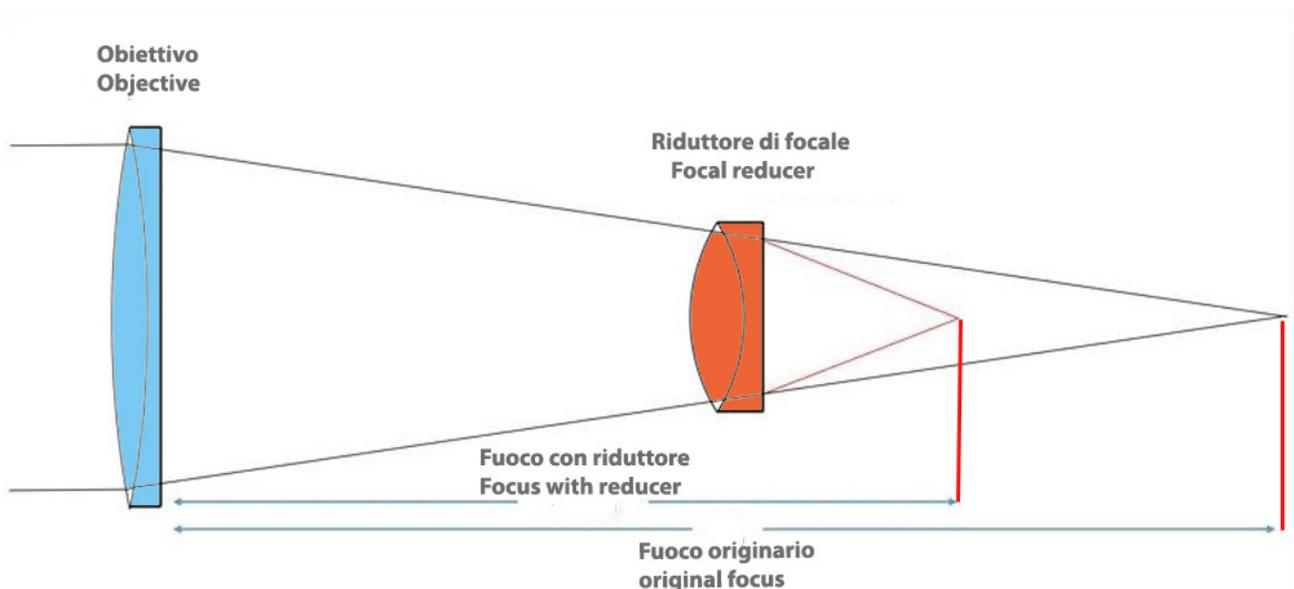


I riduttori di focale per Schmidt Cassegrain : luci ed ombre di un diffuso ed interessante accessorio astronomico

Generalità sui riduttori di focale

Un riduttore di focale è esattamente l'opposto della lente di Barlow che, come si sa, allunga il fuoco di un telescopio: esso è costituito da un insieme di lenti, in genere tre o quattro, con un potere positivo che porta il cono di luce proveniente da un obiettivo a convergere in un angolo più ampio, come se provenisse da un obiettivo con una focale ed un rapporto F/D minore. Quando posto in fronte ad una camera fotografica, CCD o CMOS, od ad un oculare, un riduttore di focale fa ottenere un'immagine dell'oggetto osservato o fotografato più luminosa e con un campo più ampio cosa oltremodo utile quando si osservano o riprendono oggetti estesi come nebulose o galassie, riducendo notevolmente, in caso di imaging CCD o CMOS, il tempo di integrazione.



Il fattore di riduzione di un riduttore di focale è costituito dal numero, inferiore ad 1, del quale l'originaria lunghezza focale del telescopio è ridotta. Quindi un riduttore di 0.5 X applicato ad un telescopio di 1000 mm lo porterà ad una focale relativa di $1000 \times 0.5 = 500$ mm, uno di 0.63 ad una focale di 630 mm, e così via quando il riduttore è posto alla distanza di progetto rispetto al l'oculare od al sensore stabilita dal produttore. Al di fuori di tale distanza, per alcuni riduttori i rapporti potrebbero cambiare.

Ogni riduttore di focale ha una propria distanza di lavoro o backfocus in mm, intendendosi per questa la distanza alla quale deve essere posto il riduttore dal piano focale dell'oculare o della camera per operare al fattore di riduzione previsto nel progetto. Tale distanza può essere ottenuta dalla base della parte filettata maschio del riduttore (in genere coincidente col centro del gruppo di lenti), ovvero dal centro della superficie della lente rivolta verso l'oculare o la camera: la reale lunghezza focale, trattandosi di un sistema ottico dovrebbe tuttavia partire tra le lenti. Tale questione è stata ed è tuttora fonte di confusione sul reale back focus dei riduttori Celestron e Meade, confusione aggravata dal fatto che spesso esistono delle varianti del progetto originario realizzato in Giappone, oggi manifatturate in Cina. Per quanto mi riguarda, sono dell'avviso che la distanza di lavoro vada misurata dal centro del gruppo di lenti del riduttore, tra le lenti, per il semplice motivo che i punti nodali del sistema ottico dovrebbero trovarsi in tale posizione. C'è una differenza di circa 9-10 mm nella focale rispetto alla misura effettuata dal centro dell'ultima lente rivolta verso la camera o l'oculare.

Molti riduttori possono essere usati entro un range di pochi millimetri dalla distanza di progetto senza apprezzabile decadimento della visione o dell'immagine, mentre altri possono richiedere una precisione millimetrica. Nella mia esperienza, tra i primi rientrano i riduttori Celestron e Meade, tra i secondi gli Optec, che tuttavia, in contropartita forniscono ottimi risultati. Infine, esistono riduttori, come i Celestron e Meade per Schmidt Cassegrain, che, oltre a ridurre la focale, agiscono anche come spianatori di campo, per compensare, entro certi limiti, il campo curvo di tale tipo di telescopi.

Caratteristiche basilari dei riduttori

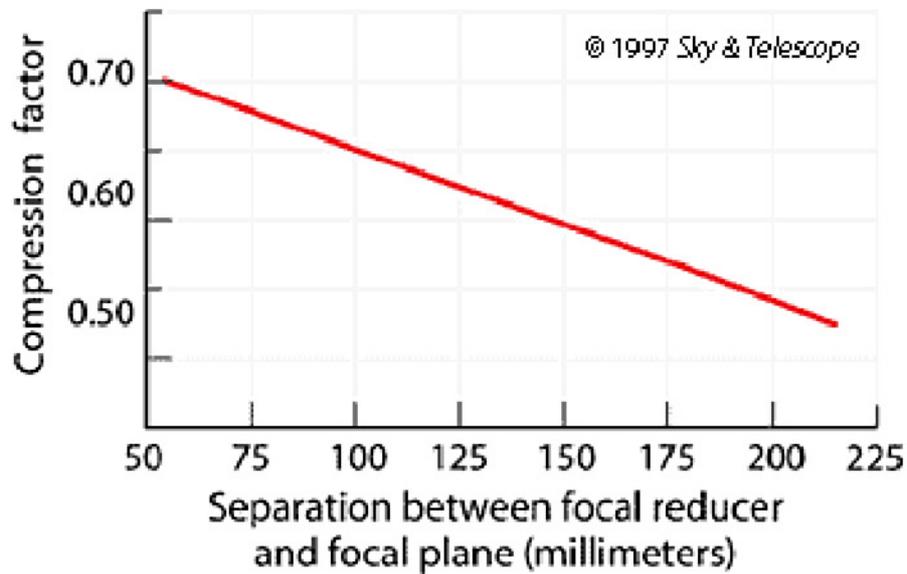
I punti importanti dei riduttori, comuni praticamente a tutti tali accessori ottici

-Un riduttore di focale fornirà il fattore di riduzione per il quale è messo in commercio soltanto quando sarà collocato alla esatta distanza dal piano focale dell'oculare o della camera previsto in fase di progetto. Tuttavia alcuni di essi consentono un minimo di tolleranza, altri no.

-Riducendo la predetta distanza di lavoro, ossia accostando il riduttore al piano focale aumenterà il rapporto F/D del telescopio e quindi diminuirà il suo fattore di riduzione della focale: ad es, un riduttore ad f 6.3 lavorerà ad f 7, e così via.

