

Sono rappresentati in scala (figg. 8, 9) due casi di determinazione di PP.AA. come esemplificazione della soluzione analitica del problema composto di Snellius, su dimostrata.

Si fa presente che si è usufruito di un teodolite Zeiss II e di due treppiedi muniti di collimatore per cui i 3 valori osservati, per ogni direzione, differiscono fra di loro al massimo di 2'', 3'',

I due treppiedi distano fra loro di 30-40 metri perciò non possono essere rappresentati nei relativi grafici (figg. 8, 9).

Come appare dalla fig. 9, ed anche dalla fig. 5, i punti ausiliari  $r$  ed  $s$  possono risultare vicini fra loro ed a notevole distanza da  $P$ ,  $Q$ . Per la soluzione grafica tale condizione può non rappresentare la soluzione migliore ma per la soluzione numerica tali condizioni non hanno la minima influenza.

Infatti il valore dell'azimut gaussiano ( $rs$ ) è esclusivamente funzione dell'approssimazione delle coordinate di  $r$  ed  $s$ , e cioè dell'ampiezza degli angoli d'intersezione  $\alpha$  e  $\beta'$ , e gli azimut gaussiani dei punti noti rispetto a  $P$  e  $Q$  sono esclusivamente funzione dell'azimut gaussiano ( $rs$ ) e degli angoli misurati in  $P$  e  $Q$ , fra cui perciò gli stessi angoli  $\alpha$  e  $\beta'$ .

Di conseguenza tali azimut gaussiani sono assolutamente indipendenti dalla posizione reciproca fra  $r$ ,  $s$  e  $P$ ,  $Q$ .

Allegato N

## UMBILICUS SICILIAE ET TRINAKIE

*Comunicazione del Geom. UMBERTO MASSOCCO - Palermo.*

Sotto il punto di vista tecnico e scientifico questo secolo XX in cui viviamo costituisce indubbiamente il più fenomenale periodo che la storia ricordi.

Mentre si stanno intensissimamente sviluppando con sorprendenti perfezionamenti tutte le scoperte della fisica, della chimica e della meccanica dei secoli precedenti, nuove scoperte, prima fra esse quelle inerenti all'energia atomica, stanno preparando una era nuova che rivoluzionerà tutte le manifestazioni umane.

Nel campo dell'aerofotogrammetria, il cui impiego è divenuto vastissimo, meravigliosi progressi tecnici consentono restituzioni cartografiche perfette e rendono possibili rappresentazioni grafiche che mezzo secolo addietro sarebbero apparse impossibili, e si sono ottenuti contributi alla risoluzione di interessanti problemi scientifici, economici e sociali.

L'Italia è la nazione che più di ogni altra ha approntato in questo campo il migliore e più vario materiale, tale da incoraggiare altri Paesi a misurarsi nel grande cimento della cartografia di alta precisione.

Fra le regioni italiane la Sicilia è da presumere, con buon fondamento, che sia quella che più meriti la realizzazione di studi aero-fotogrammetrici particolareggiati, ma completi e fedeli al massimo grado, per contribuire a risolvere molteplici problemi per i quali è da considerarsi inadeguata e superata la cartografia esistente.

Circa la scelta della stagione per le prese dall'aereo, per integrare i ventiquattromila fotogrammi già acquisiti, più adatta è da ritenere l'epoca del solstizio di estate, in cui le giornate sono in Sicilia di una incomparabile limpidezza, ed il Sole, nella traiettoria che apparentemente descrive sulla sfera celeste segue il Cardine, ossia la linea che nell'antichità l'augure tracciava nel cielo per delimitare il *Templum caeleste* e poi quello terrestre.

Deve essere stato verso il 22 giugno di un fausto solstizio italico di circa trenta secoli addietro, probabilmente nel II° periodo siculo dell'Orsi, che l'augure siciliano, dall'*Omphalos* di Henna, nel più eminente punto prestabilito per collocarvi il piede della groma, ossia l'*Umbilicus*, deve avere dato il via alle operazioni agrimensorie che costituiscono le basi della *Delimitatio Templum Caelesti* di Sicilia, ricostruita nel grafico allegato.

Tale opera agrimensoria non può sbalordire, perché armonizza con la grandiosità degli antichi templi dell'*Isola del Sole* che sono i più belli del Mondo.

Basta ricordare il tempio sacro ad Apollo – colossale tempio G di Selinunte – i cui ruderi immensi giacciono lungo il decumano più meridionale dell'Isola, e il tempio di Segesta, il cui asse orientato da Zefiro a Euro, sul decumano minore, ericino, che si diparte dalla spiaggia di Bonaggia, di fronte allo *Statio gratissima mergis* (Isol. Asinelli) di virgiliana memoria, dove *Enea* celebrò l'anniversario solenne ai Mani di suo padre Anchise, consacrandogli il tumulo ed i giuochi tanto magistralmente cantati nel V° libro dell'*Eneide*.

Diguisaché, sul sistema di cardini e decumani sembrano adagiarsi le opere monumentali di maggior rilievo. Per cui, possiamo intuire come le grandi opere della Sicilia Antica sono sorte su di un piano preordinato certamente ispirato alla sublime credenza religiosa sorta primieramente in questa Isola.

Per convincersi di ciò, basta leggere attentamente Diodoro Siculo.

Solo un rilevamento aerofotogrammetrico dell'Isola potrebbe contribuire a fissare con esattezza gli elementi topografici di una opera che per importanza sovrasta quella stessa delle Piramidi, sol che si pensi ai soavi e reconditi accenti con i quali si canta la *Trinakie* nell'*Odissea*.

Esaminando il grafico della *Delimitatio* si può constatare come la omerica Trinacria che appassionò dotti di tutto il Mondo, da Eratostene a Wilamowitz, da Robert a Dörfeld, da Bérard a Columba, tuttora esiste ed è segnata di fatto sulla terra siciliana mediante un sistema viabile particolare che interessa la Sicilia centro-orientale.

Tale sistema forma l'orditura della *Delimitatio Templum Caelesti* ideologicamente ricostruita nel grafico riprodotto.

Come si osserva, l'*Umbilicus siciliae* costituisce il punto d'incrocio degli allineamenti topografici (cardini e decumani) su cui dovette appoggiarsi una rete viabile fondamentale dell'Isola, tracciata nella direzione degli omerici venti: Borea, Noto, Euro e Zefiro, e costituita da tre grandi vie di trasmigrazione e di collegamento dai monti alla marina:

- per il Tirreno, nella direzione della liparea Eolo (Monte S. Angelo di Lipari);
- per l'Ionio, nella direzione della fonte Aretusa (Siracusa);
- per il Mediterraneo, nella direzione dell'Isola di Lampedusa (Monte Albero del Sole).

Ai capolinea costieri delle suddette vie, collegantisi alla triangolare arteria litoranea sorsero i centri urbani di Agatirno (S. Agata di Militello, di Siracusa (Apollonion) e di Phintias (Ecnomo M. – Licata), ed al sistema si adattò un particolare tracciato di vie di trasmigrazione a tre gambe, *Triskelis*, volte ad angolo retto nel medesimo senso, interpretabile come simbolo di Sole, benessere, salute, di moto in genere.

