

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

COME COSTRUIRE UN CANNOCCHIALE

G. Carboni, Marzo 1996

I N D I C E

- [Introduzione](#)
- [Il primo cannocchiale](#)
- [Come usare il primo cannocchiale](#)
- [Il supporto](#)
- [Le aberrazioni delle lenti](#)
- [Gli oculari](#)
- [Il raddrizzamento dell'immagine](#)
- [Il cannocchiale acromatico](#)
- [Potere separatore e ingrandimento](#)
- [Osservazioni con il cannocchiale](#)
- [Bibliografia](#)



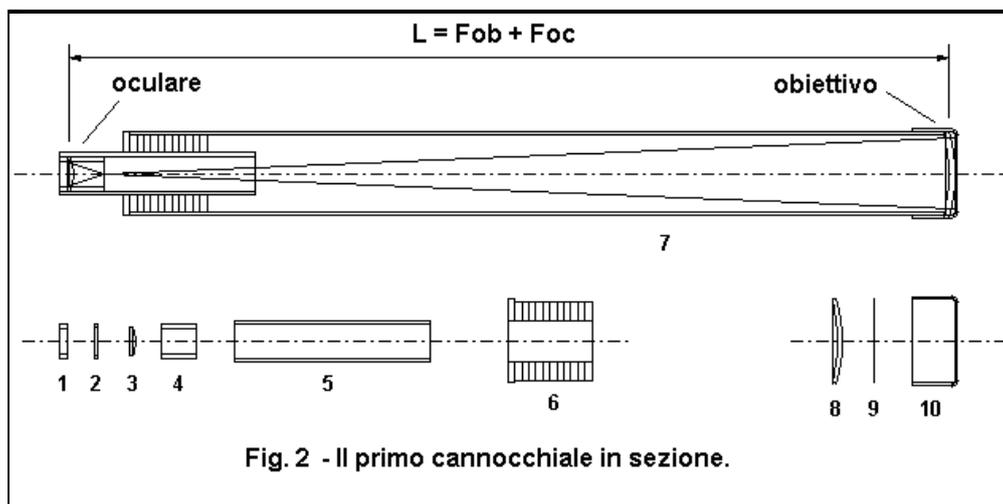
INTRODUZIONE △

Il cannocchiale è uno strumento importante. Con esso, Galileo vide montagne e crateri sulla Luna, macchie sul Sole e le fasi di Venere. Con il cannocchiale, l'uomo è dunque riuscito a guardare oltre le sfere celesti e si è accorto che gli astri non erano corpi divini, ma altri mondi, concreti e materiali come il nostro. Quando guardiamo le stelle, il cannocchiale ha l'importante proprietà di farci riflettere sull'Universo e sulla nostra condizione. Il cannocchiale può essere utilizzato anche per numerose osservazioni terrestri. Per guardare ad oggetti lontani, quali imbarcazioni, aerei. Può essere impiegato anche per osservare animali senza disturbarli.

Di seguito descriverò la costruzione di due cannocchiali. Il primo è uno strumento molto semplice da realizzare, mentre il secondo, è più perfezionato ed adatto alle osservazioni astronomiche.

IL PRIMO CANNOCCHIALE △

Come ho detto, questo primo strumento è semplice, può essere costruito senza particolari difficoltà e consente di apprendere la struttura e il funzionamento dei cannocchiali in generale. Per quanto elementare, esso è però in grado di farvi vedere i maggiori crateri della Luna e alcuni satelliti di Giove. E' infine molto utile per sperimentare le aberrazioni delle lenti. La costruzione del primo cannocchiale è quindi un passo necessario per comprendere le soluzioni costruttive del secondo modello, più perfezionato.



Dal punto di vista ottico, il cannocchiale è uno strumento semplice. Il suo funzionamento è stato descritto nella sezione [Dalle lenti agli strumenti ottici](#). Quindi, ora mi limito a ricordare che il cannocchiale è formato da due lenti positive: l'obiettivo e l'oculare. L'obiettivo forma un'immagine degli oggetti verso cui lo strumento è puntato, l'oculare ingrandisce questa immagine, comportandosi come una lente da ingrandimento.

