

**n° 2 – OBIETTIVO “Zeiss Planapocromatico 25/0,65 – 160/0,17
46 06 40 – 9903” “West Germany”
OBIETTIVO "Ottica Turi Acromatico 20/0,40 - 160/0,17"**

Il proprietario, un professionista di grande esperienza, aveva osservato “qualcosina” che non andava, in particolare tramite confronti con altri obiettivi analoghi. Occorreva andare a fondo: dovevo essere più pignolo di lui.

Stato iniziale: ottimo. Leggera coda di coma in asse (da centratura). Lieve coma centripeta simmetrica (da progetto). Lievissimo residuo di sferica sottocorretta (da tolleranze di fabbricazione). Superficie anulare smerigliata della frontale non annerita (vedi la fig. 21). Diaframma di chiusura (superiore) con un diametro di 5,8 mm, mentre il diametro della lente emergente è di circa 8,5 mm. Ciò riduce l’apertura utile dell’obiettivo e pertanto ne diminuisce la risoluzione.

ESAME allo STAR TEST e confronto con altri obiettivi simili di diversi fabbricanti.

Le figure nelle pagine che seguono rappresentano fotomicrografie eseguite con uno stativo a tubo diritto con $L_m = 160$ mm ed un oculare Zeiss Jena PK $32 \times / 6,3$. Fotocamera digitale Canon 350 D. Le fotografie con l’obiettivo Zeiss in esame sono state eseguite senza il diaframma di chiusura sopra descritto.

Le foto non sono state elaborate elettronicamente, ma del campo visuale si è ritagliata la porzione centrale che rappresenta circa 1/10 della superficie di esso. È come aggiungere un ingrandimento lineare supplementare di circa $3 \times$. Rispetto ad una normale osservazione con un oculare $10 \times$, si ha quindi un aumento dell’ingrandimento di $(32/10) \times 3 = 3,2 \times 3 = 9,6 \times$ circa (sarebbe come avere un oculare da $10 \times 9,6 = 96 \times$).

Per ogni obiettivo sono state riprese tre foto dello star test posto al centro del campo visuale, corrispondenti a fuoco “corto”, ottimale e “lungo”, in modo da mettere in evidenza eventuali residui di sferica ed errori di centratura, ma escludendo le aberrazioni extra-assiali normali (simmetriche, da progetto), che verranno esaminate in seguito.

Le dimensioni della centrica danno una buona misura della risoluzione dei singoli obiettivi poiché tutte le foto sono state ingrandite nella stessa misura. Si noti però che l’obiettivo Zeiss Planapo 25, avendo un ingrandimento leggermente superiore agli altri (che hanno tutti $M = 20:1$), deve fornire una centrica ideale proporzionalmente più grande, a parità di apertura ed altre condizioni, per ragioni puramente geometriche.

In sequenza, le pagine che seguono mostrano gli stessi fori dello star test osservati con gli obiettivi:

- Zeiss Oberkochen Planapocromatico 25/0,65, quello relativo alla perizia presente.
- Anonimo (presumibilmente di fabbricazione cinese, distribuito in Italia dalla ditta Ottica Turi di Pistoia), acromatico, 20/0,40.
- Lomo Apocromatico 20/0,65.
- Per confronto, un obiettivo di fase (Wild Semiapocromatico a contrasto variabile “Varicolor”, 20/0,60). Tale obiettivo, per la presenza dell’anello di fase, produce necessariamente le centriche con anelli di intensità molto maggiore del normale.

I piccoli numeri fra parentesi che compaiono a sinistra o sotto le figure sono numeri del catalogo fotografico dell’autore. Servono per un più facile reperimento.

A pagina 7 compare lo star test visto con l’obiettivo Zeiss, oggetto di questo studio, prima di qualunque intervento. Si nota bene una coda di coma diretta a sinistra ma, dato il forte

ingrandimento delle foto (come si è detto: oculare $32\times$ e successivo ingrandimento fotografico di $3 - 4\times$), si tratta di residui difficilmente apprezzabili nell'osservazione normale.

A pag. 8, un oscuro innominato mostra un ottimo rendimento. Va notato un residuo di sferica (l'immagine in alto è leggermente "sfumata", quella in basso è "ad anelli") ed un residuo di astigmatismo in asse (nella foto in alto si accenna ad una focalina verticale, mentre in basso si intuisce una focalina orizzontale). Soprattutto va notato che la centrica più definita (fig. 13), capace di dare un ottimo microcontrasto, è però di dimensioni maggiori che negli altri obiettivi a causa della minore apertura ($NA = 0,40$), per cui la risoluzione sarà certamente minore. Tutto in regola, visto che un acromatico ha sempre un'apertura minore dei suoi colleghi di classe più elevata.

A pag. 9, un obiettivo di forte apertura (Lomo apocromatico) mostra una centrica assai piccola ($NA = 0,65$), più di quanto non appaia nella foto a causa dell'effetto di "espansione" delle zone chiare, ma vi si sovrappongono varie aberrazioni: cromatica laterale (aloni colorati), coma (accenno di coda orizzontale) ed una traccia di astigmatismo. La sua superiorità in fatto di apertura e di risoluzione è un po' vanificata dalla cattiva costruzione (coma in asse ed astigmatismo in asse vengono da cattivo allineamento e/o centratura) e progettazione (cromatica laterale).

A pag. 10, un obiettivo di fase (Wild Varicolor) mostra una centrica che appare molto grande per il prevalere degli anelli di diffrazione (che sono più brillanti), ed un residuo di astigmatismo (sempre in asse).

NB: in tutte queste foto è sempre presente un leggero alone asimmetrico rosso a sinistra – blu a destra. Ricordando che l'ingrandimento finale è forte, ed esagera difetti impercettibili nell'osservazione visuale normale, la causa è da cercare in una posizione leggermente eccentrica dei forellini fotografati ed in qualche residuo errore di centratura nel sistema complessivo del microscopio.