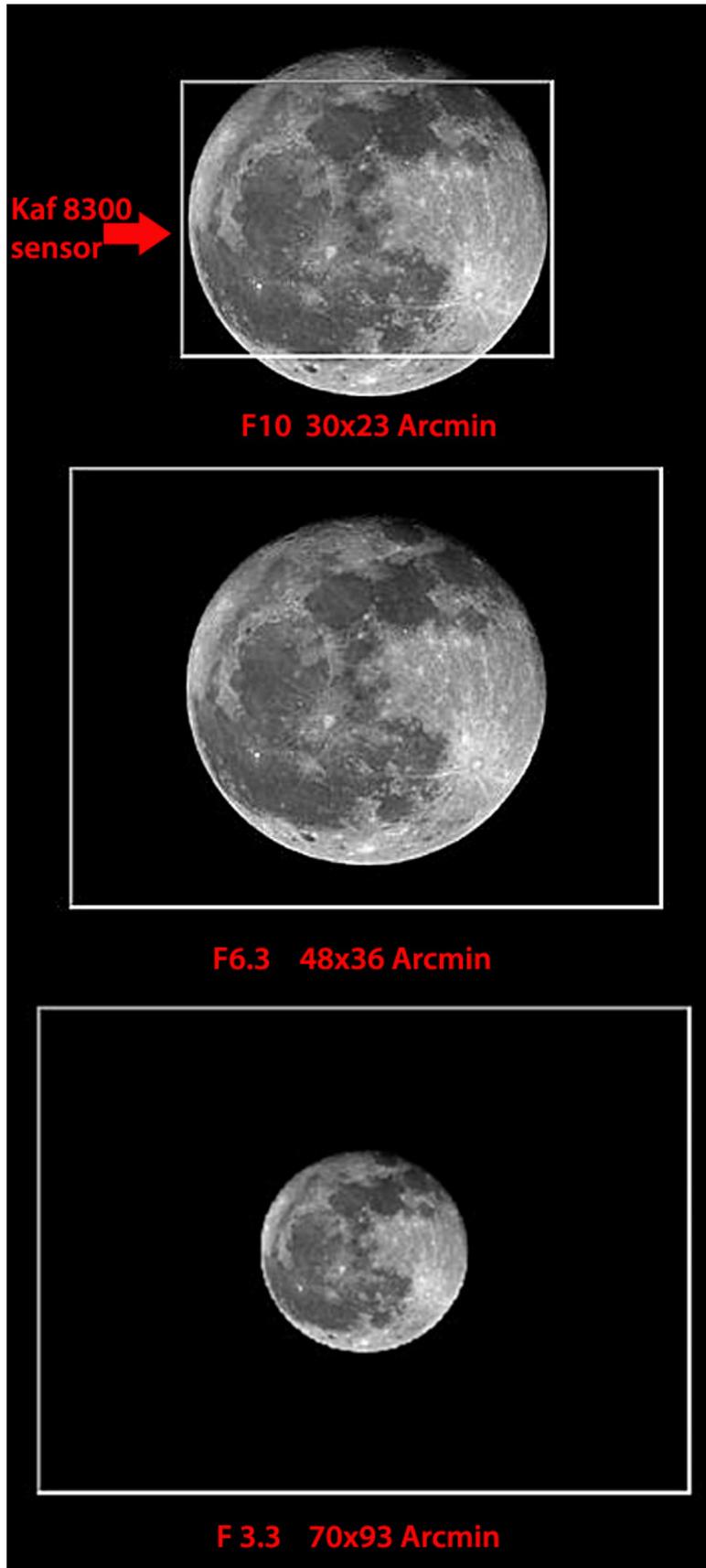
-Aumentando la distanza di lavoro, ovvero collocando il riduttore più lontano dal piano focale diminuisce il rapporto F/D, ad es. da f 6.3 a f 5 ed aumenterà il suo fattore di riduzione della focale originaria del telescopio.

Tali requisiti sono sintetizzati nel grafico sottostante (fonte Sky & Telescope.1997) relativamente ai riduttori per SC.



Inoltre, I riduttori permettono di ampliare il campo inquadrato dal telescopio riducendo il tempo di integrazione nell'imaging CCD e CMOS. Nell'immagine che segue è mostrata il campo di vista della luna e quello di ripresa su un sensore Kodak KAF 8300 (18 x 13.5 mm) con un telescopio Schmidt Cassegrain da 8" a f 10, f6.3 e f 3.3.

Relativamente alla effettiva esigenza di ridurre o dimezzare l'originario rapporto F/D su un telescopio nell'imaging CCD, la questione è stata ed è dibattuta: si è parlato di "mito del rapporto F/D", a torto od a ragione. In (eccessiva) sintesi, diminuendo il rapporto F/D si incrementa il numero di fotoni che cade su ciascun pixel, e quindi il rapporto S/R, ma a spese della minore risoluzione del soggetto inquadrato. In nessun caso aumenta il numero di fotoni che entrano nel telescopio.



1- Riduttori di focale per rifrattori da f 6 a F 8

I riduttori di focale per rifrattori da f 6 a f8 hanno in genere il compito, oltre che ridurre la focale, anche di spianare il campo curvo e di ridurre il coma ai bordi, specie per le camere CCD di grande formato e le Reflex digitali. Alcuni produttori di rifrattori apo a corto fuoco offrono anche riduttori e/o spianatori dedicati per i loro strumenti: è il Caso di Skywatcher, William Optics, Tele Vue, Optec, Sharpstar etc.

2- Riduttori di focale per catadiottrici tipo Schmidt Cassegrain

Tenuto conto del loro progetto ottico, gli Schmidt Cassegrain hanno riduttori appositamente progettati, che fungono anche da spianatori (entro certi limiti) del campo curvo che questi hanno, perlomeno nei modelli classici non aplanatici.

I più comuni riduttori di focale per SC non aplanatici sono il Celestron f 6.3 ed il Meade f 6.3, forniti dalle due case produttrici per i loro strumenti, sia per uso visuale che fotografico: ne esistono anche altri, come l'Antares, sempre con tale fattore di riduzione, che sarebbe più corretto specificare in 0.63. La Meade produceva anche un riduttore-spianatore f 3.3, indicato solo per uso fotografico con piccoli sensori, attualmente non più in produzione, ma che si trova saltuariamente nel mercato dell'usato.



Il riduttore a f 0.63 della Celestron



I riduttori a f 0.63 e 0.33 della Meade

Diversamente dagli SC classici, quelli aplanatici di ultima generazione, come i Celestron Edge HD ed i Meade ACF possiedono ottiche interne tali da spianare il campo (Celestron) e secondari asferici (Meade), e necessitano di riduttori dedicati, che, diversamente dai precedenti, fungono solo da riduttori di focale senza spianare il campo, che è già spianato dal sistema ottico interno. Nell'immagine che segue, il riduttore Celestron a 4 elementi dedicato al C8 Edge HD, con fattore di riduzione 0.7 ed un back focus di 105 mm analogo al modello per C8 normale: il costo tuttavia è notevolmente superiore a quest'ultimo. Altri analoghi sono disponibili per C9.25, C11, C14 edge HD.

La Meade non ha sviluppato un proprio sistema di riduttori dedicati per gli ACF a f 10, preferendo il progetto di ACF a f 8.



3- Riduttori di focale per Ritchey Cretien

Per i telescopi aplanatici Ritchey Cretien, la marca GSO ha in catalogo un riduttore a due elementi da 0.75X con un back focus di 80 mm dalla parte filettata del barilotto da 2" che, nonostante il prezzo modesto, svolge sufficientemente bene il suo lavoro, ma ha un cerchio immagine di 15 mm, sufficiente per sensori non molto grandi. Esiste, sempre per gli RC, anche un riduttore a 0.67 X da 2" della TS optics, che fornisce un campo illuminato di 29 mm ed un back focus di 85 mm misurato dalla filettatura M48.



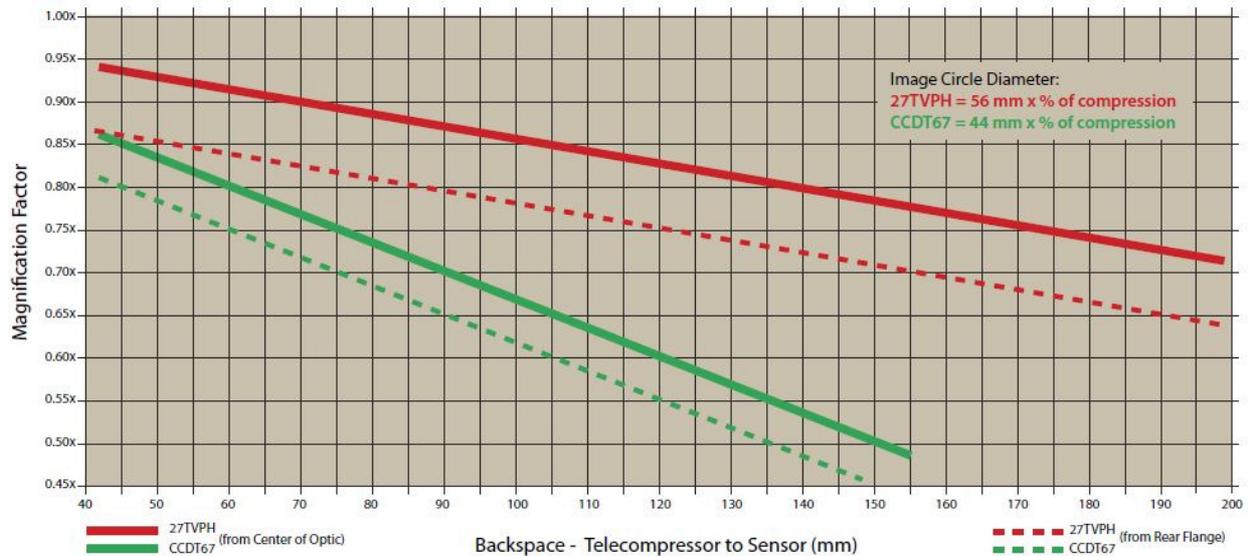
4- Un Riduttore di focale "tuttofare": il CCD T67 Astro Physics

Il riduttore di focale prodotto dalla casa americana Astro Physics funziona bene con strumenti aplanatici quali Meade ACF e Ritchey Cretien ed è raccomandato per l'uso su strumenti a rapporto F/D di F 9 o maggiori. Ha un diametro di 44 mm, e la sua lunghezza focale è di 305 mm : usato ad una distanza dal sensore di 101 mm, fornisce un fattore di compressione di 0.67 X con un cerchio illuminato di 29 mm (44 x 0.67).

Scegliendo un fattore di compressione meno aggressivo, come 0.78X, che si ottiene ponendolo ad una distanza di 66 mm, lo si rende adatto a telescopi con rapporto F/D inferiore ad F 9. Con tale rapporto fornisce un cerchio illuminato di $44 \times 0,78 = 34$ mm. Nelle immagini che seguono (fonte Astro-Physics) sono mostrati il riduttore ed il grafico con la relazione fattore di magnificazione- back focus di tale riduttore, con la distanza misurata dal centro dell'ottica e dall'attacco posteriore.



Astro-Physics **27TVPH** and **CCDT67** Telecompression Graph



Alcune semplici formule di carattere generale sui riduttori

Premetto che tali formule, dalle prove da me effettuate, sono applicabili ai telescopi che hanno una lunghezza focale fissa non possiedono un sistema di messa a fuoco mediante spostamento dello specchio primario come gli Schmidt Cassegrain ed alcuni Matsukov.