Le figure 2 e 3 mostrano il primo cannocchiale. Esso è realizzato impiegando materiali facili da trovare. I componenti di questo cannocchiale sono i seguenti:

1 - anellino per fermare posteriormente la lente oculare;

2 - anellino di centraggio dell'oculare;

3 - oculare: lente da 20-50 mm di focale. Potete acquistarla presso un ottico oppure un fotografo. Può essere anche ricavata dall'obiettivo di una macchina fotografica "usa e getta". Chiedete al vostro fotografo di tenerne da parte qualcuna per voi: non vi costeranno nulla;

4 - anello per fermare anteriormente la lente oculare;

5 - tubo di cartone o di plastica per l'oculare. Il suo diametro interno deve essere tale da contenere la lente oculare. Questo tubo si trova facilmente in casa, in una confezione di pellicola per alimenti, sacchetti per freezer, foglio di alluminio, ecc... Da un tubo come questo potete ricavare anche gli anelli 1, 2 e 4 che servono a posizionare la lente oculare;

6 - manicotto di raccordo fra il tubo oculare e quello principale. Può essere realizzato con compensato. Tagliate una serie di dischi forati al centro che incollerete con vinavil. Rifinite con una lima. Questo manicotto deve rimanere inserito a forza nel tubo principale, ma deve permettere al tubo oculare di scorrere per effettuare la messa a fuoco;

7 - tubo principale. Usate un tubo di cartone o di plastica per fogli da disegno, del diametro di 60 mm. La sua lunghezza deve essere circa pari alla focale dell'obiettivo;

8 - obiettivo. Potete utilizzare una comune lente per occhiali da 500-1000 mm di focale. Potete acquistarla presso un ottico. Chiedete all'ottico di ridurne il diametro in modo che si adatti esattamente sul fondo del tappo del tubo da disegno;

9 - diaframma. Ritagliatelo da un cartoncino nero. Al centro, praticate un foro di 15 mm circa di diametro;

10 - tappo del tubo per fogli da disegno. Utilizzatelo per fermare l'obiettivo e il diaframma. Praticate in esso un foro di alcuni millimetri più piccolo della lente.