Fig. 9

(13)

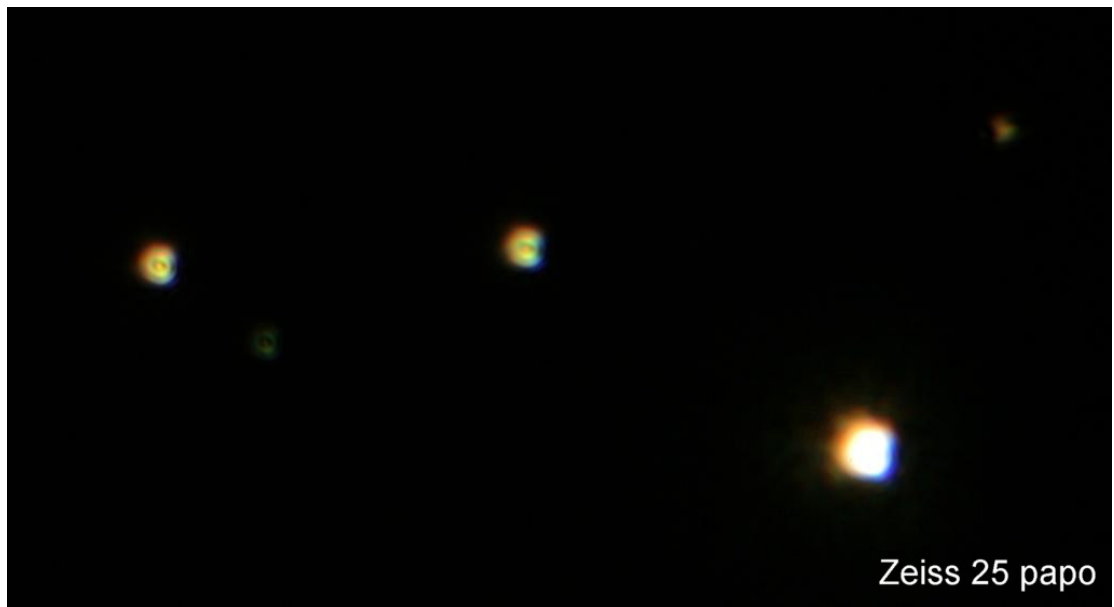


Fig. 10

(14)



Fig. 11

(16)

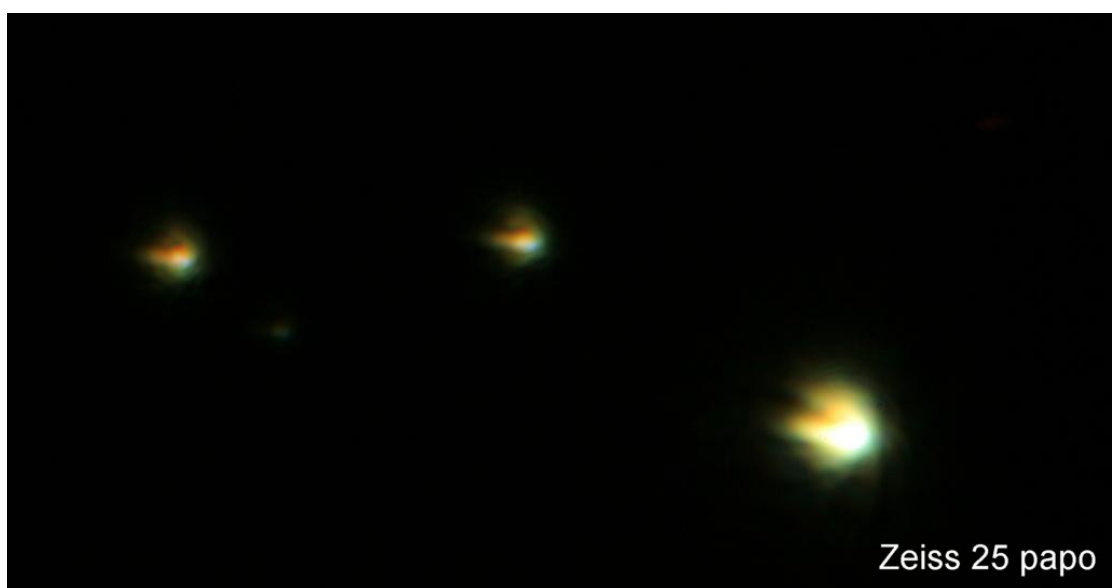


Fig. 12

(24)



Fig. 13

(22)



Fig. 14

(27)



Fig. 15

(31)



Fig. 16

(32)



Fig. 17

(33)