Siano:

- Lf la lunghezza focale del riduttore;
- Fr il fattore di riduzione
- D la distanza tra riduttore e piano focale
- Ci il campo illuminato
- Dr il diametro della lente del riduttore

(valori in mm)

Sarà:
$$Fr = (Lf - D) / Lf \quad (1)$$

Se, ad es. in riduttore di lunghezza focale di 230 mm viene posto a 94 mm dal piano focale, allora il suo fattore di riduzione sarà $(230-94)/230$ ovvero $136/230 = 0.59$

Dalla (1) deriva:

$$D = Lf - (Fr \times Lf) \quad (2)$$

Ovvero, un riduttore di lunghezza focale 230 mm con un rapporto di compressione di 0.59 andrà posto ad una distanza dal piano focale pari a: $230 - (0.59 \times 230) = 230 - 136 = 94$ mm

Il cerchio di campo illuminato sarà

$$Ci = Dr \times Fr \quad (3)$$

Un riduttore di apertura libera di 40 mm e fattore di compressione di 0.6 avrà quindi un campo illuminato pari a $40 \times 0.6 = 24$ mm di diametro.

La distanza ottimale nei riduttori–spianatori per Schmidt Cassegrain e telescopi con foceggiatura con movimento dello specchio primario

Il calcolo della distanza di progetto tra riduttore per SC classici e piano focale col riduttore, nonché la focale del riduttore stesso non vengono quasi mai dichiarate dai produttori di tali accessori. Spesso sul web si trovano soluzioni contraddittorie che apportano confusione. Un approccio a tale problema non è tuttavia banale, in quanto in questa categoria di strumenti il fuoco viene raggiunto per traslazione dello specchio primario da e verso il secondario e tale traslazione provoca a sua volta un cambiamento nella focale e nel rapporto F/D originario dello strumento.

Volendo chiarire la questione con un esempio, un SC 8" Celestron viene dato per un back focus di 5" ovvero 127 mm dall'attacco posteriore, che dovrebbe corrispondere alla sua focale nativa di 2032 mm ed al rapporto F/D di 10. Ora, l'inserimento del riduttore richiederà uno spostamento di fuoco verso l'esterno, con movimento del primario verso il secondario, ad una distanza ottimale di circa 187 mm dall'attacco invece dei 5" (127mm) originari, il che fa cambiare il rapporto F/D dello strumento, cambiamento del quale occorre tener conto.

Sia :

D2 la distanza di progetto del piano focale col riduttore

D1 la distanza derivante dallo spostamento del primario verso il secondario per effetto della presenza del riduttore

(Entrambe misurate dal centro del gruppo di lenti del riduttore)

Fr il fattore di riduzione

Allora sarà:

$$D2 = Fr \times D1 \quad (4)$$

Riportandoci all'esempio che precede per un 8" Celestron e riduttore della stessa casa con rapporto di riduzione 0.63, considerando un allontanamento dal piano focale di progetto (127 mm) verso l'esterno di ulteriori 60 mm, pari a 187 mm complessivi di distanza dall'attacco esterno del paraluce (la ghiera filettata maschio da 50 mm cui vengono fissati gli accessori) ed uno spessore di 23 mm del riduttore la distanza (D1) dal riduttore stesso per effetto della sua presenza nel treno ottico sarà di $187-23=164$ mm e si avrà una distanza ottimale dal piano del sensore o dell'oculare di 105mm, distanza che permette di contenere la vignettatura e le aberrazioni ai bordi dell'accessorio:

$$D2 = 0.63 \times 164 = 105 \text{ mm}$$

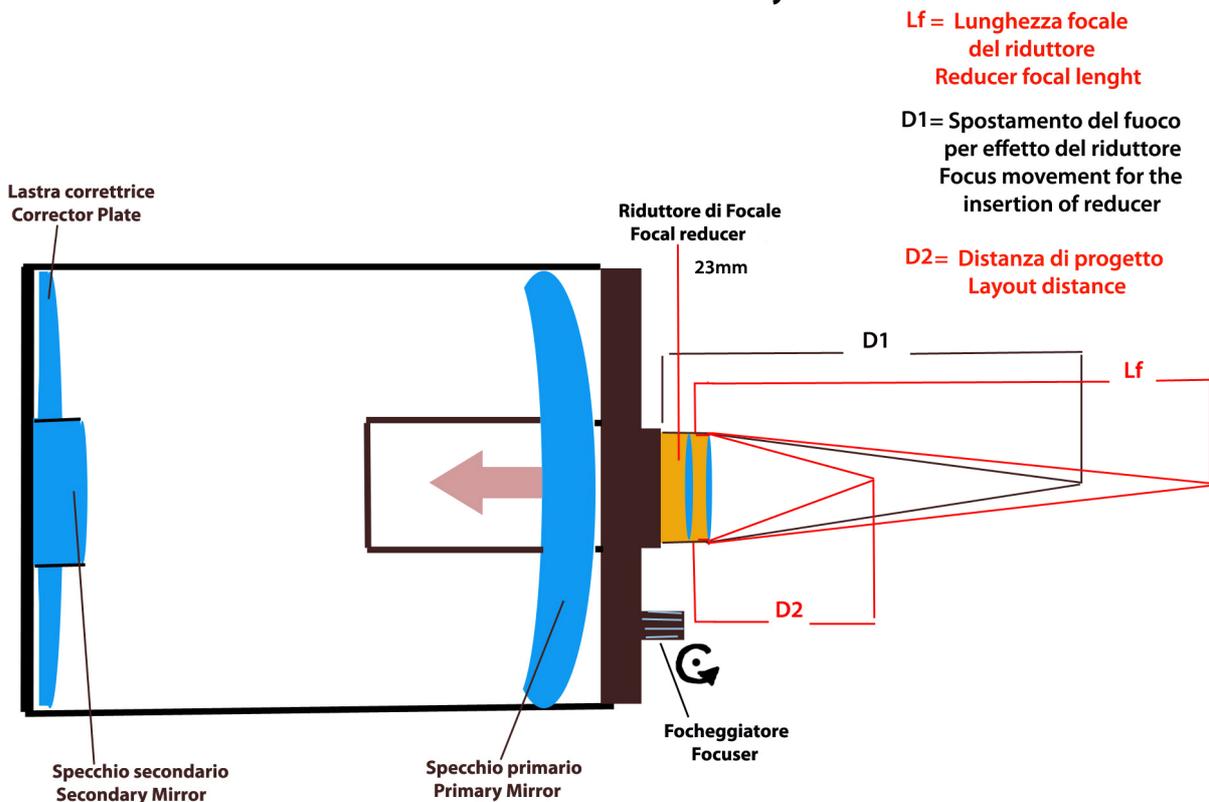
Ovviamente sarà anche confermato il rapporto di riduzione:

$$Fr = D2/D1 \quad (5)$$

Ovvero, nel caso che precede, $Fr = 105/164=0.63$

La questione è illustrata nell'immagine che segue

Celestron 8 + f 6.3 Reducer layout



Da prove pratiche da me effettuate col mio Celestron 8 anni 2000 e d il riduttore Celestron a f 6.3, con gli adattatori a mia disposizione ed una camera Atik 314 L è risultato:

Backfocus complessivo D1 (dall'attacco filettato)	Distanza riduttore-piano sensore D2 (centro gruppo lenti)	Rapporto di riduzione D2/D1
190.....	107.....	0.64
250.....	120.....	0.53

I valori D1 e D2 risultano coerenti con quelli delle formule precedenti e con la formula generale delle lenti sottili per una focale del riduttore di 230 mm e considerando che D1 è negativo:

$$\mathbf{1/Lf = -1/D1+1/D2} \quad (6)$$

Nel secondo dei due esempi precedenti è infatti:

$$1/230 = -1/250 + 1/120$$

$$0.0043 = 0.0043$$

Per chi volesse provare l'esperienza col proprio riduttore,telescopio e camera CCD (consigliata), la procedura è la seguente:

- Si compone, con adattatori, prolunghe e quant'altro, un treno ottico col riduttore che porti la distanza riduttore-sensore a quella che si desidera (100, 105, 120 mm etc) compatibilmente col termine della corsa della manopola di messa a fuoco, che non va mai forzata.Si mette a fuoco su una stella.
- Si smonta il predetto treno ottico e se monta un secondo sulla culatta, molto più lungo del primo (2.5-3 volte) senza riduttore e con la camera CCD, e si mette a fuoco senza toccare la manopola del telescopio, con spostamento longitudinale della distanza camera -attacco.Io ho usato un Tele extender variabile Meade, che scorre lungo il proprio asse, più alcune prolunghe.
- Si prende nota delle due distanze, che saranno D2 e D1

