

Scheda n° 11 – OBIETTIVO “Leitz FI 50×/0,85”

Fig. 100

Ecco un caso imbarazzante, imbarazzante poiché l’involucro esterno, la “camicia”, non mostra indicazioni sulla lunghezza di tubo né sullo spessore previsto per la lamella.

A prima vista, sembra un normale obiettivo “160/0,17”, ma ...

Tanto per cominciare, l’apertura è forte (0,85) ma non esiste un anello di correzione per la sferica (per lo spessore di lamella). Vedremo il perché.



Fig. 101

La struttura meccanica è quella normale di molti obiettivi Leitz: il pacco lenti s’infilà dal basso (in alto nella figura) nel barilotto generale (BG) ed affiora con un orlo sporgente (O1) del barilotto frontale (F). Il pacco lenti è serrato all’interno del BG da un anello filettato (Ab). Il barilotto BG scorre all’interno della montatura generale MG per consentire il movimento a pompa. La corsa del barilotto BG verso l’esterno è limitata dall’orlo sporgente O2 che va a battere sull’orlo rientrante dell’anello C, il quale a sua volta si avvita sull’estremità della montatura MG.



Fig. 102

Fig. 103

Fig. 104



(003-006-007)

Queste foto sono riprese con lunghezza di tubo $L_m = 160$ mm e spessore di lamella $d = 0,17$ mm. Oculare Leitz Periplan GF $10 \times$. Le tre foto corrispondono a diverse posizioni di messa a fuoco.

Mancano fori di centratura e lente flottante, cosa comune nei vecchi obbiettivi Leitz. Non si notano segni di interventi precedenti né di danni successivi.

Fin qui, nulla di sospetto.

Un rapida occhiata allo star test è sconvolgente (figg. 102, 103 e 104): il residuo di sferica (sottocorretta) è forte, quanto basta a rendere inservibile l'obiettivo. Nelle figure qui sopra si vedono tre riprese col fuoco sotto il piano di miglior fuoco (a sinistra), nel miglior fuoco (al centro) e sopra il miglior fuoco (a destra). La dissimmetria delle due immagini laterali è forte, e ciò basta a rivelare una forte sferica. A titolo di esempio si vedano qui sotto le conseguenze sul contrasto.



Fig. 105 – Condizioni iniziali ($L_m = 160$ mm)
residuo di distorsione.

Fig. 106 – Lo stesso, su uno stativo con “ottica all’infinito” ($f_t = 167$ mm). Si noti un visibile
(041–044)

Perché questo? Quali ipotesi sono possibili?

Fig. 106

(010)

1^a ipotesi) Qualche anellino distanziale fra i singoli barilotti è andato smarrito o è stato dimenticato in sede di montaggio. Ad obiettivo smontato, infatti, non è presente alcun anello.

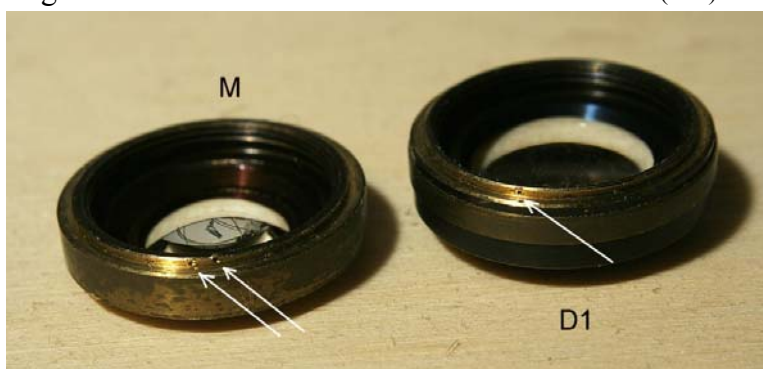


Fig. 107

(014)

Ipotesi bocciata per due motivi:
a) i barilotti singoli portano un orlo interno rilevato (freccie bianche nella figura a lato) che serve ad assicurare la centratura reciproca fra i vari barilotti. Tale orlo è alto pochi decimi di mm e non accetterebbe un anello di spessore superiore a pochi centesimi.

b) un tentativo fatto con un anello di 0,25 mm di spessore non ha migliorato molto la situazione.



2^a ipotesi) L'obiettivo è previsto per uno spessore di lamella anomalo. Si sa che certi

obbiettivi, specialmente quelli metallografici e quelli biologici rovesciati, sono calcolati per osservare l'oggetto attraverso una "finestra" di qualche piccola "camera a gas" o il fondo di piccole cuvette o capsule contenenti culture di cellule o simili. Dalle prove fatte, lo spessore di lamella capace di eliminare il residuo di sferica è 0,26 mm (con $L_m = 160$ mm). Poco credibile. Del resto, l'ingrandimento misurato in queste condizioni è $M = 37,3:1$. Non ci siamo.

3ª ipotesi) La lunghezza di tubo, non indicata sulla camicia, è diversa da 160 mm.

Ricordiamo a questo punto che il residuo di sferica di un obiettivo dipende dalla distanza fra le lenti, dallo spessore della lamella e dalla lunghezza del tubo.

Abbiamo escluso un errore nell'assenza degli anelli distanziali. Abbiamo escluso un valore anomalo di spessore della lamella. Proviamo a variare la lunghezza del tubo (L_m).

Con una lamella di spessore standard ($d = 0,17$ mm), la sferica risulta corretta per una lunghezza di tubo $L_m = 290$ mm: perlomeno non usuale. Tanto più che, in queste condizioni, l'ingrandimento diventa $M = 58:1$ circa.

Montando l'obiettivo su uno stativo con seconda coniugata infinita, sempre con lamella normale ($d = 0,17$), il residuo di sferica rimane forte, ma di segno invertito. Sembra che, a questo punto, lo spessore di lamella sia eccessivo.

Ecco la soluzione: togliendo la lamella (star test nudo) tutto si aggiusta, rimanendo sullo stativo "a seconda coniugata infinita". Vedi le foto seguenti, riprese ancora in asse, con oculare Leitz Periplan GF $10 \times$. A sinistra con fuoco "basso", in centro con fuoco ottimale, a destra con fuoco "lungo". L'ingrandimento finale (ottico ed elettronico) è naturalmente lo stesso per le tre foto.



Fig. 108 – Lo star test con l'obiettivo montato su uno stativo con "ottica all'infinito" (lente di tubo), in assenza di lamella ($d = 0$). Si noti che, nella foto di miglior fuoco (al centro) compare una debole centrica, in mezzo alle altre due, che scompare nelle foto sfocate per il fatto di essere troppo debole. (021-024-0,28).

La simmetria delle due foto laterali garantisce l'eliminazione del residuo di sferica.

Il mistero è risolto: il costruttore avrebbe dovuto aggiungere sulla camicia la notazione:

“ $\infty / 0$ ”

e ne consegue che quest'obiettivo può lavorare SOLO su uno stativo dotato di lente di tubo (vedi il manuale: "Problemi Tecnici della Microscopia Ottica", Cap. 3.2) e con preparati senza lamella. Inoltre, l'ingrandimento nominale ($M = 50$) si ottiene solo con una focale della lente di tubo pari a circa 250 mm, un valore classico, ma oggi in disuso.

L'assenza dell'anello di correzione in un obiettivo di apertura così forte si spiega col fatto che, dovendo lavorare senza lamella, è inutile correggere per errori nello spessore di qualcosa che non ci deve essere.

Dalle figure 108 si può notare un piccolo residuo di coma (in asse), ma su questo non si può

influire poiché, come si è detto, i barilotti singoli si incastrano l'uno sull'altro tramite un bordo rilevato e del resto mancano la lente flottante ed i fori di centratura.

Comunque, a proposito di centratura, nella figura 107 si osservino due barilotti singoli che portano, nel bordo rilevato, piccole intaccature da bulino (le freccette bianche dovevano mettere in evidenza proprio le intaccature). Tali intaccature sollevano il metallo sul loro margine e rendono non perfettamente circolare il bordo rilevato dei barilotti. Questo significa che, al momento dell'incastratura, si può modificare la centratura reciproca fra due singoli barilotti semplicemente modificando il loro orientamento.