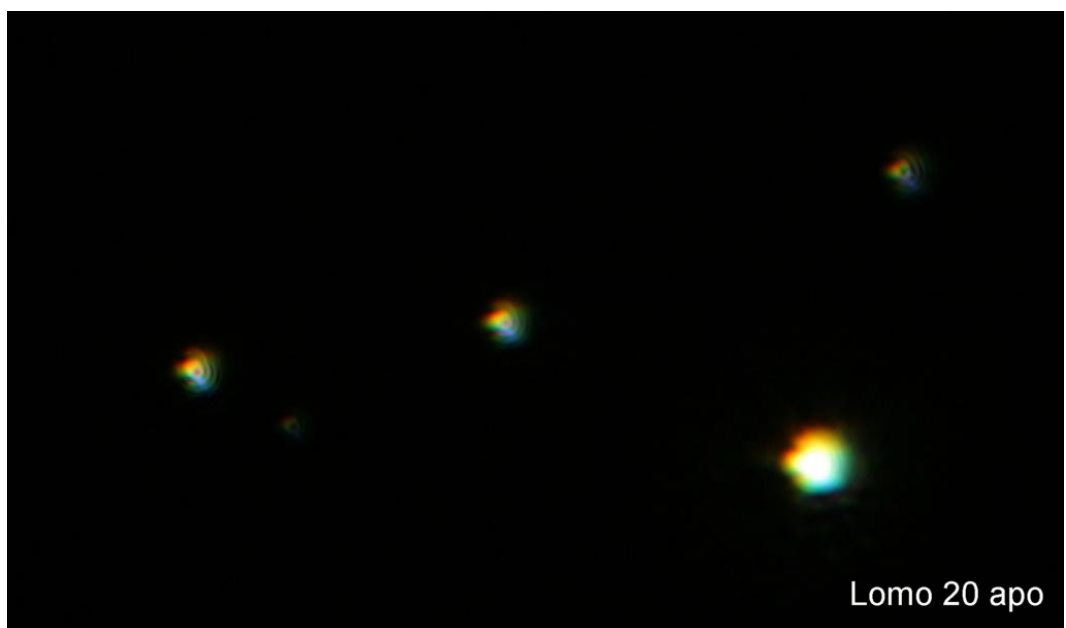


Fig. 18

(17)



Fig. 19

(18)

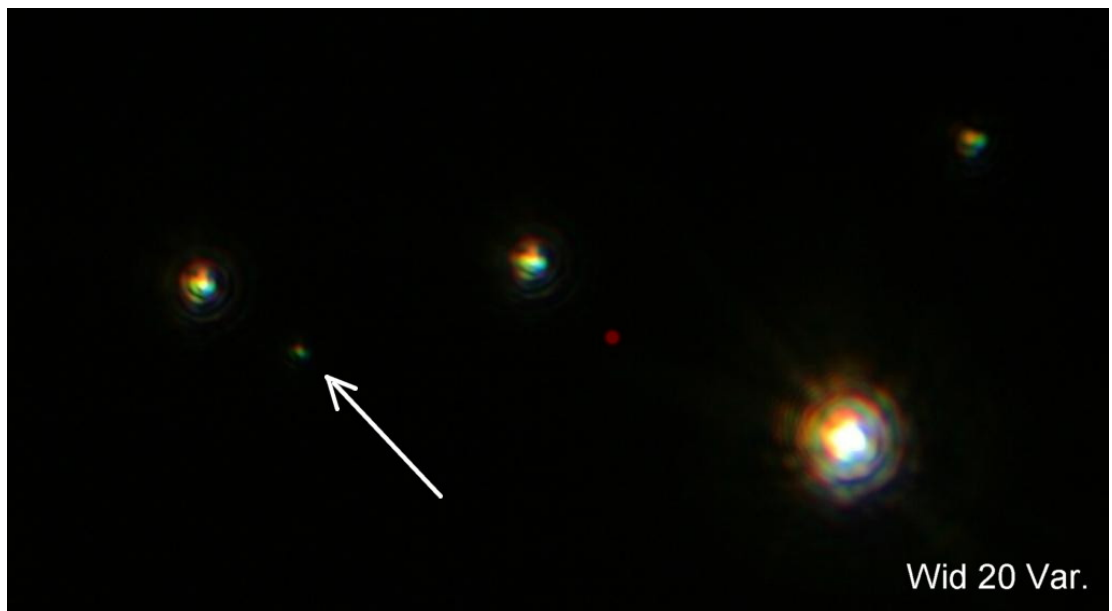


Fig. 20

(19)



Il confronto fra i vari obbiettivi (sul piano della risoluzione) forse si valuta meglio osservando la pallida centrica, appena visibile sul lato sinistro delle figure, indicata da una freccia in fig. 13 e 19, poiché, mancando l'effetto degli anelli che il CCD non ha potuto rilevare per la loro scarsa brillantezza, si apprezza meglio la forma ed il diametro del disco di Airy, che appare lì isolato.

Nella fig. 13 di pag. 8, ad es., l'obiettivo acromatico, sempre nella centrica più pallida indicata dalla freccia, mostra un dischetto netto, ma più grande che negli altri obbiettivi: l'apertura ha pur sempre un suo peso!

Si tratta comunque di obbiettivi tutti di ottima qualità, e solo un occhio esperto riesce a notare qualche differenza, almeno per quanto riguarda la risoluzione e la definizione.

Solo l'obiettivo di fase, se usato in fondo chiaro, mostrerà un basso microcontrasto a causa dell'intensità degli anelli della centrica.

Nelle due pagine seguenti mostriamo la medesima regione centrale dello star test osservata attraverso l'obiettivo Zeiss 25 Planapo, **dopo i seguenti interventi**:

- centratura della lente flottante allo scopo di minimizzare la coma in asse;
- allargamento dell'apertura del diaframma di chiusura da 5,8 ad 8,5 mm;
- annerimento della superficie smerigliata della lente frontale (segmento nero in figura 21, destra) per aumentare il contrasto.

NB: l'orlo della superficie utile della lente, che è concava, mostra due piccole scheggiature (freccie bianche in figura 21, destra) e, subito all'interno dell'orlo, due piccolissime incisioni, non significative ai fini della qualità dell'immagine a causa della loro trascurabile superficie.

Nella fig. 21 (a sinistra) si nota uno dei fori di centratura (freccetta nera). La "camicia" è smontata.