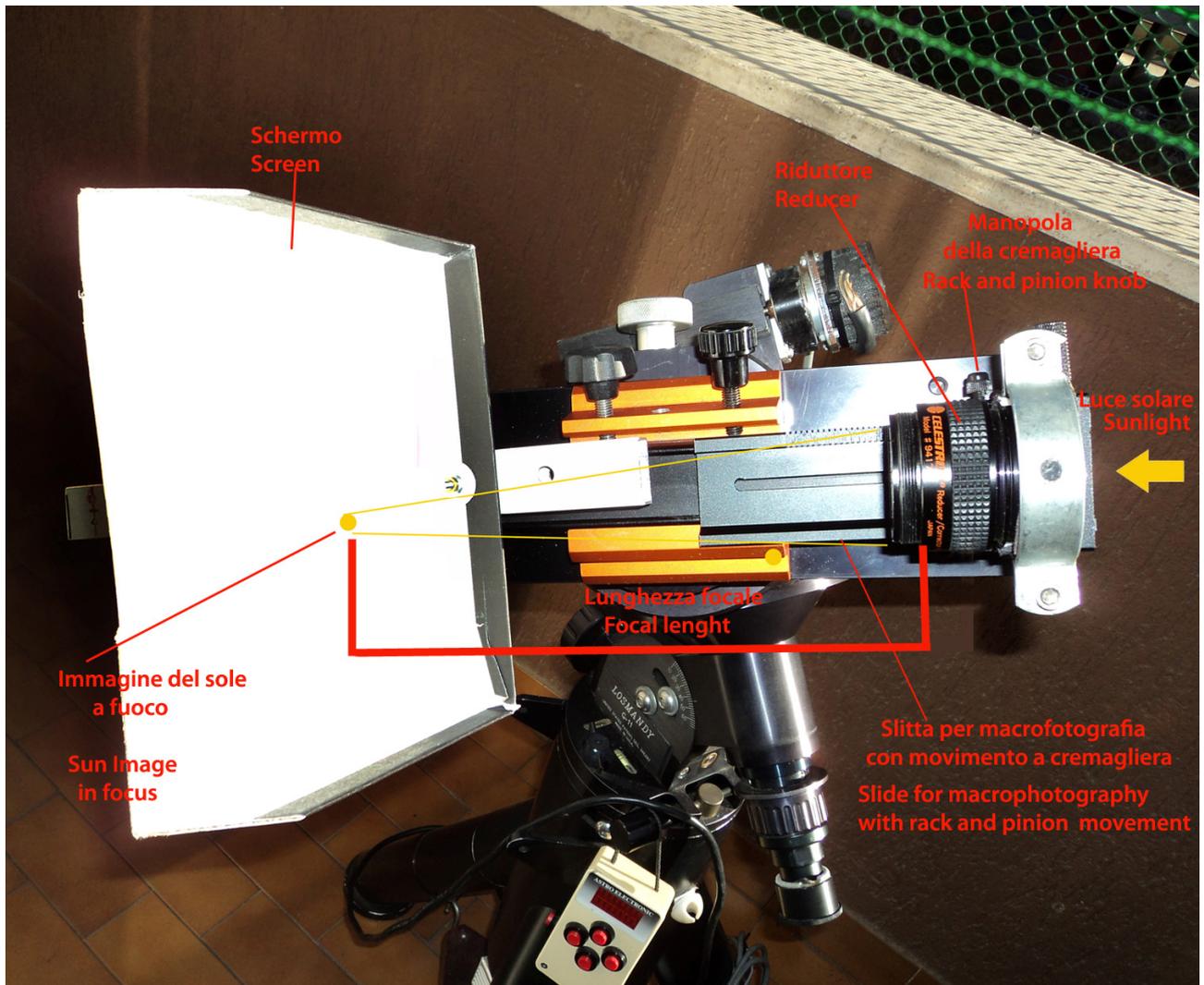
E' il caso di fare infine una riflessione: con la formula della distanza (2) a pag 11 si sarebbe ottenuto, per uno SC da 8" a f 6.3 con un riduttore Celestron: $230 - (230 \times 0.63) = 230 - 145 = 85$, un risultato diverso dai 105 mm notoriamente accettati e risultanti dalla formula di cui sopra.

Si è parlato di lunghezza focale dei riduttori, ma è importante sapere da quale punto dell'accessorio partire per misurarne la lunghezza focale col metodo che si vedrà innanzi. Anche qui regna una certa confusione: alcuni partono dall'ultima lente, altri dal centro dello scafo, altri ancora (correttamente, a mio avviso), dal centro del gruppo delle lenti. In un obiettivo simmetrico complesso la focale si misura dal punto nodale posteriore, in pratica tra le lenti, vicino alla lente posteriore. Non conoscendosi in dettaglio lo schema ottico e le caratteristiche dell'obiettivo di cui trattasi è ragionevole con una minima approssimazione, collocare il punto dal quale effettuare la misura nel centro dei due gruppi di lenti

Come misurare la lunghezza focale dei riduttori di focale ed altri accessori ottici con un semplice sistema

Nel mondo degli astrofili si pone spesso la necessità di misurare con un certo grado di attendibilità la focale degli accessori ottici, come, in questo articolo quella dei riduttori di focale. Metodi ce ne sono parecchi, ma intendo stavolta riferirmi a quello più semplice: la misura del punto focale su un oggetto molto luminoso posto all'infinito come il sole. Può essere a tal fine utile il seguente setup, composto da una slitta a cremagliera per macrofotografia di produzione cinese (costo 20 €) posta all'incontrario su una slitta Vixen e sul cui ancoraggio inferiore (ora superiore, con un foro fotografico) è stato fissato un anello sul quale inserire l'accessorio del quale si vuole misurare la focale.

Dalla parte opposta c'è un'altra barretta mobile cui aderisce uno schermo di plastica o cartone bianco. Quando, muovendo la cremagliera, l'immagine solare risulta perfettamente netta e a fuoco, si misura col calibro od altro strumento di misura la distanza tra lo schermo (ovviamente ortogonale rispetto al piano dell'ottica) e l'accessorio, nel punto desiderato (estremità delle lenti e/o centro tra le lenti stesse). Non è un sistema estremamente rigoroso, ma fornisce una precisione sufficiente.



Si pone tuttavia, come detto in precedenza, il problema da quale punto del riduttore misurare la distanza, e qui occorre una precisazione. Prendendo ad esempio il riduttore Celestron a f 6.3 (ma i Meade 6.3 e 3.3 sono molto simili per non dire uguali, essendo probabilmente stati prodotti dalla stessa fabbrica) si presenta la situazione illustrata nell'immagine che segue. Quindi volendo effettuare la misura partendo tra le 4 lenti del gruppo ottico, questa andrà presa a 9mm dall'ultima lente del riduttore, all'inizio della parte filettata maschio

Spessore del gruppo di lenti
Thickness of lens group

Distanza tra la parte anteriore
del riduttore e la prima lente

Distance between the front
of reducer and the first lens



Punto di misura tra le lenti
a 9 mm dall'ultima lente del riduttore
all'inizio della filettatura maschio .
Point of measurement between the lens
at 9 mm from last lens of reducer, at the
at the beginning of the male thread

Col suddetto sistema ho misurato la distanza dei tre riduttori per SC in mio possesso, col risultato che segue:

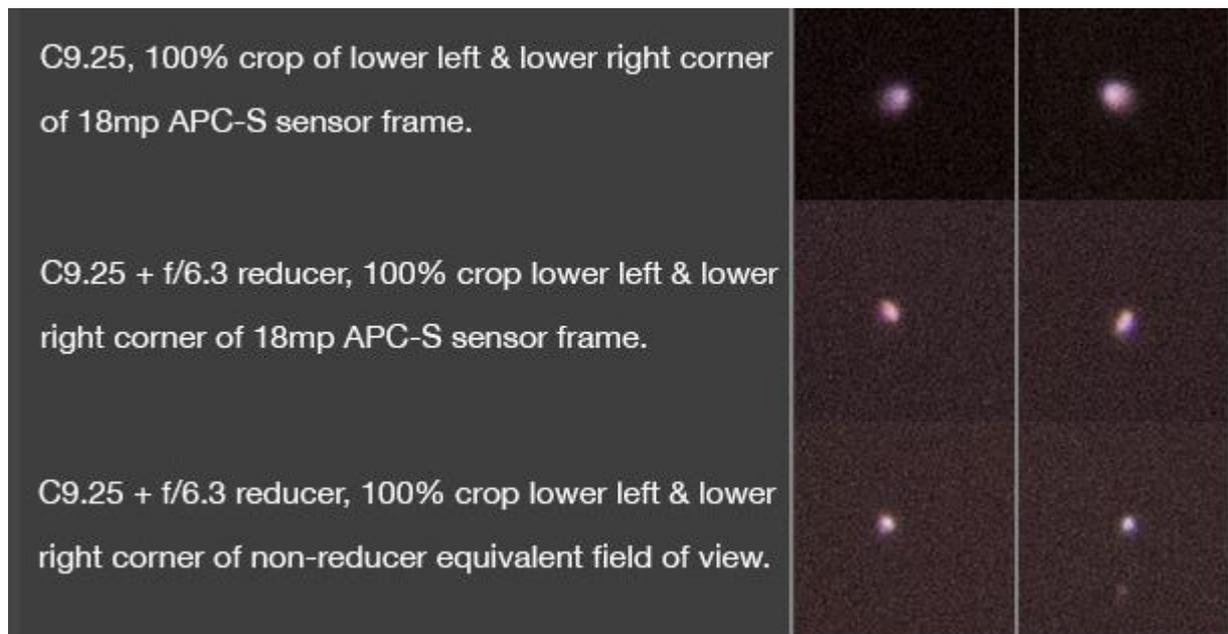
Centro del gruppo lenti del riduttore	Ultima lente
Celestron f 6.3.....230 mm.....	221 mm
Meade f 6.3 serie 4000.....220 mm.....	211 mm
Meade f 3.3 serie 4000.....90 mm.....	81 mm

La distanza è stata misurata dal centro delle lenti, per ottenere quella dall'ultima lente basta togliere 9 mm,(la metà dello spessore del gruppo ottico) come si osserva nell'immagine precedente.Tutti e tre i riduttori in mio possesso risalgono agli inizi degli anni 2000 e sono made in Japan.Alcuni altri riduttori dello stesso tipo made in China potrebbero dare risultati differenti.In particolare, sembra che alcuni riduttori Meade a f 6.3 risalenti ai primi anni 2000, nel periodo del passaggio della produzione dal Giappone alla Cina, siano stati prodotti con una focale di ca 130-140 mm.

Dopo questa panoramica generale sui più diffusi riduttori e riduttori-spianatori in commercio o disponibili sul mercato dell'usato andrò a parlare più in dettaglio dei riduttori-spianatori per Schmidt Cassegrain classici Celestron e Meade che hanno avuto una grande diffusione tra i possessori di tale categoria di strumenti, e che da tempo possiedo .

