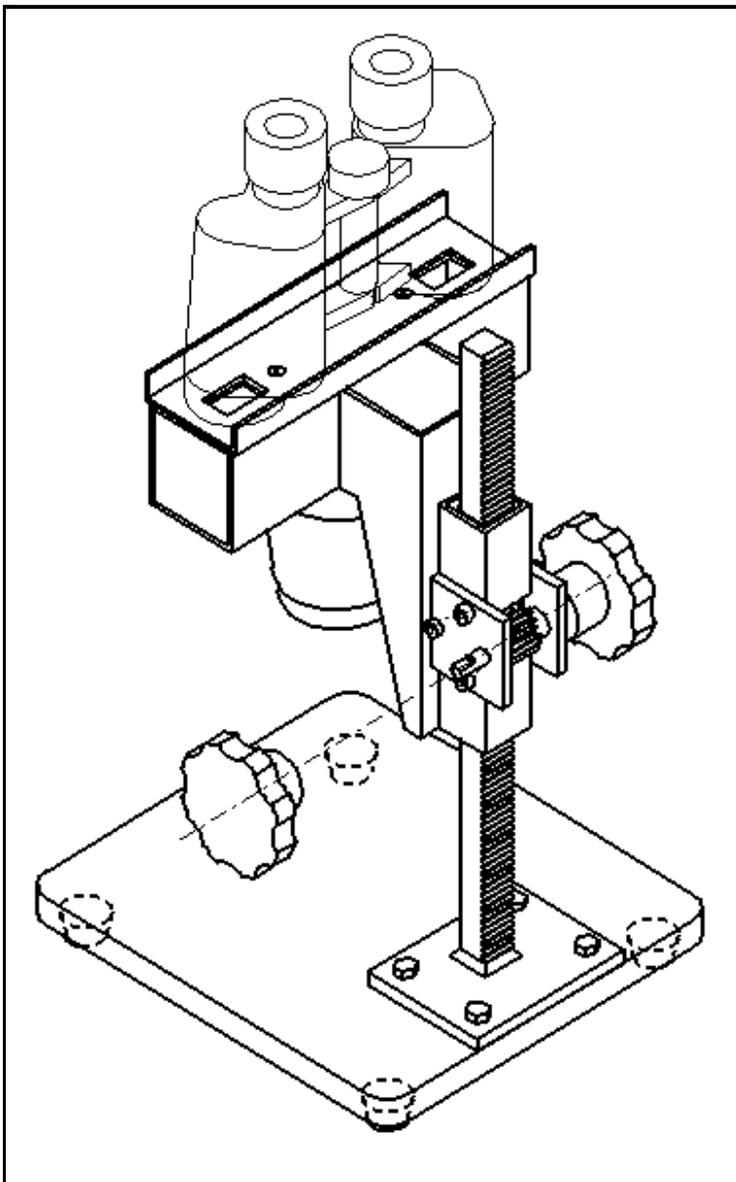


Presto o tardi questo sito non sarà piú accessibile.
Il suo contenuto é disponibile al nuovo indirizzo www.funsci.it dove
continuerà la sua attività.

COSTRUIAMO UN MICROSCOPIO STEREO SCOPICO

Giorgio Carboni, novembre 1997

INDICE



[INTRODUZIONE](#)
[IL MICROSCOPIO](#)
[STEREO SCOPICO](#)
[STORIA DI QUESTO PROGETTO](#)
[MODELLO AD OBIETTIVO](#)
[COMUNE](#)
[COSTRUZIONE](#)

[PARTI DEL MICROSCOPIO](#)
[ACQUISTO DEI BINOCOLI](#)
[MATERIALI](#)

[PER LA PARTE](#)
[OTTICA](#)
[PER IL](#)
[DISPOSITIVO DI](#)
[MESSA A FUOCO](#)
[PER IL PIEDISTALLO](#)
[ALTRO](#)

[COSTRUZIONE DELLO](#)
[STATIVO](#)

[PIEDISTALLO](#)
[COLONNETTA](#)
[DISPOSITIVO DI](#)
[MESSA A FUOCO](#)
[TUBO DI](#)
[COLLEGAMENTO](#)

[COSTRUZIONE DELLA](#)
[PARTE OTTICA](#)

[INTRODUZIONE](#)
[LAVORAZIONE DEI](#)
[PEZZI](#)
[MONTAGGIO DEI](#)
[PRISMI](#)
[REGOLAZIONE DEI](#)
[PRISMI](#)

[COMPLETAMENTO](#)

[PROTEZIONE DALLE
LUCI PARASSITE
ANNERIMENTO
DELLE PARTI
INTERNE
FISSAGGIO DEL
BINOCOLO
INGRANDIMENTO E
SUA VARIAZIONE
FINITURA
SUPERFICIALE DEI
PEZZI](#)

[CASSETTA
CAMPANA
TARGHETTA
USO DEL MICROSCOPIO
REGOLAZIONI
PIANO DI APPOGGIO
ILLUMINAZIONE
ACCESSORI
OSSERVAZIONI
RIPRESE FOTOGRAFICHE
MANUTENZIONE
CONCLUSIONE](#)

INTRODUZIONE

Costruirsi un microscopio? Perchè no! Quella che segue è una guida alla fabbricazione di un microscopio stereoscopico. Essa vi consentirà di avere a poco prezzo uno strumento di grande utilità nell'osservazione di oggetti naturali quali insetti, piante, minerali, fossili, fiori. Esso può essere utile anche per la casa, per esaminare oggetti antichi o d'arte, riparare orologi e catenine d'oro, per cercare difetti in circuiti stampati, per togliere una minuscola spina da un dito.

Molte persone pensano che la costruzione di un simile strumento sia particolarmente complessa e impegnativa, immaginano inoltre che sia necessario possedere costose attrezzature. Come vedrete in seguito, le soluzioni ottiche e costruttive adottate, rendono particolarmente semplice la sua realizzazione ed evitano il ricorso alle macchine utensili.

Per una scuola superiore, questa può essere una buona occasione per compiere una esercitazione di ottica, di meccanica (disegno meccanico anche con il computer, lavorazione dei pezzi e loro montaggio), oltre ad aprire nuovi orizzonti in biologia e nelle scienze naturali.

Per semplificare la presentazione e per permettervi di adattare il progetto ai materiali e ai componenti che riuscirete a trovare, abbiamo deliberatamente ommesso le quote dei pezzi nei disegni forniti dall'articolo. Attualmente, questo microscopio costa meno di un decimo del prezzo di uno strumento dalle stesse prestazioni, acquistato in un negozio.

IL MICROSCOPIO STEREOSCOPICO

Che cos'è un microscopio stereoscopico? In biologia, si impiegano due principali microscopi ottici: quello "convenzionale", normalmente chiamato microscopio composto, e quello stereoscopico. La principale differenza fra i due strumenti sta nel fatto che, mentre il microscopio composto osserva il campione attraverso un'unica direzione, quello stereoscopico lo osserva da due angoli leggermente diversi e ne ottiene le due immagini necessarie per la visione stereoscopica. In questo modo, lo stereomicroscopio fornisce una visione tridimensionale degli oggetti, mentre attraverso quello composto gli oggetti appaiono piatti, senza volume. Questo resta valido anche se il microscopio composto ha una testa binoculare, dal momento che ogni oculare fornisce la medesima immagine dell'altro.

Questi due strumenti possiedono altre importanti differenze costruttive che rendono il loro campo di utilizzazione assai diverso e complementare. Il microscopio composto osserva gli oggetti per trasparenza e produce 50-1200 ingrandimenti. Il microscopio stereoscopico, invece, osserva gli oggetti principalmente per mezzo della luce riflessa e il suo ingrandimento, tipicamente compreso fra 8-50 volte, è molto inferiore

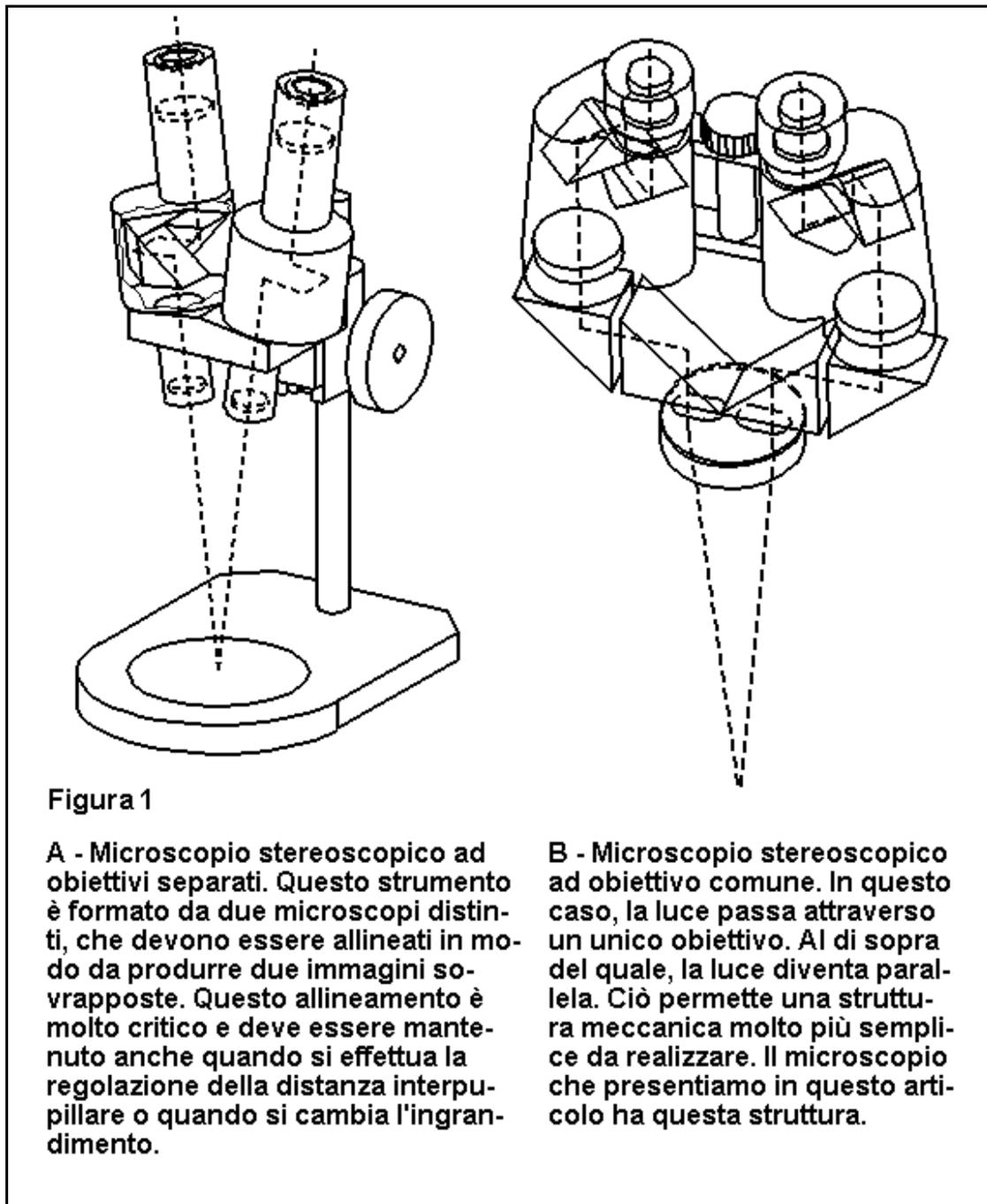
a quello del microscopio composto. Il microscopio composto è tanto potente che ciò che permette di vedere non è neppure distinguibile ad occhio nudo. Con il microscopio stereoscopico, non è dunque possibile osservare microbi, ma esiste ugualmente una grande varietà di oggetti naturali che si possono osservare con questo tipo di strumenti.

Anche se il minore ingrandimento del microscopio stereoscopico può apparire una limitazione, esso ha invece i suoi vantaggi. Infatti, questo strumento è adatto ad osservare oggetti che si possono già scorgere ad occhio nudo, come insetti, fiori, etc... e questo rende il suo impiego molto semplice. Al contrario, con il microscopio composto si devono osservare soltanto campioni minuscoli, invisibili ad occhio nudo; per tale ragione è spesso necessario effettuare delle complesse preparazioni dei campioni per poterli osservare. Questa maggiore facilità d'uso rende il microscopio stereoscopico più adatto ad iniziare i giovani alla natura. Ciò non vuole dire che esso sia adatto solo a dei bambini. E' un microscopio diverso, adatto all'entomologia, alla mineralogia, alla botanica, quindi è largamente impiegato in numerosi campi di ricerca, come anche in medicina e chirurgia e in numerosi settori della produzione industriale.

Anche per un adulto la facilità e l'immediatezza d'uso di questo strumento si rivelano preziose, perchè non sempre si ha la voglia e la pazienza di realizzare dei preparati. Per esempio, quando si torna a casa dal lavoro stressati, non si ha voglia di fare cose complicate. Si vorrebbe piuttosto osservare qualcosa tanto per distendersi. Con il microscopio stereoscopico è sufficiente andare in giardino per trovare una quantità di oggetti interessanti. Per esempio si possono osservare le formiche che portano la terra fuori dalla loro città, un'ape che fa la spesa, protisti che nuotano veloci nell'acqua dello stagno.

STORIA DI QUESTO PROGETTO_

Fin da ragazzo, a corto di quattrini come avviene spesso a quell'età e con un grande interesse verso la natura, ho cercato di costruirmi dei microscopi. Ero riuscito a realizzare un microscopio composto senza incontrare particolari difficoltà, ma di costruirmi un microscopio stereoscopico neanche a parlarne! I modelli che avevo visto erano formati da due distinti microscopi mantenuti convergenti (fig. 1). Il problema non era tanto quello di realizzare i due microscopi, quanto piuttosto quello di mantenerli allineati anche quando si varia la distanza interpupillare o l'ingrandimento dello strumento. Infatti, è sufficiente un piccolo errore di allineamento che si produce un fastidioso sdoppiamento delle immagini.