Fig. 21

(02)

(03)

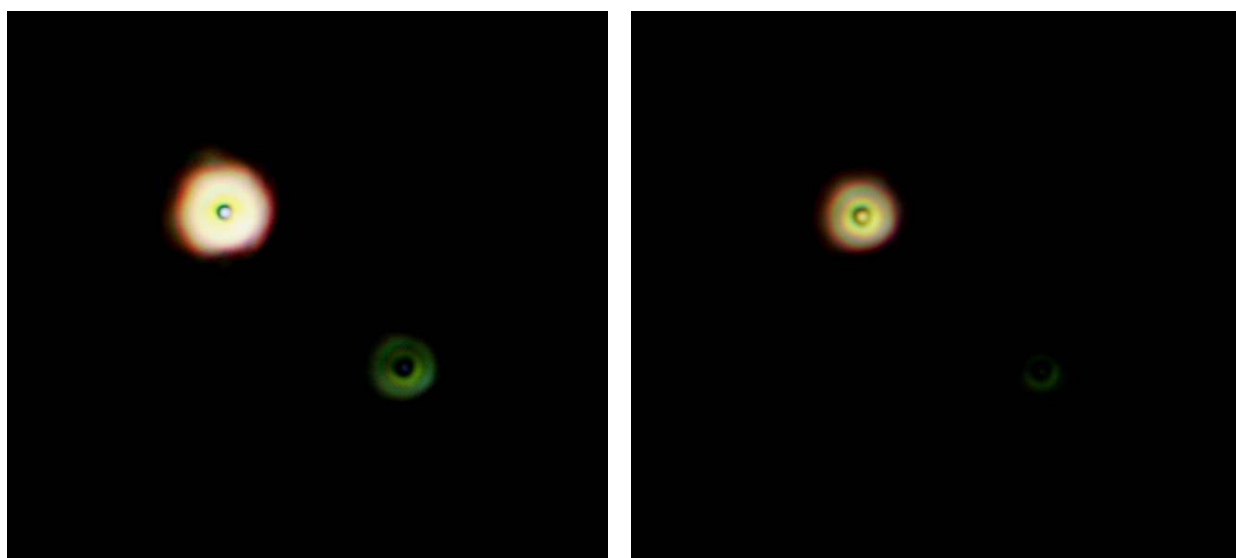
Nelle foto seguenti, la regione utilizzata dello star test è la stessa delle foto precedenti, riprese prima dell'intervento. Per facilitarne l'esame si è però ritagliata solo la parte sinistra del campo in modo da meglio visualizzare le centriche. Poiché in quel campo parziale vi sono due centriche di intensità assai diversa, si è preferito presentare per ogni posizione di messa a fuoco due diverse esposizioni in modo da constatare che la centrica più pallida, se esposta maggiormente, diviene identica a quella più brillante.

NB: Va ricordato sempre che nessuna fotografia può rendere i dettagli e le sfumature di contrasto che il nostro occhio è capace di percepire, e questo vale sia per le centriche su fondo nero, sia per il reticolo che si vede nelle ultime foto. Tutte le figure qui presenti sono quindi da esaminare con prudenza.

Obiettivo Zeiss Oberkochen Planapocromatico 25/0,65, dopo gli interventi sopra descritti.



Fig. 22 – A pieno campo, fuoco ottimale, esposizione forte (le centriche più brillanti sono sovrapposte). Il riquadro indica il campo parziale utilizzato nelle foto seguenti (064a).



Figg. 23 e 24 – Campo ridotto. Fuoco “corto”, esposizione forte e debole. Si noti una leggera “immagine ad anelli”. (57b e 59a)

In questa coppia di foto, la centrica in basso a destra nella prima foto ha le stesse dimensioni e la stessa distribuzione fotometrica di quella in alto a sinistra della seconda foto. Questo conferma che le due centriche, pur essendo dovute a forellini di diverso diametro, producono la stessa figura di diffrazione. Le centriche in questo caso non sono legate all’immagine geometrica del foro: dipendono solo da fenomeni di diffrazione, legati a loro volta solo all’apertura dell’obiettivo.

Lo stesso vale per le coppie di foto seguenti.



Figg. 25 e 26 – Campo ridotto. Fuoco ottimale, esposizione forte e debole. Le centriche sono quasi perfette, in quanto mostrano solo un anello evidente e la figura è simmetrica attorno al suo centro. (64b e 62a)



Figg. 27 e 28 – Campo ridotto. Fuoco “lungo”. Si nota una traccia di “immagine sfumata”. (70a e 68a)

Poiché dall'altra parte del fuoco ottimale si era vista una debole “immagine ad anelli” (figg. 23 e 24), si deduce dalle figg. 27 e 28 che in questo obbiettivo vi è un leggero residuo di sferica, dovuto quasi certamente ad un piccolo errore nella distanza fra le lenti. Tale residuo si annulla semplicemente allungando il tubo (alzando gli oculari) di circa 10 mm, oppure usando lamelle di spessore 0,175 mm invece che 0,17 mm, ricordando che allo spessore della lamella va aggiunto lo spessore di balsamo che può rimanere nel preparato definitivo fra lamella ed oggetto.

Tutte le foto dello star test che precedono sono state effettuate al centro del campo, allo scopo di rivelare errori di centratura, residui di sferica o di aberrazioni “asimmetriche”².

Ma cosa succede ai bordi del campo? Vi sono residui di

aberrazioni extra-assiali ?

La valutazione di un obbiettivo non è completa senza questo controllo: al centro del campo

² Si possono chiamare “simmetriche” quelle aberrazioni del punto che, in un sistema centrato, non esistono “in asse” e si presentano solo “fuori asse” con figure simmetriche rispetto all'asse (coma, astigmatismo e cromatica laterale). Se si presentano “in asse”, al centro del campo, significa che il sistema non è centrato e/o allineato, ed allora si chiamano “asimmetriche”.

si è esaminata la struttura della centrica a forte ingrandimento e quindi con un oculare a piccolo campo. Ma le aberrazioni extra-assiali vanno esaminate con un oculare dotato di un indice di campo almeno uguale al campo “nominale” dell’obbiettivo (almeno 18 mm per le ricette classiche). Un tale oculare dovrà essere “medio” (10 – 12 ×) e pertanto le centriche appariranno assai più piccole rispetto a quanto visto sopra (finora si è usato, come già detto, un oculare 32 ×).

Le foto che seguono sono state quindi riprese ai bordi del campo di un oculare con indice di campo $s' = 20$ mm. Due foto, in condizioni di miglior fuoco, con due diverse esposizioni. Le leggere bordature colorate nelle figure di diffrazione (le centriche) sono dovute ad un residuo di cromatica laterale (CVD), non del tutto corretta dall’oculare, che è un compensatore debole.