1- Riduttore- spianatore a f 6.3 Celestron

Questo riduttore - spianatore è stato progettato per tutti i telescopi SC della Celestron a f10 (ma funziona anche coi Meade a f 10, in quanto simile progettualmente al riduttore Meade a f 6.3), col C14 che è f11, tuttavia, il fattore di riduzione sale ad f 7. Esso, a detta del produttore, riduce di 3 volte il tempo di esposizione in astrofotografia con un campo più largo. Oltre a ridurre la lunghezza focale ed il rapporto F/D del telescopio esso riduce anche la curvatura di campo comune a tutti gli SC, anche se non la elimina completamente: aggiungo che in astrofoto l'effetto spianatore è migliore con sensori sino alla diagonale del KAF 3200 (il sensore dell'ST 10) di formato 14.85x10.26 mm mentre per il formato APS-C si dimostra insufficiente. Nelle immagini che seguono (fonte astro-ecuadors.net), sono riportate la correzione ai bordi del frame di una Canon 600D ed il campo illuminato sul sensore. Il riduttore va applicato alla filettatura posteriore maschio da 50 mm del telescopio. Come si è visto in precedenza, la distanza ottimale per ridurre le aberrazioni e mantenere il rapporto di riduzione di fabbrica è di 105 mm.

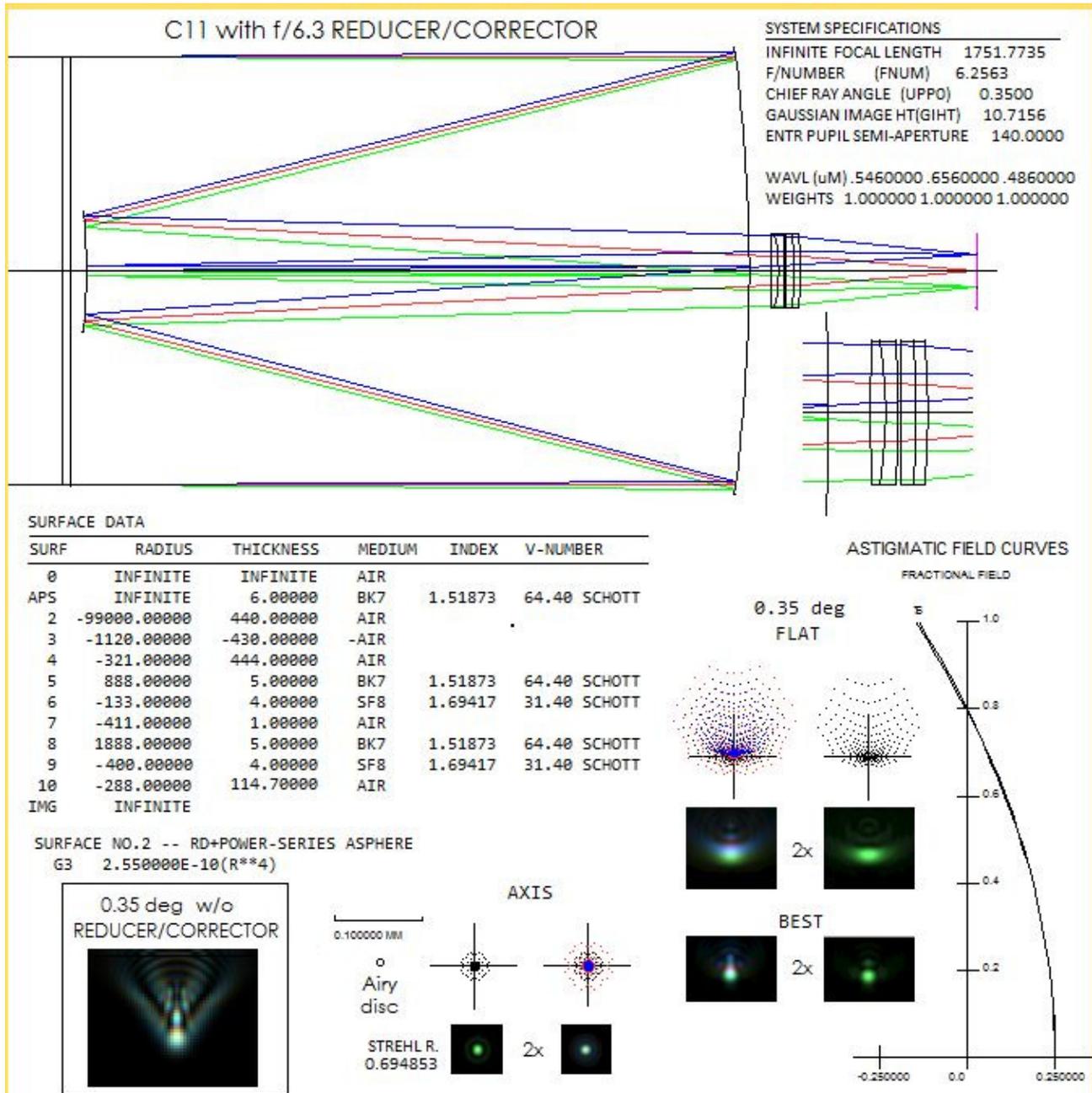




Nell'immagine che segue, da me ottenuta col mio C14 a f 7, il risultato su un binning 2x2 della galassia M64 con il chip Kodak KAF 3200 della mia SBIG ST10: le stelle sono abbastanza puntiformi ai bordi, ma già qui il campo illuminato è appena sufficiente.



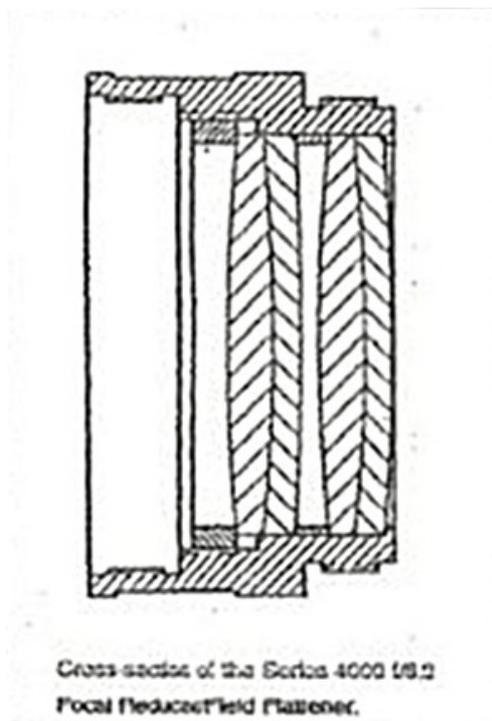
Tecnicamente, il progetto consta di due doppietti cementati ed è simile al Meade dello stesso tipo. Nell'immagine che segue (fonte Telescope-optics.net/miscellaneous_optics) è illustrato il livello di prestazioni su un C11 a f 10. La configurazione corregge il coma ma aggiunge un po' di astigmatismo dello stesso segno, e quindi il campo non è completamente spianato. Tuttavia lo spianamento del campo è significativamente migliorato. La correzione della linea centrale raggiunge lo Strehl di 0.8.



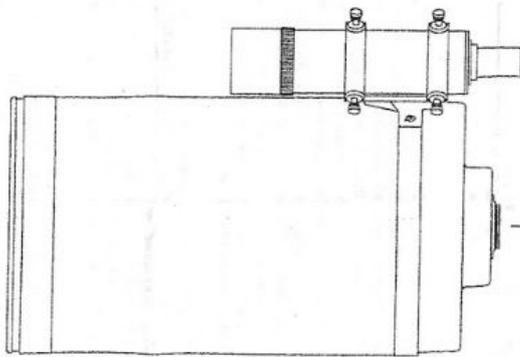
2- Riduttore- spianatore a f 6.3 Meade serie 4000

Lo schema ottico del Meade a f 6.3, come si osserva nella seguente immagine (fonte Meade Corp.) è molto simile , se non identico, al Celestron, e consta di 4 lenti in due gruppi con le superfici multi trattate per massimizzare il contrasto. Nelle istruzioni del riduttore, purtroppo risalenti agli anni 90, si suggerisce, per l'astrofotografia, un treno ottico pari ad un T adapter (ca 40 mm) + un anello T2 (15 mm) + il normale tiraggio fotografico, oscillante intorno ai 45-46 mm, in tutto 100-101 mm circa. Ho voluto, comunque, effettuare lo stesso test del riduttore Celestron , ottenendo il seguente risultato: D2 107 ; D1 185 mm, e, considerando lo spessore di 25 mm del riduttore $D2/D1 = 107/160$, che darebbe un fattore di riduzione di 0.67.

Ora , immaginando lo stesso tasso di relazione D2-D1 del riduttore Celestron, a 108 mm di D2 dovrebbe essere $D1 = 194$ e quindi $D2/D1 = 108/169 = 0.63$. Sembrerebbe quindi che la distanza di 108 mm dal piano focale sia quella conforme al rapporto di riduzione di progetto, almeno con gli SC Celestron. Per quanto riguarda la resa, ho potuto constatare che entrambi i riduttori a f 6.3, Meade e Celestron hanno contrasto elevato ed una decente correzione ai bordi, almeno sui sensori di medie dimensioni. La vignettatura è ancora tuttavia sensibile in entrambi sui chip medi, ma eliminabile con una buona flat.