Da tempo rimuginavo su questi problemi, ma le difficoltà meccaniche mi scoraggiavano dall'avventurarmi in questa impresa, finché un giorno mi capitò un dépliant che mostrava la struttura interna di un microscopio stereoscopico. Mi accorsi che quello strumento non era formato da due microscopi distinti e convergenti perché la luce passava per un obiettivo comune, poi la luce seguiva percorsi separati per giungere a ciascun occhio. Questo schema mi fece capire come fosse possibile ed otticamente corretto raccogliere da un unico obiettivo le due immagini necessarie. Ma la cosa più importante era che in questa maniera, il problema dell'allineamento dei due microscopi separati, così importante e difficile da mantenere nel vecchio modello, era completamente superato. Infatti, come vedrete in seguito, questa soluzione permette una struttura meccanica ortogonale e parallela, al posto di quella convergente dei vecchi modelli.

Il passo successivo è stato quello di riconoscere la possibilità di ricavare i pezzi necessari da un comune binocolo. Questo è importante perché i binocoli sono prodotti di grande serie e si trovano anche a prezzi molto bassi.

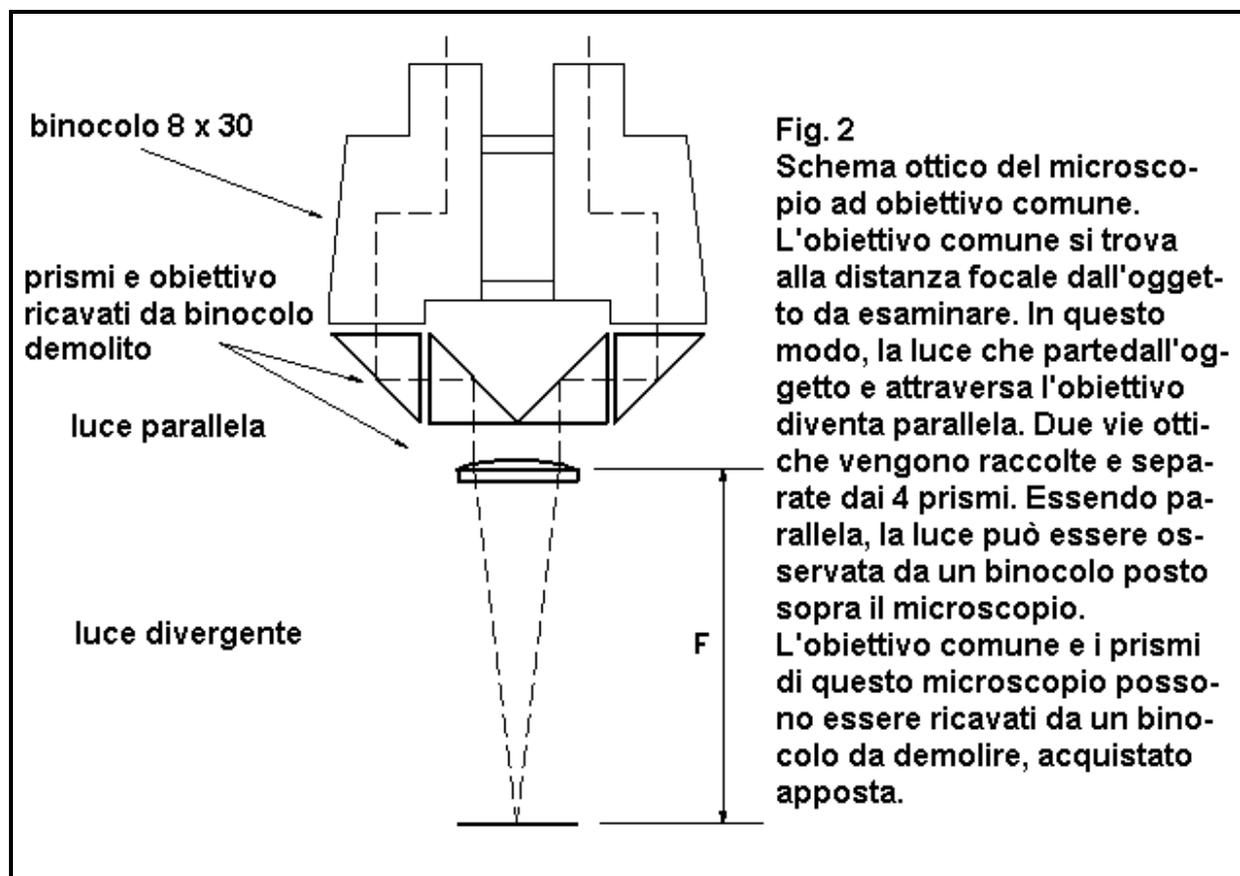
Anche usare un binocolo 8x30 come se fosse un oculare è importante per semplificare il progetto. A questo punto, molte difficoltà erano state risolte. Restava il problema della regolazione della distanza interpupillare. Questa faccenda mi ha bloccato per un po' di tempo. Infatti all'inizio pensavo a soluzioni con un perno centrale da muovere insieme con il binocolo "oculare". La costruzione risultava ancora complicata e non mi soddisfaceva. L'idea di sfruttare le dimensioni relativamente grandi dei prismi del binocolo demolito per contenere la variazione dei percorsi ottici dovuta alla variazione della distanza interpupillare,

ha risolto ogni problema. Infatti, questa regolazione viene ottenuta senza alcun movimento meccanico da parte del microscopio. Tale compito è lasciato al binocolo prossimale, che è costruito per svolgerlo senza problemi. I prismi del microscopio demolito si incaricano solo di contenere i diversi percorsi ottici che ne risultano. Dopo aver eliminato tutti gli altri problemi, restava da affrontare quello della messa a fuoco, ma, come vedremo fra poco, è risolvibile senza particolari difficoltà.

IL MICROSCOPIO STEREOSCOPICO AD OBIETTIVO COMUNE △

Cerchiamo ora di capire come funziona il microscopio stereoscopico a obiettivo comune. Se avete un binocolo, potete fare questo semplice esperimento: svitate uno dei gli obiettivi e mettetelo di fronte all'altro. Avvicinatevi ad un oggetto finchè la sua immagine sarà a fuoco. Vedrete l'oggetto ingrandito. Che cosa è successo? Considerate un campione posto alla distanza focale dall'obiettivo. I raggi di luce divergenti che arrivano dall'oggetto passano attraverso l'obiettivo che abbiamo smontato ed emergono paralleli. Poi, questa luce passa attraverso il secondo obiettivo del binocolo. Ma i binocoli sono progettati apposta per osservare oggetti distanti cioè essenzialmente raggi di luce paralleli. Infatti, il secondo obiettivo, forma un'immagine dell'oggetto nella giusta posizione dell'oculare il quale a sua volta ve la mostra ingrandita e nitida.

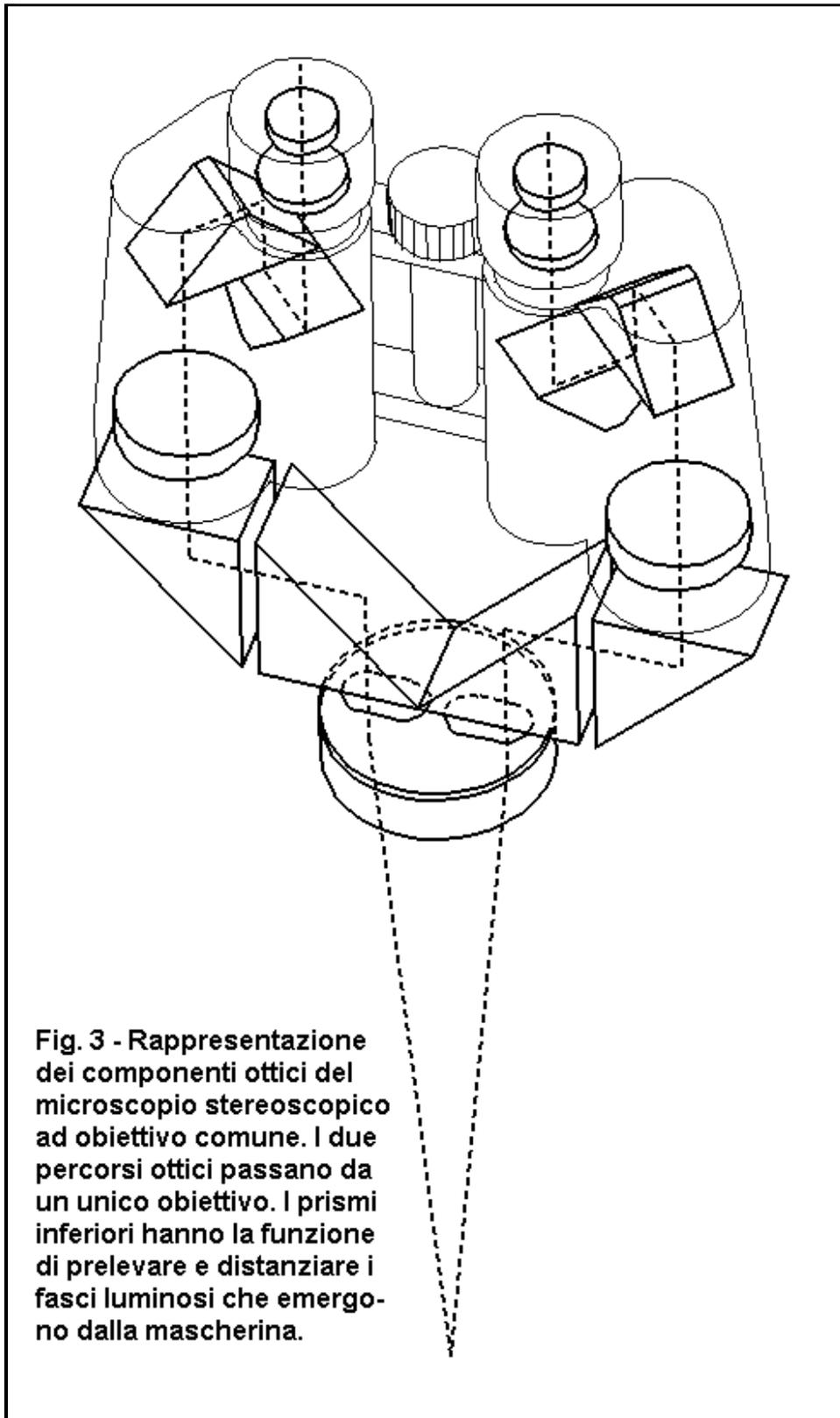
In questo semplice esperimento abbiamo ottenuto un microscopio monocolare, mentre noi vogliamo costruirne uno stereoscopico. Per raggiungere questo scopo, è necessario raccogliere due distinti percorsi ottici da un singolo obiettivo e dobbiamo farli passare per il binocolo che funziona da oculare. Questo può essere fatto facilmente per mezzo di quattro prismi, come mostrato nelle figure 2 e 3.



Esaminiamo più da vicino lo schema ottico del nostro microscopio stereoscopico ad obiettivo comune (figura 2). La parte inferiore è formata da una lente acromatica positiva e da quattro prismi. Potete ricavare questi componenti da un binocolo da demolire, che verrà acquistato apposta. La parte superiore del microscopio è formata da un secondo binocolo (8 x 30) che viene utilizzato senza alterazioni, come se fosse un oculare. Alla fine delle osservazioni, questo binocolo viene tolto e può essere impiegato ancora per la sua naturale destinazione di strumento per osservare oggetti lontani. Per distinguere questi due binocoli, chiameremo **prossimale** il binocolo superiore, e **distale** quello inferiore (demolito).

Durante l'impiego del nostro microscopio, l'obiettivo comune si trova alla distanza focale dal campione da osservare. In questo modo, la luce che parte dall'oggetto e attraversa l'obiettivo, diventa parallela ed è adatta ad essere osservata dal binocolo che serve da oculare. Infatti un binocolo è adatto a osservare oggetti lontani, quindi luce sostanzialmente parallela. Come mostrato in figura 2 e 3, i quattro prismi inferiori prelevano due fasci di luce dall'obiettivo comune e li portano alla distanza giusta per essere

osservati dal binocolo prossimale. Ora, questi fasci di luce parallela, attraversano gli obiettivi del binocolo prossimale e l'immagine dell'oggetto viene formata nella giusta posizione degli oculari, quindi risulta nitida e ingrandita.



Questo progetto di microscopio stereoscopico non è solo otticamente semplice, ma ha anche importanti vantaggi dal punto di vista meccanico. Il fatto che sopra l'obiettivo i raggi di luce diventino paralleli vi permette di costruire una struttura meccanica parallela e ortogonale, evitandovi di dover affrontare meccanicamente problemi di convergenza, come avverrebbe se lo strumento fosse costituito da due microscopi distinti. Inoltre, il parallelismo del percorso delle due vie luminose, è adatto alla struttura del binocolo prossimale che, in quanto binocolo normale, è progettato per osservare oggetti lontani, quindi raggi paralleli. Tutto questo semplifica notevolmente la struttura del nostro strumento e rende superfluo il ricorso a macchine utensili. Con questo semplice progetto, potete anche regolare la distanza interpupillare senza movimenti meccanici del

microscopio, ma semplicemente regolando il binocolo prossimale, che è già progettato per farlo senza problemi.