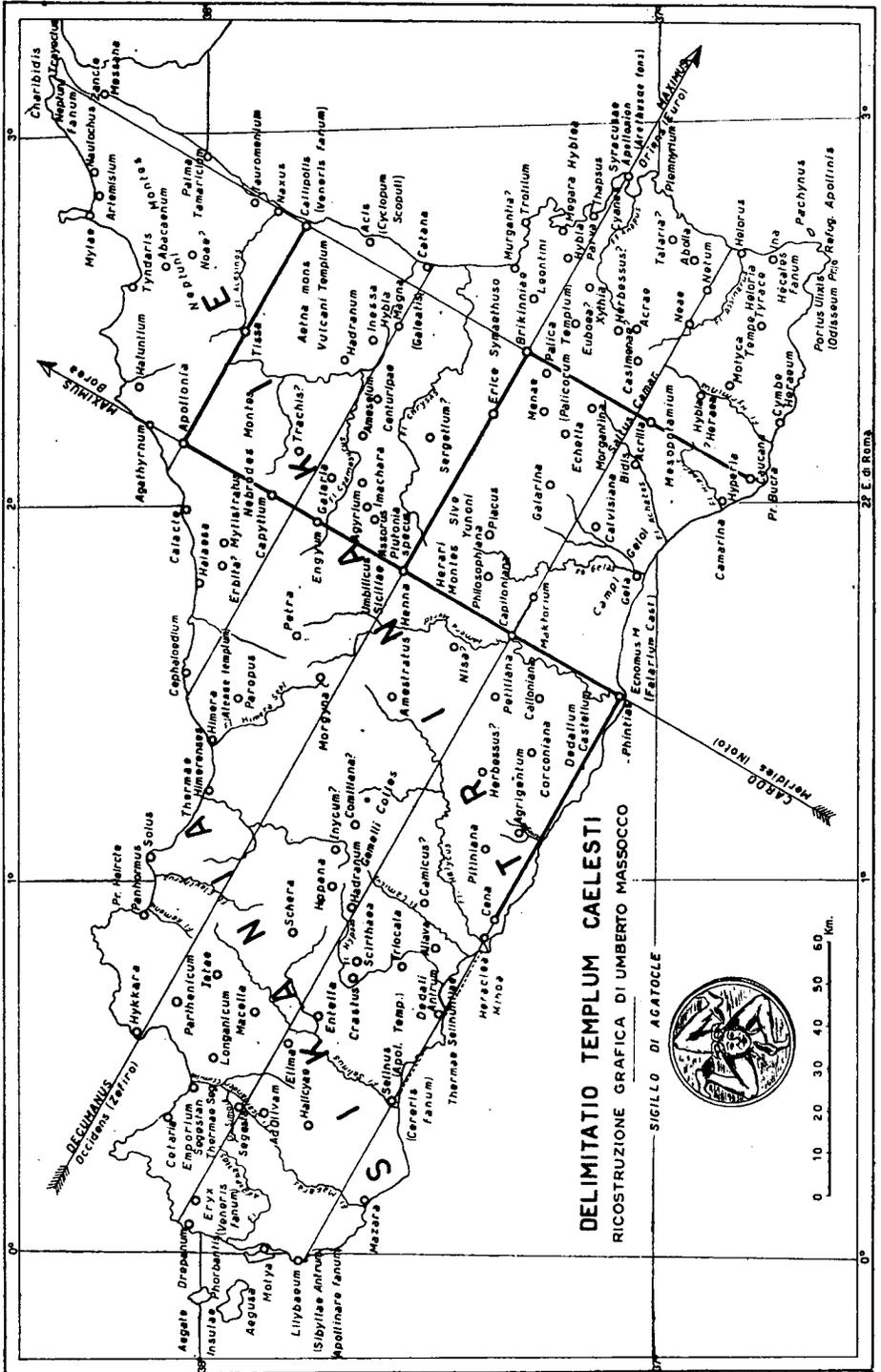
Sottoposte alla custodia delle eliadi, le splendide figlie di Helios: Lampezie, Fetusa, e Lampedusa, le fondamentali arterie della transumanza siciliana videro pascolare i sacri armenti di cui ci narra l'*Odissea*.

Nell'*Umbilicus* fu fondata Henna come centro di paganità dove massimamente si celebravano Demetra, Trittolemo e Kores (Persefone).

Ai vertici della *Triskelis* sorsero i centri:

- di Apollonia (S. Fratello) e di Callipolis (S. Antonino Mascali) del 1° Uncino;

LA SICILIA ANTICA



di Bricinnie (Scordia preterremoto) e di Caucana (Santa Croce Camarina), del 2° Uncino;

di Phintias (Castel S. Angelo di Licata) e di Cena (Siculiana Scalo) del 3° Uncino.

Il confronto dei tracciati viabili con la triscele di Agatocle testimonia la perfetta corrispondenza degli itinerari strategici di Agatocle con il simbolismo del suo famoso sigillo di Stato, da cui fu tratto il conio delle monete del suo tempo, e l'ispirazione per le monete posteriori, sino alla doppia oncia d'oro di Ferdinando I° di Borbone, il cui senso destrorso delle gambe è in opposizione a quello sinistrorso delle triscele del IV° sec. a. C., solo perché nelle monete di Agatocle si deve aver voluto mimetizzare il sistema viabile, per non svelarlo ai nemici della Sicilia, contro i quali si rivolgeva il significato apotropaico della Gorgone.

Basate su constatazioni di fatto le considerazioni che precedono, si è portati a concludere che con il toponimo *Trinakie*, divenuto Trinacria nella traduzione di sommi storici, quali Tuciddide e Diodoro Siculo, si sarebbe dovuto denotare anziché la « Terra dei tre capi o dei tre promontori », piuttosto, e con più aderenza, la tripartizione territoriale servita da strade del tutto particolari quali effettivamente sono le arterie della transumanza, in connessione con la ripartizione geopolitico – religiosa della Sicilia Antica.

Gli allineamenti topografici che la distinguono rivelano le basi di una prodigiosa opera agrimensoria di ordine molto civile che armonizza con la cosmografia e la cosmogonia omerica.

E poiché il nome di Trinacria non è ignoto a nessun popola della Terra, ed in ogni scuola di Genti civili si studia Omero, è bene che si conosca alfine che tutta la vita preomerica dell'Isola si è sviluppata sul piano regolatore – diciamo così – di una tripartizione certamente statale confederata, preesistente alla ripartizione nei « *Tre valli* » di Demone di Noto e di Mazara che dopo molti secoli ritroviamo adottata non più come statale, ma semplicemente amministrativa, al tempo degli Arabi e dei Borboni.

Quindi, è facile spiegarsi come distrutte le antichissime costruzioni di tempo preomerico altre ne sorsero sulle loro rovine, e così via fino all'epoca classica determinando nelle aree delimitate dalle « Tre Gambe » il fervore di opere, di attività politica e di commerci che caratterizzò il meraviglioso assetto agricolo – pastorale sorto in omaggio al misterioso simbolismo del Sole al quale l'Isola fu consacrata.

Osservando attentamente il grafico della *delimitatio*, si può altresì notare come lo *Umbilicus siciliae* è il centro di una immensa Croce Pastorale segnata dall'augure sulla terra siciliana in epoca di oracoli, di aruspici e vaticini.

Il fusto della croce alla testata ha lo Apollonion di Siracusa, la cospicua città dove non a caso S. Pietro volle che fosse fondata la prima Chiesa Cristiana d'Occidente (Tempio di S. Marziano o di S. Giovanni) e al piede ha la Torre del Re di Capo Rama in Terrasini, la antica Hiccarà.

Il primo braccio, sul cardine S. Agata-Licata, a sinistra ha il santuario di S. Maria del Monte in S. Fratello, l'antica Apollonia; a destra ha il Castello di Falaride, l'antica Phintias.