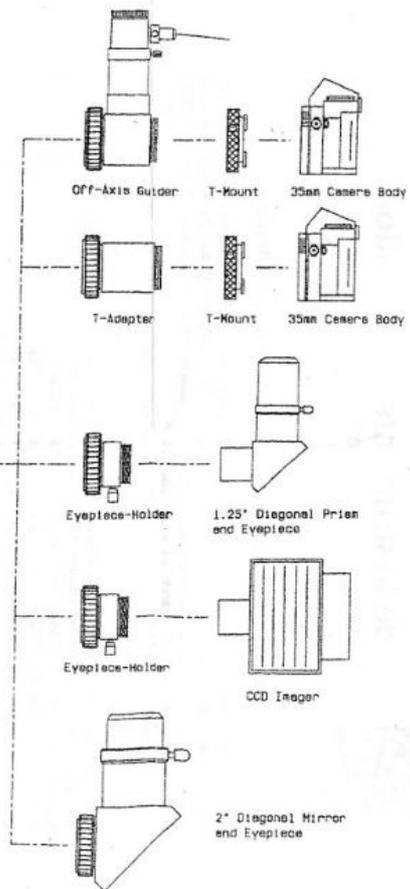
Applications of the Series 4000
 f/6.3 Focal Reducer/Field Flatteners



Schmidt-Cassegrain Tube Assembly



f/6.3 Focal Reducer
 Field Flatteners

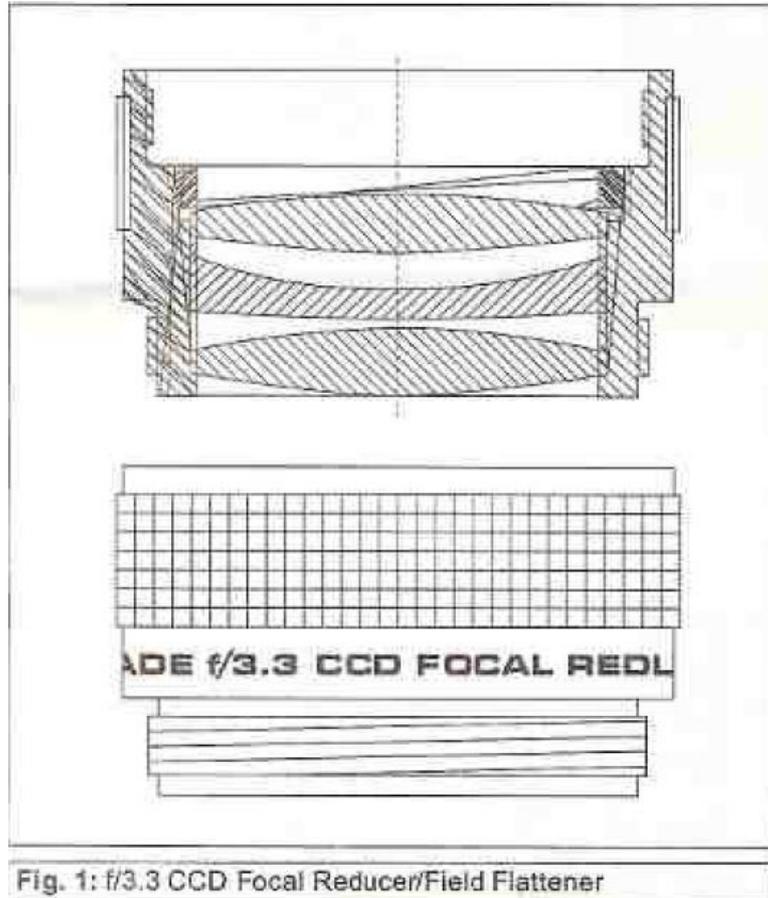


FRFF02.jpg - Size: 118.14KB
 Image 1 of 2

SAVE 
 CLOSE 

3- Riduttore- spianatore a f 3.3 Meade serie 4000

A differenza dei riduttori ad $f/6.3$, il Meade $f/3.3$ non è indicato per l'uso visuale, ma solo per imaging CCD con sensori di non grandi dimensioni nei quali produce una vignettatura significativa ed aberrazioni ai bordi del campo. Il campo corretto dovrebbe infatti aggirarsi sui 9-10 mm, in quanto era stato all'epoca progettato per l'uso con le camere CCD Meade della serie Pictor, come la 416 XT con un sensore di piccole dimensioni (4.6 x 6.9 mm). Si tratta di un'ottica a tre lenti (vedi foto che segue, fonte Meade), con una focale di 80-90 mm a seconda del punto di misurazione, come si è visto in precedenza. Come gli altri, esso andava avvitato alla culatta dell'SC e la Meade lo forniva con due spaziatori, uno da 30 mm, che con strumenti a $f/10$ dava il rapporto di $F/3.3$, ed un altro da 15 mm, con il quale il rapporto sarebbe stato di $F/5$. La spaziatura ottimale, considerando il back focus del sensore della camera, si sarebbe quindi dovuto aggirare sui 50-60 mm.



Fin qui le notizie ufficiali, per quanto poi riguarda la mia personale esperienza con tale riduttore, ricordo che lo usai agli inizi degli anni 2000 col mio C11 del periodo, con soddisfacenti risultati su una camera CCD Starlight Xpress MX716, con un sensore Sony ICX 249 AL, di dimensioni 7.95 x 6.45 mm. Poi tale riduttore venne da me usato per progettare e realizzare uno dei miei spettroscopi (C.L.A.U.S) e non ci pensai più, dato che ho sempre usato col mio C14 ed altri catadiottrici in mio possesso (C9.25 e C8) i riduttori Meade e Celestron a f 6.3. Un'offerta sull'usato di un grande venditore italiano fece recentemente rinascere in me l'idea di prenderlo per provarlo su alcune camerine con piccoli sensori, come una Lodestar X1 ed una ZWO ASI 290. Poi, l'appetito vien mangiando, nel corso della stesura del presente articolo mi venne in mente di provarlo, per curiosità, sul sensore Sony ICX 285 AL di 10.2x 8.3 mm che equipaggia l'Atik 314 L e sul C8 che sto usando in questo periodo di pandemia (scrivo a febbraio 2021) da casa mia a Roma, dato che da un po' non mi reco al mio osservatorio di Ponte di Nona.

Il primo problema fu individuare la distanza di progetto D2 che, come detto si sarebbe dovuta aggirare sui 50-60 mm. Cominciai allora da una distanza riduttore (centro lenti)-sensore di 70 mm complessivi, salvo poi ad accorgermi che a tale distanza il foceggiatore del C8, nel suo movimento dello specchio primario verso il secondario, arrivava a fondo corsa pochissimo prima dell'esatto punto di fuoco: tale distanza (70 mm dal centro lenti- 61 mm dall'ultima lente) andava quindi considerata come limite massimo per il sistema di messa a fuoco del Celestron 8. Il mio parco adattatori mi permetteva, intorno ai 60 mm, una distanza di 68 mm dal centro lenti e 59 mm dall'ultima lente, quindi sistemai a tale distanza la camera e feci 10 integrazioni da 10 sec l'una, poi assemblate con Astroart.

Il risultato è quello che segue: come si osserva nella prima immagine raw di 10 sec, la vignettatura è presente, ma accettabile: essa viene quasi completamente eliminata con la flat (seconda immagine, stack di 10 frames da 10 sec, con flat e dark). Le aberrazioni ai bordi sono presenti ma tutto sommato contenute in relazione alle dimensioni del sensore ed al notevole rapporto di compressione.

Quest'ultimo fattore è stato il dato più interessante, in quanto, in base alle distanze utilizzate, pari a 68 mm per D2 e 260 mm per D1, è stato pari a $68/260 = 0.26$, un risultato veramente notevole, che trasforma il C8, ovvero uno strumento a lungo fuoco, in un teleobiettivo a largo campo di soli 528 mm di focale risultante.

Ovviamente non ci si può aspettare il campo corretto di un apo da 70-80 mm con spianatore, ma l'apertura è di ben 20 cm, e, per chi già possiede tale accessorio è gratis, mentre per chi non lo possiede, ed è capace di trovarlo nel mercato dell'usato, il costo è irrisorio (mediamente 80-90 €) data l'attuale diffusione delle reflex digitali e sensori di grandi dimensioni sui quali il riduttore in questione non funziona o funziona male.



I riduttori di focale per Schmidt Cassegrain Meade e Celestron come riduttori e spianatori di campo dei rifrattori a corto fuoco nell'imaging CCD

E' diffusa la convinzione che I riduttori- spianatori per Schmidt Cassegrain siano dedicati esclusivamente a tale categoria di telescopi: ciò è vero solo in parte, come cercherò di dimostrare. Anche i rifrattori, infatti, hanno un campo curvo ed aberrazioni ai bordi, tant'è che per spianare il campo in fotografia astronomica esiste una grande varietà di spianatori e spianatori-riduttori dedicata ai vari modelli di rifrattori apocromatici in commercio, allo scopo di renderli adatti alla fotografia con sensori di grandi dimensioni, come quelli delle reflex digitali nei formati APS C e 24 x 36. Il punto dolente è che tali accessori costano, spesso quasi quanto metà del costo del telescopio, mentre i rifrattori che li hanno già implementati nello schema ottico, tipo Petzval, hanno anche essi un prezzo elevato in rapporto al diametro. Perché allora, per chi già possiede un riduttore-spianatore per SC, tentare di usarlo per il suo Apo da 60 o 80 mm senza alcun costo aggiuntivo, è possibile tale soluzione, e fino a che punto? Nell'intento di rispondere a tale interrogativo, dalla scorsa estate ho effettuato alcune prove su due rifrattori Apo in mio possesso: uno Sharpstar 50/330, doppietto ED con vetri FPL53, f 6.6 ed un Tecnosky 80/560, con obiettivo a tripletto incollato, f 7.

1- Sharpstar 50/330 ED

Questo piccolo telescopio, appena più grande di un cercatore da 50 mm, viene venduto sotto diverse marche: Sharpstar, TS, Stellarvue, etc: si tratta di un rifrattore ED aperto a f 6.6, che ho acquistato d'occasione a soli 180 € da un amico astrofilo romano. Lo strumentino mi ha colpito sin dall'inizio per l'incisione ed il contrasto delle immagini, il problema è che copre bene fotograficamente un formato pari al sensore dell'Atik 314L (10.2 x 8.3 mm), mentre andando oltre appaiono vignettatura e coma ai bordi. Anche con un buon spianatore, come l'Astrotech AT2FF, con una spaziatura di 55 mm, non riesce a coprire il formato APS C delle reflex digitali, come riferisce un astrofilo americano su Cloudynights.