Un metodo di centratura assai originale. Che si possa parlare di “ottica creativa”?

Questa interpretazione è suffragata dal fatto che, su un lato del pacco lenti, si nota un'incisione parallela all'asse, capace di indicare un orientamento preferenziale dei barilotti attorno all'asse medesimo (fig. 109).

Fig. 109 — Il pacco lenti assemblato. L'incisione indicata dalla freccia bianca sembra non essere casuale in quanto consente di dare ad ogni barilotto una definita posizione azimutale.

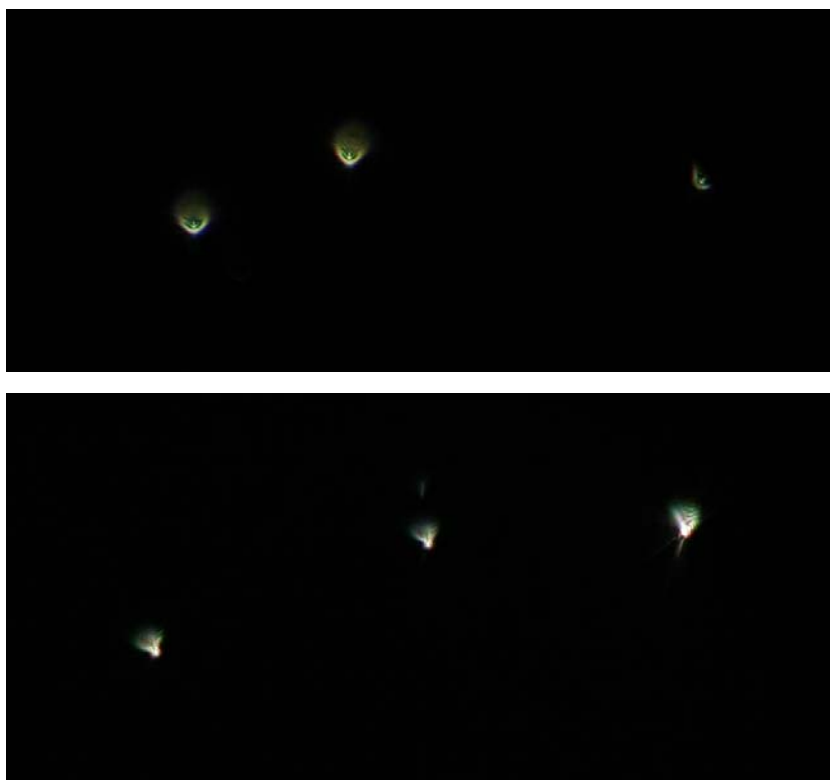


Si può pensare che il montaggio dell'obbiettivo sia stato effettuato aggiustando la centratura reciproca dei singoli barilotti con i colpetti di bulino sopra notati ed incastrando bene i barilotti l'uno sull'altro. Per poter poi ritrovare il corretto orientamento di ogni barilotto in un momento successivo, nulla di più semplice che marcare tutto il pacco appena montato con una buona incisione che servirà da chiave per il futuro.

Un'ultima occhiata alle aberrazioni extra-assiali (figg. 110).

Fig. 110 — Si vede bene un residuo di coma centrifuga quasi simmetrica (il centro del campo è in basso, fuori figura). Residuo previsto dal progetto, e quindi non eliminabile.

In un obbiettivo “F1”, cioè “alla fluorite”, semi-apocromatico, si può quasi tollerare.



**n° 12 – OBBIETTIVO “Carl Zeiss Jena – Apochromat 40/0,95 – 160/0,17”
Matr. 68 49 36**

Montatura telescopica. Lo = 34 mm. Passo RMS. Anello di correzione 0,12 – 0,20.

CONDIZIONI INIZIALI:

1) Lente frontale interessata da fitte e finissime incisioni.

Nessun rimedio possibile, ma il danno è assai modesto dal punto di vista ottico.

2) Lente emergente coperta sui bordi, per circa 1/5 del suo raggio, da materiale trasparente e molle. Il materiale è risultato solubile in xilolo (balsamo del Canada debordato al momento del montaggio della lente?). Pulizia completata.

3) Leggera coma in asse. Si tratta di un difetto di centratura.

Per accedere ai fori di centratura è stato necessario smontare alcune parti esterne, fra cui l'anello di correzione. A questo punto la parte mobile di questo meccanismo (vedi H in fig. 115) era spinta verso il basso dalla molla interna e dalla gravità. Ciò comportava un forte residuo di sferica che nascondeva completamente la coma. Prima di centrare la lente flottante era dunque necessario eliminare quel residuo. Ciò si è ottenuto ponendo sullo star test un sistema di due lamelle dello spessore complessivo di 0,31 mm.

A questo punto, non è stato difficile perfezionare la centratura con i metodi usuali.

4) Forte astigmatismo simmetrico (4 u.d.) su di un indice di campo di 18 mm.

Si tratta di un difetto di progetto, ineliminabile. Stupisce che un obbiettivo apocromatico mostri un tale residuo di aberrazioni extra-assiali.

Si è verificato che fosse corretto il funzionamento del collare di correzione con lamelle di diverso spessore, da 0,13 a 0,20 mm.

CONCLUSIONI: si tratta di un obbiettivo ad altissima risoluzione ($NA = 0,95$), con ottima definizione al centro del campo (purché si utilizzi oculatamente l'anello di correzione), ma con cattiva definizione ai margini del campo.

Prestazioni al di sotto della sua classe.

Fig. 111 – Prima fase dello smontaggio: diaframma superiore e molla del movimento a pompa.



Fig. 112 – Smontaggio dell'anello inferiore (A), del collare graduato (B) e della camicia esterna (E, che si avvita sull'anello D). La filettatura di fissaggio dell'obiettivo è ricavata dalla camicia E.



Fig. 113 – Sono smontati anche l'anello di correzione (C) e l'anello D, il cui orlo inferiore ripiegato funge da battuta inferiore per il movimento telescopico.



Fig. 114 – Si noti, prima di smontare l'anello graduato B, che occorre allentare il grano G. Si noti anche la spina S che è stata infilata in un forellino (Ø = 0,7 mm) ricavato nella superficie di contatto fra l'anello B ed il barilotto in ottone al suo interno. Questa spina impone un orientamento reciproco obbligato fra l'anello B ed il barilotto generale.

