



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

AA 2018-19

INVENTARI FORESTALI

FOTOGRAFIA AEREA E FOTOINTERPRETAZIONE

L'utilizzo dello stereoscopio per interpretare le foto aeree negli anni 90

Docente:

Prof. Gherardo CHIRICI
gherardo.chirici@unifi.it

Con la collaborazione del Dr. Leonardo Morgante e Simone Luppi

MODALITÀ DELLE RIPRESE AEREE

Sugli aeroplani vengono (venivano) installate:

- Macchine fotografiche di grandi dimensioni (**camere fotogrammetriche**) che impressionano pellicole fotografiche;
- Apparati di scansione (**scanners**), che registrano immagini su supporti magnetici e che necessitano di rielaborazione ed interpretazione per essere utilizzati.

LA CAMERA FOTOGRAMMETRICA

Caratteristiche:

- è una macchina fotografica di grandi dimensioni (circa un cubo di 60 cm di spigolo) e di peso considerevole (tra gli 80 ed i 100 Kg), con obiettivo a fuoco fisso all'infinito e con un magazzino che può contenere pellicole lunghe fino ad 80 metri;

- l'intero apparato poggia su speciali sospensioni in grado di annullare le vibrazioni prodotte dall'aereo ed è dotato di dispositivi automatici di ripresa.

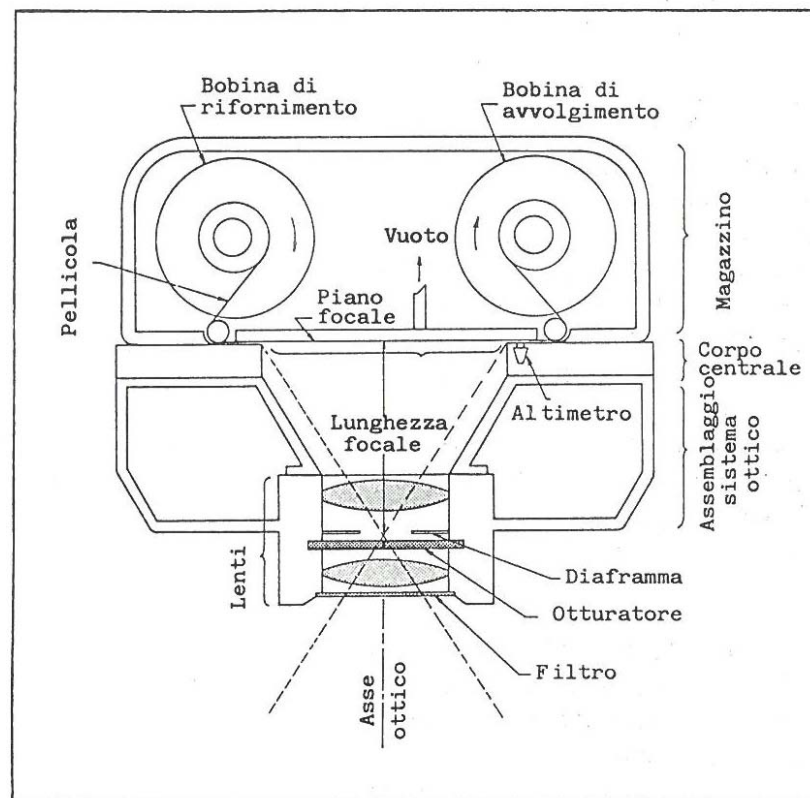


Tavola 31 — Sezione schematica e principali componenti di una camera fotogrammetrica per riprese fotografiche aeree.

LA CAMERA FOTOGRAMMETRICA

Caratteristiche:

- possiede al suo interno dei riferimenti geometrici chiamati “marche fiduciali”, 4 piccoli segni (puntini, crocette, cunei) incisi sul bordo dove appoggia la pellicola e che restano impressi nei fotogrammi.

- Le marche fiduciali hanno la funzione di controllare il corretto funzionamento della camera e servono per posizionare correttamente le immagini fotografiche al momento della loro lettura.

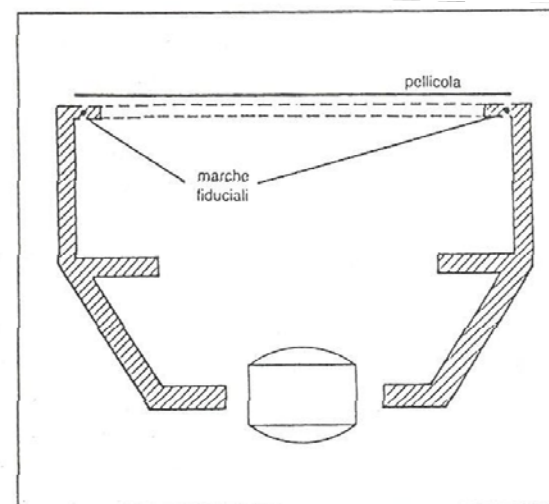


Tavola 32 — Allo scattare della fotografia sulla pellicola rimangono impressionati quattro segni di riferimento chiamati «marche fiduciali».