E veniamo ora ai nostri “obbiettivi a confronto”: mostrano residui di aberrazioni extra-assiali?

In un apocromatico, la risposta sarebbe da attendersi negativa, ma fra il dire ed il fare c’è di mezzo la riduzione dei costi e l’onestà del costruttore.

Il presuntuoso Zeiss Oberkochen Planapo ne esce un po’ malconcio. Vediamo perché.



Fig. 29 – Maggiore esposizione.

(75f)

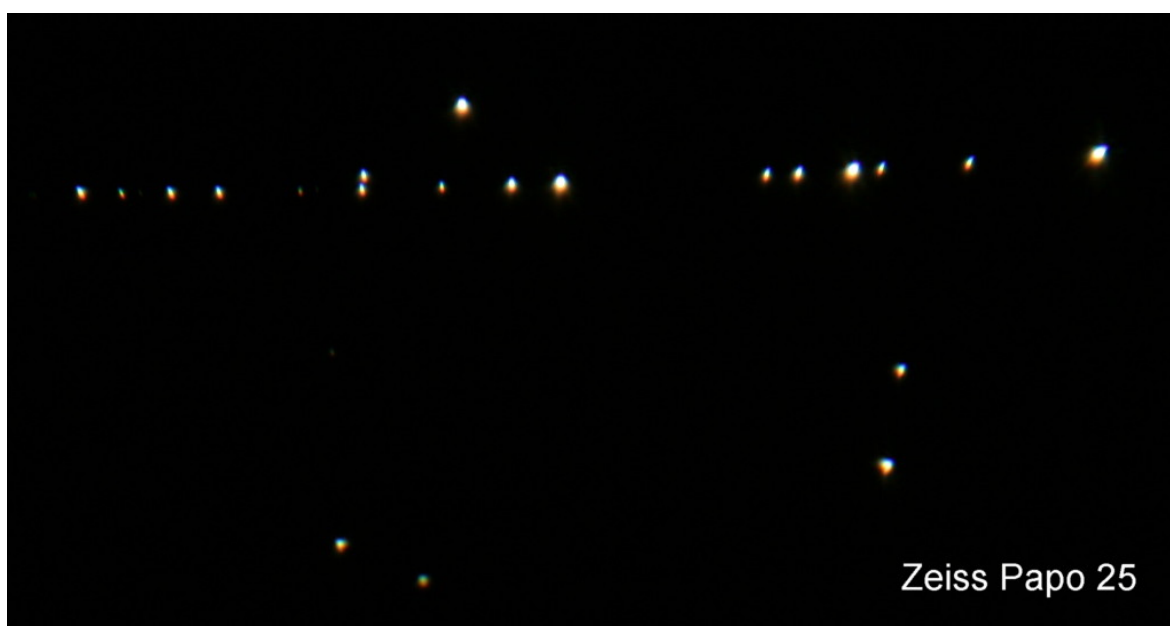


Fig. 30 – Minore esposizione.

(79c)

Per maggior chiarezza, amplifichiamo il piccolo riquadro indicato nella fig. 29.

Fig. 31
+ esposiz.

(75d)



Fig. 32
- esposiz.

(79d)



Appare evidente un residuo di coma centripeta, con la “coda” diretta radialmente (il centro del campo è in basso, fuori figura). Si tratta di coma “simmetrica”, dovuta al progetto e quindi ineliminabile. La casa Zeiss Oberkochen ha sempre trascurato questo residuo, anche in altre classi di obbiettivi.

Sempre restando in condizioni di miglior fuoco e migliore esposizione, vogliamo ora confrontare questo “signor obbiettivo” con un nobile Wild, un muscoloso e proletario Lomo o un mingherlino popolano anonimo?

Tutte le foto sono state riprese con lo stesso tempo di esposizione e senza elaborazione successiva, al fine di consentire un miglior confronto. Purtroppo, essendo l’ingrandimento e l’apertura leggermente diversi fra alcuni degli obbiettivi, il confronto fotografico va interpretato con precauzione.

Per ogni obbiettivo, il riquadro a sinistra è stato ulteriormente ingrandito (in modo da avere due foto in coppia per ognuno).

Il Wild semiapocromatico planare 20/0,60 se la cava un po’ meglio degli altri, salvo un residuo di CVD che, come si è notato, dipende dall’oculare che non ha un potere sufficiente di compensazione.

Fig.
33

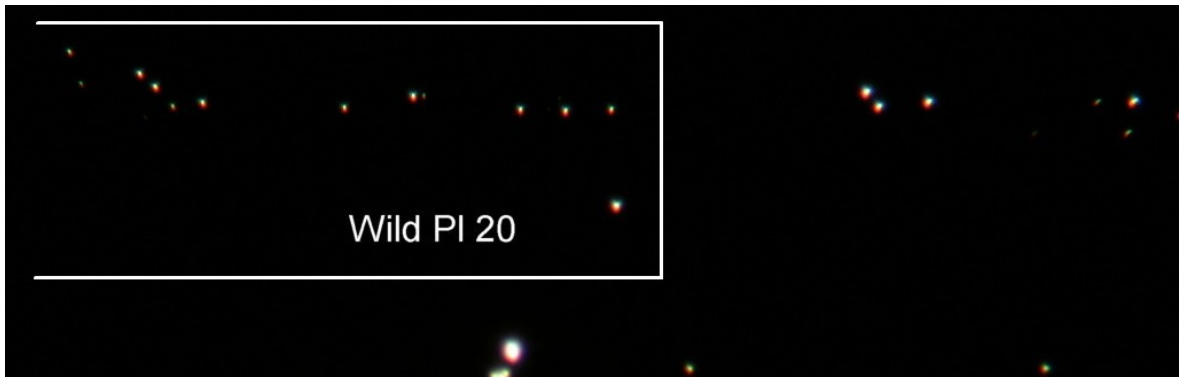


Fig.
34



Il Lomo apocromatico 20/0,65, non va male, ed il residuo di coma simmetrica è proprio trascurabile. Le centriche appaiono più grandi perché più luminose ($NA = 0,65$).