Il secondo braccio, sul cardine Messina-S. Croce Camarina, a sinistra ha il centro urbano di Sant'Antonino Mascali, l'antica Callipolis; a destra ha il centro urbano di Santa Croce Camarina, l'antica Caucana.

Questa Croce attesta la perpetuità della credenza religiosa di un popolo che ha visto fiorire il culto solare della civiltà primogenita, con la triskelis che rischiarò il Mediterraneo.

Trasferitisi poi, per volontà Onnipotente i poteri spirituali dal paganesimo al Cristianesimo, la millenaria luce della *Trinakie* è stata superata dallo splendore della Croce Pastorale che da circa due millenni ha visto irradiare dalla Sicilia la civiltà sicano-siculo-italiana.

Questa civiltà seguirà ad illuminare il mondo finché il Sole della Fede, la parte viva del *Cristo*, splenderà sulle Genti che ravvisano il proprio eponimo in Italo, re dei Siculi, dal quale ha preso il nome la nostra Patria.

Ragione per cui la Sicilia deve riguardarsi come matrice di italianità e crogiuolo di civiltà e religione.

Per tanto; apparisce di sommo interesse per la Regione Siciliana che ai lumi della *Delimitatio Templum Caelesti*, e dei significativi itinerari suindicati, ripristinabili come a u t o s t r a d e, si approfondiscano e valorizzino — anche col prezioso e necessario contributo dell'aerofotogrammetria — *per essere posti in gran rilievo*, tutti i fattori storici, topografici ed archeologici che attestano l'esistenza di una civiltà siculo-italiana preomerica che illumina:

La bella Trinacria che calga  
Tra Pachino e Peloro sopra il golfo  
Che riceve da *Euro* maggior briga.

(Dante: *Paradiso* VIII° C).

Allegato O

## LA INTERPRETAZIONE GEOLOGICA DELLE AEROFOTOGRAFIE

*Comunicazione*: del dott. UGO TAGLIARENI. — *Palermo*

Come tutti sono a conoscenza, si va sempre più diffondendo il rilievo aereo delle zone, che più interessano i tecnici, perché da esso, come effetto immediato, si ricavano le carte a curve di livello necessarie per gli studi atti a dare maggiore impulso allo sviluppo economico, in generale, dei territori interessati.

Oggi detti fotogrammi possono, anzi debbono essere sfruttati in una maniera totalitaria nel senso che da essi, oltre a ricavare le carte topografiche, si possono detrarre tutti gli elementi utili per definire le caratteristiche storiche, economiche, militari della zona che si considera.

Uno di questi aspetti oltre a tanti altri, quali: l'archeologia, la geografia, la pedologia, ecc. è quello geologico del quale noi cercheremo di trattare per quanto brevemente ci consente questa sede.

Infatti la foto-interpretazione offre al geologo rilevatore tutti gli elementi che ad esso necessitano.

Essa non può limitarsi alla sola funzione esplorativa generale, cioè di prima ricognizione, ma dà un apporto notevole agli studi geologici che vanno dalla morfo-tettonica (andamento degli strati, strutture per piegamento, faglie, presenze di diapiri salini, ecc.) alla distinzione tra formazioni di natura diversa (calcareea, argillosa in genere, eruttive, di trasporto, ecc.) ed anche alla distinzione tra formazioni della stessa natura.

Dalle fotografie aeree è possibile vedere molto di più e più rapidamente.

Le tecniche seguite dai vari ricercatori sono varie e personalissime. Al VII Congresso internazionale di fotogrammetria (Washington — settembre 1952) è stata proposta l'utilizzazione di « chiavi fotografiche », ma tale metodo come ben giustamente ha detto il Ten. Col. Schmidt in una sua comunicazione, presenta un bel difficile problema: la preparazione delle « chiavi » che è un procedimento lungo e laborioso. Indubbiamente, però, i foto-interpreti potranno ricavare grandi agevolazioni da « chiavi » opportunamente predisposte di volta in volta. Lo studio delle condizioni ambientali del terreno, l'ecologia, potrà anche esso apportare un notevole contributo al geologo rilevatore, ma non potrà da solo fornire tutti i dati ad esso occorrenti. Per effettivamente trarre profitto dalle areofotografie il

geologo rilevatore deve poter disporre di fotogrammi a scala differente e variabile in funzione del problema da risolvere.

A volte, infatti, giova al rilevatore vedere contemporaneamente una zona abbastanza vasta e tale da dare una visione di insieme dei fenomeni geologici (strutturali soprattutto). Tal'altre volt possono occorrere addirittura degli ingrandimenti delle aereofotografie anche quando queste siano a scala con denominatore alquanto piccolo (1 : 6.000).

L'Ente per la Riforma Agraria in Sicilia per la migliore realizzazione dei suoi compiti, fin dal 1954 ha fatto eseguire da ditte specializzate il rilievo di tutta la zona di sua giurisdizione, cioè tutta l'isola di Sicilia e le isole minori.

Il volo è stato eseguito a due quote differenti tali da poter fornire mediante la restituzione dalle fotografie, delle carte a curve di livello variabili dalla scala 1 : 1.000 a scala 1 : 10.000.

Le aereofotografie pertanto si distinguono in aereofotografie a volo alto ed aereofotografie a volo basso.

Le prime risultano per la quota di ripresa (2.400 m. circa), a scala 1 : 13.500; le seconde, sempre per la quota di ripresa (1.200 m. circa), a scala 1 : 6.000.

Fin dall'arrivo delle prime fotografie approntate dalle Imprese, il reparto geologico dell'Ufficio della Direzione dei Servizi di Ingegneria dell'E.R.A.S. intravide la possibilità di adoperare le aereofotografie per gli studi geologici quali: la ricerca dei materiali per la costruzione dei corpi delle dighe ed anche e soprattutto la ricerca e lo studio dei terreni atti alla costituzione di laghi artificiali e laghetti collinari.

In tal modo fin dall'anno 1955 sono stati eseguiti studi con risultati veramente ottimi.

Poiché si era all'inizio di uno studio di tal genere, si è proceduti ad un confronto fra rilievo a terra e rilievo per mezzo fotografie. In conseguenza si sono seguiti dei metodi particolari che possono essere considerati simili, come indirizzo, al metodo di prospezione mediante « chiavi fotografiche ».

Ma durante il procedere degli studi medesimi si è notato che detto metodo era troppo vincolato a condizioni particolari ed ambientali che, per quanto avesse dato dei risultati soddisfacenti non erano quelli voluti dal ricercatore.

Quindi detto metodo non è stato reputato idoneo ad essere indicato come sistema pratico per il geologo rilevatore.

Ci si è proposti quindi la ricerca di un metodo che potesse essere universalmente applicato, si è voluto offrire la possibilità ad un geologo americano, per esempio, di studiare, dal suo ufficio di Nuova York, un determinato terreno ed un particolare problema con il solo ausilio delle aeree-fotografie a qualsiasi scala ed in qualsivoglia condizioni meteorologiche e stagionali.

Elementi preziosi ha fornito la distribuzione della vegetazione che è stata esaminata con la massima attenzione.

Alcune « chiavi fotografiche » sono state predisposte tenendo presente l'aspetto morfologico, la vegetazione ed altri fattori fra cui per esempio la distribuzione della proprietà terriera che risultò essere molto frazionata e della quale si è tenuto conto considerando che tale suddivisione apporta a volte delle variazioni nel tipo di coltura, per l'iniziativa del singolo piccolo proprietario.