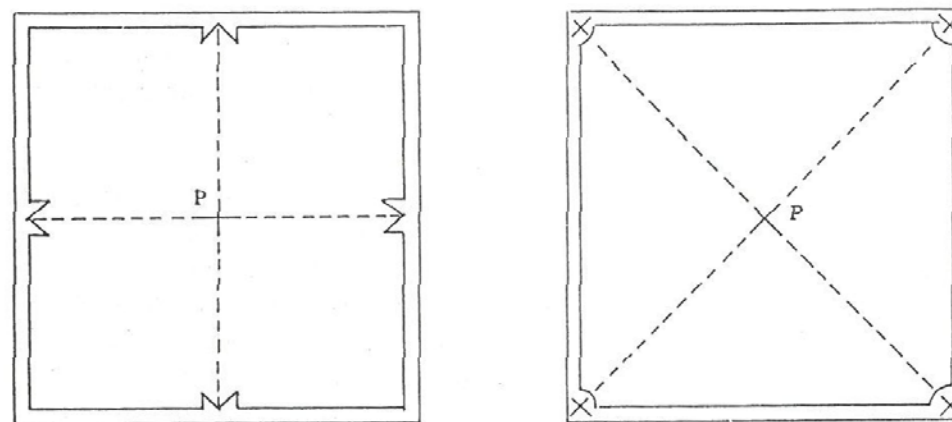


Tavola 33 — Le marche fiduciali possono rimanere impressionate o a metà lato (a sinistra) o agli angoli del fotogramma (a destra).

LA CAMERA FOTOGRAMMETRICA

Caratteristiche:

- ogni immagine fotografica che si ottiene dallo scatto dell'otturatore origina un "fotogramma", che ha un formato quadrato di 23 cm di lato.
- il fotogramma rappresenta l'immagine fotografica riproiettata su di un piano ortogonale.

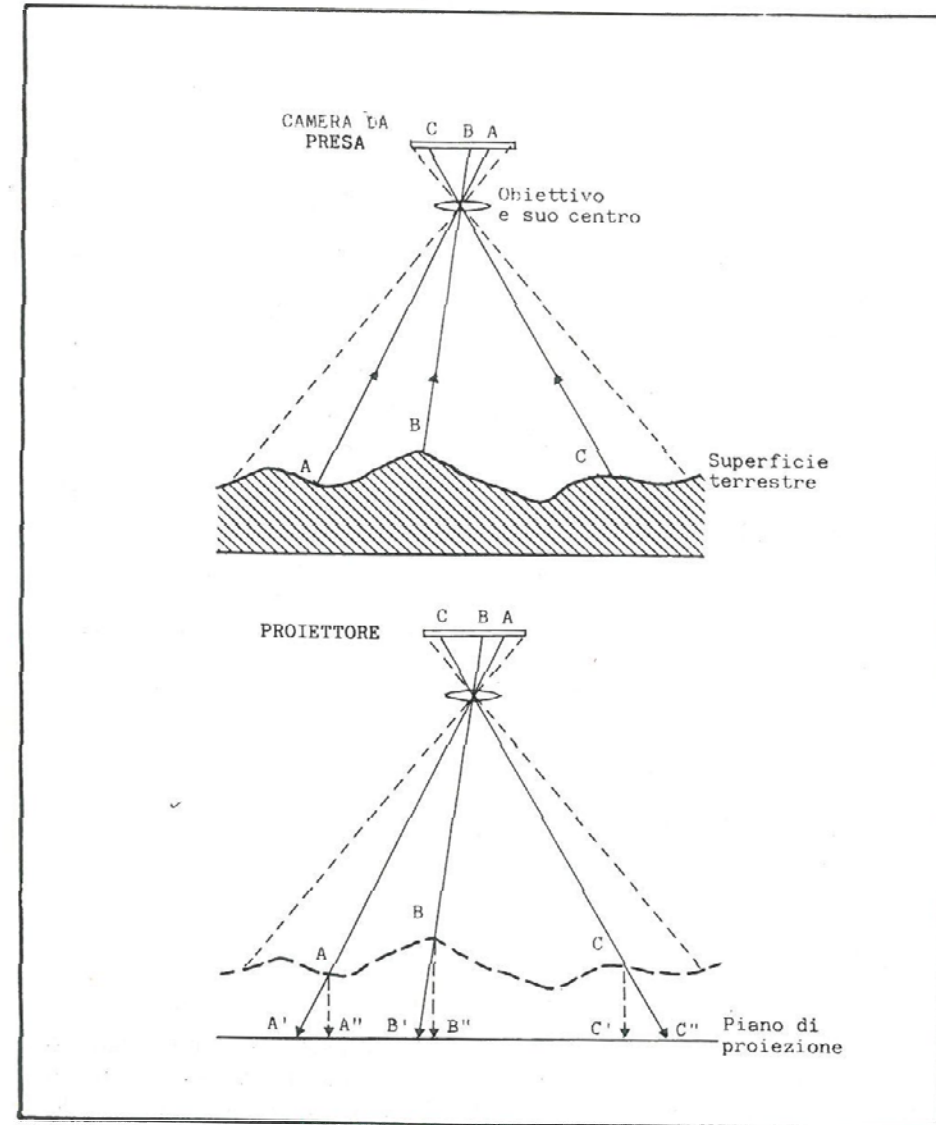


Tavola 34 — Esempio di proiezione centrale (in alto) e di proiezione ortogonale (in basso) (ridisegnato da Grimaldi, 1983).

LA RIPRESA AEREA

- la porzione di territorio impressionata su ciascun fotogramma assume una scala (S) dipendente dalla quota di volo dell'aereo rispetto al livello del mare e dalla lunghezza focale della camera; detta scala (S) è ricavabile da un'apposita formula matematica.

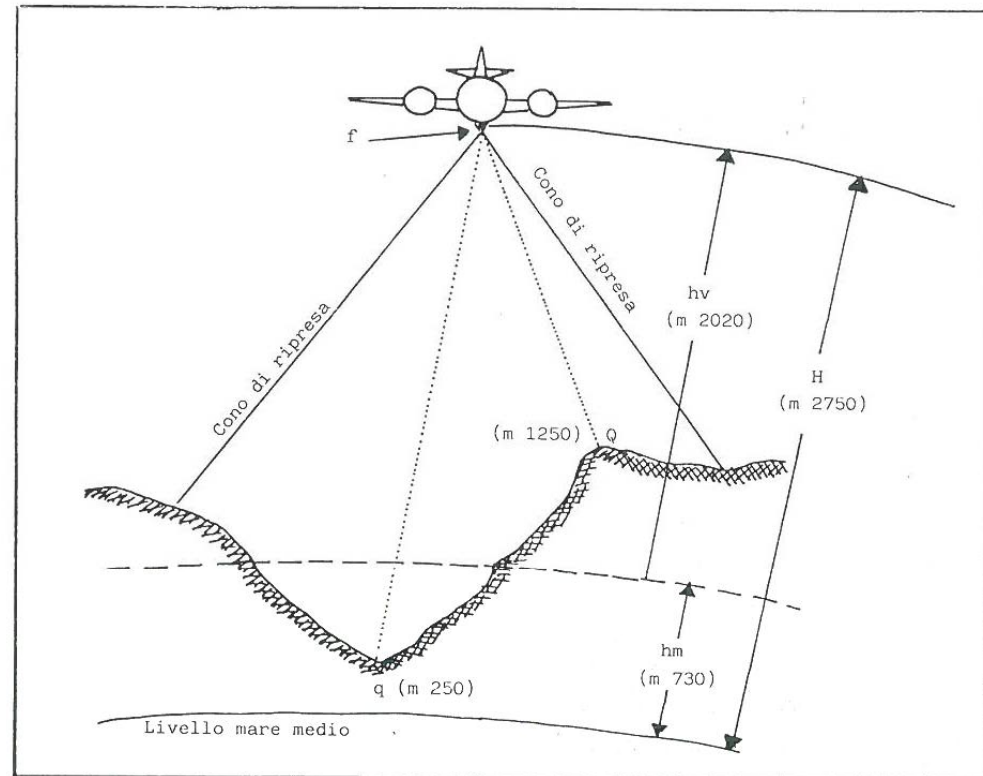


Tavola 35 — Esempio per la determinazione della scala media di una fotografia aerea.

H = quota assoluta di volo

hm = quota media del terreno nell'area esaminata

$hv = H - hm$ = altezza di volo

f = focale della camera fotogrammetrica (150 mm)

Q = quota massima del terreno nell'area esaminata

q = quota minima del terreno nell'area esaminata

S (scala media del fotogramma) = $1 : H - hm / f$

$$S = 1 : \frac{2750 - 730}{0,150} = 1 : 13.500 \text{ circa}$$

I FOTOGRAMMI

- il numero di fotogrammi necessari per ricoprire un determinato territorio dipende dalla quota di volo prescelta e conseguentemente dalla scala media dei fotogrammi che verranno prodotti.

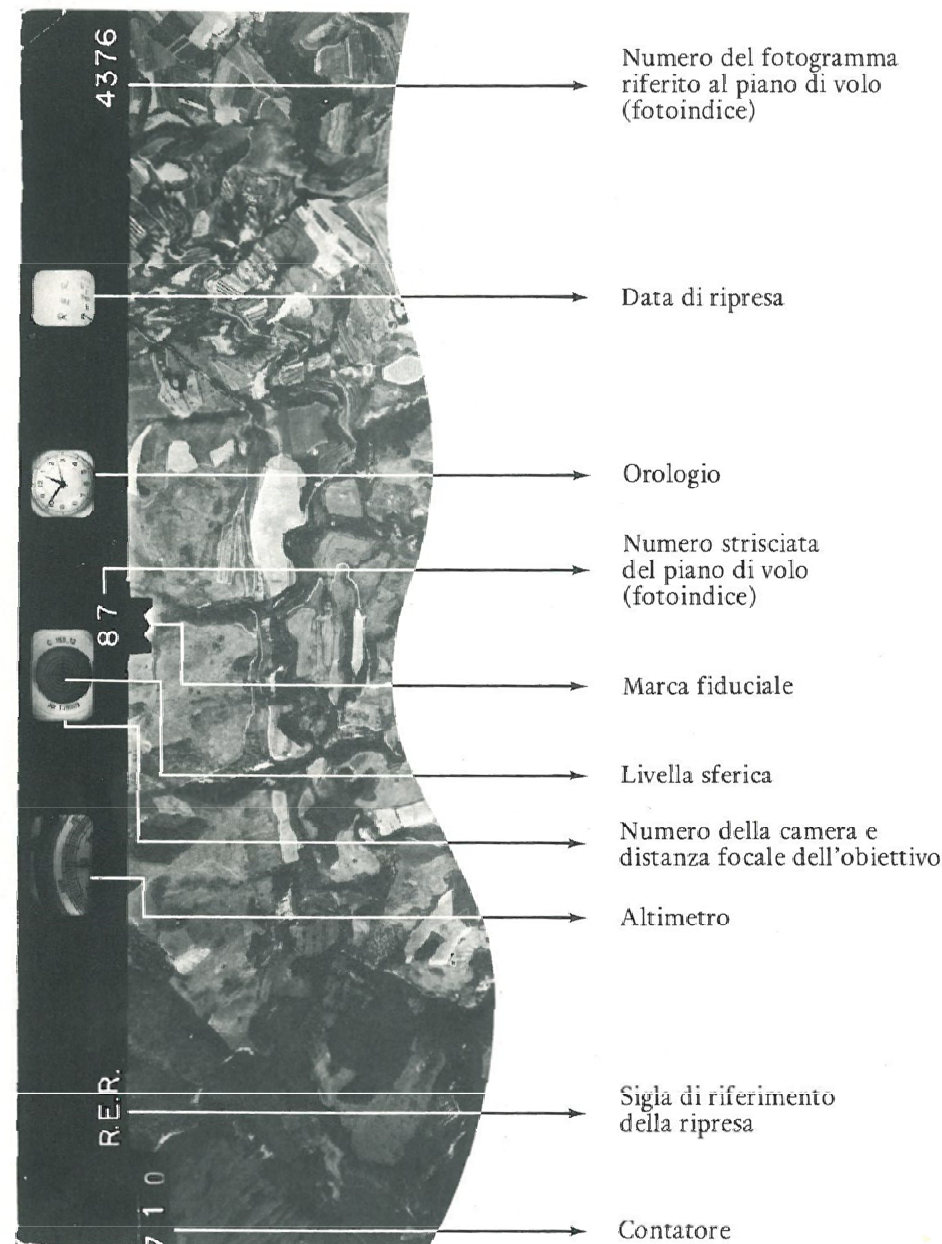


Tavola 36 — Data Strip: lato del fotogramma su cui vengono impressionati alcuni strumenti di bordo e riportati i numeri di classificazione del fotogramma.

PIANO DI VOLO E FOTOINDICE

- tra un fotogramma ed il successivo deve essere sempre presente una parte di sovrapposizione poiché è necessario che una stessa porzione di territorio compaia in due fotogrammi successivi.

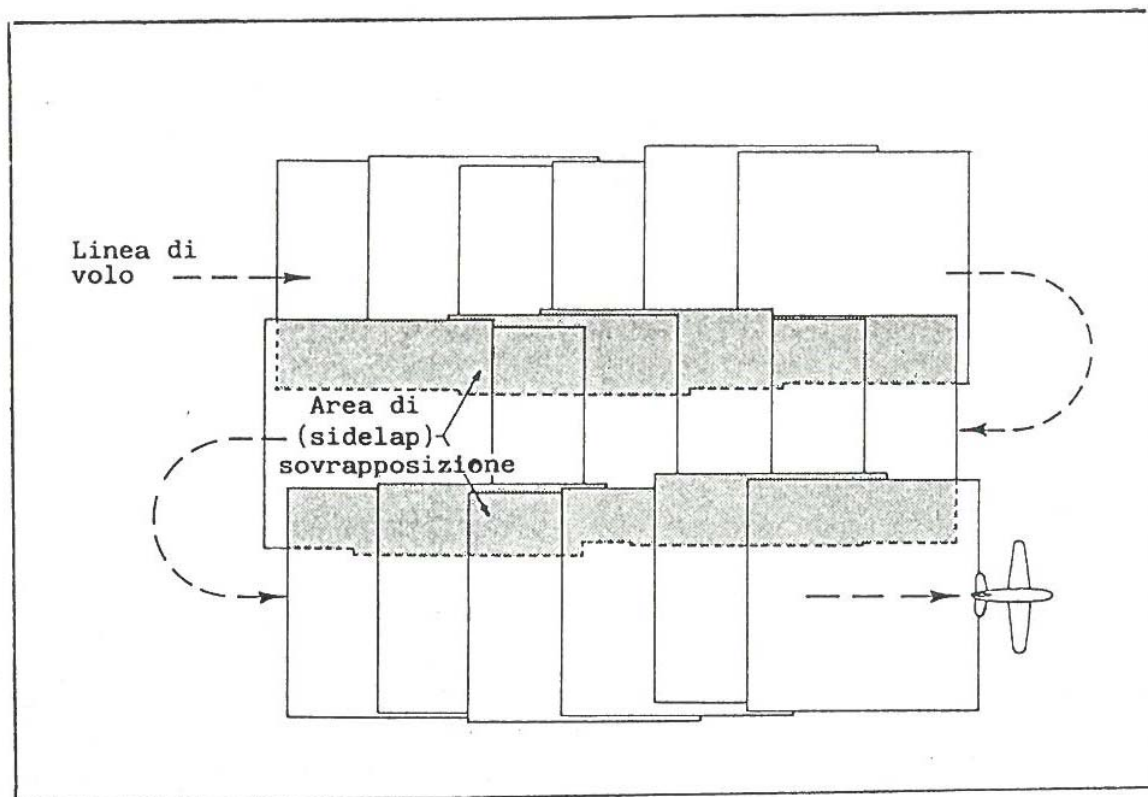


Tavola 38 — Copertura fotografica lungo fasce di volo adiacenti.

- le riprese aeree fotografiche vengono effettuate per strisciate parallele di fotogrammi secondo assi che corrispondono alle linee di volo dell'aereo.

PIANO DI VOLO E FOTOINDICE

- il **piano di volo** tiene conto della quota di volo assoluta fissata per ogni strisciata e la direzione degli assi lungo i quali devono essere effettuate le strisciate.
- successivamente alla fase di volo i fotogrammi vengono riprodotti e raggruppati per strisciate e/o ambiti territoriali.
- la **copertura aerofotogrammetrica** di un territorio è data dall'insieme dei fotogrammi e da un grafico di riferimento (**fotoindice**) disegnato su una base fotografica (in genere scala 1:100.000 e 1:25.000), indicante la posizione di ciascun fotogramma.

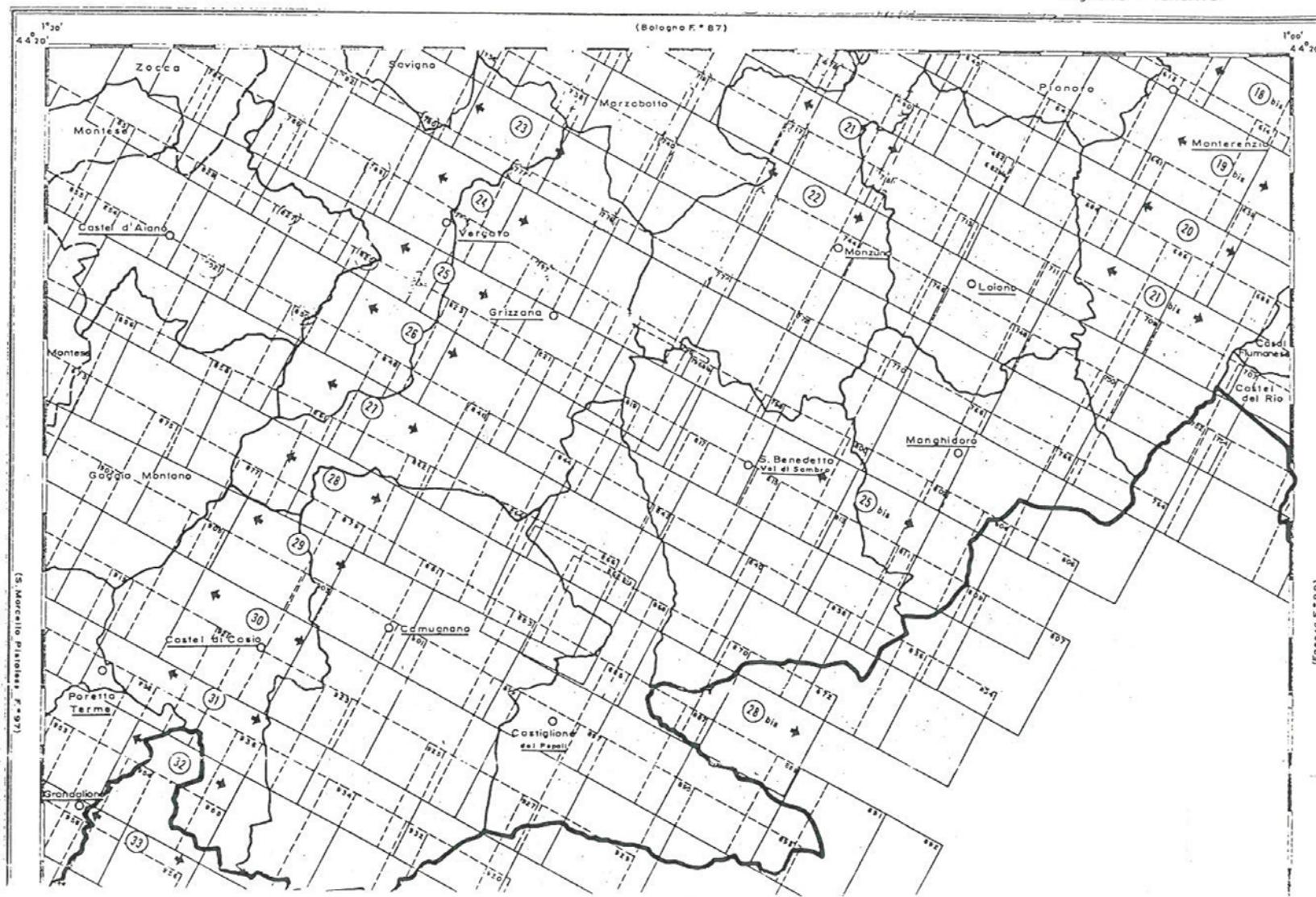


Tavola 39 — Esempio di fotoindice della copertura aerea della regione Emilia-Romagna riportato su foglio a scala 1:100.000 con limiti amministrativi. I numeri cerchiati indicano le strisciate del piano di volo; per ogni strisciata i fotogrammi vengono indicati con numeri progressivi (riduzione dall'originale).

ONDE ELETTROMAGNETICHE E PELLICOLE FOTOGRAFICHE

- lo **spettro della luce visibile** è caratterizzato da un insieme di onde elettromagnetiche a differente lunghezza d'onda, ogni onda elettromagnetica assume una sua specifica tonalità di colore in funzione della lunghezza d'onda, in particolare al crescere di quest'ultima si passa dal **blu**, al **verde** e poi al **rosso**.
- le onde elettromagnetiche emesse dal sole ed invisibili all'occhio umano danno origine all'**infrarosso vicino**.
- le onde del visibile e dell'infrarosso vicino possono impressionare una emulsione fotografica in modo differenziato a seconda della loro qualità ed intensità.

CARATTERISTICHE DELLE PELLICOLE

Le **pellicole** più utilizzate per le riprese aeree sono:

- in **bianco e nero** o **a colori** per la costruzione della cartografia di base o di carte tematiche attraverso la fotointerpretazione (carte di uso del suolo, carte delle tipologie forestali, carte assestamentali, ecc.)
- **infrarosso a falso colore** per riprese speciali finalizzate a studi specifici, quali vegetazione (discriminazione tra latifoglie e conifere, stato fitosanitario, individuazione delle aree incendiate, ecc.)