Per capire meglio come elegantemente questa struttura ad obiettivo comune risolve i problemi di convergenza, considerate che, in realtà, è il binocolo prossimale che determina il percorso dei due percorsi ottici all'interno dei prismi distali. Gli interassi di questi percorsi giungono paralleli all'obiettivo comune. La loro distanza varia a seconda della regolazione della distanza interpupillare. Ebbene, qualsiasi sia tale valore, l'obiettivo comune porterà questi assi ad intersecarsi esattamente alla distanza focale. Come vedete, è per via ottica e non attraverso soluzioni meccaniche che otteniamo l'allineamento dei due percorsi luminosi.

In conclusione, le soluzioni fondamentali su cui si basa questo microscopio sono le seguenti:

- prelievo delle due immagini necessarie per la visione stereoscopica da un unico obiettivo;
- soluzione dei problemi di convergenza per via ottica;
- impiego di prismi per separare le immagini prelevate;
- sfruttamento delle dimensioni relativamente grandi dei prismi distali per la regolazione della distanza interpupillare senza movimenti meccanici da parte del microscopio;
- ricavo dei componenti ottici da un binocolo da demolire;
- impiego del binocolo prossimale come parte integrante del microscopio.

Quindi, quello che è stato fin qui acquisito è una struttura otticamente corretta e meccanicamente semplice. Le soluzioni ottiche e meccaniche che abbiamo adottato rendono ragionevolmente semplice la costruzione di un microscopio stereoscopico anche per uno scienziato dilettante che lavora a casa propria e senza possedere attrezzature speciali.

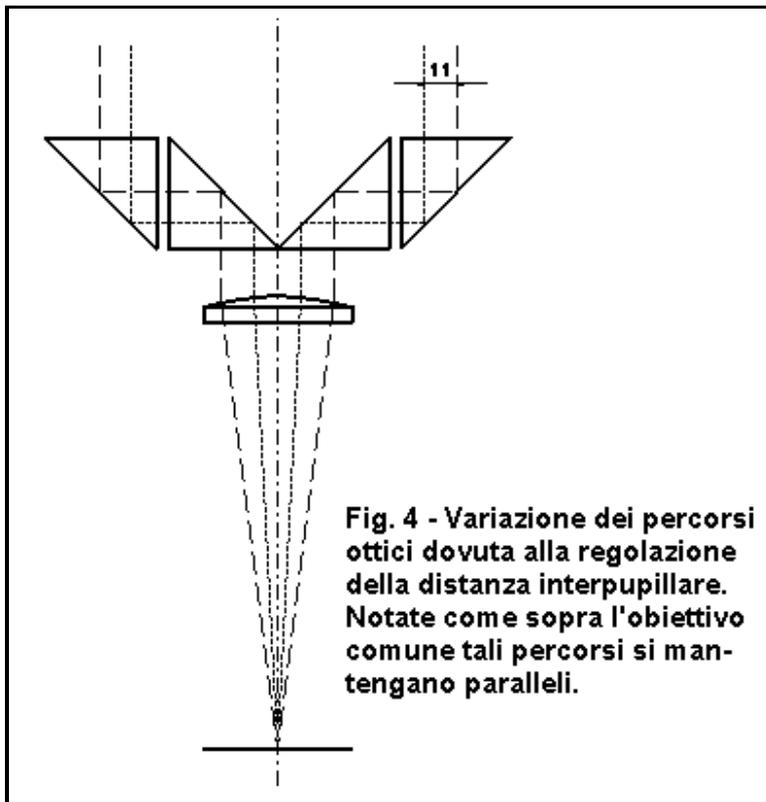
COSTRUZIONE COMPONENTI DEL MICROSCOPIO

Distinguiamo la "parte ottica" dallo stativo. La parte ottica comprende i componenti ottici e i pezzi metallici che li contengono, come illustrato dalla figura 8. Lo stativo comprende il piedistallo, la colonnetta, il dispositivo di messa a fuoco, il tubo di collegamento (figura 5).

Nella costruzione del microscopio, vi raccomandiamo di procedere dal basso verso l'alto, come per erigere una casa. Per prima cosa dovete costruire il piedistallo, poi sarà la volta della colonnetta, seguirà il dispositivo di messa a fuoco, quindi la parte ottica.

ACQUISTO DEI BINOCOLI

Se non avete nessun binocolo, è necessario acquistarne due. Il primo è un 8x30 (8 sono gli ingrandimenti, 30 è il diametro degli obiettivi, espresso in mm). Si tratta di uno strumento assai diffuso e molte persone lo possiedono già. Questo strumento non verrà alterato e non sarà fissato permanentemente al microscopio, così potrete continuare ad utilizzarlo come avete fatto finora. Se invece non lo possedete, al momento del suo acquisto, verificate che abbia una buona correzione cromatica e che non fornisca immagini sdoppiate. E' conveniente che i suoi oculari possiedano un ampio campo di osservazione che, specialmente in un microscopio



stereoscopico, risulta molto comodo e produce un effetto spettacolare.

Il binocolo da demolire deve invece avere gli obiettivi del diametro di 50 mm per contenere le variazioni dei percorsi ottici (fig. 4 e 9). Il suo ingrandimento è indifferente, tanto gli oculari non verranno utilizzati. Dunque, il binocolo da demolire può essere un 7x50, oppure un 8x50, 10x50, 16x50, etc. Questo strumento costa intorno alle 100.000 lire. Le marche Gost e Tenta sono molto buone. Verificate che gli obiettivi siano protetti da una ghiera metallica e non di plastica perchè essa vi servirà a collegare gli obiettivi al microscopio.

Per ottenere un microscopio di elevata qualità, occorre che i componenti ottici di cui è formato siano anch'essi di ottima qualità. Per controllare la qualità di un binocolo, di solito è sufficiente osservare l'entità dell'aberrazione cromatica che produce. Per fare questo dovete guardare un'antenna della TV di un palazzo vicino, oppure dei rami di un albero, posti in controluce. Controluce significa contro il cielo, in un quadrante luminoso, senza però il sole in mezzo. Non si devono scorgere i colori arancio e azzurro ai bordi dell'antenna o dei rami, ma devono risultare neri e netti.

MATERIALI

Nota:

- tutte le dimensioni sono espresse in mm;
- # significa spessore;
- Ø significa diametro;
- M indica viti realizzate secondo il sistema metrico;
- TC = vite con testa cilindrica;
- TS = vite con testa svasata;
- TE = vite con testa esagonale;
- TCCE = vite con testa cilindrica e cava esagonale (brugola).

MATERIALI PER LA PARTE OTTICA

- tubo quadrato di alluminio anodizzato nero #2x45x45x170 (tubo portaprismi);
- tubo quadrato di alluminio #2x45x45x140 (tubo di collegamento);
- profilato a "U" di alluminio anodizzato nero #2x50x10x170 (appoggio binocolo);
- (questi tre profilati sono reperibili presso ditte di produzione o di installazione di infissi metallici);
- piastra di Plexiglas o di plastica nera rigida #8x30x166 (piastrina portaprismi);
- n° 3 piastri di plastica nera #2x41x41 (tappi parte ottica e tubo di collegamento);
- lamiera acciaio inox #1x65x105 (sostegno per il 2° obiettivo);
- trafilata acciaio Ø 12x36 (sostegno per il 2° obiettivo);
- 1 vite TC M3x8 (piastrina porta prismi);
- 2 viti TS M3x5 (profilato a "U");

- 4 viti TS M2x5 (fissaggio 1° obiettivo);
- 2 viti TCCE M4x7 (fissaggio 2° obiettivo);
- 4 prismi e due obiettivi da 50 mm di diametro, ricavati da un binocolo demolito.

MATERIALI PER IL DISPOSITIVO DI MESSA A FUOCO

- cremagliera sezione 15x15x275, modulo 1;
- pignone modulo 1, Z=12 oppure Z=15 (Z = n° denti) ;
- trafilata acciaio \varnothing 6x80 (perno pignone);
- 2 piastrine alluminio # 5x40x40 (alette);
- piastrina acciaio # 5x50x80 (base per cremagliera);
- tubo quadrato acciaio # 2x25x25x100 (carrello dispositivo di messa a fuoco);
- angolare alluminio #2x15x15x100 (carrello dispositivo di messa a fuoco);
- foglio teflon # 1x43x100 (carrello dispositivo di messa a fuoco);
- 6 viti TCCE M4x7 (per alette);
- 4 grani a punta piana M4x6 (spinta su angolare);
- 1 spina elastica \varnothing 2x10 (per fissare il pignone sul perno);
- 2 manopole \varnothing 50 mm circa (per movimento di messa a fuoco);
- 2 grani a punta piana M4x6 (per manopole);
- 4 viti TCCE M4x5 (fissaggio del tubo di collegamento).

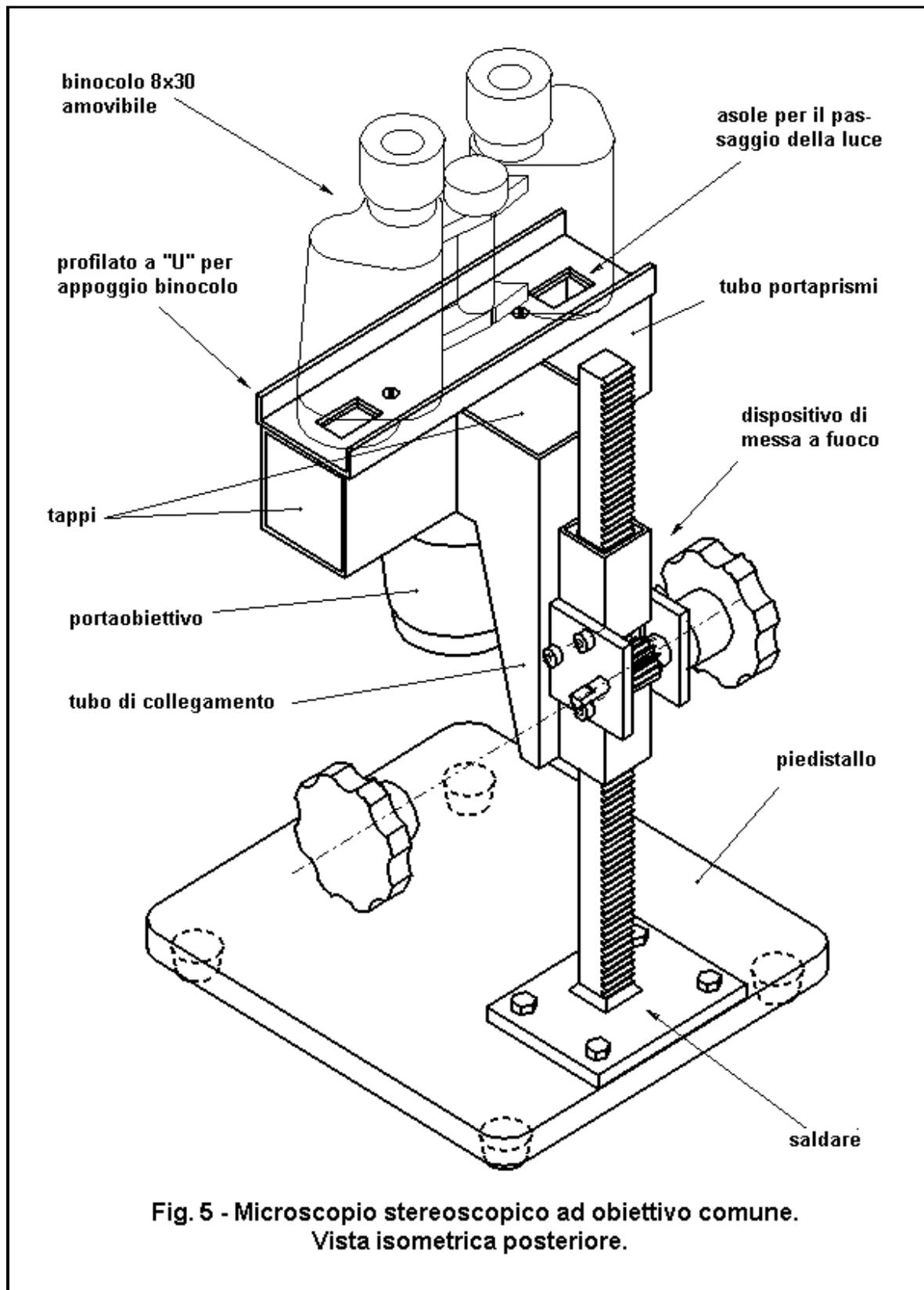
MATERIALI PER IL PIEDISTALLO

- tavoletta truciolato nobilitato nero o assicella di legno # 15x180x200;
- nastro laminato bianco h = 15;
- mastice tipo Collaprene (per incollare il laminato alla tavoletta);
- 4 viti TE M5x35, 4 rondelle \varnothing 5, 4 dadi M5 (fissaggio colonnetta);
- 4 tappi gomma bianca \varnothing 20x10;
- 4 viti autofilettanti \varnothing 3,5x20, 4 rondelle \varnothing 4 (per tappi gomma).

ALTRO

- resina a due componenti (per incollatura prismi);
- bomboletta spray di vernice nera opaca (per annerimento interno p. ottica);
- assicelle di legno (per fabbricazione cassetta);
- colla tipo Vinavil (per fabbricazione cassetta);
- foglio di Plexiglas #3 (per fabbricazione campana).

COSTRUZIONE DELLO STATIVO PIEDISTALLO



**Fig. 5 - Microscopio stereoscopico ad obiettivo comune.
Vista isometrica posteriore.**

Potete realizzare il piedistallo (fig. 5) con un'asse di legno dello spessore di circa 15 mm e delle dimensioni di 180x200 mm. Un'ottima soluzione consiste nell'usare una tavoletta di truciolato nobilitato (rivestito su entrambe le facce di un sottile strato di formica) di colore nero. Arrotondate i quattro angoli. Sul bordo di questa tavoletta applicate un nastro di laminato plastico bianco (incollate con mastice, poi paregiate con carta smerigliata avvolta attorno ad un listello di legno). Sul lato inferiore del piedistallo, ai quattro angoli, fissate altrettanti tappi di gomma bianca.