Nella ricerca dei materiali a grana grossa ed a grana fine per la costituzione del corpo della diga progettata sul F. Jato, il reparto geologico dell'Ente ha voluto fare il primo esperimento sulla ricerca, a mezzo fotografie aeree, del materiale suddetto.

Pertanto si è prima cercato di stabilire se nella zona vi fossero i materiali richiesti e si è delimitata la zona in cui tali materiali erano reperibili.

In campagna poi si è avuta la conferma di quanto al tavolo si era previsto.

Per la ricerca dei materiali a grana fine ci si è serviti dello ingrandimento delle fotografie aeree, da esse si è potuto vedere che nelle anse e sulle sponde del F. Jato esistono

dei depositi limoso-sabbiosi ottimi per essere impiegati come materiali a grana fine nella costituzione del corpo della diga.

Ma non solamente per la ricerca dei materiali ci si è serviti delle aereofotografie, ma anche per il rilievo geologico del bacino imbrifero dello stesso fiume Jato.

I risultati sono stati molto lusinghieri ed hanno di molto accorciato il tempo occorrente per il rilievo di campagna.

In particolare l'indagine allo stereoscopio ha messo in evidenza che alquanto fuori del bacino di invaso esiste una faglia diretta da sud-ovest a nord-est passante sul fianco sinistro del bacino ed in virtù di tale dislocazione i conglomerati basali del tortoniano presentano nel versante tributario dello Jato una ripida parete ai piedi della quale vengono a contatto con le sovrastanti argille. Verso nord la faglia scompare venendo le formazioni in oggetto ad essere ricoperte dai sedimenti quaternari e forse in parte pliocenici, mentre verso sud il rigetto si riduce fino a che le argille tortoniane tornano a giacere sui conglomerati.

Il metodo adottato per gli studi geologi sul bacino imbrifero del F. Jato perfezionato man mano che si procedeva negli studi, per come detto, diede dei risultati ottimi e tali da non lasciare dubbi di sorta.

È in preparazione, presso il reparto geologico dell'Ufficio Studi dell'E.R.A.S., un ampio studio sui terreni dell'isola di Sicilia ed in special modo sulle formazioni cristalline dei monti Peloritani e sulle formazioni flyschoidi. Tale studio, che si avvarrà dell'ausilio anche di prospezioni meccaniche a conferma dei risultati conseguiti attraverso l'interpretazione delle aereofotografie, potrà apportare grandi agevolazioni al geologo che si accingesse ad intraprendere uno studio per un determinato problema sia esso di geo-morfologia, sia di prospezioni minerarie.

Per una più razionale soluzione del problema propostoci si è avuto un ausilio incomparabilmente vasto dall'impiego di apparecchi restitutori del tipo stereocartografico e per maggior precisione dello stereocartografo mod. IV Galileo-Santoni messo a disposizione dalla Sezione per la Sicilia dell'Impresa E.I.R.A.

Le prestazioni fornite da tale apparecchio sono varie, esse vanno dalla determinazione della rete idrografica con le sue linee di displuvio e di impluvio e di conseguenza alla determinazione esatta delle pendenze e delle potenze degli strati dalla determinazione delle zone omologhe alla compilazione del rilievo finale con le linee di contatto delle varie formazioni con una tale precisione che non è possibile ottenere in campagna direttamente sul terreno.

Bisogna tener presente, però che in genere esistono i geologi specialisti in geologia del petrolio, in geologia pedologica, in geologia applicata, ecc., ma il geologo che volesse, per i suoi particolari studi, servirsi della interpretazione delle aereofotografie, potrà usare qualsiasi metodo gli venga più comodo, dovrà, però, tenere presente il fattore più importante, una mente bene aperta ed una base di conoscenze che abbracci parecchie delle normali discipline scientifiche.

*Allegato P*

## METODO ELETTRONICO PER LA MISURA DIRETTA DI UNA DISTANZA GEODETTICA CON RIPETIZIONE MULTIPLA DI IMPULSI

*Comunicazione* : Dott. Ing. BRUNO ALESSANDRONI. - Roma.

Fra i problemi tecnici e scientifici moderni assume oggi particolare importanza la possibilità di effettuare con rapidità misure di distanze. La tendenza generale attuale è rivolta, come noto, verso l'impiego di metodi elettronici (derivati dal radar) che per le loro doti di praticità sono già in larga misura utilizzati vantaggiosamente nella navigazione

sia marittima che aerea per le quali non è richiesta, per ovvi motivi, una grande precisione. Invece l'applicazione di tali metodi alle operazioni geodetiche e topografiche, che richiedono elevatissime approssimazioni, è ancora praticamente in fase di studio.

A scopo sperimentale sono già state effettuate in vari Stati molte esperienze e prove che in particolari condizioni e con accorgimenti tecnici complessi hanno fornito buoni risultati ma quasi esclusivamente per grandi distanze; ad es. si è ottenuto un errore di appena — 6 metri per distanze di 500-600 Km. (Boll. Geodesia IGM-1955-pag. 481). Per le distanze medie e piccole, comprese all'incirca fra Km. 150 e Km. 1,5, che interessano le più importanti applicazioni geodetiche e topografiche, le approssimazioni ottenute sono in genere inferiori a quelle che è possibile avere con i metodi classici oggi ancora normalmente impiegati benché spesso molto dispendiosi.

Ciò è dovuto al fatto che l'approssimazione assoluta ottenuta con i metodi radar e derivati è pressoché indipendente dal valore della distanza sicché l'errore relativo mentre è tollerabile per le lunghe geodetiche approssimandosi ad  $1/100.000$  risulta normalmente eccessivo per quelle medie e piccole.

Il problema è pertanto ancora in fase di studio e l'attuale vivo interessamento che per esso dimostrano studiosi di tutte le nazioni civili è pienamente giustificato dai grandi vantaggi tecnici e scientifici, sia a fini civili che militari, che si potrebbero conseguire con una adeguata soluzione della questione.

Tra le molteplici applicazioni basterà ad es. ricordare la possibilità di sostituire finalmente nelle operazioni geodetiche la classica « triangolazione » con la « trilaterazione » (cioè con la misura diretta dei lati di ogni singolo triangolo) che permetterebbe, come è noto decisive semplificazioni nel calcolo delle reti specialmente per la loro unificazione su aree vastissime come Federazioni di Stati, continenti ecc. Anche la fotogrammetria aerea ne trarrebbe grandi vantaggi potendosi determinare le coordinate spaziali della macchina al momento della presa ciò che costituirebbe la premessa per importantissimi ulteriori sviluppi e studi.

Chi parla nell'intento di poter contribuire anch'egli ad una conveniente soluzione del problema, ha indirizzato le sue ricerche verso un perfezionamento del sistema classico radar-telemetrico allo scopo di potenziarne il rendimento. Ovviamente i miglioramenti proposti possono essere concettualmente estesi, con opportuni accorgimenti, a tutti quei sistemi o metodi che utilizzano il principio del radar (ad es. il sistema Shoran, ecc.) con una gamma vastissima di applicazioni. Egli si limiterà nella presente comunicazione a descrivere il metodo da lui ideato nelle sue linee generali, ritenendo prematuro e non adeguato all'indole di questa comunicazione — a semplice carattere informativo — entrare in dettagli tecnici e scientifici relativi agli apparati ed ai problemi di elettronica ad esso collegati.