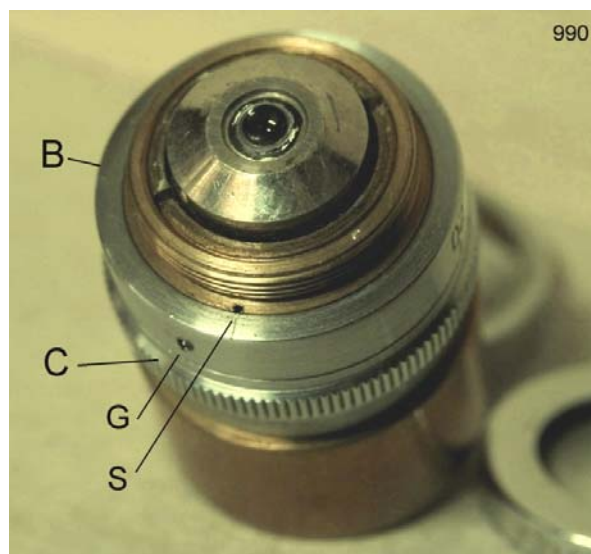
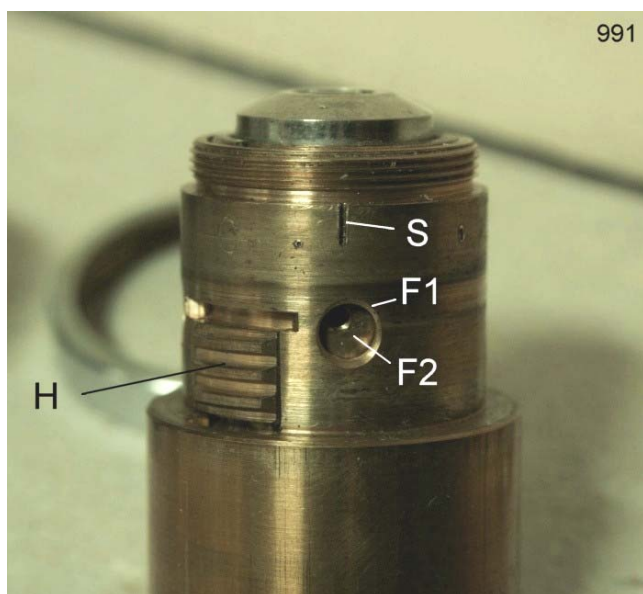
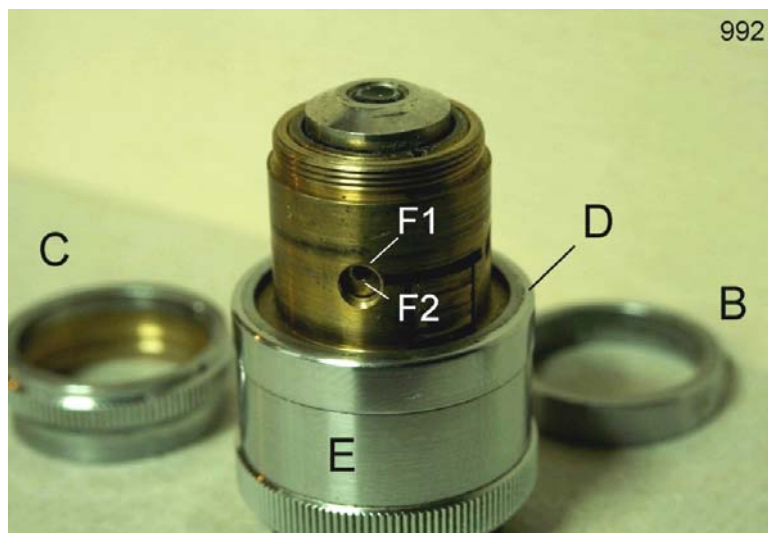


Fig. 115 – Una volta liberato il barilotto generale esterno, appaiono i fori di centatura nel barilotto interno (F2), accessibili attraverso fori assai più grandi del barilotto esterno (F1). “S” rappresenta il semi-foreo per la spina della figura precedente.

“H” è la filettatura del barilotto interno che scorre assialmente durante la rotazione dell'anello C per consentire la correzione della sferica.

La filettatura del barilotto interno (H) corrisponde ad una filettatura interna dell'anello C, filettatura visibile in fig. 113.

Fig. 116 – Quando il barilotto generale esterno è alloggiato all'interno della camicia E (attenzione alla piccola chiavetta di orientamento incastonata sulla superficie esterna del barilotto) e l'anello D è avvitato su E per stabilire il fine corsa inferiore del barilotto, è possibile rimontare l'obiettivo sul revolver e procedere alla centratura, essendo i fori di centratura visibili dall'esterno.



Come si vede, paese che vai, marchingegno che trovi. Ed ogni costruttore, ogni obiettivo, propone nuove soluzioni. Al riparatore si richiede fantasia e pazienza.

n° 13 – OBIETTIVO “Nikon Plan Apo – 40/0,95 – 160/0,11–0,23”
Matr. 63 14 84

Ancora un obiettivo di grandi pretese. Data la forte apertura, ed essendo del tipo “a secco”, è d’obbligo l’anello di correzione per neutralizzare piccoli errori nello spessore della lamella. Lunghezza ottica $L_o = 45$ mm. Passo di vite RMS.

CONDIZIONI INIZIALI:

Forte residuo di coma in asse (fig. 117)

Fig. 117 – Star test in asse. Oculare Jena PK 32
×. Ingrandimento successivo: circa 3:1.



Superficie periferica (smerigliata) della lente frontale priva di annerimento, come s’intuisce dalla fig. 118.

Fig. 118 – Condizioni iniziali. S’intravede la superficie piana marginale della lente frontale priva di annerimento.



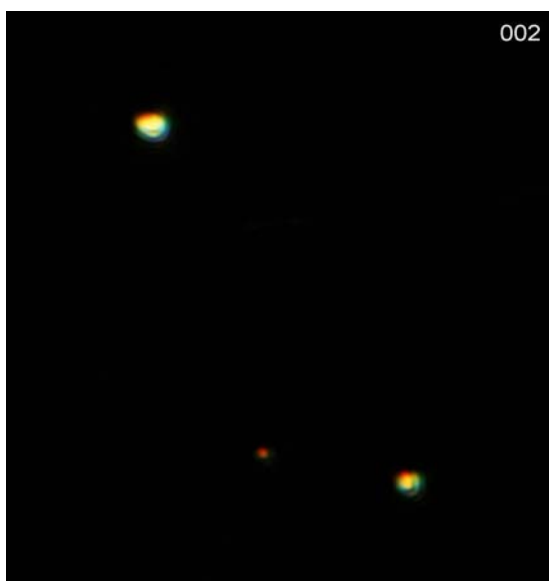
L’anello conico inferiore si svita facilmente e, bontà del costruttore, mette in vista i fori di centratura senza smontare l’anello di correzione e quindi lasciando l’obiettivo in condizioni di perfetto funzionamento. Ciò è molto gradito a chi si occupa di manutenzione poiché, presso molti costruttori, per mettere a nudo i fori di centratura, occorre smontare il meccanismo di

correzione e la centratura diviene impossibile a causa della forte sferica che si produce. In questi casi occorre escogitare qualche marchingegno per tenere “corretto” l’obbiettivo durante la centratura (vedi la scheda precedente).

Siamo arrivati allora alla condizione di fig. 119.

Fig. 119 – L’obbiettivo si può centrare semplicemente svitando il primo anello (a destra in figura). “F” indica un paio dei 4 fori di centratura. Si noti in essi il sigillo in gomma siliconica grigia.

Effettuata la centratura con i mezzi usuali, si arriva alla nuova condizione di fig. 120.



← Fig. 120 – Le centriche appaiono quasi normali ma, a maggior ingrandimento, appare un piccolo residuo di astigmatismo “in asse”: nelle figg. 121 e 122 si vede come si deforma una centrica con una leggera variazione del fuoco.

Si tratta di un’errata inclinazione di qualche lente, ed è praticamente impossibile mettervi rimedio (...uovo che vai, pelo che trovi...), ma si badi: il difetto è così piccolo nel nostro caso che lo si vede solo ingrandendo molto la foto. Nell’osservazione normale è quasi impercettibile.

Figg. 121 e 122 – Con un successivo ingrandimento, appare un piccolissimo residuo di astigmatismo sull’asse. Al variare della messa a fuoco, appaiono le due “focaline”, rispettivamente perpendicolari. Le dominanti di colore delle due foto rivelano un residuo di cromatica longitudinale.



C’è però da notare un fatto grave: i fori di centratura erano inizialmente chiusi da un piccolo tappo in gomma siliconica, una specie di sigillo che certi costruttori pongono, sia per garantire ad

un successivo intervento che l'obiettivo non sia stato manomesso, sia per consolidare la posizione della lente flottante. Dunque, questo obiettivo non è mai stato manomesso né tantomeno sottoposto a tentativi di centratura dopo l'uscita dalla fabbrica.

In altre parole, l'obiettivo in questione è uscito dalla fabbrica con una cattiva centratura: il controllo di qualità finale non c'è, oppure non controlla.

Non ci si può fidare di nessuno, e questo caso non è certo isolato.

Per quanto riguarda le aberrazioni extra-assiali, vi è un sensibile residuo di astigmatismo che non può essere del tutto simmetrico poiché, come abbiamo notato, vi è un piccolo residuo anche al centro del campo (figg. 123 – 124).