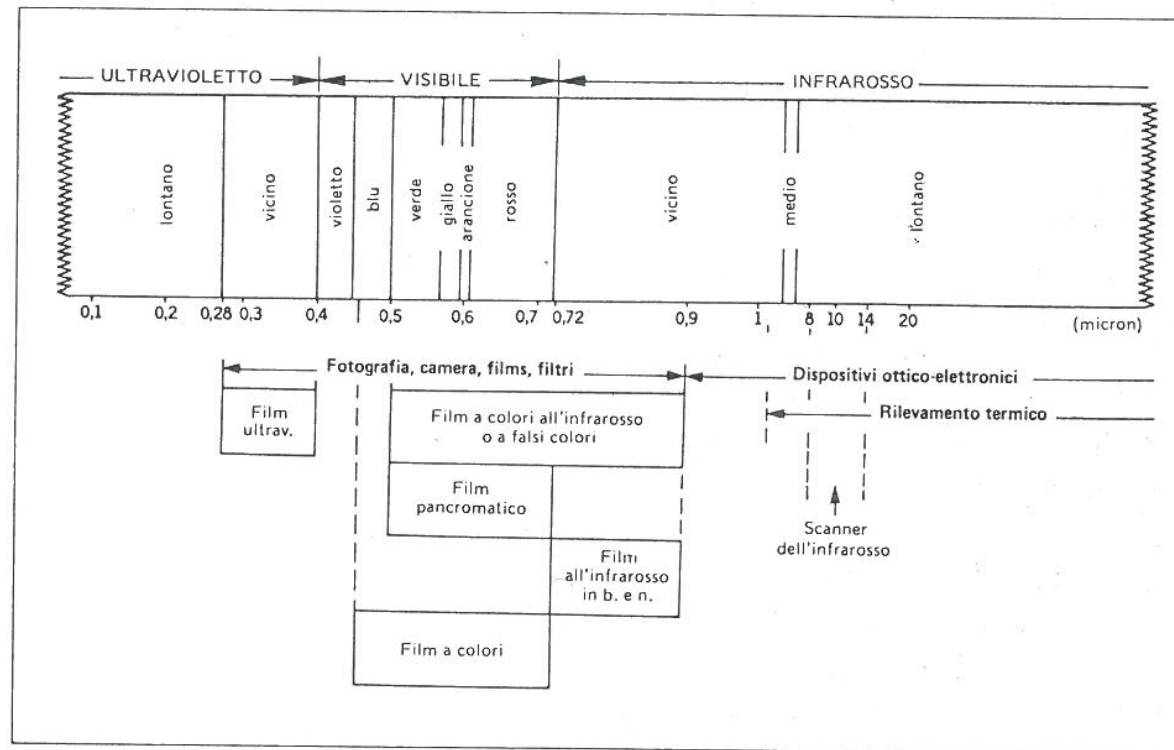


Tavola 40 — Spettro sensibile di vari tipi di pellicole e di dispositivi ottico-elettronici (da E. AMADESI, 1977).

CARATTERISTICHE DELLE PELLICOLE

Le **pellicole** in **bianco e nero** erano le più utilizzate per le riprese aeree degli anni 90:

- le **pellicole pancromatiche** riproducono tutte le lunghezze d'onda dello spettro visibile, sintetizzate per comodità nelle tre bande ottiche: rosso, verde e blu. Particolare risalto viene dato alla distribuzione dei toni di colore riprodotti nelle diverse tonalità di grigio.

CARATTERISTICHE DELLE PELLICOLE

Le pellicole all'**infrarosso a falso colore** sono caratterizzate dal fatto che durante la fase dello sviluppo appositi filtri modificano la restituzione cromatica del fotogramma (da cui deriva il termine "falso colore"), in particolare:

- il filtro elimina le lunghezze d'onda corrispondenti al colore blu (0,4-0,5 micron), e tutto ciò che ha colore blu appare nero (es. acque);

- le altre lunghezze d'onda, corrispondenti agli altri colori (giallo, rosso e verde), vengono **differenziate sulla base della diverse riflettività delle specie vegetali e dello stato fitosanitario delle chiome**. Esiste infatti una relazione inversa tra riflettività e concentrazione di clorofilla: gli aghi delle gimnosperme riflettono meno delle foglie delle angiosperme ed assumono colorazioni violacee molto scure, mentre le latifoglie assumono colorazioni più chiare con diversa intensità di rosso. In caso di stress delle chiome dovute ad attacchi fitosanitari o in caso di incendio (con perdita di clorofilla), la colorazione rossa diminuisce fino a diventare ciano o nero.

LA VISIONE STEREOSCOPICA

- “l’effetto stereoscopico” è l’effetto tridimensionale con cui la vista umana coglie la realtà ed è dovuto al fatto che gli occhi vedono gli oggetti sotto diversa angolazione, che fuse insieme forniscono la sensazione del rilievo (visione 3D).
- l’effetto stereoscopia può essere utilizzato per leggere in 3D il territorio che è stato ripreso dall’aereo, per fare ciò è necessario disporre di due fotogrammi aerei (“**coppia stereoscopica**”) contigui e tali che la medesima porzione di territorio compaia in ambedue i fotogrammi con una sovrapposizione non inferiore al 60 %
- per ottenere la visione stereoscopica è necessario individuare nella zona di sovrapposizione dei due fotogrammi uno o più punti di riferimento (es. incroci di strade, fabbricati, altri riferimenti ben distinguibili).
- la visione stereoscopica può essere ottenuta utilizzando lo “**stereoscopio**”, uno strumento ottico fornito di lenti, prismi e specchi.

LO STEREOSCOPIO

Gli stereoscopi disponibili in commercio sono di due tipi:

- a **lenti**;
- a **lenti, prismi e specchi**.

Lo **stereoscopio a lenti**, prodotto in plastica o in metallo, provvisti di gambe pieghevoli, hanno un basso costo e sono facilmente trasportabili. Sono molto utili per lavori di campagna ma presentano inconvenienti quali l'impossibilità di effettuare ingrandimenti superiori a 2,5-3x e di osservare i fotogrammi senza piegarli, a causa della distanza fissa tra distanza interpupillare e distanza tra punti omologhi.