COLONNETTA





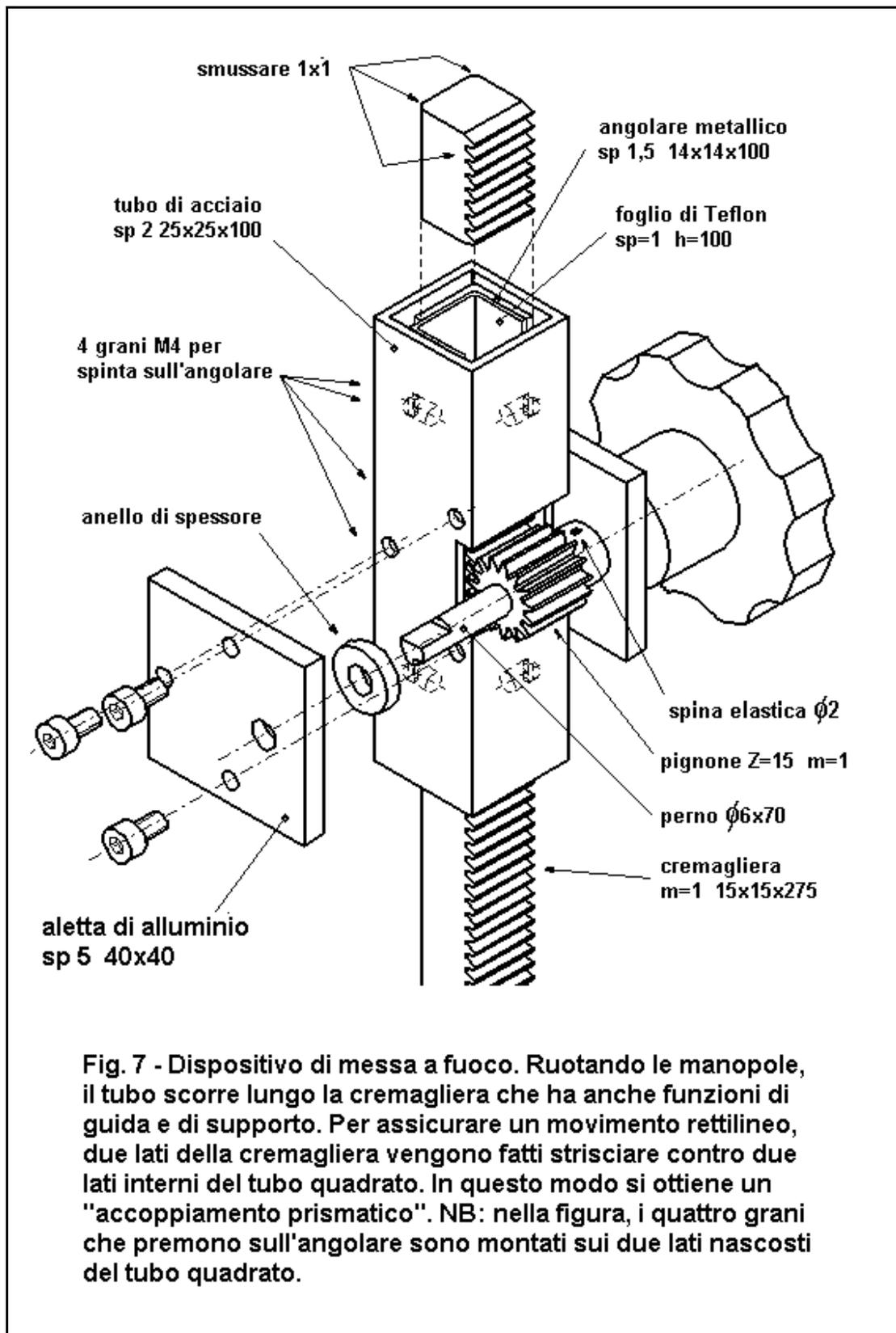
In un magazzino di forniture industriali, acquistate una cremagliera di modulo 1, e con una sezione di 15x15 mm circa. Acquistate anche il pignone e due manopole. Normalmente la cremagliera viene venduta di un metro di lunghezza. Tagliatene uno spezzone lungo 275 mm. Queste cremagliere hanno le pareti abbastanza lisce da permettere un dolce scivolamento di pattini di teflon o di nylon, ma se fosse necessario, eliminate ogni asperità con una carta smerigliata fine. Come avete notato, poichè la cremagliera è abbastanza robusta, le abbiamo affidato anche la funzione di supporto. Per il suo fissaggio al tavolino potete saldarla ad una piastrina metallica con fori per viti. Per questa operazione, rivolgetevi ad un saldatore. Quando montate la cremagliera sul piedistallo, verificate con una squadra che sia ad angolo retto. Se necessario, sistemate degli spessori sotto la piastrina per fare in modo che la colonna sia perpendicolare alla base.

DISPOSITIVO DI MESSA A FUOCO

Il dispositivo di messa a fuoco è formato da due parti: il carrello e il dispositivo di regolazione. Come mostrato dalla figura 7, il carrello permette spostamenti lungo la direzione verticale, il dispositivo di regolazione consente di definire con precisione lo spostamento, usando manopole. Dal punto di vista cinematico, il movimento di traslazione verticale del carrello e il suo orientamento nello spazio sono affidati ad un accoppiamento prismatico (fig. 7). In altre parole, il carrello è costituito da un tubo a sezione quadrata che scorre lungo la cremagliera che ha anch'essa una sezione quadrata. Se nel suo movimento, il tubo è costretto a strisciare contro due lati della cremagliera, sarà obbligato a seguire una traiettoria rettilinea. Inoltre, il tubo non potrà neppure ruotare attorno alla cremagliera.

Ma come si può fare per mantenere aderenti due delle superfici interne del tubo quadrato alla cremagliera? Questo viene ottenuto attraverso la spinta di un angolare metallico che, a sua volta, viene assicurata da quattro grani (due per ogni lato) opportunamente regolati. Per rendere più fluido il movimento, ripiegate attorno alla cremagliera, per i tre lati privi di dentatura, un foglietto di teflon o di nylon dello spessore di 0,5 - 1 mm. Dal momento che il foglietto di teflon o di nylon non può essere piegato ad angolo vivo, affinché questo meccanismo funzioni a dovere, dovrete smussare gli spigoli della cremagliera come indicato nella figura 7. Date le ottime caratteristiche geometriche e di finitura superficiale della cremagliera che è reperibile in commercio, potrete facilmente ottenere uno scorrimento regolare.

Se l'angolare metallico dovesse scorrere verticalmente rispetto al tubo quadrato, sostituite un grano a punta piana con uno a punta conica. Se necessario, per evitare lo stesso problema con il foglio di teflon, realizzate un foro sull'angolare metallico, lasciando un po' di bave per ancorare il teflon.



Arrivati a questo punto, il carrello scorre lungo la cremagliera ma, per muoverlo con delle manopole, dovete applicare il pignone. A tale scopo, a metà del tubo quadrato del dispositivo di messa a fuoco, dovete praticare un'apertura per il passaggio del pignone (fig. 7).

Sui fianchi del tubo quadrato dovete fissare due alette attraverso le quali far passare il perno del pignone. Per praticare questi fori, vi potete aiutare con lo stesso pignone, usato come boccola di foratura per guidare la punta del trapano. A tale scopo, montate saldamente la cremagliera nel tubo quadrato. Fra pignone e cremagliera interponete due striscioline di carta e stringete moderatamente con un morsetto. A questo punto potete effettuare la foratura prima di un'aletta, poi dell'altra. Alla fine fissate il pignone sul perno con una spina elastica $\varnothing 2 \times 10$.

TUBO DI COLLEGAMENTO_ ▲

Un tubo quadrato collega la parte ottica con il carrello e li distanzia (fig. 5 e 8). La parte ottica è tenuta più alta. Questo permette di avere una colonnetta più corta.

COSTRUZIONE DELLA PARTE OTTICA_ ▲ INTRODUZIONE_ ▲

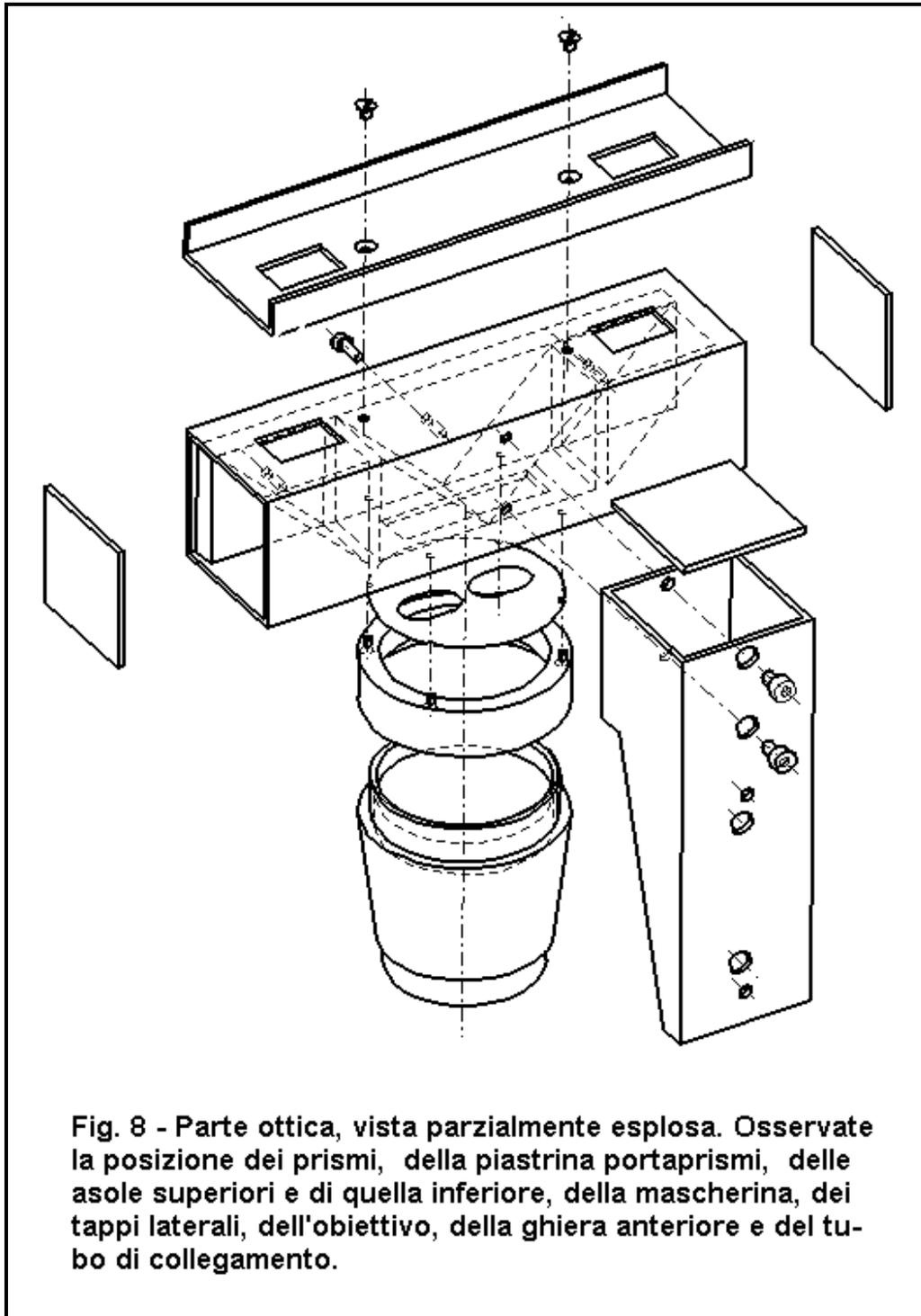


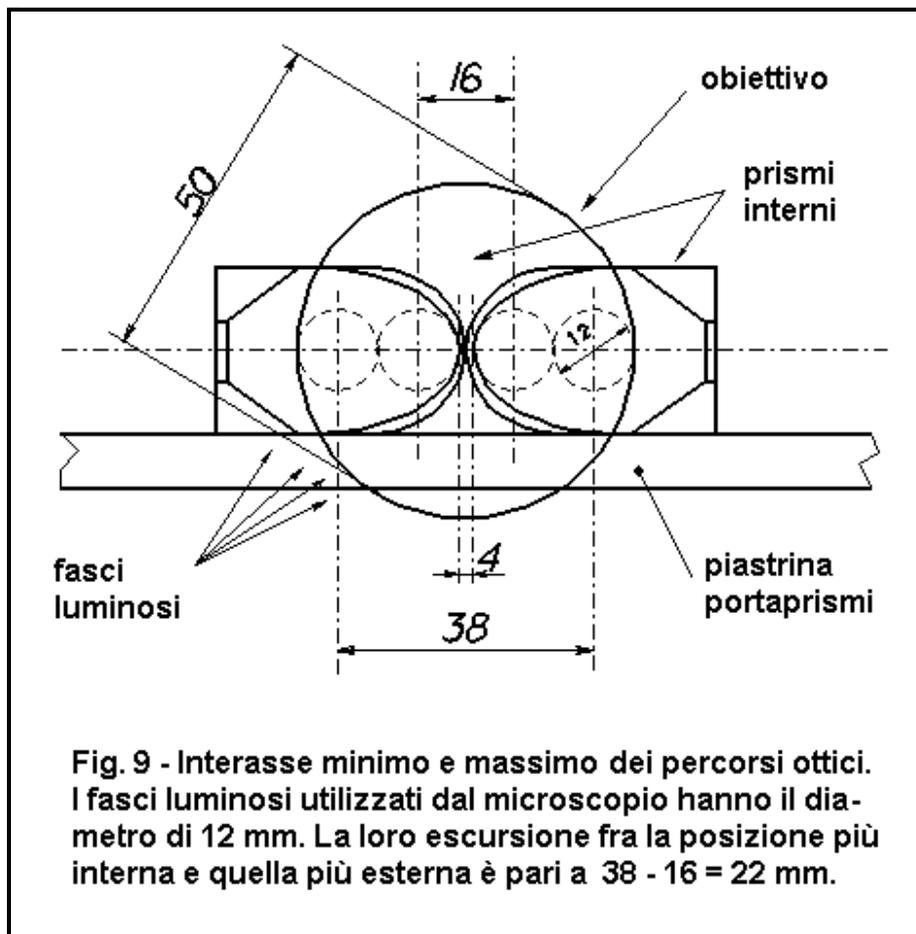
Fig. 8 - Parte ottica, vista parzialmente esplosa. Osservate la posizione dei prismi, della piastrina portaprismi, delle asole superiori e di quella inferiore, della mascherina, dei tappi laterali, dell'obiettivo, della ghiera anteriore e del tubo di collegamento.

Dal punto di vista meccanico, il pezzo principale della parte ottica (fig. 8) è costituito da un tubo quadrato di alluminio. Questo tubo contiene i quattro prismi che sono semplicemente incollati su di una piastrina di plastica rigida. A sua volta la piastrina è collegata al tubo quadrato con una vite. Un profilato a "U", che serve a contenere e a guidare il binocolo superiore, è fissato con due viti sul lato superiore del tubo. Nella parte inferiore è invece sistemato l'obiettivo comune che rimane contenuto nel "cannotto" smontato dal binocolo. In posizione dorsale del tubo quadrato portaprismi ci sono due fori filettati per il suo

collegamento
con lo stativo.

LAVORAZIONE DEI PEZZI DELLA PARTE OTTICA_ ▲

Per permettere il passaggio della luce, occorre praticare delle asole sul tubo quadrato e sul profilato ad "U" della parte ottica. A questo proposito è conveniente tracciare i rettangoli che delimitano le asole. Vediamo ora la dimensione e la posizione di queste asole. Nella figura 9, sono indicati il diametro dell'obiettivo, i due prismi centrali e quattro fasci di luce che li attraversano. I due interni corrispondono alla situazione che si ha quando il binocolo è regolato per la minima distanza interpupillare. I due esterni corrispondono invece alla massima.



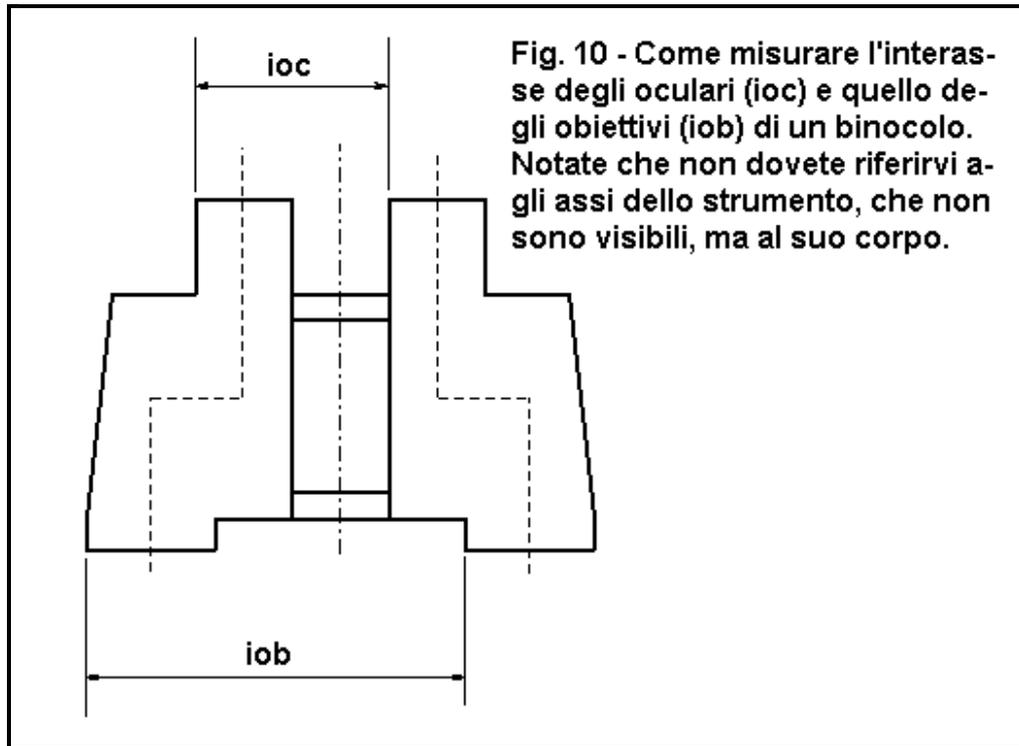
Immaginate di raccogliere dall'obiettivo comune due fasci luminosi paralleli di 12 mm di diametro. A causa degli smussi dei prismi, questi due fasci non possono avere un interasse inferiore a 16 mm. L'obiettivo ha il diametro di 50 mm. Quindi, il maggiore interasse possibile dei due fasci luminosi è di $50 - 12 = 38$ mm.

Da questi valori, si ricava che il massimo spostamento dei fasci di luce è di $38 - 16 = 22$ mm. Questa escursione permette l'aggiustamento della distanza pupillare per consentire l'utilizzo del microscopio sia a bambini che ad adulti. Da questi dati, otteniamo che tutte le asole dovrebbero essere larghe 12 mm, in realtà dovrete realizzarle 2 mm più larghe. Infatti non sono queste asole a determinare la larghezza dei fasci luminosi, ma dei diaframmi che dovremo inserire sul binocolo prossimale, come vedremo fra breve. L'asola centrale, che dovrete realizzare nella parte inferiore del tubo porta prismi, deve essere lunga quanto il diametro dell'obiettivo, quindi 50 mm.

Per quello che riguarda la dimensione delle asole superiori, osservate la figura 11. La loro lunghezza è data dalla somma fra lo spostamento del fascio luminoso ($22/2 = 11$ mm), il diametro del fascio luminoso (12

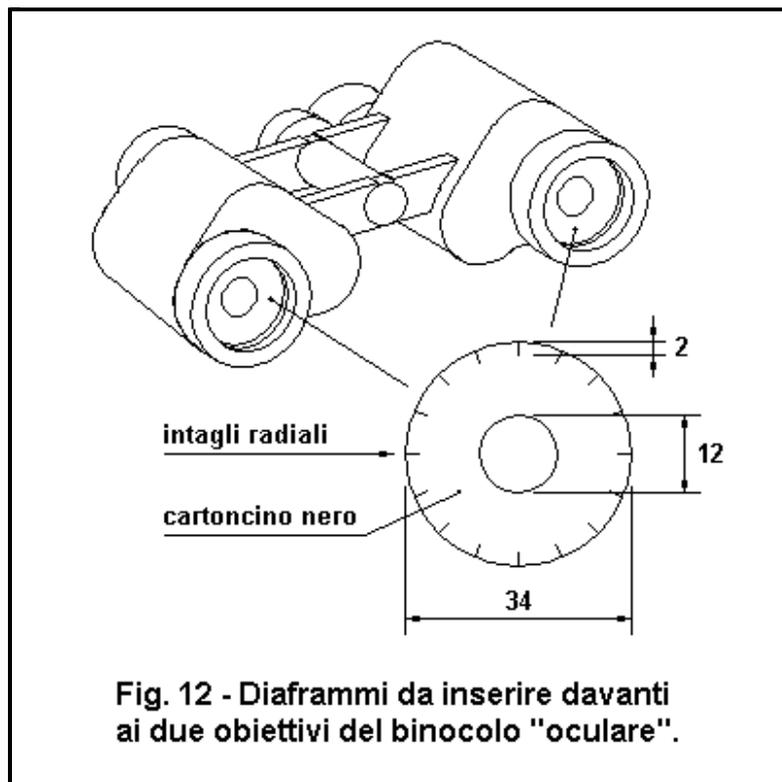
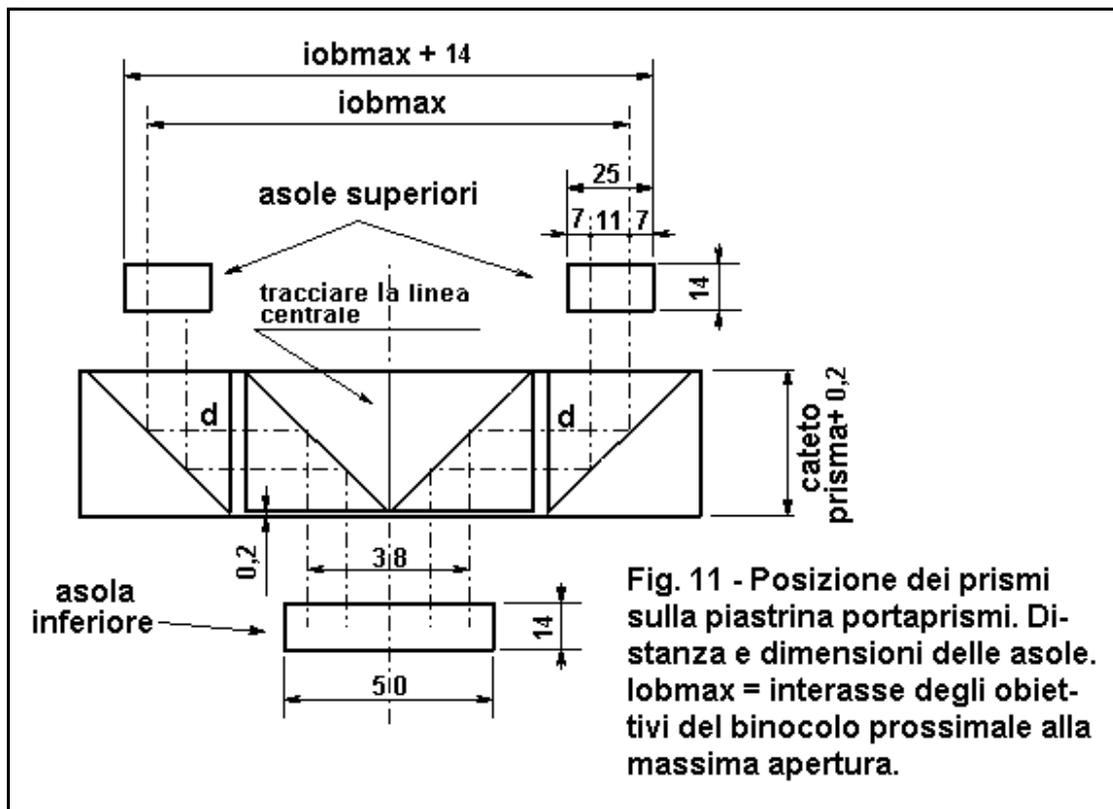
mm) e un margine di sicurezza (2 mm), quindi $11+12+2=25$ mm.

Quello che ci resta da determinare è la distanza fra le asole superiori. A tale scopo, regolate la distanza interpupillare del vostro binocolo prossimale alla massima apertura. Misurate il corrispondente interasse degli obiettivi che chiamiamo "**iobmax**". Individuare su di un oggetto reale degli assi, che sono delle linee ideali, non è facile. La figura 10 indica come misurare in pratica degli interassi su di un binocolo.



Come potete vedere dalla figura 11, i bordi esterni delle asole devono stare fra loro a una distanza pari a $iobmax+14$ mm. Per esempio, nel mio binocolo $iobmax=124$ mm, quindi la distanza indicata sopra è di $124+14=138$ mm. Dopo aver ottenuto questi valori, occorre tracciare le asole sui pezzi. E' conveniente lavorare insieme queste asole nel profilato ad "U" e nel tubo porta prismi. In questo modo esse coincideranno bene.

Per il montaggio dell'obiettivo, sistemate quattro piccole viti sotto la ghiera anteriore (fig. 8). Fate attenzione che l'obiettivo è stato progettato per lavorare con luce convergente da un lato e con luce parallela dall'altro. Nel nostro microscopio questa lente deve lavorare nella stessa disposizione, altrimenti aberrazioni sferiche rovineranno l'immagine. Questo significa che la superficie dell'obiettivo che nel binocolo era rivolta verso l'osservatore deve ora essere orientata verso il campione, come mostrato in figura 2.



Nelle figure 3 e 8, potete vedere una mascherina con due aperture inserita tra l'obiettivo e i prismi centrali. Essa ha la funzione di arrestare la luce in eccesso, che abbasserebbe il contrasto dell'immagine. Questa mascherina ha anche la funzione di proteggere l'obiettivo dalla polvere. Ritagliatela da un cartoncino nero o da un foglio di plastica nera. Potete ricavare le quote delle sue asole dalla figura 9. La larghezza di queste asole deve essere di 12 mm.

Arrivati a questo punto, se si osservasse un oggetto con il microscopio, i punti fuori fuoco apparirebbero allungati nella direzione orizzontale. Questo è dovuto al fatto che la forma delle asole non è circolare, ma allungata in una direzione. Per evitare questo, inserite un diaframma davanti a ciascun obiettivo del binocolo prossimale (fig. 12). Ricavate questi diaframmi da un cartoncino nero e praticate al centro di ciascun dischetto un foro di 12 mm di diametro. Potete ricavare questi diaframmi anche dai tappi di protezione degli obiettivi, praticando il foro con una fustella. In definitiva, sono proprio questi diaframmi che determinano la dimensione dei fasci luminosi raccolti dal microscopio. Ma perchè proprio 12 mm? Come mostrato dalla figura 9, un'apertura di questo diametro permette alla luce di attraversare la parte ottica evitando riflessioni contro i bordi dei prismi e dell'obiettivo. Comunque, se prevedete di non utilizzare

il binocolo prossimale alla minima o alla massima distanza interpupillare, potete realizzare questi diaframmi con un foro di 14 mm di diametro.