È noto tuttavia il principio sul quale si basa la radar-telemetria classica. In uno degli estremi della distanza da misurare vi è una particolare stazione radioelettrica trasmittente ricevente (principale) mentre nell'altro estremo vi è una stazione ripetitrice o risponditrice (secondaria). Il funzionamento di tali apparati è schematicamente molto semplice. La stazione principale emette un segnale sotto forma di impulso brevissimo ad alta frequenza (circa 1 microsecondo) che viene registrato sullo schermo di apposito tubo a raggi catodici come una caratteristica marca luminosa. L'impulso che si propaga nello spazio alla velocità della luce (circa  $3,10^8$  Km/sec) colpisce la stazione secondaria la quale viene, per così dire, eccitata, e ritrasmette quasi istantaneamente un analogo impulso di frequenza uguale o diversa. Questo impulso di ritorno giunge alla stazione principale e viene registrato anch'esso sul tubo a raggi catodici con una marca luminosa simile a quella precedente ma spostata rispetto ad essa di un certo intervallo corrispondente, in una determinata scala, al tempo impiegato dagli impulsi a percorrere la distanza da misurare in andata.

e ritorno. Tale spostamento è dovuto al rapidissimo movimento sullo schermo del tubo a r. c. di un fascetto luminoso (elettronico) comandato da un particolare dispositivo « pilota » al quale è appunto affidato il compito di rendere omogenei e perfettamente cadenzati i tempi unitari sui quali sono sincronizzati i vari circuiti.

Il processo trasmissione-ripetizione-ricezione viene automaticamente ripetuto un numero elevatissimo e indefinito di volte sicché sullo schermo del tubo si presenta una specie di diagramma luminoso fisso e persistente costituito, come è noto, da una linea (o asse dei tempi) e dalle due marche ad essa normali corrispondenti ai due impulsi di andata e ritorno. Conoscendo la « scala » sull'asse dei tempi è possibile misurare direttamente o con appositi dispositivi l'intervallo compreso fra le due marche (frazione piccolissima di secondo) e risalire, essendo nota la velocità di propagazione, al valore della distanza esistente fra le due stazioni.

La misura di detto intervallo di tempo – e in definitiva il calcolo della distanza – risulta purtroppo affetta da errori dovuti a molteplici cause sia « interne » dipendenti cioè dalle caratteristiche dei due complessi elettronici che « esterne » relative cioè alla propagazione degli impulsi nello spazio.

Si accenna brevemente qui di seguito alle principali di tali cause di errore.

1) Le marche non hanno forma rettangolare perfetta bensì approssimativamente trapezoidale con bordi inclinati rispetto all'asse dei tempi, asse che presenta uno spessore variabile in relazione al fluttuante « rumore di fondo »; in conseguenza risulta difficoltoso apprezzare l'intervallo fra due punti corrispondenti delle due marche. Inoltre altre cause di ordine esterno (diffrazione, riflessioni multiple sul terreno, ecc.) determinano una riduzione di potenza nel segnale di arrivo sicché l'inconveniente risulta in genere vieppiù accentuato. L'errore che ne consegue è preponderante su tutti gli altri e risultando esso pressoché costante cioè indipendente dal valore della distanza definisce praticamente il limite di applicabilità del metodo.

2) Il dispositivo pilota che comanda la cadenza dei tempi nei circuiti non è assolutamente stabile sicché il ritmo degli intervalli unitari non è perfettamente costante.

3) I circuiti sono sede di « ritardi » che determinano una specie di maggiorazione dell'intervallo di tempo teorico. In particolare il ritardo è sensibile nella stazione secondaria tra l'istante di arrivo dell'impulso e quello di trasmissione dell'impulso ripetuto.

4) La velocità reale delle onde elettromagnetiche è influenzata nei vari tratti della traiettoria dall'indice di rifrazione locale dipendente da elementi meteorologici come la pressione e la temperatura.

5) La traiettoria spaziale non è lineare ma curva e si comporta analogamente ai raggi ottici in relazione all'indice di rifrazione sicché il tempo impiegato nei tragitti di andata e ritorno risulta maggiore di quello teorico.

Nel complesso gli errori che si ottengono nella misura definitiva della distanza possono suddividersi in tre gruppi:

*sensibilità strumentale assoluta* nella misura dei tempi dovuta per la massima parte alla imprecisione nel puntamento delle marche che provoca un errore  $\Delta t_1$  che come si è detto risulta pressoché costante e indipendente dal valore della distanza;

*errori accidentali* dovuti a molteplici cause praticamente incontrollabile e che si traducono in un errore complessivo  $\Delta t_2$ ;

*errori sistematici* dipendenti da diverse cause (ritardi nei circuiti, propagazione delle onde, ecc.) e che si possono dentro certi limiti eliminare, o meglio ridurre, con la taratura degli apparati.

Il metodo studiato dallo scrivente allo scopo di migliorare l'attuale sistema sommariamente descritto si potrebbe chiamare « a ripetizione multipla di impulsi » e si basa sul seguente principio.

Mentre la stazione ripetitrice secondaria rimane schematicamente inalterata, la stazione trasmittente-ricevente principale è in grado, per mezzo di un particolare dispositivo elettronico collegato opportunamente ai circuiti, di funzionare temporaneamente anche come semplice stazione risponditrice. Il funzionamento dei complessi avviene allora nel seguente modo.

La stazione principale lancia un impulso, regolarmente registrato nel tubo a raggi catodici, che viene ripetuto dalla stazione secondaria posta all'altro estremo della distanza da misurare. L'impulso di ritorno giungendo alla stazione principale, funzionante ora come risponditrice, viene nuovamente ripetuto e ritrasmesso alla stazione secondaria che lo ripete a sua volta e così di seguito per un numero anche elevato di ripetizioni in andata e ritorno fra le due stazioni.

Il dispositivo elettronico suddetto comprende anche un normale contatore di impulsi regolabile sicché non appena le ripetizioni effettuate dalla stazione principale raggiungono il numero desiderato  $n$  sul quale era stato precedentemente predisposto il contatore, la stazione cessa istantaneamente di funzionare come risponditrice e l'impulso finale di ritorno regolarmente captato e registrato nel tubo a r. c.

L'intervallo di tempo  $T$  compreso fra il segnale iniziale e il finale, che si può apprezzare sullo schermo del tubo a r. c. direttamente o con adatti dispositivi, corrisponde ora ad  $n$  percorsi di andata e ritorno della distanza da misurare e non più ad un solo percorso come nel sistema attuale. È facile tuttavia, conoscendo il numero  $n$ , delle ripetizioni, calcolare immediatamente il tempo impiegato dall'impulso a percorrere il tragitto unitario di semplice andata che risulta essere in media  $t = T/2n$  e risalire alla distanza effettiva.

Anche in questo sistema la serie delle registrazioni viene ripetuta un numero indefinito di volte sicché la rappresentazione sullo schermo fluorescente del tubo a r. c. risulta fissa e persistente e tale da permettere le osservazioni con ogni comodità.

I vantaggi conseguibili con questo nuovo metodo « a ripetizione multipla di impulsi » rispetto a quello a impulsi singoli sono molteplici. Riferiamoci infatti ai tre gruppi di errori precedentemente elencati.

*La sensibilità assoluta strumentale  $\Delta t_1$*  essendo una costante praticamente indipendente dalla distanza, cioè dal tempo totale, si deduce che eseguendo la misura con  $n$  percorsi di andata e ritorno il tempo di un percorso singolo risulta misurato con errore  $\Delta t_1/2n$ .

*Gli errori accidentali  $\Delta t_a$*  tendono a compensarsi in misura tanto maggiore quanto è più rilevante il numero dei percorsi di andata e ritorno.