Era quindi il candidato ideale per il test che andavo ad effettuare sulle camere CCD SBIG in mio possesso, una ST10 ed una ST 8300, quest'ultima con un sensore che si avvicina molto al formato APS C. Esso aveva, inoltre, un attacco posteriore filettato uguale a quello degli SC Meade e Celestron, cosa che facilitava di molto la composizione del treno ottico.



La prima prova fu effettuata la scorsa estate del 2019 dal mio appartamento agli altipiani di Arcinazzo, (in estate inquinamento luminoso medio) con la Sbig ST 10 con un sensore Kodak Kaf 3200 NABG full frame da 14.85 x 10.26 mm ed un TC 237 per l'autoguida incorporata. L'oggetto astronomico da riprendere la Nebulosa NGC 7000 che per la sua notevole estensione angolare si prestava bene alla prova. L'immagine finale è l'unione di tre immagini di 3600 sec. complessivi ciascuna ottenute rispettivamente con un filtro H alpha Baader da 35 nm, uno H alpha Astronomik da 6 nm, ed un filtro Astronomik IR pass > 742 nm, ciò al fine di evidenziare sia la nebulosa che le stelle nascoste dietro di essa.

Come si può osservare dall'immagine, anche se ridotta rispetto all'originale, le stelle apparivano puntiformi sino al bordo sul formato in questione, ed il contrasto elevato nonostante l'interposizione tra il telescopio e la camera di un riduttore di focale Meade da f 6.3. Il campo appariva uniformemente illuminato grazie anche ad una flat effettuata con un apposito accessorio (pannello luminescente).

Per quanto riguarda i dati tecnici, essi furono gli stessi del secondo test, del quale tra poco parlerò in dettaglio.



Visto il successo (inaspettato) del primo test, nei giorni dello scorso mese di gennaio 2021 ho voluto riprovare la medesima configurazione strumentale da casa mia a Roma, con un sensore di grandi dimensioni, il Kodak KAF 8300 , di 18 x13.5 mm della mia Sbig ST 8300, su un oggetto del periodo: NGC 2237, la cd Nebulosa Rosetta . una regione HII formata da nubi di Idrogeno ionizzato dalla radiazione ultravioletta emessa da stelle calde (classe O e B) appartenenti all'ammasso aperto NGC 2244 situato al centro della nebulosa. Dalla città è un oggetto abbastanza elusivo, data la notevole estensione angolare. Ho ripreso una serie di frames di 30 e 60 sec in H alpha e IR senza autoguida.

Nella prima immagine H alpha da 6 nm un frame da 30 sec, a piena risoluzione 3352 x 2532, si può osservare che le stelle sono abbastanza puntiformi sino al bordo.

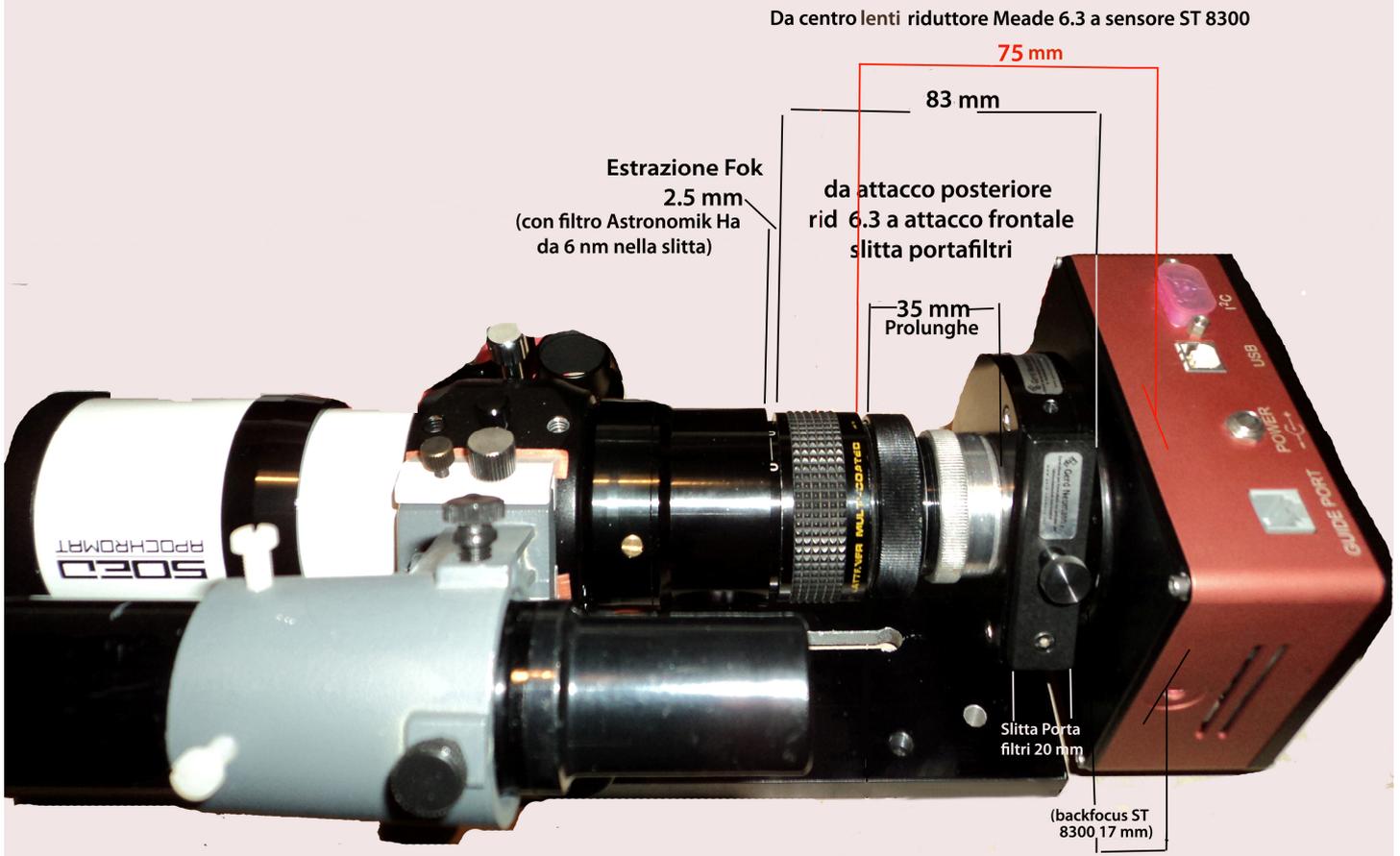


Anche nella seconda immagine , stacking di 14 frames da Ha da 30 sec e 14 IR da 60 sec, elaborate con AA e Psp, si nota un buona puntiformità delle immagini stellari, non perfetta, ma accettabile sui bordi.



Veniamo ora ai dati tecnici: nell'immagine che segue sono indicate le spazature usate tra riduttore e camera. Come si può osservare, la distanza D2 tra riduttore e sensore è stata di 75 mm dal centro delle lenti: Applicando la formula (1) a pag 10 si ha: $Fr = (Lf - D) / Lf$ e quindi $Fr = 220 - 75 / 220 = 0.66$ (che per inciso è esattamente il rapporto F/D 6.6 del telescopietto). Quindi si ha 0.66 (rapporto F/D originario) $\times 0.66$ (nuovo rapporto indotto dal riduttore) = 0.43 rapporto di riduzione effettivo, corrispondente a 215 mm di lunghezza focale. In definitiva la "strana coppia" può dirsi usabile sino a sensori delle dimensioni del KAF 8300, e questo è già un buon risultato, che tuttavia non può essere "tout court" esteso a tutti i rifrattori apo, in quanto , a mio avviso, dipende anche dall'apertura e dal rapporto F/D del rifrattore usato. Diciamo che è uno stimolo ad effettuare prove interessanti senza alcuna, o con minima spesa. Sicuramente detto setup non potrà coprire il formato APS C delle reflex digitali, ma anche in questo caso si potranno ottenere risultati accettabili con un crop dell'immagine finale.

