

IL CONTRIBUTO DEI NUOVI STRUMENTI DI MISURA NELLO SVILUPPO DEI METODI E DELLE TECNICHE DI RILEVAMENTO GEODETICO APPLICATO ALL'INGEGNERIA CIVILE

COMUNICAZIONE PRESENTATA AL XIX CONVEGNO S.I.F.E.T. - FRASCATI, OTT. 1974
Rinaldo Benvenuti

Premessa

Sono passati ormai molti anni dalla comparsa dei primi tellurometri e dei primi geodimetri e il loro impiego, all'inizio riservato a determinazioni geodetiche od a particolari impieghi militari si è via via divulgato e diffuso. Gli strumenti, dai primi modelli voluminosi e poco maneggevoli, si sono miniaturizzati e adattati alle varie esigenze.

Oggi ogni casa costruttrice di strumenti geo-topografici mette a disposizione del topografo una gamma di apparati distanziometrici, elettronici ed elettro-ottici, adatti a tutte le esigenze dalle determinazioni geodetiche a quelle topografiche.

La precisione di misura di questi strumenti si è affinata fino ad avere oggi precisioni spesso esuberanti per gli impieghi di normale applicazione mentre qualche strumento si è così evoluto da raggiungere precisioni tali (dell'ordine dei decimi di millimetro) da risolvere problemi di vera e propria microgeodesia.

Il progresso tecnologico offre oggi strumenti più completi e funzionali, esistono apparati che oltre al rilevamento della distanza permettono la misura di angoli azimutali e zenitali si da ottenere in modo rapido e preciso le coordinate polari spaziali di ogni vertice nel raggio di alcuni chilometri.

Qualche strumento permette addirittura la registrazione delle misure su banda perforata ed elimina in conseguenza le registrazioni di campagna. La banda perforata che sostituisce le registrazioni di campagna senza possibilità di errori di trascrizione viene poi inserita in un elaboratore che opportunamente programmato fornisce le determinazioni analitiche dei vertici rilevati e che, se collegato ad un plotter, può tracciarne la rappresentazione grafica alla scala desiderata.

Si può dire che in questo campo siamo già nel futuro quando si pensa alle prestazioni del Reg Elta 14 munito di computer da campagna Eltac della Zeiss. Questa attrezzatura misura e risolve direttamente in campagna problemi topografici esponendone il risultato, magari, su di un tabellone luminoso, come è stato realizzato forse per la prima volta durante i campionati di atletica leggera a Stoccarda per la misura di attrezzi da lancio (peso, martello, giavellotto).

Come è noto, posta questa strumentazione in maniera opportuna, in vista della piazzola di lancio e della zona di raccolta dell'attrezzo lanciato, era possibile determinare immediatamente il valore del lancio effettuato, risolvendo il problema della distanza incognita, tenendo in debito conto la distanza inclinata misurata ed il raggio della piazzola di lancio.

Si deve al Dr. Ruopp dell'Università di Stoccarda la risoluzione di questo problema che ha portato alla costruzione del computer da campagna Eltac.

Un ulteriore dispositivo associato alla strumentazione suddetta, il dispositivo ASG completa l'attrezzatura e ne fa il complesso ideale per il tracciamento degli elementi di progetto di grandi opere di ingegneria civile come strade, ponti, viadotti ecc.

Non occorre occupare con lo strumento un vertice di coordinate note, è sufficiente che dal punto di stazione siano visibili due vertici determinati, oltre naturalmente alla zona su cui deve avvenire il tracciamento; si impostano le coordinate dei due vertici noti quindi si collimano dopo avervi posto i riflettori per eseguirvi le misure che permettono la determinazione del punto di stazione, poi si collima al dispositivo ASG che un aiutante avrà posto grossolanamente nei pressi di un punto di progetto. Orientato il dispositivo ASG sul punto di stazione si esegue la misura; l'elaboratore, messa a confronto la posizione rilevata con quella di progetto, fornisce immediatamente gli elementi polari del vertice progettato. Il dispositivo ASG è organizzato per l'immediato riporto sul terreno dei suddetti elementi.

Sono solo pochi mesi che la Kern ha immesso sul mercato mondiale il suo più prestigioso distanziometro: il Mecometro ME 3000. Questo distanziometro con la sua elevata precisione ($0,2 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm per Km.}$) risolve definitivamente e con la massima precisione raggiungibile, per misure all'aria aperta, i problemi di micromovimenti di strutture e di controllo delle deformazioni.

Questo nel campo degli strumenti distanziometri.