*Gli errori sistematici* sono molto più facilmente individuabili per mezzo delle operazioni di taratura e controllo degli apparati che assumono ora un importante e particolare significato. Infatti col sistema attuale le operazioni di taratura debbono essere effettuate su lunghe distanze affinché l'errore  $\Delta t_1$  abbastanza rilevante dovuto alla sensibilità strumentale, sia reso relativamente piccolo e rimangano evidenti le sole variazioni dovute ad altre cause di errore.

Purtroppo inevitabilmente le lunghe distanze comportano l'impossibilità di determinare l'influenza dei fattori meteorologici e topografici locali variabili in modo discontinuo lungo tutta la traiettoria percorsa dall'impulso sicché essa risulta pressoché indeterminata sia nella forma che nella velocità e la taratura non può fornire che risultati molto generici per condizioni largamente medie di impiego.

Dato che gli errori sistematici introducono incrementi costanti di funzioni diverse del tempo per ogni percorso di andata e ritorno, nel nuovo metodo si ottengono variazioni molto evidenti a causa del loro maggiorato ordine di grandezza conseguenti alle molteplici ripetizioni. Si conclude che è pertanto possibile effettuare la taratura su distanze brevi per le quali è possibile ritenere dentro limiti accettabili praticamente costanti le caratteristiche meteorologiche e topografiche. In definitiva è ora possibile eseguendo la taratura su una serie di differenti distanze e in condizioni diverse di temperatura, pres-

sione, morfologia del terreno, ecc. elaborare i risultati ottenuti e sceverare con elevata precisione a mezzo normali procedimenti matematici (minimi quadrati, ecc.) i diversi errori sistematici (o famiglie di errori).

In base alle operazioni di taratura e alla elaborazione dei dati le correnti corrispondenti ai vari errori per le diverse condizioni suddette possono essere raccolte in tabelle precalcolate o in semplici formule in modo di apportarle con facilità alle indicazioni fornite dagli apparati in fase di impiego effettivo sicché potrà ottenersi la misura definitiva delle distanze (anche medie e piccole) con una approssimazione presumibilmente elevata.

Insomma oltre al perfezionamento notevole nella misura del tempo di ogni singolo percorso, conseguente, come si è detto, all'aver fittiziamente moltiplicata la distanza da misurare per un numero anche cospicuo di volte, si ottiene un impiego più appropriato, sicuro e di maggior rendimento del metodo radartelemetrico.

Lo scrivente ritiene che la realizzazione dei nuovi apparati non dovrebbe presentare particolari difficoltà tecniche perché le caratteristiche dei nuovi circuiti e dispositivi possono essere studiate con relativa facilità applicando le moderne conoscenze dell'elettronica. Rispetto agli attuali apparati assumono speciale importanza le seguenti caratteristiche.

1) *Frequenze di ripetizione degli impulsi per la misura di brevi distanze* che risultano piuttosto elevate. Ad es. per una distanza di Km. 1,5 è necessaria una frequenza di circa 100.000 impulsi al secondo. Per note leggi dell'elettronica una frequenza di tale ordine comporta (se si vuole mantenere la durata dell'impulso sull'attuale valore di circa 1 microsecondo) un notevole abbassamento della potenza di picco; tuttavia dato il piccolo valore della distanza esso non dovrebbe costituire un grave inconveniente. I circuiti debbono essere studiati per consentire variazioni nella frequenza degli impulsi almeno fra 1.000 e 100.000 impulsi/sec corrispondenti rispettivamente a distanze di Km. 150 e Km. 1,5 (applicazioni geodetiche e topografiche).

2) *Misura di intervalli di tempo notevoli* dell'ordine di 10.000 microsecondi per consentire un congruo numero di ripetizioni anche alle massime distanze (Km. 150). Non vi sono difficoltà per realizzare dispositivi che consentano la misura di tali cospicui intervalli di tempo con la stessa precisione che si ottiene attualmente per intervalli minori.

Oltre alle applicazioni tecniche alle quali è stato fatto cenno nella presente comunicazione si ritiene che il metodo « a ripetizione multipla di impulsi » potrebbe contribuire, una volta realizzato, anche alla migliore comprensione di importanti fenomeni di carattere scientifico relativi alla propagazione delle onde radio-elettriche.

Ovviamente un giudizio definitivo sulla sua efficacia e utilità potrà essere dedotto esclusivamente dalle esperienze pratiche che ci si augura possano essere presto intraprese da qualche Ente particolarmente interessato alla questione, esperienze alle quali chi parla si augura poter collaborare.

Allegato Q

## RIPRISTINO CONTEMPORANEO DI DUE PUNTI TRIGONOMETRICI CONTIGUI SCOMPARI

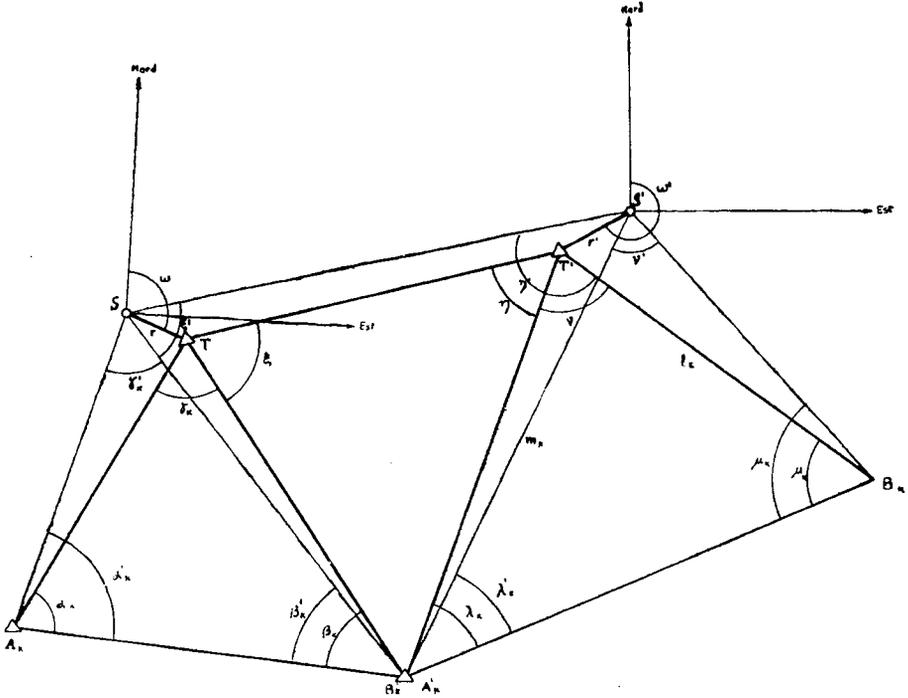
*Comunicazione del Prof. BARTOLOMEO BONIFACINO dell'Università di Bari.*

1. - Particolare importanza pratica riveste il problema del ripristino di punti trigonometrici, scomparsi, specialmente quando trattisi di vertici della rete di I° ordine; ad essi è collegata, infatti, tale mole di osservazioni e di calcoli che conviene, in linea di massima, anziché abbandonarli e procedere ad una determinazione ex-novo, ricercarne sul terreno la posizione più attendibile.

Tale importanza è sottolineata dai lavori di sistemazione dei punti trigonometrici che l'I.G.M. ha affrontato da alcuni anni, essendo risultato, da accurate ricognizioni, che molti segnali erano in cattivo stato di conservazione ed altri addirittura distrutti o per demolizione del manufatto sul quale erano stati materializzati o per altre ragioni.