Fig. 123

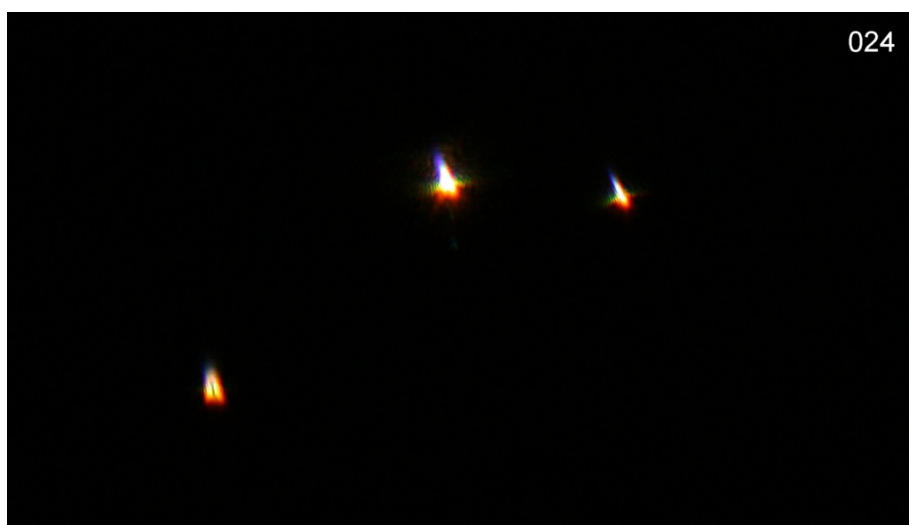


Fig. 124 –
Focheggiando legger-
mente, ai bordi del
campo appaiono le fo-
caline astigmatiche.

Le loro bordature
colorate sono asimme-
triche e denunciano un
piccolo residuo di CVD.

Il centro del campo
è fuori figura, in basso a
destra.

Oculare Leitz
Periplan GF 10 × / 18.



Un'occhiata alle aberrazioni del piano: il reticolo a passo $20 + 20 \mu$ dimostra che la planeità non è perfetta. Le figure che seguono (125 e 126) mostrano che, in due posizioni di fuoco molto vicine, è a fuoco perfetto solo il centro o il margine del campo.

Queste foto sono state riprese con un oculare Zeiss Jena GF-P 10 × (18) a pupilla alta, cioè su un indice di campo “normale”, di 18 mm.

Si noterà anche che, ai margini destro e sinistro del campo, vi sono leggere bordature colorate, col blu all'interno delle righe nere. Poiché l'oculare è un acromatico, se ne deduce che vi è un residuo di cromatica laterale (CVD). Questo obiettivo infatti dovrebbe essere accoppiato con un oculare semi-compensatore.

Fig. 125 – Fuoco ai bordi.

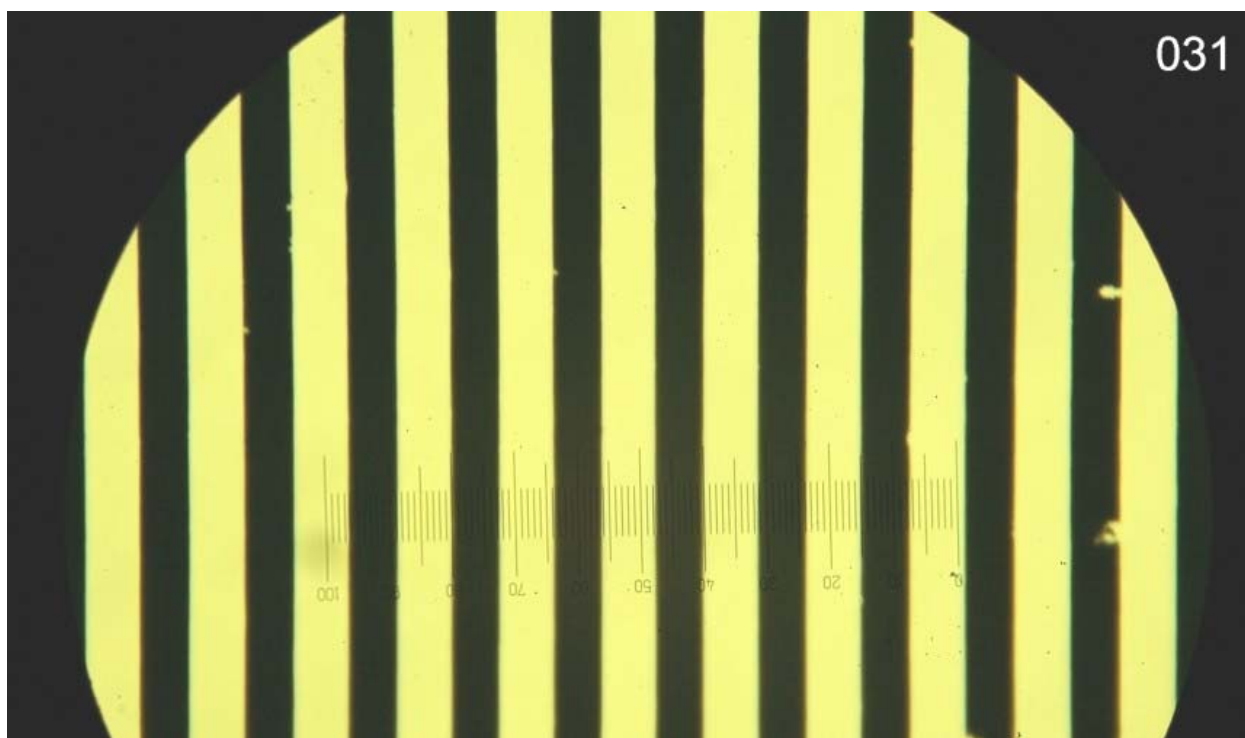
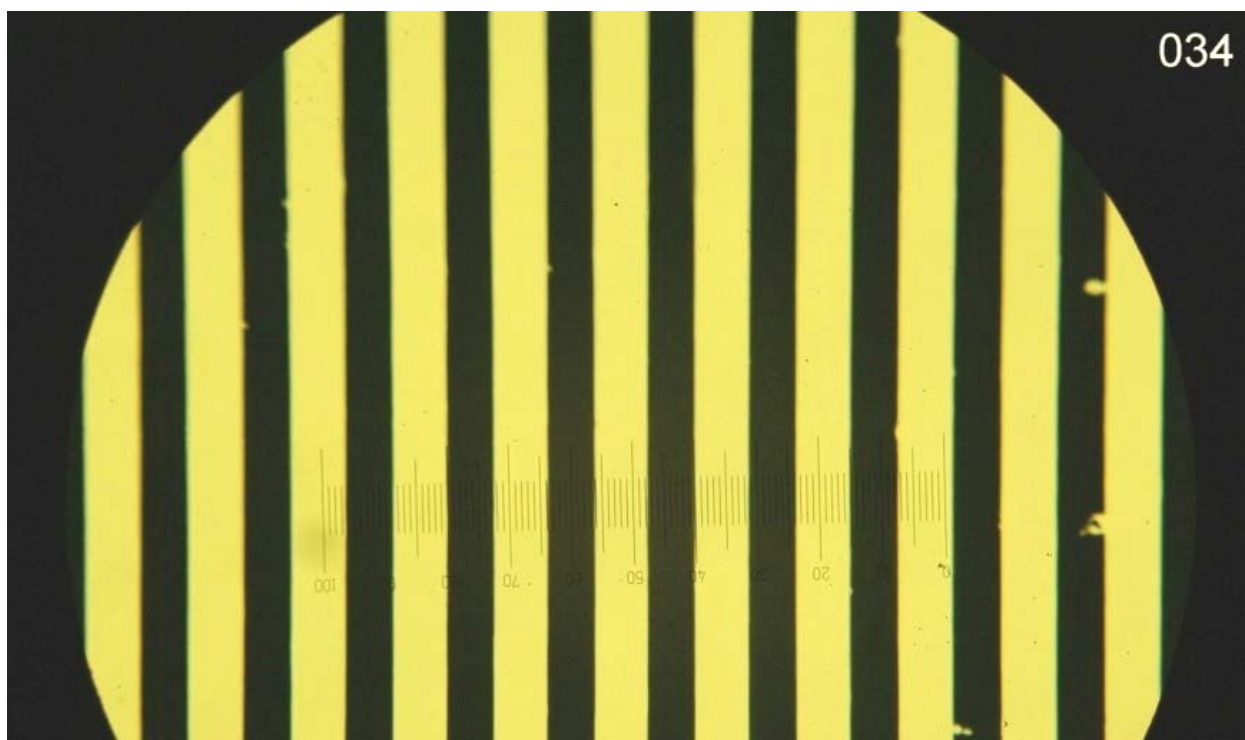


Fig. 126 – Fuoco al centro.