Mentre gli strumenti di misura angolari sono giunti da tempo ad un alto livello di precisione con teodoliti al decimo di secondo nel campo dei livelli è stato fatto un ulteriore progresso. Esistono oggi autolivelli di altissima precisione che garantiscono l'orizzontalità con precisione quasi assoluta (l'autolivello Ni 002 della Ottica di Jena ha una precisione di stabilizzazione di circa 5 centesimi di secondo) insensibili all'azione del Sole a forte ingrandimento e grande luminosità.

Si può veramente affermare che con questi ultimi strumenti è stata raggiunta nelle misure quella omogeneità di precisione che permette di fissare nello spazio un punto con uguale precisione nelle tre dimensioni.

Anche nella determinazione dell'orientamento geografico assoluto è stato raggiunto un alto livello di precisione. Esistono oggi giroscopi di grande sensibilità e di dimensioni così ridotte da poter essere montati su comuni teodoliti, che permettono la determinazione dell'azimut geografico con l'approssimazione di pochi secondi.

Metodi e tecniche attuali di rilevamento.

Queste nuove strumentazioni oltre all'allargamento del campo operativo hanno portato un cambiamento sostanziale nelle tecniche di rilevamento.

Si possono oggi misurare con la precisione un tempo riservata alle basi geodetiche tutti i lati di una rete geodetica fondamentale ottenendo un perfetto dimensionamento e risolvendo in modo definitivo gli studi sul geoide e le lunghezze degli archi di meridiano.

In campo geotopografico l'alta precisione e la facilità di misura delle distanze (in quasi tutti gli strumenti digitalizzata) ha ridotto di molto l'impiego del metodo per triangolazione specialmente nella determinazione dei vertici di dettaglio.

Infatti la possibilità di misurare rapidamente e con grande precisione distanze di alcuni chilometri consente il rilevamento di poligoni di raffittimento che hanno il vantaggio oltre che della rapidità e quindi del minor

costo di poter ubicare i vertici ove più si rendono utili sia in vista di un rilievo fotogrammetrico che nel rilievo di particolari opere di ingegneria civile.

Un metodo interessante che potrà essere utilizzato per l'inserimento di vertici di raffittimento in una rete trigonometrica dimensionata con metodo tradizionale è quello esposto da David F. Mattson nel *Surveying and Mapping* del Sett. 73.

Il metodo consiste nella determinazione planimetrica di un vertice mediante l'intersezione di circonferenze.

Se da un punto si misurano le distanze e i dislivelli dei vertici di coordinate note nell'intorno, la determinazione planimetrica del punto di stazione più armonica ai vertici collegati sarà data dal baricentro delle intersezioni delle circonferenze di raggio uguale alle distanze orizzontali misurate con centro nei vertici omologhi. I dislivelli misurati oltre che a definirne la quota sono necessari per la riduzione all'orizzonte delle distanze.

Questo metodo ha il vantaggio di offrire buone determinazioni anche quando la disposizione dei vertici noti nell'intorno non permetterebbe buone intersezioni.

La determinazione degli orientamenti di imbocco delle gallerie un tempo riservata alla triangolazione è oggi più facilmente risolta da una o più poligoni di precisione mediante l'impiego di un adeguato distanziometro. Teodoliti corredati di giroscopio dirigono le perforazioni anche in assenza di orientamento esterno e seguono le curve di progetto con grande precisione.

Il controllo di movimenti franosi è oggi possibile operando anche da notevole distanza misurando gli elementi polari dei punti di controllo mediante l'impiego di un distanziometro di precisione accoppiato ad un teodolite.

Ma specialmente nel controllo e nel collaudo di grandi strutture: dighe, ponti, monumenti, queste nuove strumentazioni sono determinanti nell'imporre nuove metodologie e nel conseguimento di precisioni superiori.

Ricerche per ridurre i contributi degli errori sistematici e accidentali che in ogni strumento determinano l'approssimazione di misura hanno portato ad individuare metodologie che permettono precisioni superiori.

Gli ingegneri Gerd Heupel e Bertold Witte di Bonn hanno esposto sulla rivista tecnica *Allgemeine Vermessung Nachrichten* del febb. '74, a questo proposito, un loro metodo per eseguire misure di precisione con il tellurometro MA 100.

Il metodo che si definisce differenziale presuppone l'impiego di particolari accessori che permettono di deviare il raggio portante e di determinare per differenza di due misure la distanza richiesta eliminando così l'approssimazione della costante di zero strumentale.

La precisione conseguibile per distanze inferiori ai 150 metri è pertanto dell'ordine di $\pm 0,5$ mm.