La sistemazione anzidetta, informata al criterio di rispettare la rete di 1° ordine secondo un voto formulato dalla Commissione Geodetica Italiana, viene fatta secondo apposite norme regolamentari e quando, nonostante ogni ricerca, non risulti possibile reperire il centro trigonometrico, o per lo meno tracce sicure di esso, occorre procedere al suo ripristino.

I dati di cui si dispone sono i valori degli angoli che vennero osservati dal punto scomparso e verso di esso in occasione della sua determinazione. Riosservando, allora, da e



verso un punto ausiliario, scelto in prossimità di quello perduto, tutti o solo alcuni di tali angoli, è noto che dal confronto tra i valori delle nuove misure e di quelle antiche fornite dagli antichi libretti di campagna si possono ricavare con procedimento analitico, gli elementi di eccentricità di detto punto rispetto a quello provvisorio.

Si perviene ai valori più probabili degli elementi di riduzione incogniti facendo misure sovrabbondanti ed effettuando una compensazione con il metodo dei minimi quadrati, cioè in modo che risulti minima la somma dei quadrati degli scostamenti tra gli angoli provvisori, ridotti al nuovo punto che si assume in sostituzione di quello perduto, e quelli antichi, tenendo conto, naturalmente, dei pesi delle osservazioni nuove ed antiche.

Questo problema non è nuovo dal punto di vista analitico e si trova risolto nel Vol. II dei « Principi di Geodesia » dello Schiavoni (1880), nonché in una Memoria di F. Guai-ducci (1913) nella « Collezione delle Memorie della Commissione Geodetica Italiana » ed in una di A. Loperfido (1914) nel « Giornale di Artiglieria e Genio ».

Il procedimento venne generalizzato da A. Marussi, che oltre a considerare le osservazioni dal punto fa intervenire in compensazione anche quelle verso il punto, e si trova nel « Testo Tecnico dell'Istituto Geografico Militare » (1941). Il problema del ripristino è trattato anche da G. Boaga nel « Trattato di Geodesia » Vol. I, 1948.

Il procedimento analitico, in genere laborioso, non è consigliabile nei casi in cui si presume di ritrovare il punto antico. In tali casi è conveniente, per la sua semplicità, il metodo grafico, riportato anche dal citato « Testo Tecnico dell'I.G.M. » compilato dal Marussi. Una semplificazione per il tracciamento delle visuali dal punto verso trigonometrici esterni, rendendo molto spedito il procedimento nei casi, pratici, venne proposta dallo scrivente con Nota pubblicata nel Bollettino Geodetico n. 1, 1944.

Per operazioni catastali, il procedimento pratico adoperato dai tecnici dell'Amministrazione del Catasto si trova nella « Istruzione per le Operazioni Trigonometriche » Ministero delle Finanze, Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE. 1951. Su questo problema sono stati pubblicati studi da E. Boccardo e G. Abate Daga nella « Rivista di Topografia e Catasto » volumi V e XV.

2. - Per il caso che siano scomparsi due vertici contigui della rete, viene presentata con questo studio una soluzione per il ripristino contemporaneo di entrambi, che ha il vantaggio rispetto al ripristino singolo di ciascuno di far coesistere nel sistema generato anche le equazioni relative alle osservazioni tra i due centri ausiliari.

Siano  $T, T'$  i vertici trigonometrici contigui scomparsi (v. fig.) nei punti ausiliari  $S$  e  $S'$ , di posizioni prossime agli antichi, furono ripetute le misure antiche eseguite dai vertici scomparsi e verso di essi da punti trigonometrici sicuramente in centro,  $A, B \dots A', B' \dots$  che possono essere anche di ordine diverso.

Siano  $r, \omega$  le coordinate polari di  $T$  rispetto al proprio ausiliario  $S$ , ed  $r', \omega'$ , quelle di  $T'$  rispetto ad  $S'$ , riferite rispettivamente a due sistemi  $S(x, y), S'(x', y')$  orientati sul reticolato geografico. Avremo:

$$(1) \quad \begin{cases} x = r \cos \omega \\ y = r \sin \omega \\ x' = r' \cos \omega' \\ y' = r' \sin \omega' \end{cases}$$

e posto:

$$(2) \quad \begin{cases} \Delta\alpha_k = \alpha'_k - \alpha_k \\ \Delta\beta_k = \beta'_k - \beta_k \\ \Delta\gamma_k = \gamma'_k - \gamma_k \\ \Delta\lambda_k = \lambda'_k - \lambda_k \\ \Delta\mu_k = \mu'_k - \mu_k \\ \Delta\gamma_k = \gamma'_k - \gamma_k \\ \Delta\xi = \xi' - \xi \\ \Delta\eta = \eta' - \eta \end{cases}$$

si perviene facilmente al sistema generato:

$$(3) \quad \begin{cases} X_{\alpha k} x + Y_{\alpha k} y = \Delta\alpha_k \\ X_{\beta k} x + Y_{\beta k} y = \Delta\beta_k \\ X_{\gamma k} x + Y_{\gamma k} y = \Delta\gamma_k \\ X_{\lambda k} x' + Y_{\lambda k} y' = \Delta\lambda_k \\ X_{\mu k} x' + Y_{\mu k} y' = \Delta\mu_k \\ X_{\gamma k} x' + Y_{\gamma k} y' = \Delta\gamma_k \\ X_{\lambda k} x' + Y_{\lambda k} y' - X_{\beta k} x - Y_{\beta k} y = \Delta\xi + \Delta\eta \end{cases}$$

dove le  $X$  e  $Y$  sono definite dalle:

$$\begin{aligned} X_{\alpha k} &= - \frac{\cos A_k}{b_k \operatorname{arc} 1''}; & Y_{\alpha k} &= \frac{\operatorname{sen} A_k}{b_k \operatorname{arc} 1''} \\ X_{\beta k} &= \frac{\cos B_k}{a_k \operatorname{arc} 1''}; & Y_{\beta k} &= - \frac{\operatorname{sen} B_k}{a_k \operatorname{arc} 1''} \\ X_{\gamma k} &= - (X_{\alpha k} + X_{\beta k}); & Y_{\gamma k} &= - (Y_{\alpha k} + Y_{\beta k}) \\ X_{\lambda k} &= - \frac{\cos L_k}{m_k \operatorname{arc} 10''}; & Y_{\lambda k} &= \frac{\operatorname{sen} L_k}{m_k \operatorname{arc} 1''} \\ X_{\mu k} &= - \frac{\cos M_k}{l_k \operatorname{arc} 1''}; & Y_{\mu k} &= - \frac{\operatorname{sen} M_k}{l_k \operatorname{arc} 1''} \\ X_{\gamma k} &= - (X_{\lambda k} + X_{\mu k}); & Y_{\gamma k} &= - (Y_{\lambda k} + Y_{\mu k}) \end{aligned}$$

dove  $A_k, B_k, L_k, M_k$  sono gli azimut dei punti di appoggio sui centri ricercati,  $a_k, b_k, l_k, m_k$  le loro distanze da essi. Il contributo di ciascun triangolo al sistema (3) è di tre equazioni, di due oppure di una soltanto a seconda che di esso siano stati riosservati tutti gli angoli, due o uno soltanto.

In generale le equazioni del sistema generato avranno pesi differenti (punti di appoggio di ordini differenti, strumenti diversi nelle vecchie e nuove determinazioni in modo che non sia più lecito ammettere l'equivalenza delle rispettive osservazioni) per cui sarà necessario moltiplicare i coefficienti di ciascuna osservazione, compreso il termine noto, per la radice quadrata dei pesi corrispondenti: in tal modo le equazioni generate saranno ridotte alla stessa unità di peso.