Fig.
35

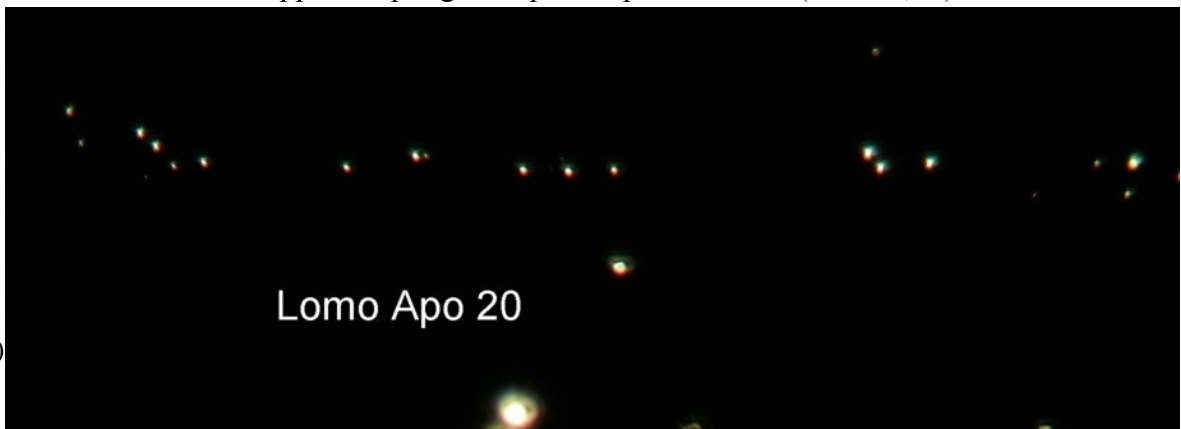


Fig.
36



Ed ora il più umile, il più economico cinese, acromatico, non planare.

Fig.
37

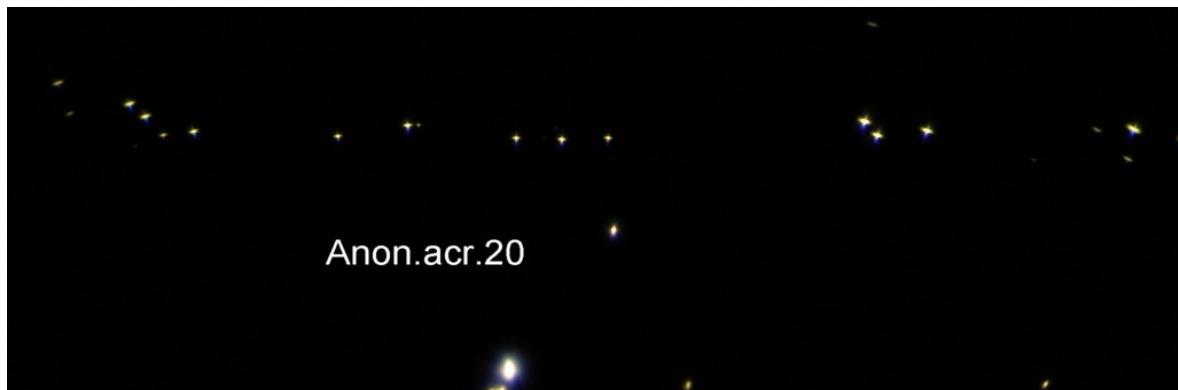


Fig.
38

(88c)



È evidente un residuo di astigmatismo simmetrico, e questo è fisiologico in un acromatico, ma complessivamente, almeno dal punto di vista delle aberrazioni extra-assiali, non sfigura troppo a confronto con lo Zeiss Planapo. E pensare che costa poco più di 30 euro! Sono grato all'Optica Turi per avere messo a disposizione questa serie di obbiettivi sul mercato italiano.

Riassunto: l'esame con lo star test, sia per le aberrazioni "in asse" che "fuori asse", porta quindi a conclusioni che non coincidono certo con la valutazione commerciale dei vari oggetti.

NB: Qualcuno avrà notato che, nel presentare le foto dello star test, non è mai indicato l'ingrandimento esatto. La ragione è semplice: non serve.

Infatti, in un esame di questo tipo, bisogna partire dal considerare la centrica ideale, quella senza aberrazioni. Le sue dimensioni, riferite al piano-oggetto, dipendono esclusivamente dall'apertura dell'obbiettivo. Dato un certo sistema in esame, si può ignorare tutto, ingrandimento ottico o elettronico, apertura, ecc. Basta prendere come unità di misura il diametro del disco di Airy; lo potremmo chiamare "unità di diffrazione" (u.d.). Qualunque aberrazione comporta una deformazione, generalmente un allungamento, del disco di Airy: code di coma, focaline astigmatiche, piccoli spettri secondari della cromatica laterale.

A questo punto, basta misurare ad occhio il rapporto fra la lunghezza massima della centrica "aberrata" e la sua larghezza, la quale più o meno corrisponde al diametro del disco di Airy, almeno quando i residui di aberrazioni sono modesti.

Quando osserviamo, ad es., una coda di coma lunga circa il triplo della sua larghezza, possiamo dire: "coma per 3 u.d."

Naturalmente, occorre molto buon senso. In un caso come quello della fig. 31 (pag. 15), la coda di coma appare molto larga, quasi quanto lunga. In questo caso occorre considerare come larghezza della coda non il valore massimo, ma quello vicino all'estremità più brillante della figura, più vicino a quello che resta del disco di Airy.

Inoltre, ogni misura va fatta ad occhio, poiché la foto può esaltare la parte meno brillante della figura e fare apparire la coda più larga che non in realtà. Infatti, la foto 31 mostra un rapporto lunghezza-larghezza della coda pari ad 1 o 1,5, mentre la stessa foto, meno esposta (fig.