Un opportuno metodo di misura, idoneo per la determinazione di movimenti del suolo e per il controllo di grandi strutture, è stato messo a punto anche dallo scrivente per l'impiego del geodimetro AGA mod. 6A.

Il metodo consiste in particolari accorgimenti mediante i quali si eliminano, o quanto meno si riducono, i contributi di errore non dipendenti dalla distanza (centramento del geodimetro e del riflettore e determinazione del ritardo di fase) che di norma intervengono nella determinazione dell'approssimazione di misura.

Per ridurre i contributi di errore proporzionali alla distanza (variazione annuale della frequenza di modulazione e non perfetta misura delle condizioni meteorologiche) il metodo prevede di misurare contemporaneamente

alle distanze dei vertici mobili la distanza di un vertice fisso detta base di confronto.

Il rapporto fra le varie misure eseguite sulla base di confronto è il termine correttivo che consente di depurare le distanze dei vertici mobili dai contributi di errore suddetti.

Una opportuna reiterazione delle misure consente poi di ridurre anche l'errore di osservazione fino ad ottenere, per misure di distanze inferiori o intorno al chilometro, precisioni dell'ordine di ± 1 millimetro.

Le maggiori esperienze con queste nuove strumentazioni sono state fatte in Italia dall'Istituto Geografico Militare che fin dal 1961 ha eseguito misure con tellurometri e geodimetri su tutto il territorio nazionale.

Nel 1970, per la condotta degli studi inerenti la realizzazione del collegamento viario attraverso lo stretto di Messina l'I.G.M. ha realizzato un progetto per la determinazione di sette punti a cavallo dello stretto allo scopo di rilevare eventuali movimenti del terreno e costituire la base geometrica di appoggio per l'esecuzione dell'opera e i successivi controlli.

La precisione raggiunta nelle determinazioni (dell'ordine del milionesimo) è stata possibile per l'impiego di un geodimetro a laser con il quale sono stati misurati tutti i lati del collegamento.

Descrizione di alcuni lavori tipici

Per rendere più efficace la nostra illustrazione meriterà spendere qualche parola nella descrizione di alcuni lavori speciali eseguiti anche di recente proprio in Italia.

In effetti l'esemplificazione pratica dell'impiego di questi nuovi sistemi di misura nelle determinazioni geodetiche applicate all'ingegneria civile è capace di approfondire meglio di qualsiasi altra descrizione l'argomento dibattuto.

Tra questi merita un primo posto proprio il controllo periodico dello stretto di Messina che è senza dubbio una delle più specifiche applicazioni degli strumenti in argomento nel campo geodetico.

Il problema da risolvere comporta la determinazione con la maggior precisione possibile di un certo numero di vertici posti a cavallo dello stretto mediante misure angolari e distanziometriche che ripetute a distanza di tempo potranno rivelare eventuali movimenti del terreno.

Il metodo che è stato adottato dall'I.G.M. è quello della triangolazione e della trilaterazione integrate.

Le misure angolari sono state eseguite secondo lo schema di triangolazione progettato mediante l'impiego di teodoliti Wild T3 osservando con il metodo a strati secondo le norme previste per le triangolazioni di I ordine cioè per direzioni isolate reiterando 24 volte.

Le misure distanziometriche di tutti i collegamenti progettati sono state eseguite mediante l'impiego di un geodimetro AGA mod. 8 a laser.

Il valore di ogni distanza è stato ottenuto dalla media aritmetica di cinque misure complete eseguite nei due sensi.

Lo s.q.m. di ogni serie di misure è risultato contenuto fra 2 e 5 mm e pertanto, date le lunghezze delle distanze misurate (la distanza maggiore è di m. 8958), questo è risultato spesso inferiore a 1 mm per Km.

Il calcolo e la compensazione eseguiti mediante un calcolatore elettronico di grande capacità secondo il programma impiegato dall'I.G.M. per i normali lavori di triangolazione, ha fornito determinazioni planimetriche il cui e.q.m. è compreso fra 6 e 8 mm.

Un procedimento analogo è stato impiegato in Giappone nelle zone sismicamente attive dove vengono misurati periodicamente i lati e le diagonali di quadrilateri segnalizzati a cavallo delle linee di faglia. Requisito indispensabile di questo tipo di lavori è la garanzia della perfetta conservazione nel tempo delle segnalizzazioni dei vertici di controllo.

Per mio conto sto seguendo già da alcuni anni l'andamento del movimento franoso di una località prossima ad un lago artificiale.

L'entità dei movimenti planimetrici appare tale che la normale approssimazione di misura di un distanziometro della classe del geodimetro (5 mm \pm 1 mm per Km.) è sufficiente a seguirne con precisione l'andamento per cui la risoluzione ottimale del problema si riduce ad un fatto puramente organizzativo.