3. - Per la risoluzione del sistema (3) si dispone di metodi classici (Kramer e Gauss) che però, pur avendo importanza fondamentale, cedono oggi il posto ad altri procedimenti per i quali è più spedito ed agevole il calcolo delle incognite; rivestono particolare interesse il metodo dei coefficienti indeterminati e quello della matrice reciproca, con i quali, insieme con le incognite, si ottengono anche i loro errori medi.

Indicando con  $A_{-1}$  la trasposta della matrice dei coefficienti del sistema generato, con  $D$  e  $D^{-1}$  rispettivamente la matrice normale e la matrice reciproca, la soluzione del sistema (3) con il metodo della matrice reciproca è data da:

$$(4) \quad z = - D^{-1} A_{-1} k$$

con  $z$  e  $\Delta$  i complessi verticali delle incognite e dei termini noti:

$$z = \begin{pmatrix} x \\ y \\ x' \\ y' \end{pmatrix}; \quad \Delta = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta \beta \\ \Delta \gamma \end{pmatrix}$$

L'errore medio dell'unità di peso sarà dato dalla:

$$(5) \quad m_{\gamma} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-4}}$$

con  $v$  i valori più plausibili dei residui, ottenuti introducendo nel sistema generato i valori compensati delle incognite; e per gli errori medi delle incognite si avrà:

$$(6) \quad m_{\gamma} = \pm m_{\gamma} \sqrt{\alpha_{\gamma\gamma}}$$

con  $\alpha_{\gamma\gamma}$  i termini della diagonale principale delle  $D^{-1}$ .

Allegato R

## SU DI UNA LEGGE ANALITICO-SPERIMENTALE PER LE LIVELLAZIONI BAROMETRICHE

*Comunicazione del Prof. BARTOLOMEO BONIFACINO dell'università di Bari*

1. — Le livellazioni barometriche sono state, fino a qualche anno fa, di scarso interesse tecnico ed utilizzate soltanto per profili altimetrici in regioni coloniali o per la determinazione di distanze orizzontali in triangolazioni di appoggio a rilevamenti speditivi ed in genere per determinazioni grossolane e progetti di larga massima nelle zone rilevate dal topografo per la prima volta. Oggi assistiamo ad una vera rivalutazione del metodo barometrico in relazione alla precisione conseguibile con i moderni microbarometri aneroidi (recentemente costruiti dalla Casa Askania) che consentono di misurare la variazione d'altezza barometrica con l'approssimazione del centesimo di millimetro di mercurio. Operando con metodi opportuni ed in favorevoli condizioni di stabilità atmosferica si possono ottenere dislivelli con la precisione di qualche decimetro. Tale precisione è generalmente sufficiente nei lavori d'indole tecnica senza dover ricorrere alla livellazione geometrica, la cui maggiore precisione verrebbe scarsamente utilizzata; in certi casi la livellazione barometrica potrebbe sostituire anche quella trigonometrica, che non sempre è possibile effettuare essendo condizionata alla visibilità dei punti.

È da ricordare poi che oggi sono di viva attualità i metodi geofisici per la conoscenza del sottosuolo ed a tale scopo si effettuano rilievi gravimetrici che permettono di eseguire esplorazioni a notevoli profondità, dove operando con mezzi diretti ci si dovrebbe normalmente arrestare. Per tali rilievi si rende particolarmente utile, per la quotazione dei punti di stazione, il metodo barometrico, in luogo di quello geometrico, più preciso ma più oneroso, con conseguente notevole convenienza economica.

2. — I dislivelli determinati con metodo barometrico presentano un periodo giornaliero dipendente dalla temperatura dell'aria e la precisione risulta massima in corrispondenza degli estremi dell'arco diurno e minima verso il mezzogiorno.

Tale limitazione venne tolta da Boaga e venne esteso l'impiego della livellazione barometrica a tutte le ore della giornata, previa applicazione di un'opportuna correzione da sottrarre algebricamente al risultato ottenuto con la formula barometrica.

Tale correzione, calcolata per la traiettoria Udine-Subit risultava espressa dalla:

$$(1) \quad \delta = - 2,85 + 8,312 e^{-0,0197 x^2}$$

con  $e$  base dei logaritmi neperiani ed  $x$  le varie ore della giornata, riferite all'ora 12 come origine per il computo dell'ora di osservazione.

Il presente studio si propone di stabilire se i coefficienti della (1) abbiano a meno carattere regionale e per poter fare un esame comparativo dei risultati ci siamo avvalsi delle osservazioni eseguite con barometri a mercurio per la determinazione del coefficiente di rifrazione terrestre a Roma. In tale occasione vennero rilevati gli elementi meteorologici

agli estremi della traiettoria S. Pietro in Vincoli-Monte Cavo e con essi vennero determinate le differenze di livello fra i pozzetti dei due barometri, facendo uso della formula di Laplace. Conoscendo di dette stazioni anche il dislivello geometrico, ritenuto esatto, si è ricavata la distribuzione degli errori al variare dell'ora di osservazione, ed è risultato con essa confermata la classica legge di Bauernfeind.

Di tali determinazioni sono stati calcolati gli errori medi  $m$  e gli errori delle medie  $M$ ; si è pure calcolato l'errore medio  $M_m$  relativo ai vari errori medi  $M$  ed è risultato:  $M_m = \pm 0,99$  metri.

Notando poi che le differenze  $\delta$  tra i dislivelli barometrici medi ed il dislivello geometrico seguono un andamento regolare che si può ritenere espresso da una legge esponenziale del tipo:

$$(2) \quad \delta = K e^{-h^2 x^2}$$

con  $e$  base dei logaritmi neperiani,  $x$  frazioni del semiarco diurno,  $K$  e  $h$  costanti, si è risolto il sistema generato:

$$(3) \quad a_i = A + b_i B$$

comprendente n° 33 equazioni, in cui:

$$\begin{aligned} a_i &= \log \delta, & b_i &= x_i^2 \\ A &= \log K, & B &= -h^2 \log e \end{aligned}$$

Con i dati sperimentali si è pervenuto al sistema normale:

$$(4) \quad \begin{cases} 33 A + 7,81 B = 26,04994 \\ 7,81 A + 3,5002 B = 4,50051 \end{cases}$$

da cui:

$$A = 1,02789; \quad B = -1,00775$$

e conseguentemente:

$$K = 10,663; \quad h^2 = 2,32045$$

Pertanto si trae la seguente formula empirica atta a rappresentare il fenomeno in esame:

$$(5) \quad \delta = 10,663 e^{-2,32045 x^2}$$

Indicando con  $w$  i residui di osservazione, cioè le differenze fra i  $\delta$  osservati e quelli calcolati, risulta un errore medio espresso da:

$$M_w = \pm \sqrt{\frac{[p ww]}{[p]}} = \pm 1,10 \text{ metri}$$

ed esso, naturalmente, oltre che dipendere dagli errori di osservazione, comprende anche l'errore dell'ipotesi insita nella relazione (2) tra le  $\delta$  e le  $x$ . Il contributo di questo ultimo errore risulta di  $\pm 0,48$  e cioè nel campo dei valori sperimentali la funzione scelta per rappresentare la legge del fenomeno considerato può ritenersi accettabile. La (5) messa a confronto con la (1) mette in luce che i coefficienti che entrano nell'espressione della correzione hanno carattere regionale. I dettagli analitici e di calcolo saranno riportati in esteso nella Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali.