

# ASTRONOMIA FOTOGRAFICA DI POSIZIONE

COMUNICAZIONE PRESENTATA AL XVIII CONVEGNO SIFET  
FIRENZE, 28-31 OTTOBRE 1972

*Giuseppe Birardi*

1. - Due anni orsono, al simposio della V Commissione della Società Internazionale di Fotogrammetria in Parigi, presentammo una comunicazione nella quale si esponevano i principi teorici di un metodo foto-astronomico per la determinazione della verticale locale, e si davano alcuni risultati ottenuti con attrezzature sperimentali.

Durante questi due anni le ricerche e gli esperimenti sono stati proseguiti. Su commessa dell'Istituto Geografico Militare Italiano, le Officine Galileo di Firenze hanno costruito un basamento zenitale atto a sopportare la camera balistica IGN da 30 cm.; è stato messo a punto e controllato un opportuno processo operativo; ed infine è stata eseguita una campagna di osservazioni della durata di due mesi, durante la quale una squadra dell'I.G.M.I. ha effettuato circa 30 stazioni fotoastronomiche su 23 punti geodetici allo scopo di definire gli scostamenti dalla verticale. I risultati sembrano confermare che è possibile ottenere una precisione di 0.5 nella determinazione della verticale; i principali vantaggi del metodo fotoastronomico sono da ravvisarsi nella rapidità e nella facilità delle operazioni, e nel fatto che non si richiede l'opera di astronomi sia per le operazioni di campagna sia per quelle di calcolo.

La presente esposizione vuole essere un succinto riassunto della più dettagliata relazione che verrà pubblicata sul « Bollettino di Geodesia e Scienze affini » dell'Istituto Geografico Militare.

2. - La determinazione della verticale locale a mezzo di fotografie zenitali delle stelle è influenzata da diverse cause di errore, prima fra le quali la difficoltà di conoscere con sufficiente precisione la posizione del punto principale vero. Se però sulla stessa lastra si prendono due fotografie con azimut opposti e per ciascuna di esse si calcola la direzione dell'asse principale fiduciario (congiungente il punto principale individuato dalle marche con il punto nodale di emergenza della lente) la media di queste due direzioni coincide con la verticale.

In realtà, fra questa direzione media e la verticale vera sussistono ancora diverse cause di errore. Alcune di esse (distorsione, rifrazione, comparatore) possono essere eliminate in ogni singola presa con una buona distribuzione delle stelle sull'intera lastra; altre sono compensate dall'inversione di azimut (rettifica delle livelle, non coincidenza degli assi ottico, fiduciario, di rotazione: v. fig. 1, nella quale sono rappresentate le intersezioni di questi assi sulla sfera celeste). Restano così soltanto gli errori di verticalità e di determinazione del tempo: se si dispone di buone livelle e di un buon cronometro e si eseguono quattro prese con azimut  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $270^\circ$ , leggendo per ognuna di esse due volte le livelle, l'errore finale può essere contenuto in limiti assai ristretti.

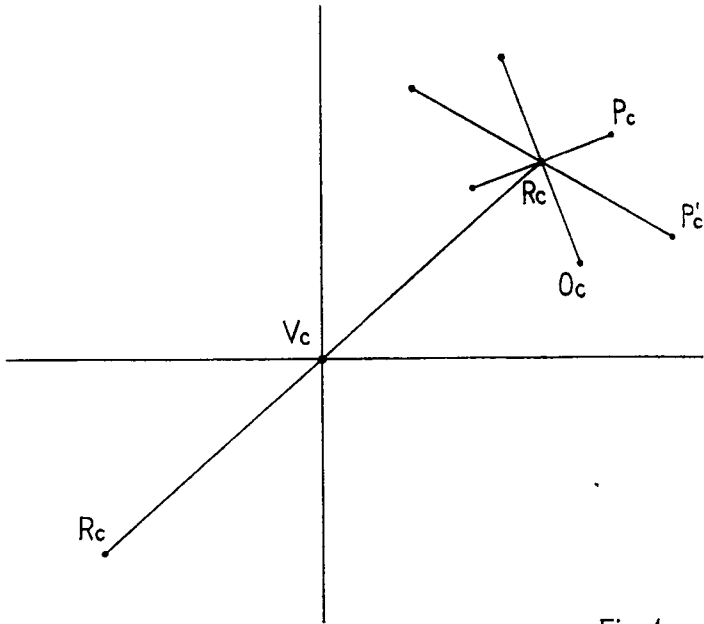


Fig. 1

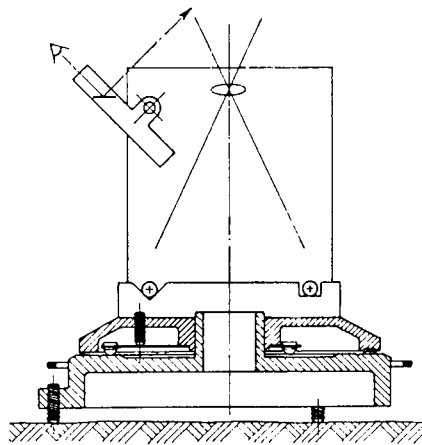


Fig. 2

3. - Per l'esecuzione delle fotografie zenitali simmetriche è stata adattata la camera IGN da 30 cm. su un basamento zenitale (figg. 2 e 3) ottenendo così uno strumento che abbiamo chiamato « Camera zenitale IGN-IGM » (fig. 4). La verticalità è assicurata da una coppia di livelle di precisione ( $10''/2\text{mm}$ ) ortogonali tra loro; la determinazione del tempo è affidata all'orologio a quarzo della camera, che assicura una precisione dell'ordine di 0.01 sec nell'apprezzamento dei tempi relativi ai centri delle stelle.

Il procedimento operativo consiste nell'eseguire quattro serie nell'ordine  $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ ; ciascuna serie comprendente sei esposizioni di 2 sec, a intervalli di 30 sec; entrambe le livelle sono centrate e lette prima e dopo ciascuna presa. L'allegato 1 mostra i dati di campagna; la sua evidente semplicità dipende dal fatto che le prese sono eseguite ai secondi interi, cosicchè non sono necessarie letture di nastri nè interpolazioni. L'esecuzione di una stazione completa richiede circa un'ora e mezza.

Quanto alla tecnica di lettura al comparatore, essa è la stessa che per le lastre di satelliti: l'osservazione completa di una lastra richiede circa quattro ore.

4. - Il procedimento di riduzione è pressochè lo stesso che per le lastre di satelliti. Si impiega una formula di trasformazione a 8 parametri; per ciascuna serie si calcolano i coseni direttori dell'asse principale fiduciario nel sistema equatoriale riferito all'UT1, trasformandoli poi nel sistema terrestre fisso e in coordinate  $\alpha \lambda$ . Si applicano poi le correzioni delle livelle, e i valori medi sono riportati al Polo medio ed al centro geodetico (o astronomico). L'intero calcolo, eseguito con un calcolatore CDC 6600, richiede circa 15 secondi.

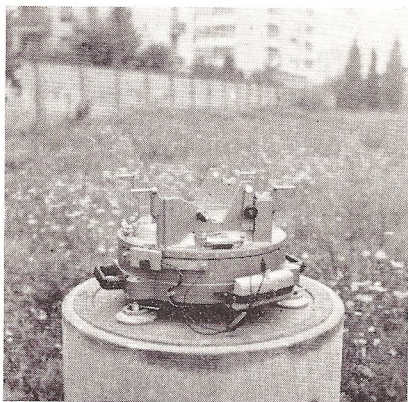


Fig. 3

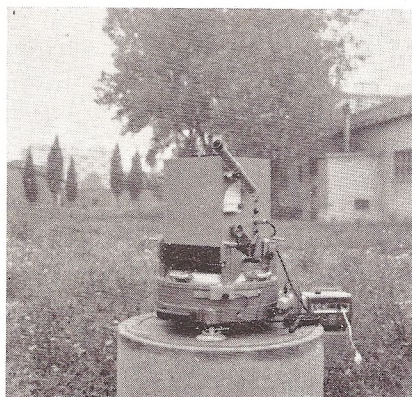


Fig. 4

5. - Nella Tav. I sono riportati i risultati del raffronto tra le determinazioni, col metodo classico e col metodo fotografico, delle verticali locali in differenti località ed epoche.

Questi risultati confermano che la precisione raggiunta è perfettamente idonea per la istituzione di punti di deviazione della verticale e per livellazioni astro-geodetiche. Un certo effetto sistematico, dell'entità di circa 1" sembra essere presente nella latitudine, ed è ora sotto esame; se potrà essere eliminato (per esempio per calibrazione con stazioni di apertura e chiusura in ciascuna campagna) gli errori in latitudine e in longitudine assumeranno la stessa entità (circa 0"5).

Il costo di ciascun punto, incluso il calcolo all'ultimo stadio, è di circa 1/3 del corrispondente costo con il metodo classico.

TAVOLA 1

Metodo	Località	Data	$\varphi$	$\lambda$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda\cos\varphi$
Class.	Firenze, I.G.M.	1923	43°46'49"4	11°15'39"9	-	-
Fotogr.	id	15. 1.72	51"3	38"2	+1"9	-1"2
Fotogr.	id	20. 1.72	50"4	39"8	+1"0	-0"1
Class.	Firenze Novoli	1968-72	43°47'50"5	11°12'54"5	-	-
Fotogr.	id	7. 4.72	51"2	54"6	+0"7	+0"1
Fotogr.	id	29. 4.72	50"5	55"3	0"0	+0"6
Fotogr.	id	12. 8.72	53"0	53"4	+2"5	-0"8
Class.	Opicina	1964-72	45°40'51"4	13°46'21"1	-	-
Fotog.	id	21. 5.72	52"3	19"9	+0"9	-0"8
Fotog.	id	22. 5.72	51"8	20"6	+0"4	-0"3
Class.	Aquileia	1921	45°46'09"4	13°22'09"1	-	-
Fotog.	id	28. 6.72	10"6	10"0	+1"2	+0"6
Fotog.	id	29. 6.72	09"9	10"5	+0"5	+1"0
Fotog.	id	4. 7.72	11"6	09"4	+2"2	+0"2
Fotog.	id	4. 7.72	09"0	08"8	-0"4	-0"2
Valori assoluti medi					1"1	0"5