La prassi operativa comporta quanto segue:

1 - Scelta della località dalla quale eseguire le misure, che dovrà dare garanzie di stabilità, essere dominante la zona da rilevare, non troppo lontana e possibilmente di facile accesso.

2 - Segnalizzazione dei vertici di stazione e di controllo, che dovranno avere le suddette caratteristiche di stabilità nel tempo.

3 - Rilevamento topografico consistente nella misura delle coordinate polari dei vari vertici di controllo che poi si trasformano nelle coordinate cartesiane di un opportuno sistema per il rapido confronto delle varie determinazioni e la valutazione del vettore planimetrico di spostamento.

4 - Livellazione geometrica per il rilevamento dello spostamento altimetrico dei vertici di controllo.

Nel lavoro cui si fa riferimento i vertici di stazione sono stati costruiti sulla riva opposta del lago e sono costituiti da due solidi pilastri sulla cui sommità sono stati cementati riferimenti e ancoraggi meccanici che assicurano la precisione di centramento degli strumenti. I vertici di controllo della zona in frana sono stati variamente segnalizzati: per alcuni ove sono stati eseguiti i sondaggi per i controlli clinometrici la segnalizzazione è costituita dal centro del coperchio del tubo affiorante sulla cui sommità viene posto il riflettore e la mira, altri per i quali vengono eseguiti solo rilevamenti dei movimenti superficiali, da pilastri con centrini di riferimento o da picchetti in tubo di ferro con elicoidi riportati sulla punta per poterli avvitare nel terreno e con alla sommità una semisfera di acciaio inox per un efficace riferimento altimetrico.

Le determinazioni plano-altimetriche dei vari controlli che si eseguono con frequenza semestrale riportate su appositi diagrammi evidenziano efficacemente l'andamento del fenomeno.

Come è noto il controllo dei movimenti di una struttura richiede il massimo della precisione ottenibile, per cui sarà innanzitutto opportuna la scelta degli strumenti più adatti e quindi stabilire la prassi operativa che consenta di ottenere quella precisione.

Sto attualmente effettuando il controllo dei movimenti di assestamento di un ponte rinascimentale costruito su di un fiume in zona di bonifica. I movimenti di assestamento di questa struttura sono naturalmente prevalentemente altimetrici, ma la non uniformità degli avallamenti ha come conseguenza l'inclinazione dei vari elementi della struttura accentuata, in questo caso, dalla spinta di una torre che, costruita su di una spalla del ponte, preme sulle sue sovrastrutture.

Di qui la necessità di eseguire il controllo plano-altimetrico della struttura che consenta la verifica dell'efficacia delle opere di consolidamento in corso.

Costruiti due solidi pilastri di stazione a monte e due a valle del ponte in luoghi di sicura stabilità due dei quali visibili fra loro attraverso la luce di un'arcata, si è proceduto alla segnalizzazione dei punti di controllo sulla struttura.

Poiché i punti della struttura ove si rendono necessari i controlli non sono di facile accesso, si è provveduto alla costruzione di mire particolari costituite da una stadietta graduata portante un riflettore di plastica con riferimento a croce, che fissate in modo permanente alla struttura permettono di eseguire dai punti di stazione stabiliti ogni tipo di misura che di volta in volta viene deciso di eseguire sia angolare che di distanza o altimetrica.

Questo tipo di segnalizzazione offre due vantaggi molto importanti: il primo, una più rapida esecuzione delle misure e quindi, specialmente in altimetria una maggior precisione, il secondo l'eliminazione dell'errore di centramento della mira e del riflettore.

Le misure distanziometriche sono eseguite mediante l'impiego del geodimetro mod. 6A con il metodo che consente l'eliminazione dell'errore di linearità. Data l'esiguità della lunghezza delle distanze, che rende trascurabili tutti i contributi di errore proporzionali, la precisione che si raggiunge è dell'ordine del millimetro.

Anche nelle misure angolari data la finezza delle mire è garantita la precisione millimetrica.

Il controllo altimetrico eseguito mediante livellaz'one geometrica di alta precisione ancorata a due caposaldi lontani dalla struttura, consente invece precisioni dell'ordine del decimo di millimetro.

Alcuni mesi fa, grazie alla cortesia della Koh-I-Noor Hardtmuth di Milano ho impiegato il più recente modello di distanziometro del Kern, il Mecometro ME 3000, nel rilevamento di una rete geometrica intorno e internamente alla cupola di S. Maria del Fiore in Firenze.

Nella sistemazione di un opportuno programma di ricerche intorno alla cupola di S. Maria del Fiore, la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Firenze ha provveduto infatti di recente, alla stabilizzazione di una rete di punti di controllo, all'esterno e all'interno della cupola per realizzare l'inquadramento geometrico generale del monumento.

Dopo una laboriosa ricerca dei punti di controllo esterni che permettesero il collegamento di almeno due vertici interni alla cupola attraverso le anguste finestre aperte alla base, è stato deciso il progetto definitivo consistente in un quadrilatero circoscritto alla cupola dai cui vertici sono possibili oltre ai collegamenti contigui anche il collegamento di una diagonale, formando così due triangoli con il lato in comune.

Gli altri due vertici del quadrilatero non visibili fra loro sono stati collegati a due vertici alla base della cupola in corrispondenza di due finestre diametralmente opposte permettendo oltre al loro collegamento mediante una poligonale di tre lati anche il collegamento di due vertici sulla balaustra del ballatoio interno della cupola. Questi due vertici sono stati poi collegati a tutti gli angoli dell'ottagono che forma la balaustra stessa.

Due angoli dell'ottagono della balaustra sono stati collegati ad un punto sul pavimento al centro della navata centrale della Cattedrale che, collegato per livellazione geometrica a due caposaldi I.G.M., ha permesso la quotazione di tutti i vertici interni ed esterni alla cupola.

Tutti i vertici sono stati opportunamente segnalizzati in modo da assicurare nel tempo la loro conservazione.

Le misure effettuate consistono in:

- misure distanziometriche eseguite mediante l'impiego del Mecometro ME 3000 Kern.
- misure angolari azimutali e zenitali eseguite mediante l'impiego di teodoliti DKM2A Kern.
- misure di livellazione geometrica eseguite mediante l'impiego di un livello GK23 e di un livello automatico GK1-A Kern.

In particolare sono state misurate mediante l'impiego del Mecometro tutte le distanze dei collegamenti di progetto eccettuate quelle dei lati dell'ottagono della balaustra interna della cupola che sono state misurate mediante nastro di acciaio campionato.

Le misure angolari, date le brevi distanze, sono state eseguite mediante tre reiterazioni tanto per le osservazioni azimutali che per quelle zenitali.

Dai quattro vertici del quadrilatero esterno è stato osservato anche l'asse della cupola materializzato dal parafulmine posto sulla croce, che è punto trigonometrico.

Da un vertice del quadrilatero esterno sono state inoltre eseguite misure azimutali ad altri trigonometrici che hanno permesso di determinarne le coordinate e l'orientamento per l'inserimento di tutti i vertici determinati nel sistema nazionale tenendo fissa la posizione dell'asse della cupola.

Le misure della rete interna ed esterna sono state completate in appena tre giorni.

I calcoli delle determinazioni e la compensazione eseguiti con un calcolatore di grande capacità con il programma di calcolo impiegato all'I.G.M. per i normali lavori di triangolazione hanno dimostrato la grande precisione degli strumenti di misura impiegati. Infatti l'e.q.m. delle determinazioni planimetriche è risultato di ± 1 mm. con correzioni sulle distanze di 1 - 2 mm.

La descrizione dettagliata del lavoro comprendente i risultati ottenuti è in corso di pubblicazione sul Bollettino di Geodesia e Scienze Affini n. 3, 1974.

Conclusioni

Abbiamo passato in rassegna le caratteristiche e le precisioni offerte da queste nuove strumentazioni, nonché le metodologie di impiego per la loro migliore applicazione e per il conseguimento della maggiore precisione possibile. Abbiamo visto anche con quale rapidità si possono oggi realizzare misure che un tempo richiedevano lunghi stazionamenti e grande impiego di personale specializzato. Non vorrei però con questo breve escursus indurre a credere che l'opera del topografo si riduca, con queste nuove strumentazioni, ad una pura e semplice manovra di strumenti più perfezionati.

Queste nuove strumentazioni richiedono che il topografo accresca le sue conoscenze e gli siano chiari quei principi sui quali si fonda il loro funzionamento come necessario ed indispensabile presupposto per il loro corretto e razionale impiego.

In breve l'impiego di apparecchiature e strumentazioni di misura più sofisticate non può comportare altro che una più approfondita preparazione tecnica e professionale degli utilizzatori se si vuole usufruire a pieno di tutte le prestazioni che vengono offerte sia in rapporto alle precisioni che ai relativi tempi.

Ritengo pertanto indispensabile ripetere che se queste nuove strumentazioni consentono un maggior rendimento ed un più alto livello di precisione, questi non possono prescindere dall'esperienza e dalla sensibilità del topografo, esperienza e sensibilità che rimangono comunque determinanti nel conseguimento di risultati di alto livello tecnico.

Geom. Pericoli

Il collega Benvenuti, nella sua esposizione, ha, tra gli altri esempi, ricordato il lavoro di triangolazione e trilaterazione eseguito dall'Istituto Geografico Militare per il controllo geodetico dello Stretto di Messina. Di questo lavoro da me impostato, soprattutto per quanto riguarda l'originale materializzazione dei vertici, ho dato comunicazione nel Convegno di Fiuggi. In quella occasione avevo messo in evidenza che, oltre alle predette misure periodiche per il controllo della forma e della dimensione della rete, erano state eseguite misure (che avranno anche queste carattere periodico) d'orientamento assoluto, mediante determinazioni astronomiche d'azimut su quattro dei sette punti della rete. Più precisamente sono stati determinati gli azimut reciproci agli estremi di due geodetiche che attraversano lo Stretto.

Quanto sopra permetterà di denunciare una eventuale sistematica rotazione della rete, e conseguentemente della zona sotto controllo, nonchè di confermare eventuali deformazioni parziali della rete stessa.

Come s'è detto, questa rete è stata determinata con misure congiunte di angoli e distanze. Mentre con le sole prime il problema non potrebbe essere risolto, potrebbe esserlo con le seconde, cioè con sole misure di distanza eseguite con quegli straordinari mezzi moderni che conosciamo, e che sono stati giustamente esaltati in questo Convegno.

Ma il citato orientamento assoluto deve per forza essere affidato a misure angolari; così mi trovo anch'io a... spezzare una lancia a favore dell'insostituibile goniometro.

Il richiamo al lavoro dello Stretto mi dà l'occasione per riferire su di un altro argomento, ben diverso ma pur sempre relativo a questo lavoro.

Nella mia comunicazione di Fiuggi avevo trattato, tra parentesi, l'importante argomento della deviazione della verticale; nel caso in esame, erano emerse notevoli anomalie locali dell'ordine di $10 \div 15$ secondi. Facevo notare allora che l'esame era stato limitato alla sola componente ortodromica, ottenuta, com'è noto, attraverso il confronto fra gli azimut ellissoidici e gli azimut astronomici. Aggiungevo che un controllo completo si sarebbe ottenuto attraverso misure di longitudine astronomica sui punti, al fine di rendere operante la ben nota equazione di Laplace.

Inoltre attraverso misure di latitudine astronomica si sarebbe pervenuti a determinare anche le componenti meridiane ed infine le deviazioni totali. Queste non sarebbero certamente risultate inferiori a quelle parziali emerse dalle sole misure d'azimut.

Anche per dare assicurazione a coloro che a suo tempo mi espressero la loro perplessità sui risultati da me esposti (e cioè sull'attendibilità delle misure astronomiche d'azimut da me eseguite) posso oggi riferire quanto segue. Nel corso di lavori condotti sotto la guida del Gen. Birardi dell'IGM (che mi scuso di chiamare in causa senza quella sua presenza che avrebbe permesso un suo diretto intervento) per la determinazione sistematica della deviazione della verticale in Italia (coll'impiego di originali apparecchiature di fotoastronomia da lui stesso approntate) è stato eseguito, nello scorso anno, quanto da me auspicato. Più precisamente le determinazioni complete di latitudine e longitudine eseguite sui quattro punti estremi delle due geodetiche citate, hanno pienamente confermato la sorprendente entità della deviazione della verticale relativa fra la sponda calabra e la sponda siciliana nella zona dello Stretto.

Con ciò mi sono riferito ad un mio discorso fra parentesi; in realtà era una parentesi rimasta aperta e che solo oggi sono stato in grado di chiudere con argomentazioni complete e controllate.

OTTICA

della miglior qualità

MECCANICA

della più alta precisione

ELETTRONICA

della più grande affidabilità

Da questi concetti fondamentali,
ZEISS ha sviluppato anche per la
fotogrammetria, dei nuovi sistemi;
così oggi può contare su di un
programma completo e chiaramente
differenziato, per la pratica
del rilievo fotogrammetrico.



Per la presa aerofotogrammetrica

Serie di camere RMK A 8,5/23, A 15/23, AR 15/23, A 21/23, A 30/23, AR 30/23, A 60/23 — tutte con obiettivi di alta prestazione aventi «caratteristica A»; inoltre, EMI 1, EMI 2, NT 1, NT 2.

Per la formazione di ortofotocarte

Raddrizzatori SEG 5, SEG 5 b, Orto-3-Proiettore Ortoproiettore GZ1-Sistema per la produzione «on-line» od «off-line».

Restituzione stereoscopica

Restitutori a doppia proiezione ottica sistema DP 1/3
Restitutore topografico PLANITOP F2,
Restitutore cartografico PLANICART E 2,
Restitutore di alta precisione PLANIMAT D 2, e, per essi, coordinatografi e tavoli EZ 3, EZ 4,
Registratore elettronico ECOMAT 11,
Correlatore elettronico ITEK EC 5 per PLANIMAT D 2.

Misura di alta precisione su lastre

Stereocomparatore PSK 2,
Monocomparatore PEK 2,
ECOMAT 21.

Per la fotogrammetria balistica:

Presa:

BMK A 46/18, BMK A 75/18,
Stazione per misura del tempo ZMS 3.

Restituzione:

Comparatori di precisione PSK 2, PEK 2.

Per la fotogrammetria terrestre

Presa:

Camere stereoscopiche SMK 40, SMK 120
Camere terrestri TMK 6, TMK 12.

Restituzione:

TERRAGRAPH, PLANIMAT D 2 con dispositivo terrestre e calcolatore universale UNR.

Per la Röntgenfotogrammetria:

Sistema di restituzione analitica StR 1, StR 2, StR 3.

Per la fotointerpretazione

Macchine multiple e multispettrali, stereoscopi di ogni tipo.
Camera chiara LUZ, STEROPRET.
attrezzature da campagna.

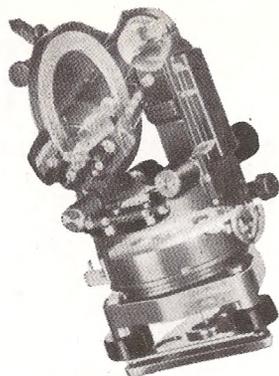
Per la elaborazione del film

Apparato di sviluppo FE 120,
Apparato di essiccazione TG 24,
Bromografo KG 30, Visore luminoso L 2.

Richiedeteci il nuovo catalogo 51-560.

ZEISS

Carl Zeiss S.r.l.
20100 Milano
Casella Postale 1809
Tel. 803.422 - 862.725

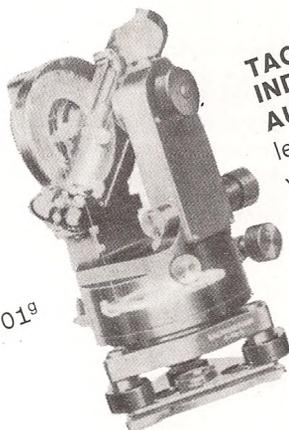


**AUTORIDUTTORE
"TARI" 4180**
 ± 3 cm sulle distanze
 ± 1 cm sui dislivelli
 $\pm 0,0019''$ in azimut

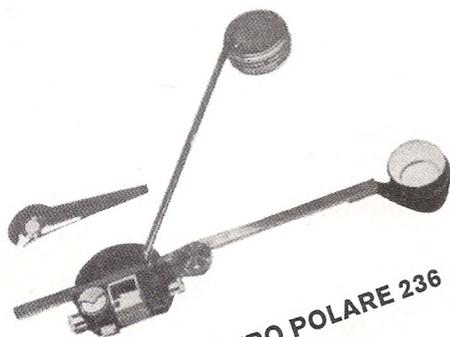
SALMOIRAGHI



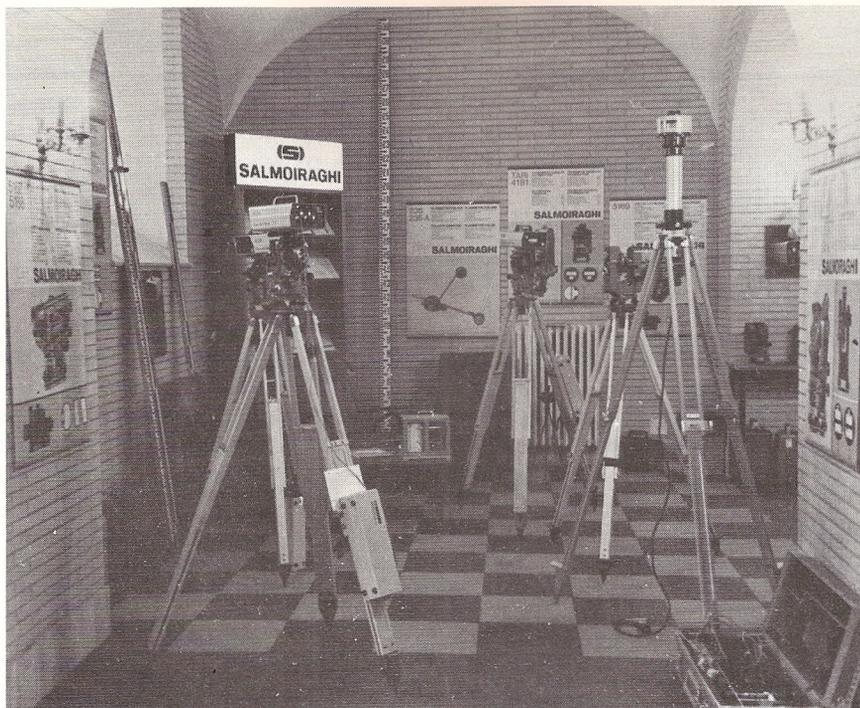
**TEODOLITE
TACHEOMETRO
4150/NE**
letture al cerchio
verticale ed
orizzontale: $\pm 0,0019''$