32), mostra un rapporto di circa 3:1.

L'ESAME col RETICOLO

Ed ora fotografiamo il **reticolo** per mettere in evidenza il contrasto, la planeità di campo e la eventuale distorsione (le due aberrazioni “del piano”).

Nella pagina seguente mostriamo le fotografie di un reticolo a passo 20 + 20 micron, riprese con i vari obbiettivi citati prima, compreso l'obbiettivo planare semiapocromatico Wild Pl Fluotar 20/0,60. Le foto sono state accostate per un facile confronto.

Le foto sono state eseguite con lo stesso stativo, ma con un oculare compensatore grandangolare Wild 10 × / 18. È stato ripreso l'intero campo visuale (indice di campo $s' = 18$ mm). Nel sistema illuminante, è stato realizzato lo schema di Köhler, con l'aggiunta di un filtro diffusore sotto al condensatore. Diaframma d'apertura aperto a 4/5.

Anche in questa seconda serie di foto, non è stata applicata alcuna elaborazione elettronica al fine di non alterare il contrasto, che è uno dei più importanti parametri che emergono dall'esame col reticolo.

Anche da quest'esame, risultano valutazioni impreviste, nel senso che un modesto acromatico non sfigura, ed un Wild semi-apocromatico, ad es., corrisponde di più alle prestazioni della sua classe che non un supponente Zeiss apocromatico (e sono entrambi planari, ma questo non c'entra con le aberrazioni “del punto”, e del resto la planeità dello Zeiss non è totale).

Per cominciare, la stessa foto con l'obbiettivo Zeiss planapo 25/0,65, eseguita dopo gli interventi descritti sopra. Appresso le altre.



Fig. 39

(42)

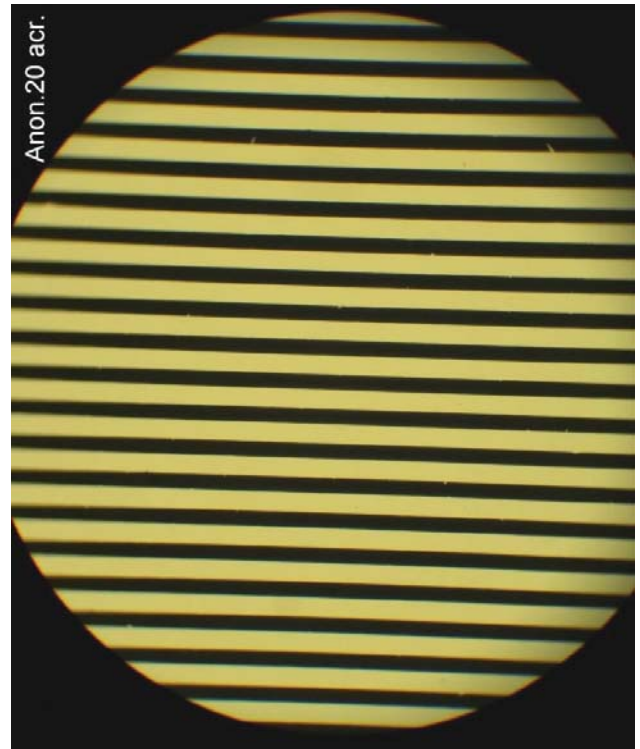


Fig. 40

(44)

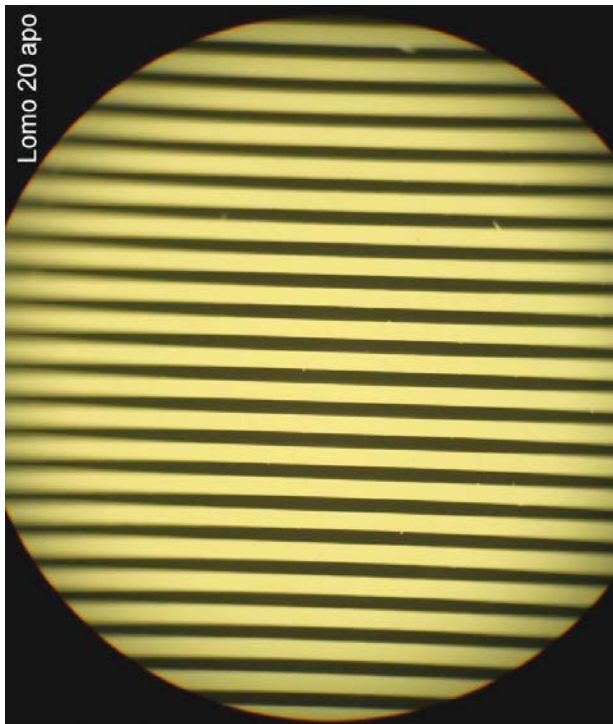


Fig. 41

(46)



Fig. 42

(47)

Si noti che l'obiettivo Zeiss ha un ingrandimento maggiore degli altri (25:1) e quindi minore luminosità. La planeità di campo non è totale, ma da questa foto si apprezza male.

L'obiettivo Lomo mostra un contrasto decisamente peggiore ed una curvatura di campo evidente (non è planare). La sua immagine è però più brillante (NA = 0,65).

L'anonimo acromatico 20 ha un ingrandimento di valore intermedio fra 20 e 23. L'immagine è meno luminosa (NA = 0,40). Esso ha però un ottimo contrasto ed è quasi planare: e pensare che si tratta di uno degli obiettivi più economici presenti sul mercato italiano!

Il Wild è decisamente una persona seria e mantiene i parametri della sua classe, senza trucchi. Purtroppo, da decenni, la Wild non produce più questi oggetti.