Lo **stereoscopio a lenti, specchi e prismi**, montato su un robusto telaio metallico è un insieme ottico costituito da due lenti, due prismi e due specchi inclinati di 45° rispetto al piano di appoggio. Permette di osservare l'intera area di sovrapposizione presente in una coppia di fotogrammi:

- ha il vantaggio di poter ingrandire l'area osservata utilizzando i cannocchiali di cui è dotato variandola da 3x a 8x;
- rende possibile annotare e disegnare sui fotogrammi senza toccare il sistema ottico;
- non è necessario piegare i fotogrammi perché restano sempre distaccati l'uno dall'altro.

STEREOSCOPIO A LENTI

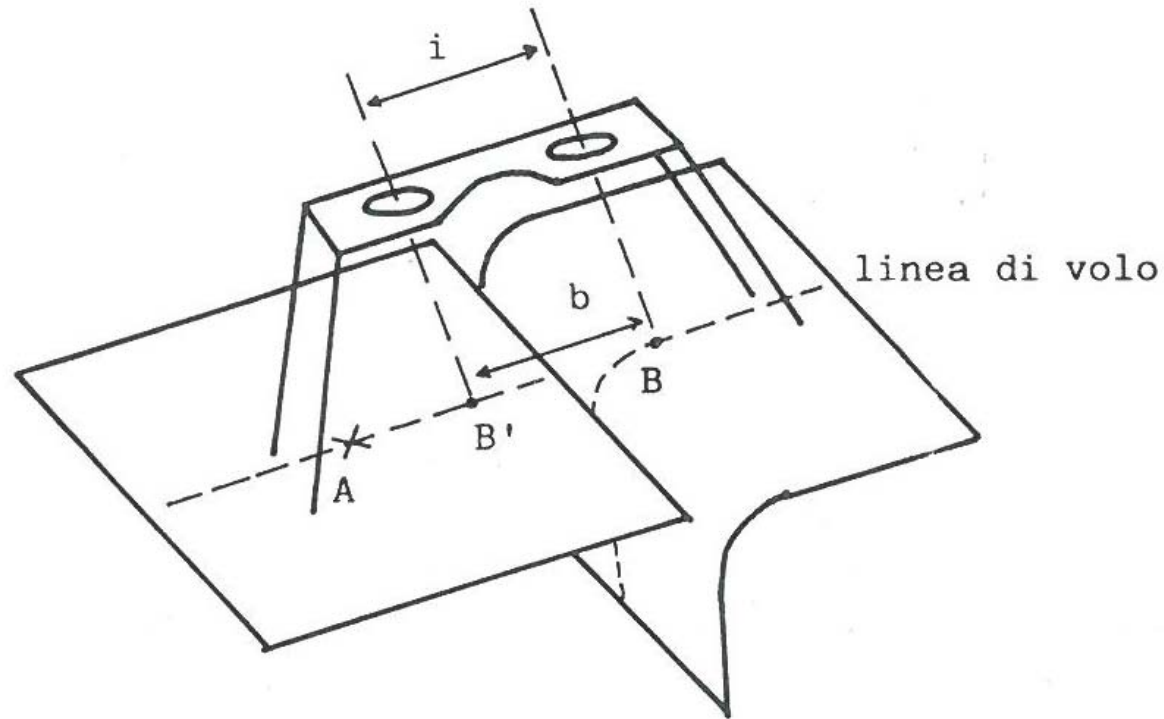


Tavola 42 — Stereoscopio a lenti. Per permettere la visione stereoscopica bisogna far si che la distanza interpupillare (i), che è anche base strumentale dello stereoscopio (b), sia la medesima tra due punti omologhi. Per questa operazione è necessario sovrapporre o piegare fotografie aeree di normale formato (cm $23 \times \text{cm } 23$).