CONCLUSIONI: un ottimo obbiettivo, ma con prestazioni inferiori a quelle nominali.
Piccolissimo residuo di astigmatismo in asse, da montaggio.
Sensibile residuo di astigmatismo simmetrico, che stona in un apocromatico (da progetto).
Planeità d'immagine non perfetta.

n° 14 – OBBIETTIVO “PL 60/0,85 – 160/0,17”

Ottica Turi

PERIZIA su 4 esemplari

PARAMETRI

Caratteristiche meccaniche a norme DIN: lunghezza ottica $L_o = 45$ mm; passo di vite RMS. Montatura molleggiata.

Ingrandimento nominale $M_{Ob} = 60:1$. Apertura numerica nominale $NA = 0,85$. Lunghezza di tubo $L_m = 160$ mm. Spessore di lamella standard $d = 0,17$.

L'obiettivo è di semplice costruzione, a forte apertura. Poiché manca l'anello di correzione, questo obiettivo è sensibilissimo al valore di spessore della lamella (d). È sufficiente uno scarto di $40\ \mu$ (0,04 mm) per dare un sensibile residuo di sferica (vedi la figura 129).

Fig. 127

La camicia che porta le notazioni si svita facilmente e scopre i 4 fori di centratura (in alto).

Si noti però che l'orlo inferiore della camicia è ripiegato all'interno e trattiene il barilotto generale, determinando così il limite inferiore della corsa del movimento telescopico e quindi la lunghezza di parfocalità dell'obiettivo (L_o).



VERIFICHE

La correzione della sferica è ottima. Infatti, con lamella normale di spessore $d = 0,170$ mm, la centrica sopra e sotto il miglior fuoco appare identica e con deboli anelli.



Fig. 128 – Esame dello star test al centro del campo. Oculare Zeiss Jena PK 32 $\times$. Ingrandimento elettronico successivo: maggiore di 5:1.

Nella fig. 128 qui sopra si vede il risultato dell'osservazione dello star test in tre condizioni di messa a fuoco: la centrica nelle posizioni di miglior fuoco (al centro), leggermente sopra e leggermente sotto il miglior fuoco (ai lati).

Se però si ripete l'osservazione con una lamella troppo sottile (o troppo spessa) e, nel caso nostro, con $d = 0,13$ mm, con uno scarto quindi di 4 centesimi di mm rispetto al valore nominale, si osserva un peggioramento, e soprattutto una differenza della centrica fra fuoco "corto" (immagine "ad anelli", a sinistra nella figura) e fuoco "lungo" (a destra, immagine "sfumata").



Fig. 129 – Esame con lo star test con lo stesso obiettivo e lo stesso oculare, ma con lamella di spessore insufficiente ($d = 0,13$ mm). Oltre alla differenza fra la centrica sopra e sotto il miglior fuoco (ai lati), anche nel miglior fuoco la centrica appare di forma regolare ma di dimensioni maggiori rispetto a quella della figura precedente (sempre al centro). È in queste condizioni, di miglior fuoco, che la sferica può passare inosservata, benché produca sempre una perdita di risoluzione (e di microcontrasto).

Occorre dunque ribadire che gli obiettivi a secco forti, con apertura superiore a circa 0,6, sono molto sensibili allo spessore della lamella; se sono molto forti, come quello qui esaminato, richiedono il controllo di quello spessore con la precisione di 1 – 2 centesimi di mm (da eseguire prima di chiudere il preparato, su ogni singola lamella, a mezzo di un calibro centesimale del tipo "Palmer"). Se però l'obiettivo è munito di un "collare di correzione", è possibile compensare un errato spessore di lamella fra circa 0,10 e 0,22 mm, nei casi normali. Obiettivi particolari consentono una correzione fra 0 e 2 mm.

Per quanto riguarda le altre aberrazioni, solo in uno degli obiettivi in esame si è dovuto ritoccare la centratura della lente flottante per eliminare un piccolo residuo di coma "in asse". La coma di progetto, "simmetrica", è invece praticamente assente.

L'astigmatismo di progetto, "simmetrico", è invece sensibile (2 u.d.), come c'è da aspettarsi in un obiettivo forte e planare. Praticamente assente l'astigmatismo in asse.

La cromatica longitudinale è presente in lieve traccia.

La cromatica laterale (CVD) è quasi corretta con gli oculari Turi WF 10 $\times$ /20, che sono quelli previsti dal costruttore. Si tratta di una lieve sotto-correzione dovuta alla semi-compensazione di quegli oculari. Con un oculare compensatore classico le cose andrebbero ancora meglio.

Lo spianamento dell'immagine non è totale, ma copre almeno l'80% del diametro.

La parfocalità e la parcentratura fra i quattro esemplari esaminati è ottima.

C'è poi da rilevare la forma della lente frontale, come è ormai divenuta usuale negli obbiettivi planari a secco: una superficie lucida concava verso l'esterno (la frontale è un menisco "spesso", cioè di forte spessore), ed una superficie convessa all'interno.

Poiché la superficie concava esterna è assai più piccola di quella interna, data la forte apertura lato oggetto, si ha una forma globale come è schematizzato in fig. 130.

Fig. 130 – Sezione schematica di una lente frontale a menisco. La superficie esterna concava è circondata da un anello piano smerigliato (AS) che è otticamente inutile e che viene lasciato pertanto "smerigliato", non lucidato.

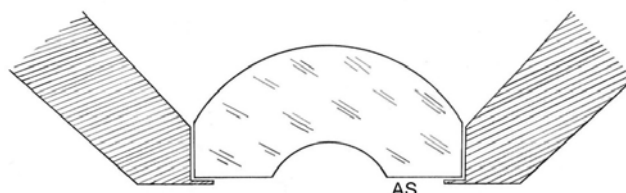
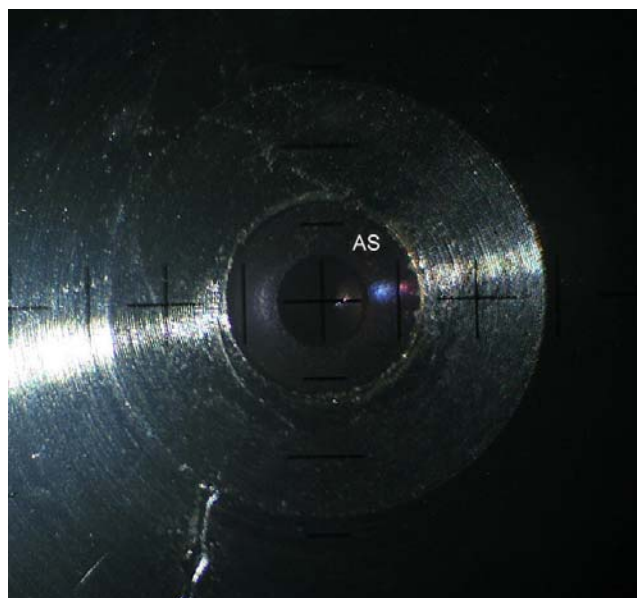


Fig. 131 – Ecco come appare dall'esterno l'anello smerigliato AS della figura precedente. Si noti che la superficie lucida concava centrale ha un diametro di circa 1 mm.

Va ricordato che una superficie frontale concava ha senso solo in un obbiettivo a secco: l'olio usato per l'immersione omogenea renderebbe otticamente inesistente tale superficie (eguaglianza dell'indice). Pertanto la superficie esterna della frontale di un obbiettivo HI è sempre piana.