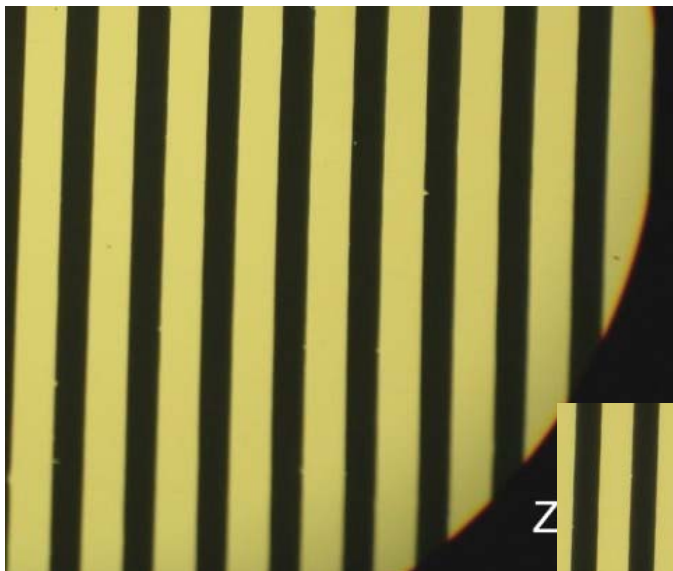


Fig. 43 – Zeiss (42b)

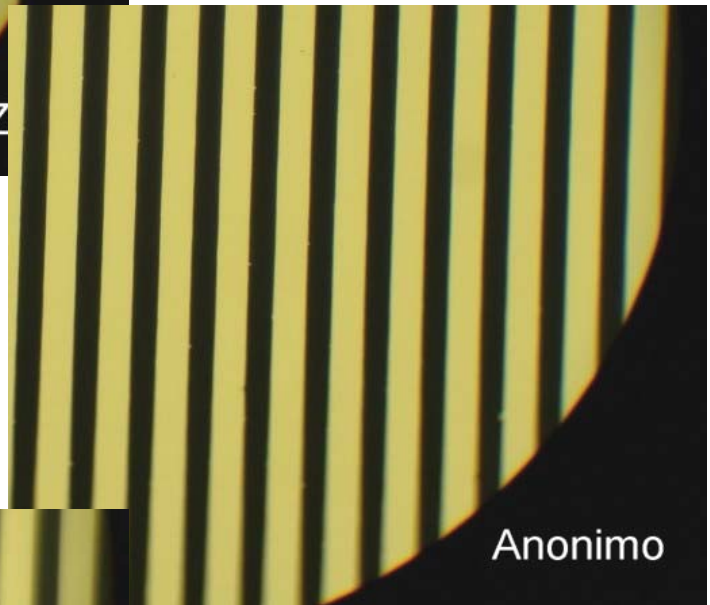


Fig. 44 – Anonimo Turi (44b)

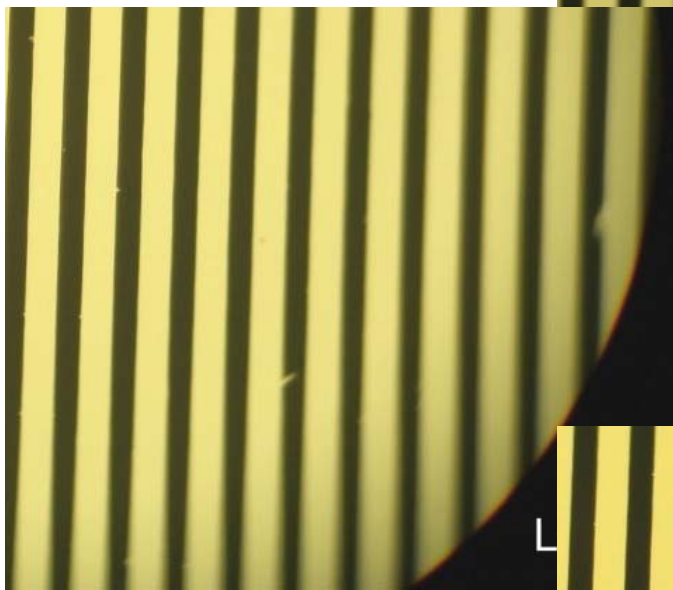


Fig. 45 – Lomo (46b)

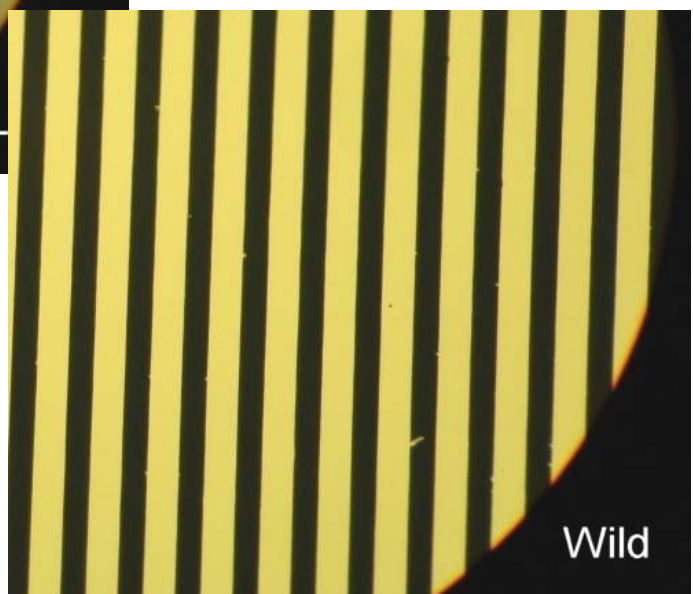


Fig. 46 – Wild (47b)

Nelle foto seguenti, riportiamo le stesse quattro figure, ma solo in un quadrante, per facilitarne l'esame.

Cattiva planeità nello Zeiss.

Quasi lo stesso nell'anonimo dell'Ottica Turi.

Nessuna planeità e cattivo contrasto nel Lomo.

Perfetto à plomb nel Wild.

Decisamente, quando si comincia a guardare nel fino, si hanno sempre delle sorprese.

La prudenza e la pignoleria hanno i loro vantaggi.