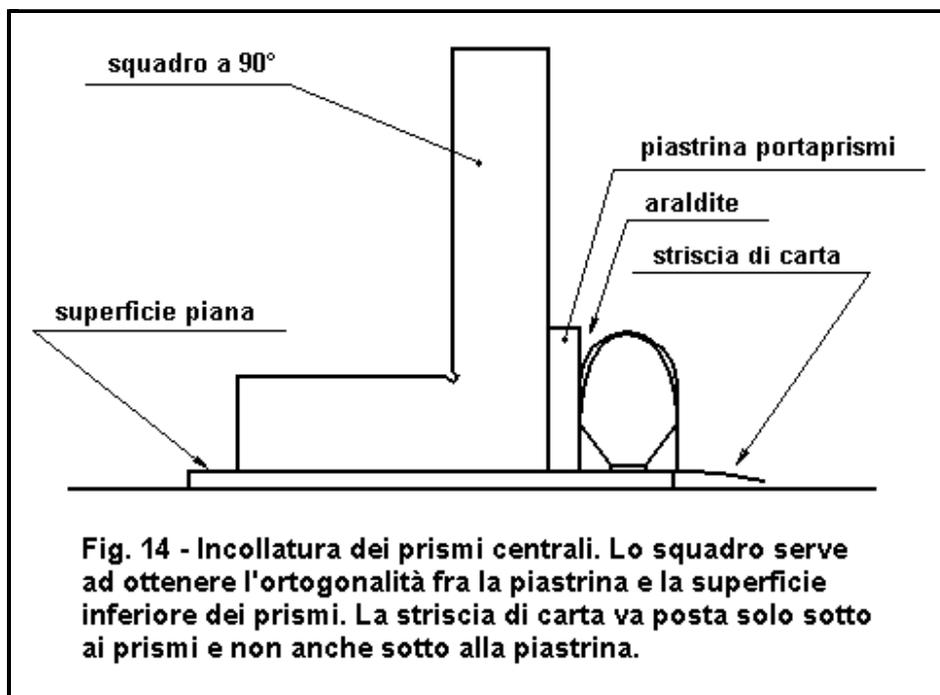
MONTAGGIO DEI PRISMI



Fig. 13 - Prismi montati sulla piastrina

Prima di passare all'incollatura dei prismi, occorre che il microscopio sia completato nelle sue parti essenziali. infatti, per effettuare la regolazione dei prismi, la meccanica dello strumento deve essere funzionante.

I prismi vanno montati su una piastrina di plastica rigida, per esempio Plexiglas o Bakelite. Il suo spessore deve essere tale da disporre i prismi in posizione centrale rispetto alle asole. Questa misura non è critica dal momento che la larghezza delle asole è inferiore a quella dei prismi. Tracciate sulla piastrina una linea centrale che vi servirà come riferimento per posizionare i prismi interni. Realizzate anche il foro filettato per il collegamento della piastrina al tubo portaprismi. Pulite con cura i prismi.



Per prismi vanno incollati i prismi interni. Come si vede dalla figura 11, essi devono essere disposti quasi a contatto. Disponete alcune gocce di resina a due componenti sulla faccia da incollare di ciascun prisma. Seguendo la disposizione di figura 14, collocate i prismi in posizione facendo riferimento alla linea centrale di tracciatura sulla piastrina. E' meglio tenere i prismi un paio decimi di mm al di sopra del bordo della piastrina per evitare strisciamenti delle superfici ottiche durante il montaggio. Per fare questo, durante l'incollatura

frapponete due striscioline di carta fra i prismi e la superficie di appoggio.

Dopo pochi minuti l'araldite avrà fatto abbastanza presa da impedire loro ogni movimento in base al loro solo peso, ma sarà ancora sufficientemente morbida da permettere aggiustamenti se applicheremo una forza superiore. A quel punto si dovrà verificare la complanarità dei prismi. Se le loro superfici inferiori sono complanari, l'immagine riflessa deve essere continua, come inviata da un unico specchio. Attendete circa un'ora, in modo che i due prismi centrali siano saldamente incollati. Essi non dovranno più essere mossi.

La posizione di montaggio dei prismi esterni può essere facilmente ricavata dalla figura 11. In particolare, la loro posizione è definita dalla dimensione "**d**", che corrisponde al tratto orizzontale del percorso dei fasci luminosi. La determinazione di questo valore è semplice. In relazione alla massima apertura del binocolo prossimale si ha che:

$$d = (iobmax-38)/2$$

Nel mio caso: $d = (124-38)/2 = 43 \text{ mm}$.

Dal momento che la luce che passa attraverso i prismi è praticamente parallela, la misura di "d" non è critica e può essere tranquillamente verificata con un righello. In ogni caso, cercate di ridurre gli errori al minimo possibile.

Per incollare i prismi esterni, tenete la piastrina coricata su di un tavolo. Disponete la resina. Collocate i prismi in posizione. Quando la resina comincerà a fare presa, verificate con il righello la posizione dei prismi e correggetela se necessario. Per allinearli, vi potete aiutare con un profilato metallico, mentre per disporli in modo equidistante, potete utilizzare anche un distanziale e di legno.

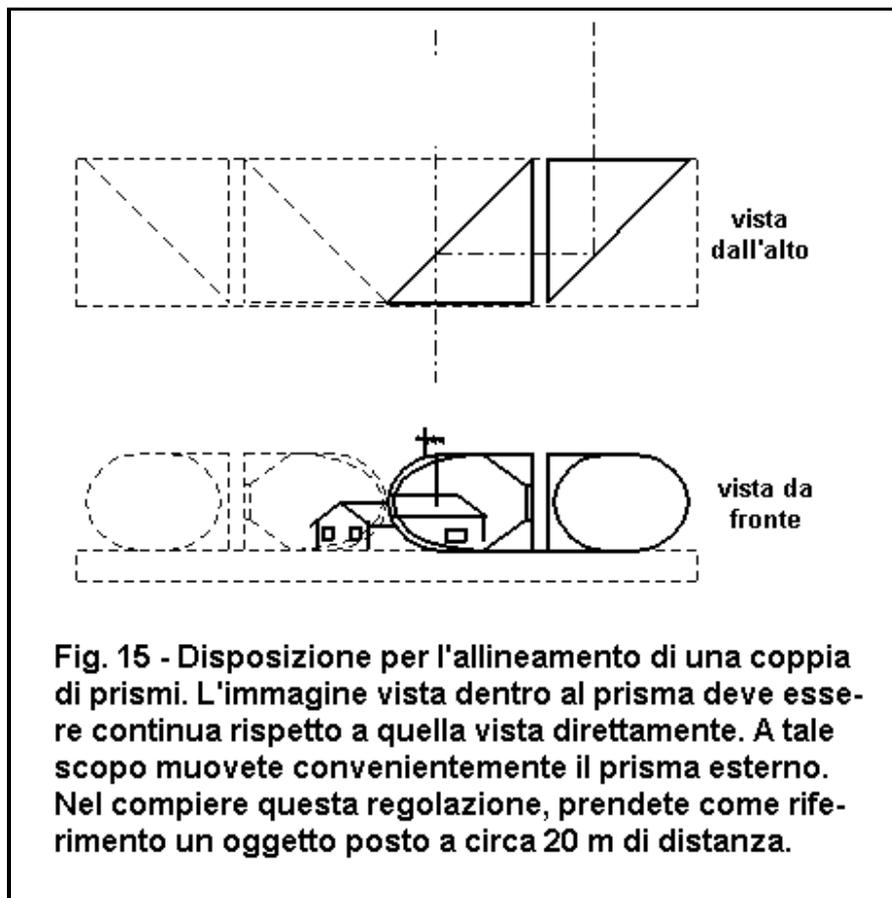
REGOLAZIONE DELL'ALLINEAMENTO DEI PRISMI

Le difficoltà nella sistemazione dei prismi derivano principalmente dal fatto che un piccolo spostamento rispetto la posizione corretta produce un imponente disallineamento delle immagini. Quindi, anche se voi porrete la massima cura durante il montaggio, le immagini prodotte risulteranno sdoppiate. Per fare in modo che i prismi siano ben allineati, correggete la loro posizione finché le immagini saranno correttamente sovrapposte. Dovrete completare questa operazione in pochi minuti, prima che la colla faccia definitivamente presa sui prismi.

Gli errori di posizionamento dei prismi sono di due tipi: **spostamenti** lungo le direzioni xyz, **rotazioni** attorno i tre assi dello spazio. I più importanti sono questi ultimi. In ogni modo, durante il montaggio dei prismi dovreste cercare di essere più accurati possibile. Gli errori rimasti saranno abbastanza piccoli e, fortunatamente, per riprenderli basta regolare un solo prisma.

La regolazione dell'allineamento dei prismi è delicata e richiede cura e pazienza. Per facilitare questa operazione la dividiamo in più fasi. Prima di andare avanti è necessario metterci d'accordo sulla terminologia. **Allineamento orizzontale** riguarda spostamenti delle due immagini lungo la direzione orizzontale (<--->), **allineamento verticale** indica spostamenti secondo quella verticale ($v \wedge$), **allineamento angolare** indica rotazioni delle immagini ($\setminus /$) o errori di parallelismo.

A)Allineamento delle coppie di prismi. Fate questa regolazione pochi minuti dopo aver incollato i prismi esterni. Cominciate dalla coppia di destra. In riferimento alla figura 15, guardate un oggetto posto a circa 20 m. Se i due prismi sono bene allineati, deve esistere la continuità fra le linee orizzontali e verticali delle immagini viste

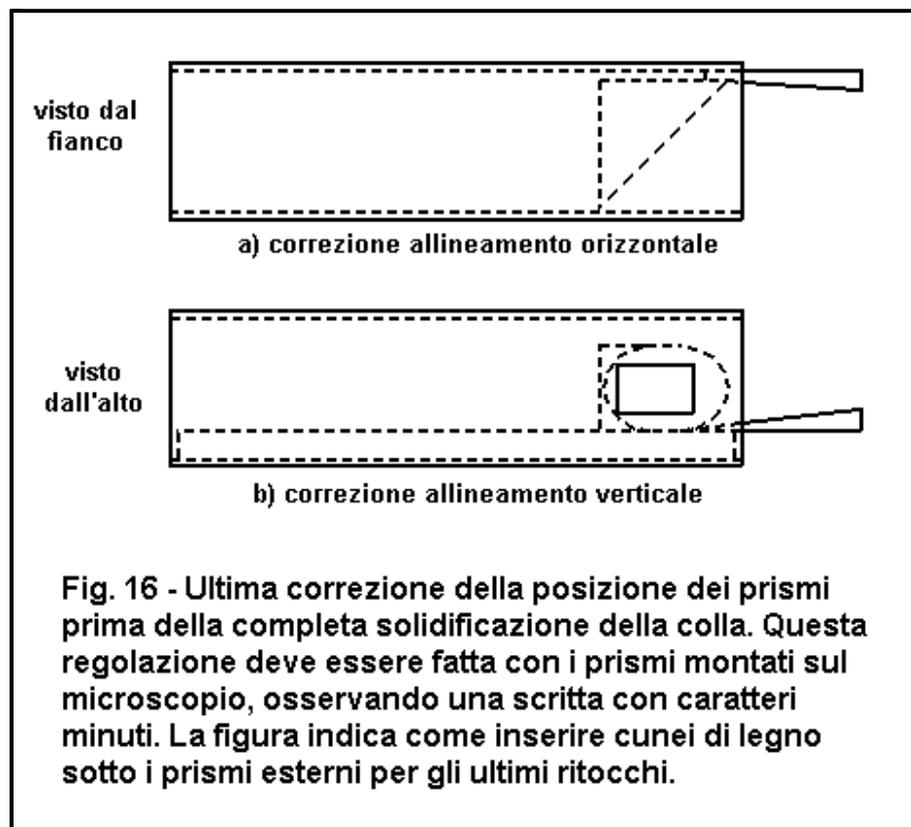


direttamente e viste attraverso i prismi. Se necessario, correggete la posizione del prisma esterno. Fate la stessa cosa con la coppia di sinistra. Alla fine, verificate che una linea orizzontale, vista attraverso i due prismi centrali, sia allo stesso livello (ciò riguarda l'allineamento verticale). Se necessario, sollevate leggermente un prisma da un lato. Fate queste operazioni impiegando sottili cunei di legno per evitare il ritorno elastico della colla. In ogni caso, durante queste regolazioni, non fate troppo attenzione all'allineamento orizzontale perchè verrà ripreso in seguito, ma correggete con cura ogni disallineamento verticale.

Prima di continuare, lasciate riposare tutto quanto per il tempo necessario a che l'araldite non permetta più ai prismi di muoversi per effetto del loro peso sulla piastrina tenuta in verticale, ma che sia ancora possibile muoverli esercitando una forza superiore.

B) Regolazione dell'insieme dei prismi.

Prima avete regolato le coppie di prismi l'una indipendentemente dall'altra, ora regolerete l'allineamento dei prismi nel loro insieme. Montate la piastrina con i prismi nel proprio tubo quadrato. Ponete il binocolo 8x30 sul microscopio ed osservate una scritta con caratteri piccoli. Questa è la "prova parola": si tratta di un test molto rigoroso. Apportate le correzioni necessarie, sempre impiegando cunei di legno (fig. 16). A questo punto le regolazioni dovrebbero



riguardare soltanto l'allineamento orizzontale. Gli occhi tendono a compensare molto i disallineamenti, specialmente quelli orizzontali.