L'anello AS può essere colpito da fasci non utili di varia origine:

- luce diffusa dall'oggetto, specialmente se il campo illuminato è eccessivo (diaframma di campo troppo aperto);
- luce riflessa o diffusa dalle montature o dalle superfici laterali delle lenti, specie del condensatore;
- fasci marginali troppo obliqui prodotti dal condensatore, specialmente se non aplanatico e non acromatico, e con diaframma d'apertura troppo aperto;
- luce ambiente di varia origine.

Pertanto, presso i migliori costruttori, tale anello viene annerito con opportune vernici per evitare inutili perdite di contrasto.

Negli obbiettivi in esame tale annerimento mancava e lo si è realizzato con inchiostri indelebili, del tipo usato nei pennarelli "permanenti".

Alla pagina seguente sono messe a confronto nella fig. 132 quattro foto riprese (nelle stesse condizioni e senza alterarne il contrasto) con diaframma di campo tutto aperto (le due foto in alto) e aperto per il solo necessario (le due in basso), con un obbiettivo originale, senza annerimento dell'anello AS (a sinistra), e con un obbiettivo annerito (a destra).

È difficile vedere in queste foto una qualche differenza fra le quattro condizioni, ma si

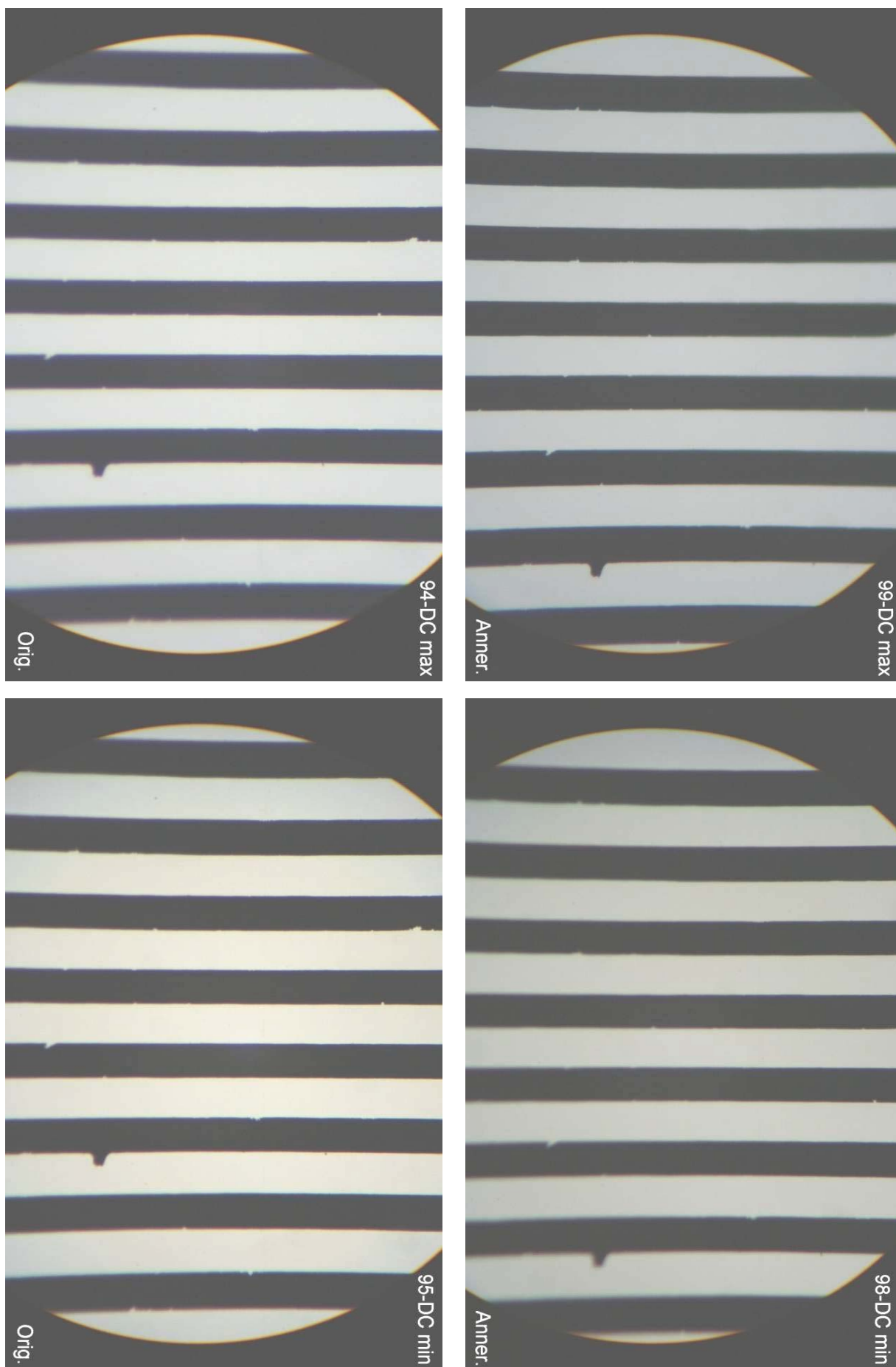
ricordi che l'osservazione visuale è assai più sensibile alle sfumature di contrasto di qualunque fotografia.

Si intravedono, specialmente verso la parte bassa delle figure, le lievi bordature colorate da CVD, nonché i segni di una lieve distorsione “a cuscinetto”.

Anche i margini dell'immagine, corrispondenti ai margini del diaframma di campo visivo presente nell'oculare, sono colorati in rosso-arancio poiché si tratta di oculari semi-compensatori.

Si avverte anche che la messa a fuoco non è uniforme su tutto il campo.

Fig.132 – Il reticolo con diaframma di campo aperto tutto o al minimo.



n° 15 – UN TUBO “ERGONOMICO”

Nikon trioculare

Anche se non è un obbiettivo, possiamo occuparci all’occasione di altre parti del microscopio.

Con una complicata etimologia dal greco, si chiama “ergonomico” (“secondo le leggi del lavoro”) un qualunque strumento che rispetta le esigenze del lavoratore. Per es., che non lo obbliga a sforzi inutili od a posizioni scomode.

Nel caso dei “tubi” porta-oculari del microscopio (una volta erano proprio dei tubi, ma ora ...), si chiama ergonomico quel tubo capace di adattare l’altezza e/o l’inclinazione degli oculari alla testa dell’osservatore, o almeno alla posizione più comoda per essa.

Dato che non si può variare la lunghezza “equivalente” (quella otticamente determinante) del tubo, cioè la distanza equivalente fra obbiettivo ed oculare, senza alterare ingrandimento, parfocalità, correzione della sferica, ecc., qualunque tubo ergonomico deve mantenere costante quella lunghezza.

Ciò si ottiene in vari modi, generalmente a mezzo di specchi o prismi mobili.

In alcuni casi, è possibile variare anche l’altezza degli oculari: ciò si ottiene con un cammino ottico a zig-zag: un pezzo inferiore immobile, che si fissa al braccio dello stativo; un pezzo intermedio articolato ed un vero tubo porta-oculari, snodato sul precedente.

Spesso però un tubo ergonomico si limita a variare l’inclinazione degli oculari, ed in questo caso si ha una scatola inferiore fissa ed un tubo vero e proprio, inclinabile, come quello che si vede nelle figure seguenti.

Fig. 133



È ovvio che, variando l’inclinazione del tubo porta-oculari, varia anche l’altezza della loro lente superiore (lente oculare) e quindi può essere variabile l’altezza degli occhi dell’osservatore.

Che poi il tubo sia bioculare o trioculare, non cambia. Naturalmente, il tubo verticale per la fotografia rimane comunque immobile e deve restare parfocale cogli altri.

Un dettaglio. Il tubo descritto in questa “Scheda” è del tipo “secondo Siedentopf”, formato da due parti incernierate su un asse centrale, che è fisso. L’oculare infilato in una delle due boccole porta-oculari ruota rispetto alla verticale quando il “mezzo tubo” su cui è montato ruota attorno a quell’asse centrale. Se l’oculare porta un reticolo (graduazione, riquadro, e soprattutto il crocifilo indispensabile in polarizzazione), quel reticolo ruota allora attorno al centro del campo visuale. Ciò è intollerabile, specialmente in polarizzazione.

Per evitare questa rotazione si ricorre a due soluzioni:

— tubi a slitta, in cui gli oculari e le loro boccole non ruotano; ma in questo caso la lunghezza del tubo varia al variare della distanza pupillare, a meno che non si ricorra a tubi speciali dotati di una compensazione interna (Leitz, Wild, ad es.);

— tubi secondo Siedentopf modificati, dotati di un sistema interno di camme che impongono all'oculare micrometrico una rotazione di segno opposto a quella della boccola che lo porta.

Questa seconda soluzione è stata adottata nel tubo descritto in questa Scheda.

Si veda la fig. 134, qui sotto:



si noterà che la parete della boccola destra è assai più spessa di quella a sinistra. Essa, infatti, contiene un tubo interno che è collegato alle parti fisse della scatola in modo da non alterare il proprio orientamento comunque si muovano i due “mezzi-tubi”¹.

Poiché il tubo ergonomico Nikon qui illustrato rappresenta un caso tipico, ed abbiamo l'occasione di vederlo “come è fatto dentro”, può essere utile osservare le foto che seguono.

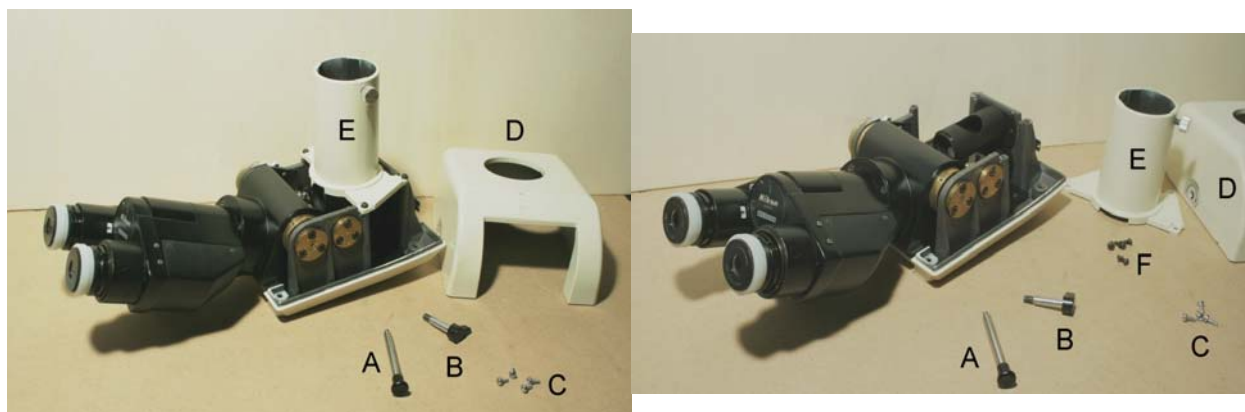


Fig. 135 – Prima fase dello smontaggio. Togliere prima di tutto il tirante A (quello che consente di commutare fra canale visione e canale foto, visibile nella fig. 133) e la vite B (che serve a bloccare l'inclinazione degli oculari); poi, togliere le quattro viti C e quindi liberare il coperchio D. Togliendo le quattro viti nere F, alla base del tubo E, si libera il tubo stesso.

Tolti i coperchi, appare la struttura interna. G e G' rappresentano il perno trasversale attorno a cui ruota il tubo inclinabile, con tanto di viti per regolare la frizione. Il gioco nei fori delle viti che fissano il disco a sinistra consente l'orientamento esatto dell'asse di rotazione.

¹ Nel nostro caso, le boccole porta-oculari hanno un diametro interno di 30 mm, uno standard molto in uso nei microscopi stereoscopici, il che facilita la realizzazione di oculari “grandangolari”.

J è una sottile lamina d'acciaio che è solidale col tubo inclinabile e scorre fra due ganasce: una a destra, fissa, non visibile nella foto, l'altra a sinistra (K). La ganascia K è spinta dalla vite B (fig. 135) e serve a bloccare l'inclinazione del tubo al valore voluto (vedi anche la foto 137).

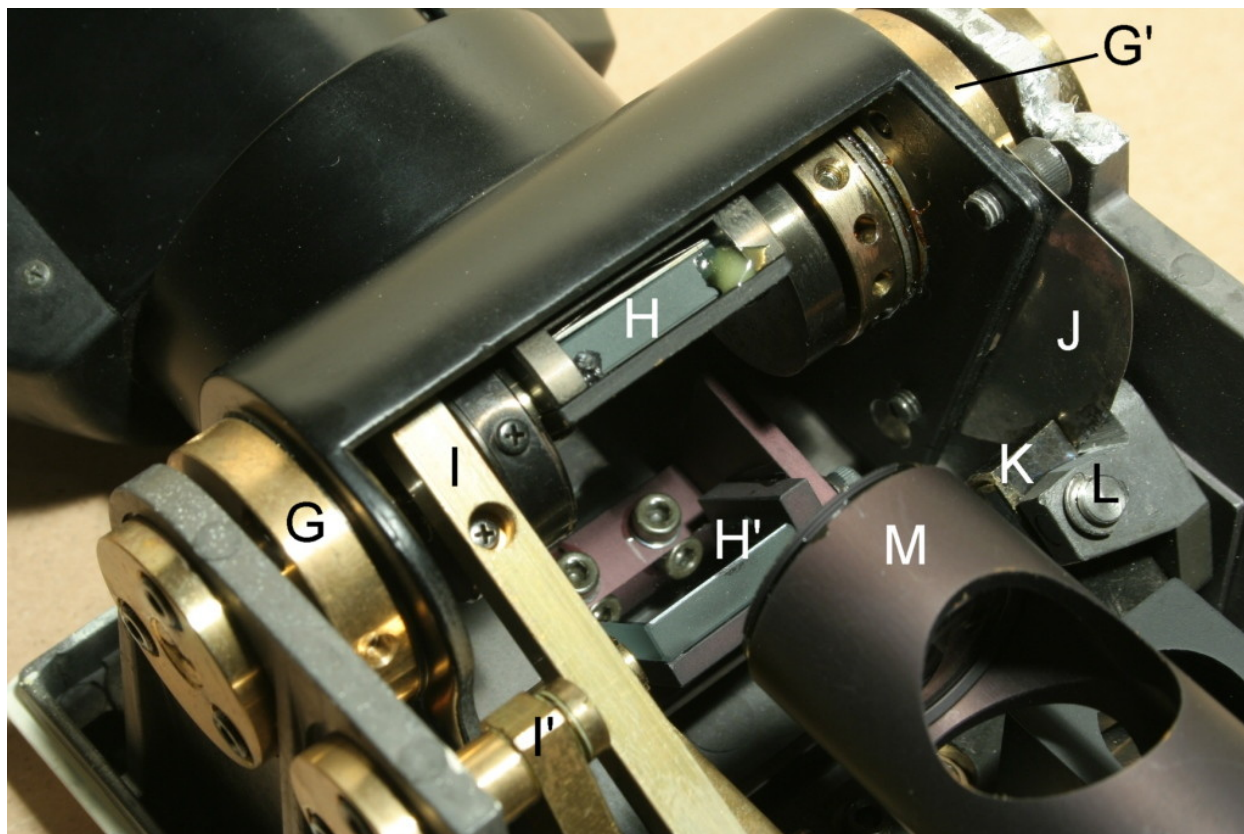


Fig. 136

Quando il tubo ruota attorno all'asse G – G' di un angolo qualunque, il fascio formatore d'immagine che proviene dall'obiettivo deve ruotare dello stesso angolo. Ciò è assicurato da due specchi (H ed H'). Lo specchio H riceve il fascio dall'obiettivo, attraverso lenti e prismi opportuni (tubo M), e lo rinvia sullo specchio H'. Quest'ultimo rinvia il fascio verso il tubo inclinabile, ma la sua rotazione deve essere la metà di quella del tubo, visto che il fascio riflesso da uno specchio ruota di un angolo doppio rispetto alla rotazione dello specchio stesso.

Per questa operazione provvede un sistema di leve di cui due sono ben visibili: I ed I' (in centro ed in basso).

Nella figura 137 si vede un dettaglio del sistema di blocco dell'inclinazione del tubo: la vite B spinge sull'estremo inferiore del blocchetto K. Questo ruota attorno al perno L e con la sua estremità superiore spinge la lamina J contro la parete opposta della forcina che porta il perno L.

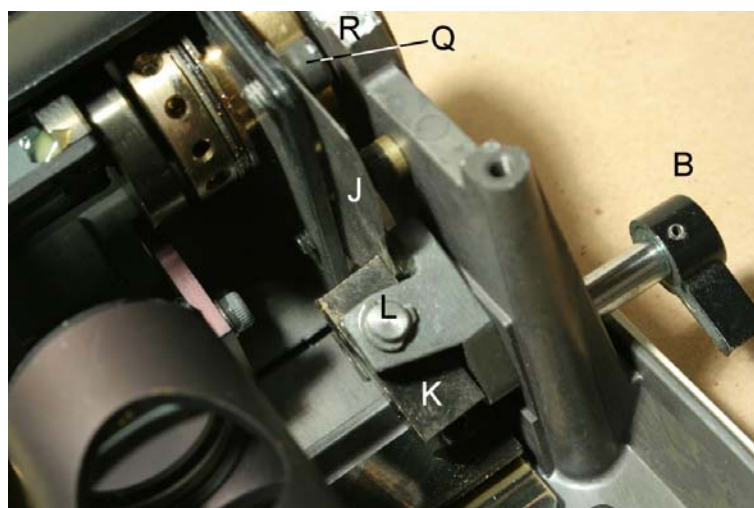


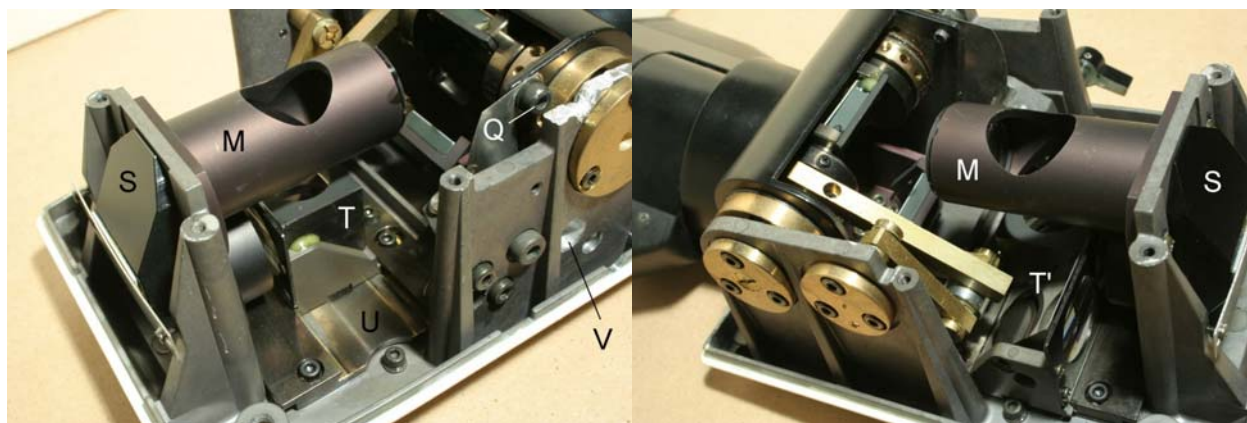
Fig. 137

Ci siamo dilungati su questo meccanismo per due ragioni.

- Se la vite B è stretta, la lamina J è bloccata; a questo punto, se l'operatore si sforza di inclinare il tubo, la lamina J si deforma irrimediabilmente, essendo piuttosto sottile, ed il movimento comincia a scorrere male, anche allentando successivamente la vite B.

- Se si tenta di smontare il meccanismo, si devono prima togliere due viti, una inferiore, accessibile attraverso un foro a destra della vite B (V in fig. 138); l'altra più in alto (Q in fig. 137 e 138). Quest'ultima però si può smontare solo dopo aver tolto lo spigolo superiore (R) della parete di destra che porta il meccanismo. Ciò si ottiene con un fresino a mano o la punta di una lima.

Tornando all'interno della scatola, si è già visto nella fig. 136 il tubo M. Lo si vede meglio nelle figg. 138 e 139, qui sotto.



Il fascio che proviene dal basso (dall'obbiettivo) passa attraverso uno dei blocchetti T o T', che possono essere sostituiti uno all'altro in quanto montati su una guida (U), che si manovra dall'esterno con il tirante A (fig. 135). Inserendo il blocchetto T' (che porta un prisma rettangolo a riflessione totale a 90°), il fascio viene diretto verso destra, viene riflesso tre volte internamente al prisma S² e riportato in avanti verso lo specchio H, poi riflesso sullo specchio H' ed infine nel tubo bioculare (fig. 136).

² una prima ed una terza volta sulle facce minori, inclinate, del prisma S, una seconda volta sulla faccia maggiore, verticale. I fasci entrante ed uscente sono paralleli fra loro, ma le riflessioni interne al prisma sono tre e quindi il fascio è rovesciato in senso alto-basso. Si compensa così il rovesciamento operato dal prisma T', sempre in senso alto-basso.

Se invece si inserisce il blocchetto T, il fascio lo può attraversare senza deviazioni e proseguire verso l'alto, nel canale "foto". Ma il blocchetto T non è un semplice foro vuoto: esso contiene un prisma cubico, formato da due prismi rettangoli isosceli. I due prismi sono incollati fra loro con la faccia ipotenusa in comune e nel complesso il prisma appare cubico. La superficie ipotenusa di uno dei due semi-prismi è trattata con strati sottili semiriflettenti, per cui il fascio che dal basso sale al tubo fotografico viene suddiviso in due parti ed una parte prende un decorso orizzontale, ritorna sul prisma S (figg. 138 e 139), poi sullo specchio H, ecc. In queste condizioni dunque si può fotografare (con l'80 % dell'intensità del fascio) e simultaneamente osservare (col rimanente 20 %).

Ovviamente, il cammino geometrico del canale foto e del canale visione non sono identici: basti pensare al lungo cammino ("visione") fra il prisma T oppure T', il prisma S, il tubo M, gli specchi H ed H', ecc. Per rendere uguali i due cammini, esistono sotto ed all'interno del tubo M opportune lenti.

Ciò significa che il sistema ottico comporta molte parti, lenti, specchi e prismi. Quando si rende necessaria una pulizia, smontare qualcuna di quelle parti significa correre alcuni rischi:

- perdere la parcentralità fra i due canali;
- perdere la parfocalità fra di essi;
- variare la lunghezza complessiva del tubo;
- ma, soprattutto, inclinare l'asse ottico del sistema rispetto a quello dell'obbiettivo.

Quest'ultimo caso è il più dannoso poiché comporta l'insorgenza al centro del campo di aberrazioni extra-assiali (specialmente astigmatismo). Ed un simile effetto può sfuggire ad un primo frettoloso esame.

Per evitare queste perdite di allineamento valgono le solite regole: – spinare i pezzi che il costruttore non abbia già provveduto di spine e solo allora smontarli; – fare attenzione ai sottili "spessori" (rondelle, pezzetti di foglio d'alluminio o di plastica, ecc.) che il costruttore pone fra un pezzo e l'altro per correggere certi allineamenti; – introdurre riferimenti (piccole incisioni, ad es.) su tutti i pezzi simmetrici, che possono essere rimontati inavvertitamente in posizione invertita, e così via.

Ad un controllo generale degli allineamenti si provvede con appositi strumenti (vedi l'articolo n° 20, "L'allineamento del sistema ottico del Microscopio" nel sito www.funsci.com").