STEREOSCOPIO A LENTI, SPECCHI E PRISMI

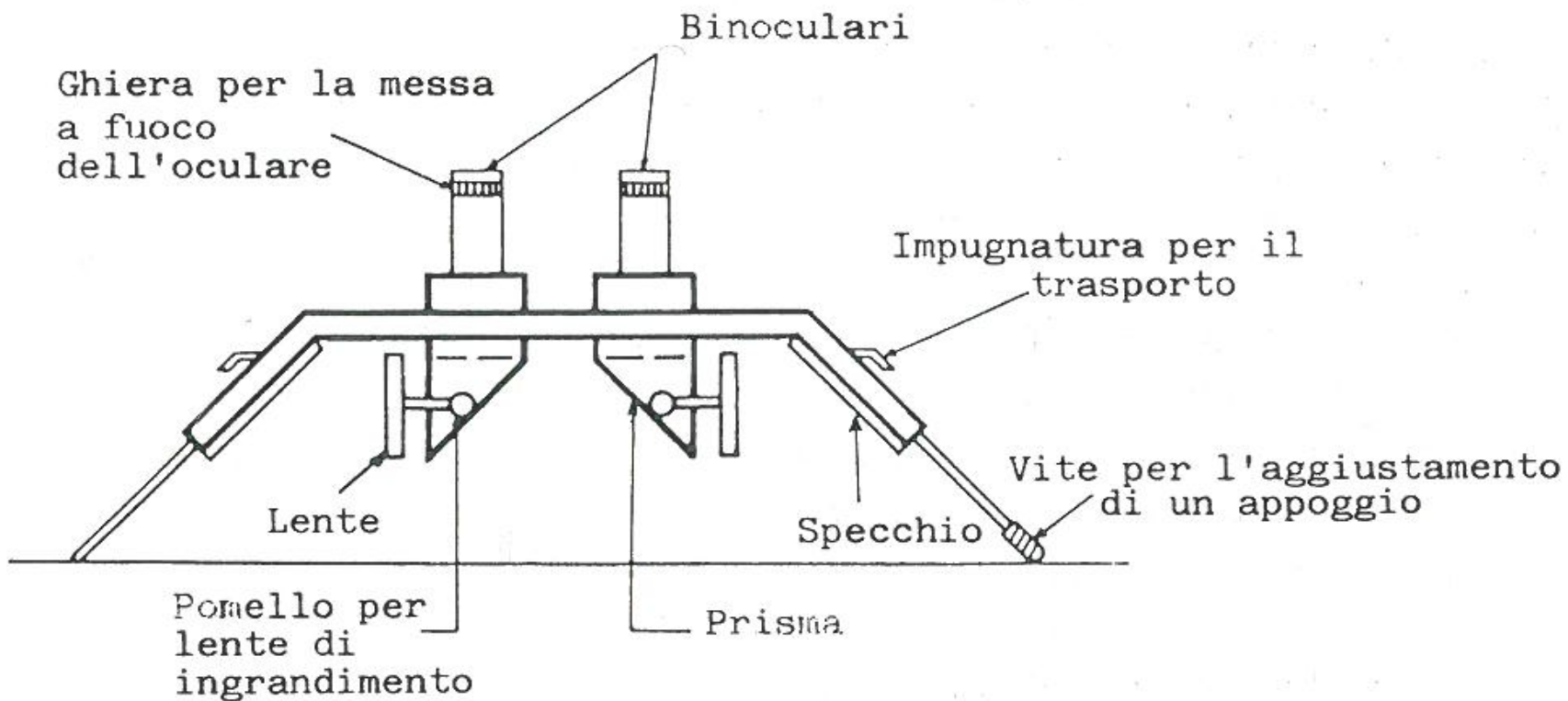


Tavola 43 — Stereoscopio a lenti, specchi e prismi.

STEREOSCOPIO A LENTI, SPECCHI E PRISMI

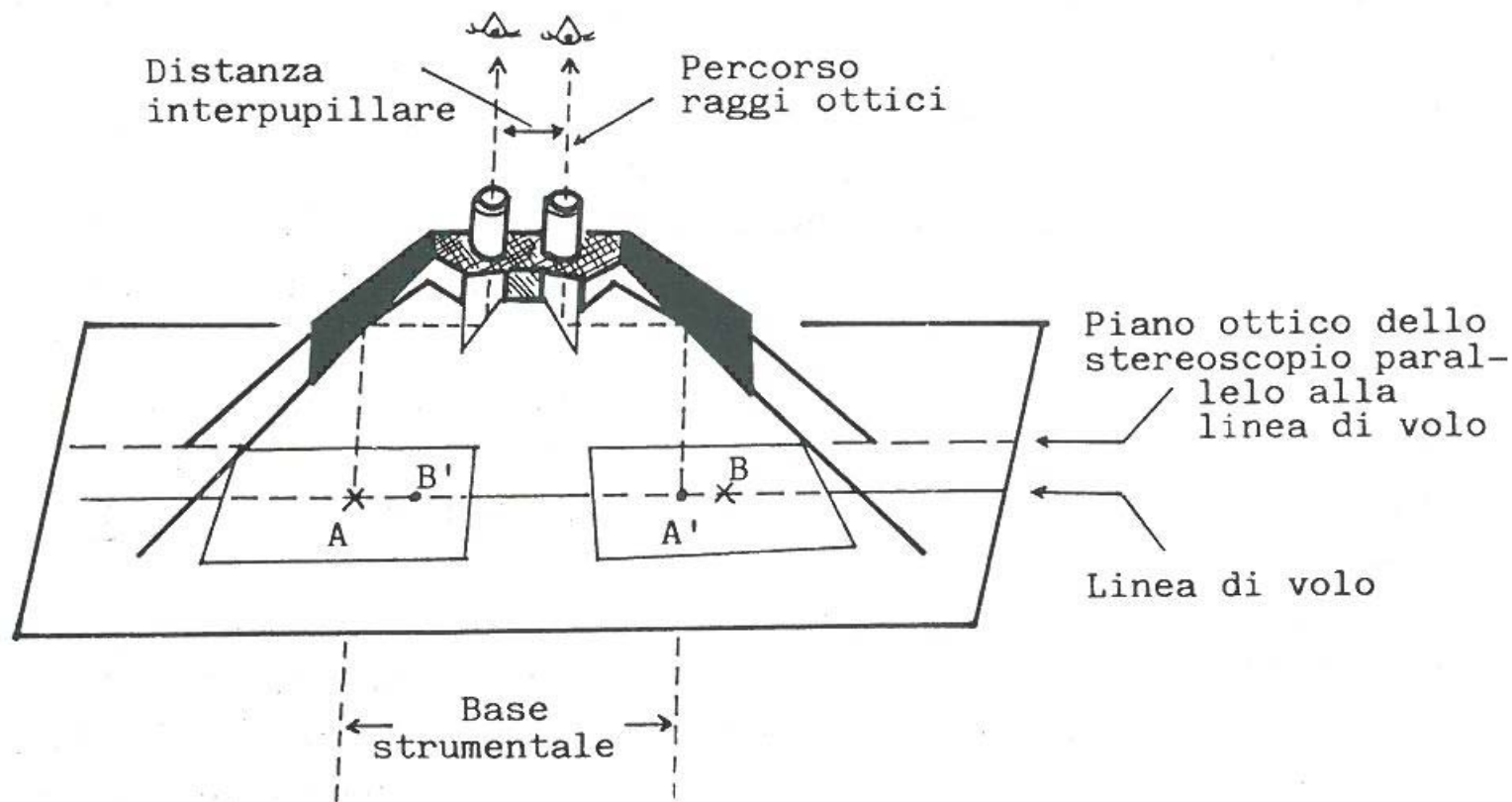


Tavola 46 — Disposizione delle fotografie aeree per la loro lettura mediante stereoscopio a specchi.