Durante gli ultimi ritocchi, ho trovato utile mascherare un occhio con un cartoncino, lasciarlo riposare per un po', quindi scoprirlo rapidamente. In questo modo, potevo meglio accorgermi se le immagini erano ben allineate o meno. Durante questa regolazione, per evitare di costringere gli utilizzatori del microscopio a incrociare gli occhi, guardate qualcosa a circa 1 m di distanza e subito dopo nel microscopio, cercando di fare in modo di mantenere la stessa convergenza. Ci vuole un po' di pazienza. Comunque vedrete che alla fine il vostro microscopio fornirà immagini ben allineate.

Al termine di queste regolazioni, adagiate il microscopio in modo che i prismi scarichino il proprio peso sulla piastrina e lasciate consolidare ancora per una mezz'ora. Controllate che i prismi abbiano mantenuto la corretta posizione. Lasciate ancora consolidare per un'ora, poi il microscopio sarà pronto all'impiego. Il giorno dopo, smontate la piastrina e rimuovete i cunei, oppure tagliateli con una lametta.

COMPLETAMENTO PROTEZIONE DALLE LUCI PARASSITE

Se vi trovate vicino ad una finestra oppure ad una lampada, della luce può penetrare attraverso le aperture laterali del tubo quadrato e colpire i prismi. Come effetto, le immagini perderanno di contrasto. Per fronteggiare questo pericolo, occorre applicare dei tappi al tubo portaprismi. Il tappo sul tubo di collegamento, ha invece solo una funzione estetica. Questi tappi sono semplicemente incastrati a pressione.

ANNERIMENTO DELLE PARTI INTERNE

Prima del montaggio definitivo, occorre annerire la superficie interna del tubo portaprismi, le pareti delle asole, la superficie interna del tubo di collegamento, il dischetto parapolvere, se non è di materiale nero. Questa operazione può essere effettuata facilmente con una bomboletta spray di vernice nera opaca. Coprite con carta e nastro adesivo le superfici da proteggere dalla vernice. Asportate subito con diluente la vernice dalle zone dove non doveva depositarsi. Attendete 24 ore prima di rimontare il microscopio.

FISSAGGIO DEL BINOCOLO

Finalmente, per osservare le immagini, il binocolo viene semplicemente appoggiato sul microscopio. Tuttavia, in questa posizione il binocolo rischia di cadere e dovrebbe essere fissato. Questo può essere fatto per mezzo di una staffa a forcina.

INGRANDIMENTO E SUA VARIAZIONE

L'ingrandimento di questo microscopio è dato da:

$$I_m = 250 \times I_n / F_d$$

dove:

I_m = ingrandimento del microscopio

I_n = ingrandimento nominale del binocolo prossimale

F_d = focale dell'obiettivo comune

Usando come binocolo prossimale un 8x30, e se $F_d=200$ mm, avrete:

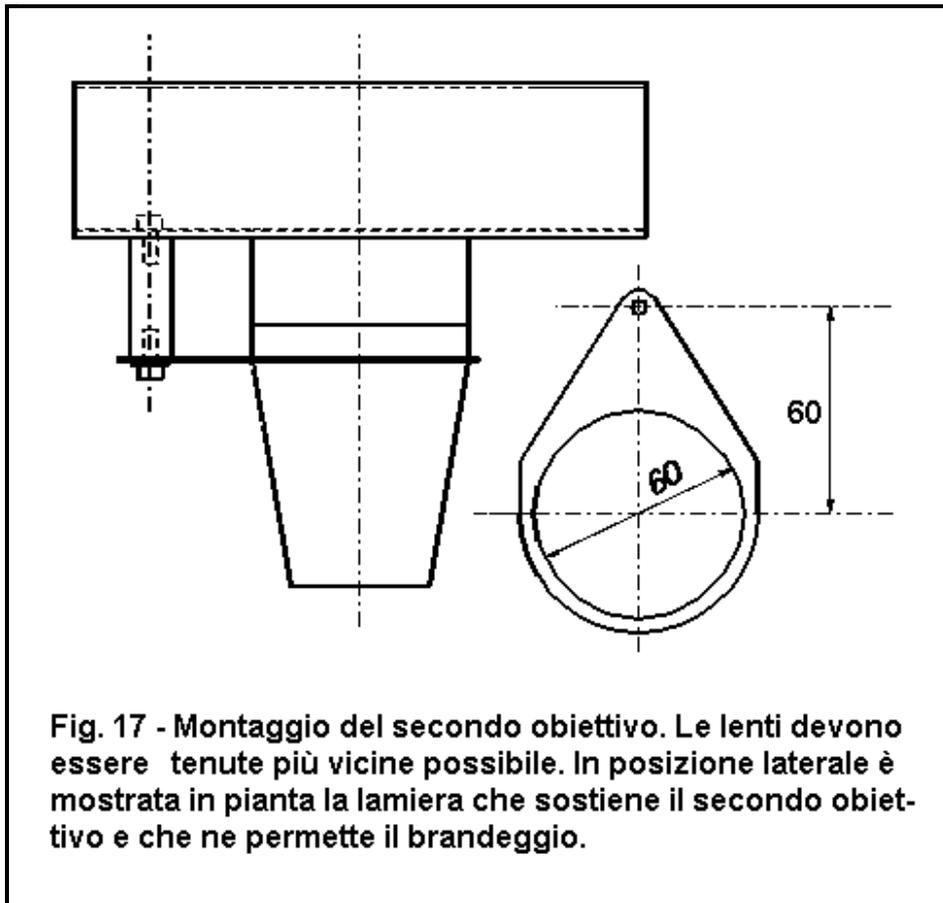
$$I_m = (250 \times 8) / 200$$

$$I_m = 10 \times$$

Come si determina la focale di una lente? Disponete la lente fra una lampada e uno schermo. Mettete a fuoco la lampada sullo schermo. Rilevate le distanze A dalla lente alla lampada e B dalla lente allo schermo. Quindi la focale sarà data da:

$$F = \frac{A \times B}{A+B}$$

Dal valore di F, dovete sottrarre la distanza fra i nodi della lente. Potete considerare questo valore pari a circa la metà dello spessore della lente (spero che nessun ottico legga questo!).



Sicuramente molti vorrebbero avere più di un solo ingrandimento. Ho provato ad aggiungere al primo obiettivo anche il secondo del binocolo demolito. I risultati sono buoni. Il secondo obiettivo può essere montato su di un supporto girevole (fig. 17). Questa soluzione permette di raddoppiare gli ingrandimenti. Il tubo del primo obiettivo, deve essere tagliato in modo da avere la minor distanza possibile fra le due lenti.

La sostituzione degli oculari del binocolo prossimale con una coppia più potente, permette di aumentare in modo proporzionale l'ingrandimento. Un altro metodo è quello di impiegare un binocolo prossimale dotato di zoom, ma spesso essi sono costosi e di qualità poco raccomandabile.

Ho esaminato la possibilità di utilizzare obiettivi fotografici zoom, per ottenere un microscopio stereoscopico a ingrandimento variabile. Purtroppo, questi obiettivi hanno una apertura limitata e questo impedisce di effettuare la regolazione della distanza interpupillare con il semplice metodo che abbiamo adottato. Per poter utilizzare questi obiettivi a focale variabile, bisognerebbe modificare radicalmente la struttura del microscopio. In ogni caso, ci sto lavorando.

FINITURA SUPERFICIALE DEI PEZZI_ ▲

Durante la scelta dei materiali, è bene evitare metalli soggetti alla corrosione. I pezzi di ferro come il tubo quadrato del carrello del dispositivo di messa a fuoco devono essere nichelati. Questo trattamento conferirebbe alla colonnetta un gradevole aspetto, ma le differenze di spessore del riporto galvanico, tra centro ed estremità, renderebbero diseguale lo scorrimento del carrello. E' quindi meglio evitare di nichelare la cremagliera. Per la stessa ragione, non devono essere nichelati neppure il pignone e il perno. Le superfici di alluminio vanno bene allo stato naturale, ma possono essere anche anodizzate in colore nero. I profilati che in origine erano anodizzati, mostrano le superfici lavorate di colore alluminio. Anch'essi possono essere anodizzati per omogeneizzare il colore.

CASSETTA_ ▲

E' primavera, basta con la muffa! E' ora di andare a fare un'escursione naturalistica. Vogliamo portare con noi il nostro strumento di ricerca. Anche lui è stato in casa tutto l'inverno e adesso ha voglia di sgranchirsi le lenti, per non parlare degli ingranaggi di messa a fuoco! E' prezioso e delicato, deve essere protetto. Ci vuole una cassetta di legno. La cassetta di legno: un romanzo! E' utilissima. Oltre al microscopio, al suo interno ci sarà posto per molti passeggeri: il binocolo, il faretto, e in appositi cassetti tutti gli accessori. Può essere realizzata con compensato multistrato, oppure in massello. Incollata, o con gli incastri. Verniciata di coppale. Chiusa con gancio a ribaltamento. La scatola conferisce al microscopio uno status superiore di cui vi sarà grato.

CAMPANA_ ▲

Del vostro Microscopio, costruito con le vostre mani, andate fieri, inutile nascondere. Se lo lasciate nella sua scatola, nessuno lo potrebbe notare. Se invece lo metteste allo scoperto, sopra un mobile, prenderebbe polvere. Per evitare questo dovrete coprirlo con una copertina di plastica. Soluzione, questa, abbastanza inestetica e poco efficace.

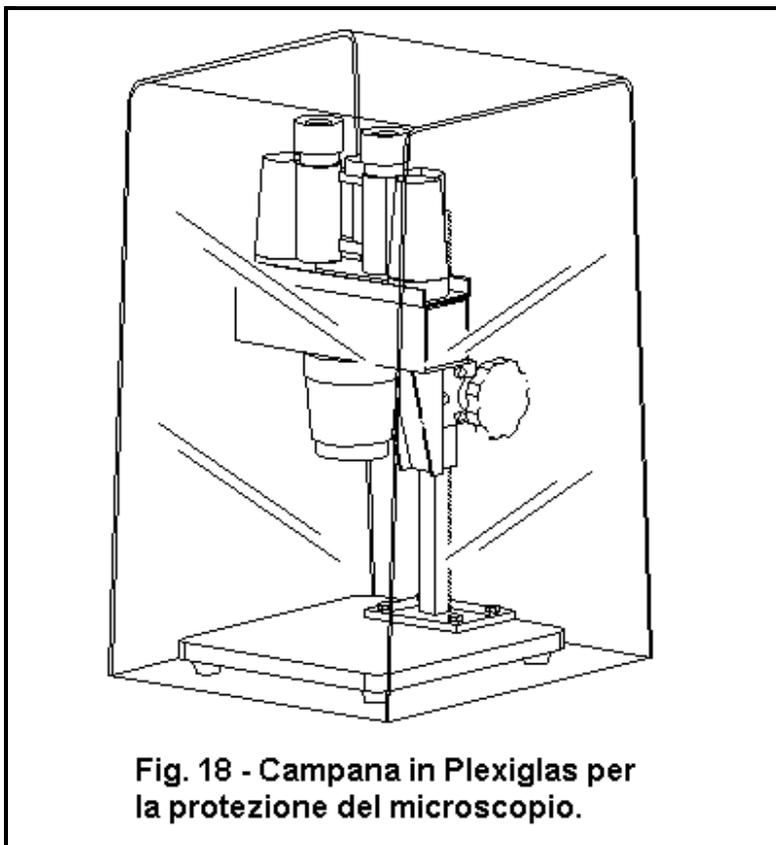


Fig. 18 - Campana in Plexiglas per la protezione del microscopio.

Il mio amico Giancarlo ha due microscopi nel suo laboratorio. Per proteggerli dalla polvere, ha costruito delle campane in metacrilato (Plexiglas). Si tratta di una plastica trasparente che si può trovare anche nella versione "fumé". A tale scopo va bene un foglio dello spessore di 3 mm di questo materiale. Per realizzare una simile campana (fig. 18) occorre piegare in due posizioni successive tale materiale. Per fare questo se ne possono sfruttare le caratteristiche termoplastiche (rammollisce intorno ai 100 °C). Sarebbe necessario scaldare il materiale con una apposita resistenza a filo. In sua mancanza, potete scaldare la linea di piegatura facendovi correre sopra un ferro da stiro, interponendo una striscia di teflon, poi, appena il materiale si sarà rammollito, piegate il foglio. Un'altra soluzione consiste nel riscaldare una sbarra di acciaio di circa 12 mm di diametro nel forno di cucina. Questa sbarra deve poi essere applicata lungo la linea di piegatura del foglio di Plexiglas, prima da un lato, poi dall'altro. Una volta realizzata questa difficile operazione, occorre tagliare a misura due fogli dello stesso materiale per tamponare le pareti laterali della campana.

Queste pareti vanno incollate con cloroformio che è solvente di questo materiale plastico, oppure con un apposito collante per metacrilato. Questa soluzione è semplice ed elegante. Permette la vista del microscopio, assicurandone allo stesso tempo la protezione nei confronti della polvere. La campana è lavabile e al momento opportuno può essere sollevata senza fatica.

TARGHETTA

Sotto il tavolino o su di un lato del tubo portaprismi, potete mettere una targhetta con il vostro nome e l'anno di costruzione del microscopio. Potete commissionare la targhetta ad un laboratorio di timbri e targhe.

USO DEL MICROSCOPIO REGOLAZIONI

Nel dispositivo di messa a fuoco, i grani di spinta del profilato ad "L" devono essere stretti leggermente: quello che basta ad evitare che il carrello scenda da solo. Per eliminare il cigolio del perno del pignone, disponete una goccia d'olio sui fori dove passa.

Il binocolo prossimale va disposto in posizione simmetrica rispetto alle asole. Il suo orientamento non parallelo sul profilato a "U" tende a sdoppiare le immagini in senso verticale. Questa particolarità può essere anche sfruttata per riprendere leggeri errori di allineamento verticale dei prismi.