**TACHEOMETRO AD
INDICE ZENITALE
AUTOMATICO 4149/A**
letture al cerchio
verticale ed
orizzontale: $\pm 0,0029''$



PLANIMETRO POLARE 236
ad unità variabile
precisione: $\pm 0,2\%$



FILOTECNICA SALMOIRAGHI S.p.A.
20122 MILANO - VIA S. LUCA, 10 - TEL. 832.48.41-2-3-4

una organizzazione capillare di vendita presente coi propri negozi
in tutto il Paese

ALESSANDRIA

Via Migliara 1 - Tel. 51104

ANCONA

Corso Garibaldi 80 - Tel. 201415

BARI

Piazza Umberto I, 7 - Tel. 219476

BOLOGNA

Via Indipendenza 3 - Tel. 229401

CATANIA

Via Etnea 201/203 - Tel. 228121

FERRARA

Corso Martiri Libertà 79/81 - Tel. 33927

FIRENZE

Via Calzaiuoli 73/75 - Tel. 294956

FOGGIA

Corso Cairoli 7 - Tel. 22209

GENOVA

Via XX Settembre 204/R - Tel. 565743

Via XXV Aprile, 30-32/R - Tel. 206855

LA SPEZIA

Corso Cavour 39/41 - Tel. 34421

MILANO

Via Orefici 5 - Tel. 871564/871174

MILANO

Corso Buenos Aires 1 - Tel. 2715893

NAPOLI

Via Roma 244/245 - Tel. 391120

NAPOLI

Piazza Vanvitelli 1 - Tel. 377012

PESCARA

Corso Umberto I, 9 - Tel. 26370

REGGIO CALABRIA

Corso Garibaldi 240/242 - Tel. 22902

ROMA

Via Nazionale 200 - Tel. 481961

SAVONA

Via Paleocapa 102/R - Tel. 20850

SIENA

Via Banchi di Sopra 53/R - Tel. 2486/1

SIRACUSA

Corso Matteotti 82/84 - Tel. 26581

TARANTO

Via Di Palma 13 - Tel. 29191

TERNI

Corso Tacito 22 - Tel. 420202

TORINO

Via Roma 27 - Tel. 540007

VENEZIA

Mercerie del Capitello, 4959 - Tel. 28084

Vendiamo

Autografo Wild A5

in buono stato di conservazione e di funzionamento, completo di tutti gli accessori.

Restitutore di 1° ordine per rilievi aerei e terrestri (si presta molto bene per il rilievo di monumenti storici e archeologici).

Rivolgersi a:

**Ufficio di fotogrammetria A. & R. Pastorelli - Lugano
Via Lambertenghi 10 (tel. 091/2.28.26)**

L'Universo

RIVISTA BIMESTRALE DELL'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

Articoli, studi, monografie di: geografia fisica, antropica, economica, politica, astronomica, ecc.; resoconti di esplorazioni, viaggi, ecc.; geologia, fotointerpretazione, antropologia, etnografia, geografia storica. Sei fascicoli l'anno con illustrazioni a colori e in nero

Direttore responsabile: Generale B. **Celestino Revelli** • Redattore capo: T. Col. Dott. **Roberto Marri**

Direzione, Redazione e Amministrazione:

presso la sede dell'Istituto Geografico Militare - Via Cesare Battisti, 10 - 50100 - Firenze
Telefono: 26 23 41 - Telegrammi: GEOMILES - FIRENZE

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO (IN VIGORE DAL 1° GENNAIO 1975).

ABBONAMENTO ANNUO

Italia L. **4500**
Estero L. **6000**

FASCICOLI SEPARATI

Italia L. **1000**
Estero L. **1300**