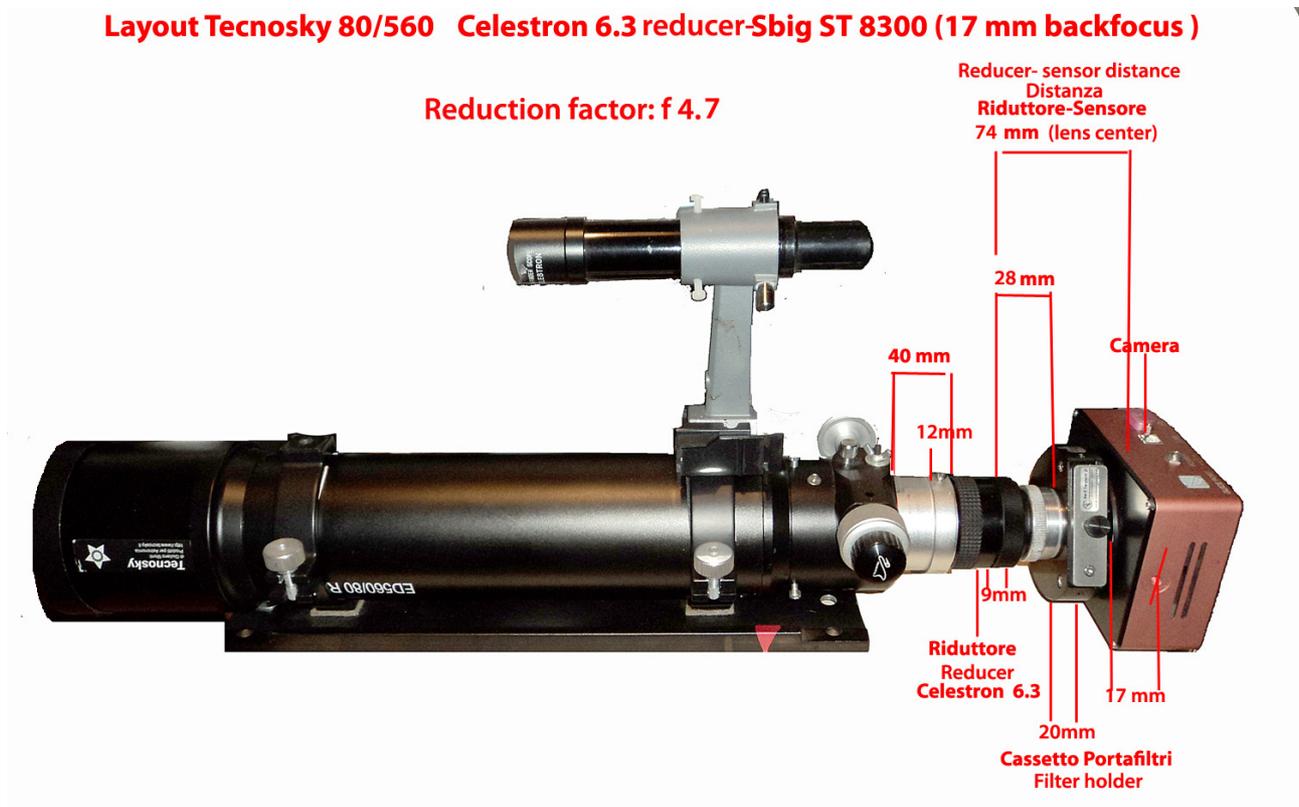
Setup Sharpstar 50 ED a f 4.3 con rid. Meade f 6.3 e ST 8300



2- Tecnosky 80/560 tripletto

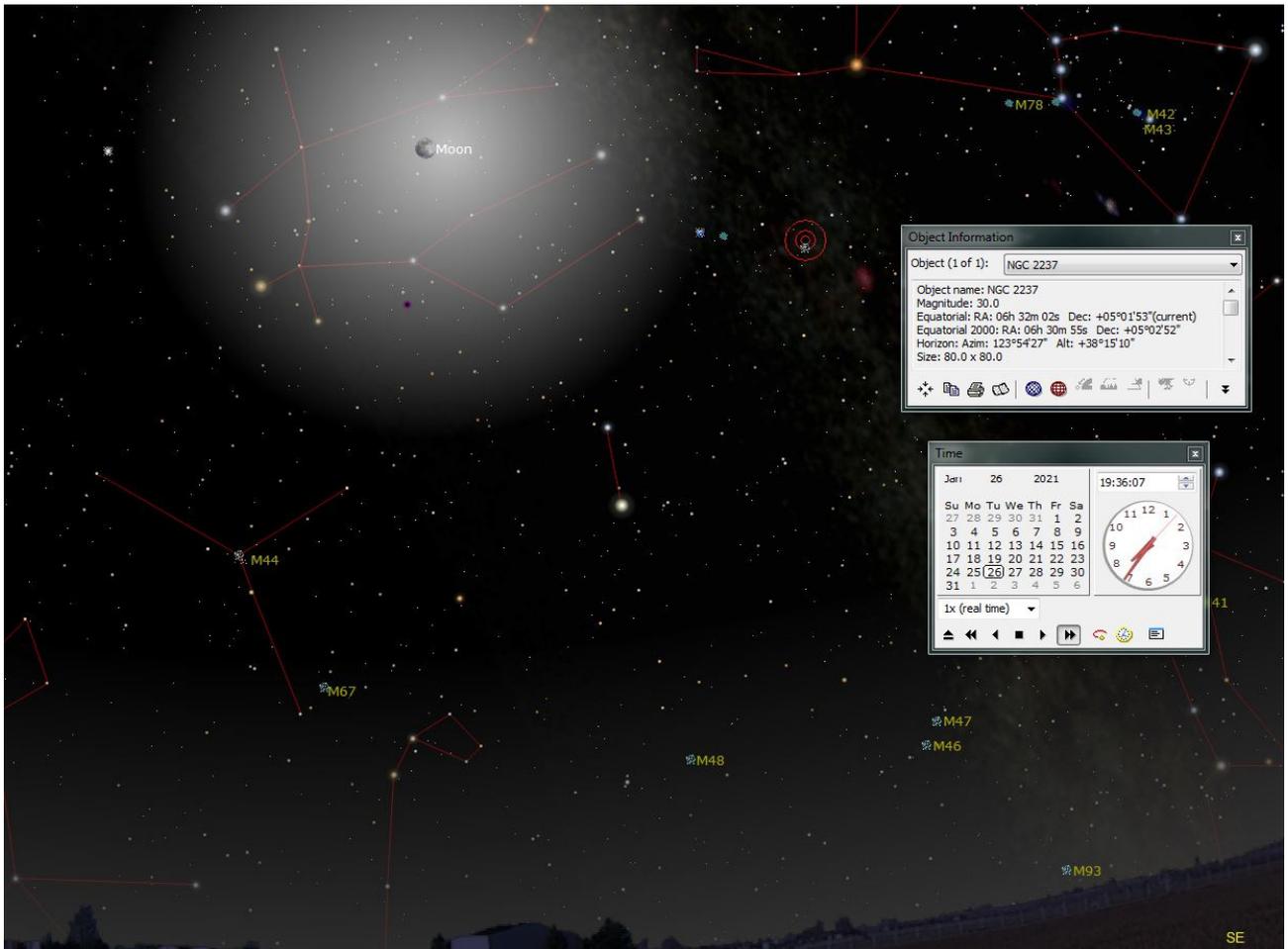
Incuriosito dalla prova precedente, ho voluto provare anche un diametro più grande, e precisamente un rifrattore apo in mio possesso, un Tecnosky 80 mm e 560 mm di focale, f 7, il cui obiettivo è un tripletto incollato, vetri non dichiarati, che si comporta abbastanza bene in astrofotografia, regalando immagini secche ed incise con cromatismo molto contenuto, direi quasi assente. Tale strumento, tuttavia, quanto a planietà, copre a malapena il campo dell'ST8. Ho deciso, altresì, di effettuare la prova sul riduttore Celestron a f 6.3, simile al Meade. Per l'attacco del riduttore al telescopio ho dovuto usare un adattatore attacco Celestron maschio- 50,8.

Il test è stato effettuato nella configurazione mostrata nell'immagine che segue:



Come si osserva, la distanza riduttore (centro lenti) – sensore è stata di 74 mm, quindi simile a quella del caso precedente il punto di fuoco, ovviamente, si è trovato ad una distanza maggiore del 50/330, data la maggiore lunghezza focale, ed il foceggiatore dello strumento è stato estratto di circa 28 mm, anziché 2.5 mm. Il rapporto di riduzione è stato pari a $230 - 74 / 230 = 156 / 230 = 0.68$ e quello finale $0.68 \times 0.7 = f 4.7$, ovvero 376 mm di lunghezza focale.

Anche stavolta il test, sempre da casa mia a Roma, è stato effettuato sul target del periodo, NGC 2237, il 26 gennaio 2021, con frames da 60 sec l'uno senza autoguida con i risultati delle immagini seguenti. C'è da dire che volutamente ho effettuato la prova nelle peggiori condizioni di cielo possibili, allo scopo di evidenziare la vignettatura ed altri punti negativi. Alle 19.37 infatti la luna piena si trovava a soli 20° dalla nebulosa, come dimostra la seguente schermata di The Sky. ed il cielo era appena velato. Naturalmente mi sono potuto permettere tale temerario approccio in quanto ho usato un filtro IR pass Astronomik 742 ed un filtro Halpha da 6 nm, che hanno abbattuto di molto il chiarore lunare rendendo possibile ricavare un'immagine.



Qui di seguito un raw frame di 60 sec a piena risoluzione:la vignettatura è evidente, come anche le stelle aberrate ai bordi estremi , ma la situazione appare comunque migliorata rispetto a quella senza riduttore.



Nell'immagine successiva lo stacking di 40 frames, tra Halpha e IR: si osserva una insufficiente esposizione, dovuto al fondo cielo chiaro, nonostante l'applicazione di un filtro anti rumore, ma era il massimo ottenibile in quelle condizioni. Diciamo che la resa complessiva dell'accoppiata riduttore Celestron-Tecnosky 80/560 è stata tutto sommato abbastanza soddisfacente, anche se, come nel caso precedente, non credo possa esserlo sul formato APS C, per il quale le immagini andrebbero sicuramente croppate.



Conclusioni

In questo lavoro, che non è stato affatto facile per l'assenza o la presenza di informazioni incomplete, non soddisfacenti, od in alcuni casi contraddittorie sul web e sui testi di astronomia ho cercato di chiarire alcuni punti di un tema poco approfondito, nonostante le decine di migliaia di possessori di accessori del genere su scala planetaria.

Ho potuto accertare che i riduttori per SC possono essere usati anche per spianare e ridurre, con tutti i limiti e le accortezze del caso, e solo dopo alcune prove sul campo, anche le immagini ottenibili con rifrattori Apo a corto fuoco (f 6 e 7) che oggi vanno per la maggiore, specie per l'uso con camere CCD o CMOS sino ad un formato immediatamente inferiore all'APS C, restando in ogni caso possibile, per gli utilizzatori di reflex digitali, di tagliare parzialmente le immagini, conservando tuttavia l'utilità della riduzione del rapporto F/D. Non ho provato ad utilizzare il Meade F 3.3 sui rifrattori in quanto sono certo che fornirebbe su questi immagini inaccettabili, ma ciò non vieta che gli eventuali possessori di tale accessorio possano effettuare delle prove con sensori di piccole dimensioni, magari trasformando, se ci riescono, un rifrattorino a f 5 in un f 1.6 !.