PIANO DI APPOGGIO

Il microscopio è parecchio alto, inoltre il binocolo è disposto in posizione verticale. Se appoggiate tutto questo su di un tavolo normale, sarete costretti ad allungare molto il collo oppure a compiere le osservazioni stando in piedi. Purtroppo, non potete mantenere a lungo questa posizione del corpo senza stancarvi. Un rimedio consiste nell'appoggiare il microscopio su di un piano basso, come un comodino, un panchetto, un tavolino basso, ecc... Se vi doterete di un piano d'appoggio adatto, potrete mantenervi seduti e la fatica di prolungate osservazioni verrà notevolmente ridotta.

ILLUMINAZIONE

Il microscopio è abbastanza luminoso da poter essere utilizzato anche in luce ambiente, oppure con una lampada da tavolo. Però, i migliori risultati si ottengono con una luce potente e direzionale. Con questa illuminazione si avrà un bel gioco di luci ed ombre che faranno risaltare il rilievo e i colori dei campioni. A questo scopo si può impiegare un faretto con lampada alogena da 20 W. C'è un modello che ha il faretto orientabile su supporto magnetico. Purtroppo questo tipo di lampade produce una luce calda che per certi insetti è letale. Molti animaletti sono abituati a vivere in un ambiente fresco e umido, con una luce forte e ricca di infrarossi, rischiano di morire disseccati. In questi casi occorre usare poca luce o per brevi periodi, quindi liberare l'animale. Sono in vendita anche filtri che assorbono gli infrarossi e lasciano passare una "luce fredda", per esempio quelli per proiettori di diapositive.

Quando siete fuori casa, potete utilizzare la luce diretta del Sole. Tuttavia, questa luce, provenendo da un angolo solido limitato, non è molto adatta perchè produce una specie di granulosità che diminuisce la risoluzione. Quindi, se vorrete scorgere i dettagli più minuti, specialmente agli ingrandimenti più elevati, è necessaria una luce diffusa, che potete ottenere disponendo schermi bianchi attorno all'oggetto.

ACCESSORI

Il microscopio stereoscopico è uno strumento di ricerca. Durante le osservazioni, spesso dovrete compiere interventi sui campioni da osservare per cui è necessario dotarlo di alcuni attrezzi per le osservazioni, quali:

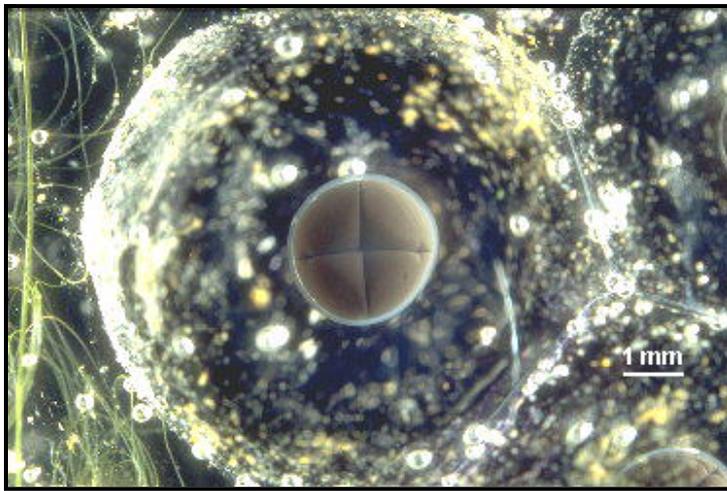
- alcune capsule Petri per contenere liquidi o insetti da esaminare;
- un paio di pinzette a punta sottile;
- un cartoncino nero e uno bianco sui quali appoggiare gli oggetti e spostarli con facilità;
- recipienti di plastica con tappo a vite, per raccogliere campioni d'acqua da stagni;
- una pipetta di vetro;
- scatoline trasparenti per raccogliere insetti;
- una scatola per raccogliere campioni vegetali, licheni e funghi senza schiacciarli;
- un sacchetto per raccogliere terriccio;
- filtro antitermico per faretto;
- adattatori per macchina fotografica;
- filtro compensatore di temperatura di colore;
- cacciaviti e chiavi per regolare il microscopio.

OSSERVAZIONI

Oggi è un grande giorno: il vostro strumento è stato completato. Ora potrete finalmente utilizzarlo e valutare anche i risultati del vostro duro lavoro. Se avrete seguito correttamente le nostre indicazioni, la qualità delle immagini sarà eccellente: del tutto paragonabile a quella fornita da strumenti del costo di più milioni.

Per quel che riguarda la scelta degli oggetti da osservare, ci sarebbe fin troppo da dire. Gli insetti, i fiori, i minerali, rappresentano fonti inesauribili di continue meraviglie. Ho notato che ciò che si osserva non è quasi mai scontato. E' bene andare un po' all'avventura. Il microscopio ci svela particolari che sono del tutto insospettabili. Le soluzioni della natura per risolvere i problemi, sono molto spesso stupefacenti. Per esempio si prenda un piccolo ragno giallo dei fiori. Come tutti gli aracnidi, non ha gli occhi composti come gli insetti, ma i suoi occhi sono formati ciascuno da una lente emisferica. Però non ruotano come i nostri. Allora come fa quell'animaletto a dirigere lo sguardo? Guardando attentamente in trasparenza dietro i due occhi centrali, i più importanti, scorgete qualcosa di scuro che si sposta: è la retina!

Un germoglio di rosa infestato dagli afidi è un pezzo di sicuro effetto da mostrare agli amici. In esso potrete scorgere individui alati e altri atteri, femmine che stanno partorendo, individui che stanno facendo la muta, esoscheletri vuoti. Con un paziente appostamento è possibile osservare la zanzara uscire dalla pelle della pupa. D'inverno, una nevicata offre l'occasione di osservare la meravigliosa struttura dei cristalli di neve.



In uno stagno potete prendere uova di rana. Se siete fortunati di raccogliere poco tempo dopo che sono state deposte, potrete assistere alle prime fasi della divisione cellulare (fig. 19). Infatti, si tratta di cellule uovo fecondate, si dividono prima in due parti, poi in quattro, in otto, ecc... finchè le cellule prodotte diventano talmente piccole da non essere più visibili neppure al microscopio. Nei capillari dei girini e nei loro occhi potete vedere il passaggio dei globuli rossi. Il passaggio del sangue nelle branchie di un tritone è veramente spettacolare.

Figura 19. Uovo di rana nelle prime fasi della divisione cellulare.

L'osservazione delle forme di vita acquatiche è affascinante, specialmente usando il microscopio stereoscopico. Nell'acqua di uno stagno, potete vedere una varietà di larve di insetti, piccoli crostacei, minuscole colonie quali quelle di volvox e vorticelle, protisti, etc. Alcuni protisti sono grandi abbastanza da essere osservati anche a basso ingrandimento. La forma di rotiferi, parameci, diatomee e il modo con cui essi nuotano sono affascinanti. I foraminiferi sono microscopiche creature dotate di conchiglia che vivono in ambienti di acqua salata come quelli marini. I foraminiferi esistono da molti milioni di anni e i loro gusci fossilizzati sono usati dai paleontologi per determinare l'età di rocce sedimentarie e per determinare le condizioni ambientali nel lontano passato. Nella figura 20 potete vedere alcuni foraminiferi fossili raccolti in un deposito di argilla pliocenica nella Val di Zena, vicino a Pianoro (Bologna).

Osservate una lumaca posta su una lastra di vetro, potrete vedere anche i suoi polmoni quando per respirare aprirà l'orifizio polmonare. Una formica è molto bella da osservare. Però corre in modo instancabile e non è facile inseguirla con il microscopio. Ma noi sappiamo come fare! Disponete una goccia di miele diluito in una capsula Petri. Catturate la formica e ponetela nella capsula. Appena essa troverà il miele si fermerà a succhiarlo e potrete esaminarla con tutta comodità, vedrete anche il suo addome dilatarsi.

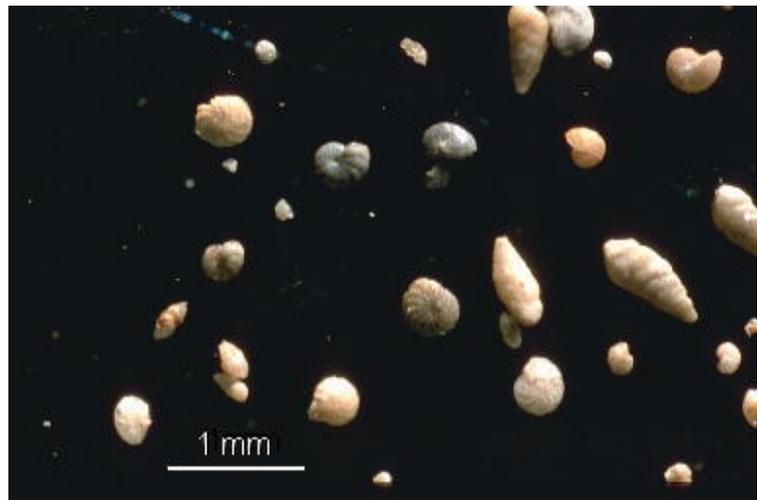


Figura 20: Gusci fossili di foraminiferi del Pliocene.

Un bruco che rosicchia una foglia è molto curioso. Una volta, mentre ne osservavo uno, avevo notato alcuni granelli neri sul tavolino del microscopio e sul tavolo. Questi granelli aumentavano di numero. Non capivo cosa succedeva, finchè non ho scorto il bruco che sollevava la parte posteriore del proprio corpo e sparava a distanza un escremento a forma di pastiglia. Anche nell'acqua di uno stagno potrete trovare un'infinità di forme di vita da osservare con il vostro microscopio. Se vi recherete in un bosco, raccogliete un poco di terriccio: avrete la possibilità di contemplare molti piccoli insetti, spesso primitivi. Un fungo diventa rapidamente preda di tanti parassiti. Anche da fresco, fra le sue lamelle potrete scorgere numerosi piccoli insetti che si nutrono delle spore. Che cosa dire della meravigliosa struttura delle ali delle farfalle, con tutte quelle piccolissime tegole colorate, di tante forme. Nelle mostre di minerali è possibile acquistare confezioni di decine di piccoli minerali che al microscopio si rivelano ricchi di splendidi cristalli di tutte le forme e colori.

RIPRESE FOTOGRAFICHE △

Accenniamo brevemente a un tema che meriterebbe da solo un libro. Con questo microscopio possono essere effettuate riprese fotografiche. La sua disposizione verticale facilita il montaggio della macchina fotografica. La fotocamera può essere usata sia con obiettivo che senza. In entrambi i casi, regolate la messa a fuoco con il microscopio. Durante le riprese con l'obiettivo, può succedere che l'immagine sia delimitata in un ristretto campo circolare. Questo avviene perchè la pupilla di uscita della luce dall'oculare non si trova sullo stesso piano del diaframma della macchina fotografica. Se usate la macchina priva dell'obiettivo, potrete ottenere un maggiore ingrandimento semplicemente allontanando la macchina fotografica. A questo scopo, potete cercare di utilizzare un soffietto per macrografia. Dovrete inoltre realizzare un adattatore per posizionare la macchina fotografica e per impedire alla luce parassita di colpire la pellicola. Per riprendere oggetti in movimento è necessario ricorrere al lampo elettronico. Ai fini di una corretta esposizione, è necessario disporre dell'esposizione TTL (attraverso l'obiettivo), oppure dovette standardizzare il metodo con prove. Potete effettuare anche riprese con la telecamera. I metodi da seguire sono gli stessi indicati per le riprese fotografiche. Potete registrare interessanti documentari su nastro video, oppure potete mostrare in diretta alla famiglia e agli amici, ciò che avviene sotto il vostro microscopio.

MANUTENZIONE △

Il microscopio stereoscopico deve essere conservato in una cassetta di legno oppure sotto una campana per proteggerlo dalla polvere. Per evitare la formazione di ruggine, tenete questo strumento in un locale asciutto. Periodicamente deve essere fatta una revisione durante la quale dovette verificare se è necessario rinnovare la protezione delle superfici di acciaio con un velo di grasso e regolare le viti.

Se dovette pulire le superfici ottiche, utilizzate uno straccio pulito di cotone, oppure cartine da ottica. Prima di iniziare, rimuovete la polvere con un pennello. In ogni caso, la pulizia delle lenti deve essere fatta raramente. Tenete presente che non sono i granelli di polvere che danno fastidio, ma le patine che si possono formare per lungo tempo di esposizione all'aria, specialmente in case di fumatori.

CONCLUSIONE △

Fino ad ora, la costruzione di un microscopio stereoscopico non era alla portata di un naturalista dilettante. Con le sue particolari soluzioni ottiche, questo progetto ha permesso di semplificare la struttura meccanica

di questo strumento al punto da rendere la sua costruzione accessibile anche ad un ragazzo privo di particolari attrezzature. La costruzione di questo microscopio è utile dal punto di vista didattico in quanto si sperimentano principi ottici, si deve definire il progetto meccanico, di devono procurare i componenti, quindi si devono lavorare e montare i diversi pezzi. E poi, uno strumento costruito da sè è qualcosa di guadagnato con le proprie mani; esso sarà percepito in modo molto diverso rispetto ad uno regalato. Anche un genitore può partecipare alla costruzione e questa può essere un'occasione per stare insieme con il proprio figlio e condividere un'esperienza.

Questo apparecchio è molto utile per scoprire la natura ed ha un valore didattico anche nei confronti della biologia e della geologia. Per un naturalista dilettante, esso si può rivelare preziosissimo, ma quello che rende il microscopio uno strumento fantastico sono la nostra curiosità e capacità di meravigliarci. Senza queste il nostro strumento sarebbe destinato solo a raccogliere della polvere.

[Invia i tuoi commenti sull'articolo](#)

