco dell'attività svolta in questo campo da parte delle Società E.I.R.A. ed I.R.T.A.

Non si può essere che lieti nel constatare tale fervore di lavoro. Tuttavia se fossero state indicate anche le superfici rilevate e paragonate a quelle rilevate dalle due stesse Società con il metodo della Fotogrammetria aerea, penso che sarebbe stata confermata la mia affermazione circa la limitata estensione del rilevamento fotogrammetrico terrestre rispetto a quello aereo.

È da notare, inoltre, che moltissimi lavori elencati appartengono proprio a quelli da me citati, quali ancora residuo campo di attività della fotogrammetria terrestre e cioè: rilievi per sbarramenti idroelettrici, di ghiacciai, ecc.

Se si pensa ai numerosissimi impianti in corso di costruzione per ritegno delle acque, sia a scopo irriguo che idroelettrico, e si fa il confronto fra il numero di quelli il cui comprensorio fu rilevato con il metodo della fotogrammetria terrestre e quello che fu rilevato con altri metodi non si può altro che concludere che il primo metodo merita di essere ancora maggiormente esteso.

Mi è gradito prendere atto dell'apporto che, come riferisce l'Ing. LE DIVELEC, è stato dato dalle Società di rilievo aerofotogrammetrico e dalle Ditte costruttrici di apparecchiature per il miglioramento dei metodi e dei mezzi di lavoro nel campo della fotogrammetria terrestre; ed è da augurarsi che tale apporto possa verificarsi anche nel futuro, affiancando l'opera scientifica che potrà essere svolta nel campo fotogrammetrico dagli Istituti Universitari di Geodesia e Topografia.

SEGNALAZIONE DI PUBBLICAZIONE

Si ritiene opportuno segnalare che è stata pubblicata la nuova edizione dell'opera della Prof.ssa Margherita Piazzolla Beloch « *Geometria descrittiva* », a cura dell'Istituto di Geometria dell'Università di Ferrara, coi tipi dello Stabilimento Tipo-Litografico Ferri, Via delle Coppelle N. 16/A - Roma (Prezzo del Volume L. 2.500).