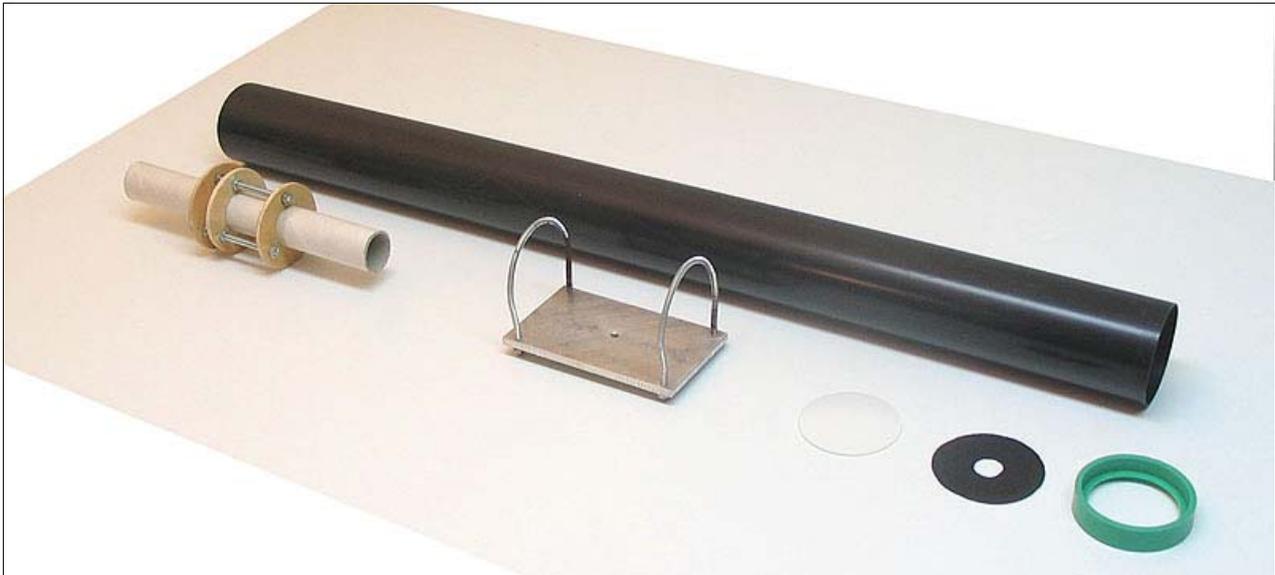


Figura 3 - I componenti del primo cannocchiale
(l'oculare è all'interno del tubo piccolo)

La distanza fra l'oculare e l'obiettivo deve essere pari alla somma della focale delle due lenti. Il tubo oculare deve sporgere un poco per potere essere manovrato. Riducete di conseguenza la lunghezza del tubo principale. Il tubo oculare deve scorrere dolcemente nella propria sede, ma non deve cadere se il cannocchiale viene tenuto verticalmente. Verniciate di nero opaco l'interno dei tubi. Fissate il tappo del tubo principale in modo che non salti via accidentalmente.

COME USARE IL PRIMO CANNOCCHIALE ▲

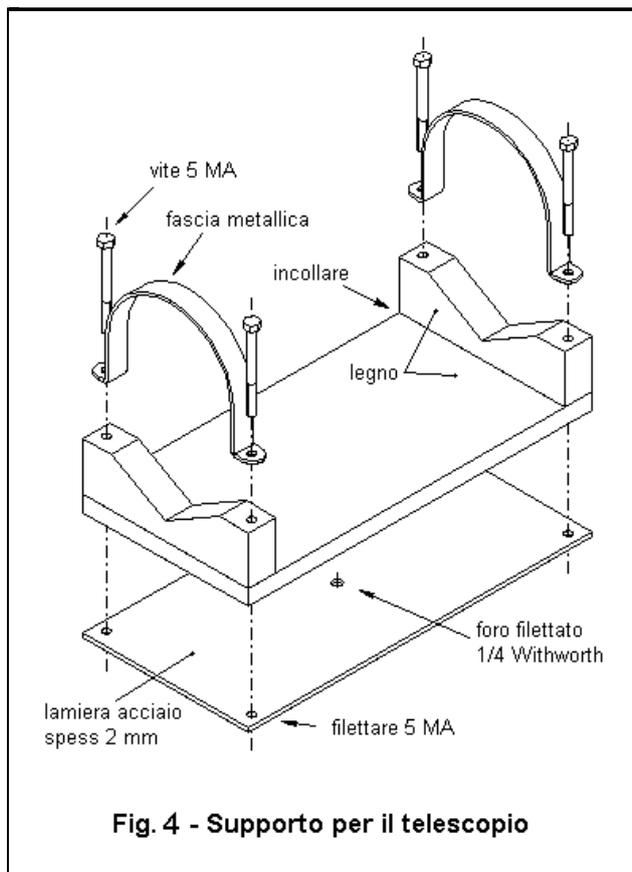


Fig. 4 - Supporto per il telescopio

All'inizio non mettete il diaframma, ma utilizzate l'obiettivo alla massima apertura. Puntate lo strumento verso un oggetto lontano. Muovete in avanti oppure indietro il tubo-oculare finché l'immagine sarà più nitida possibile. Vi renderete conto che la qualità dell'immagine è scadente e tende ad essere sempre sfocata. Questo dipende dal fatto che la lente che avete impiegato per obiettivo è affetta da "aberrazione cromatica". Questa semplice lente possiede anche altri difetti, e tutti insieme rendono povera la qualità dell'immagine. Alcune di queste aberrazioni vengono ridotte diminuendo il diametro della lente.

Potete ridurre le aberrazioni di questa lente riducendo la sua apertura. Ecco perchè metteremo un diaframma davanti all'obiettivo. Si tratta di un dischetto di cartoncino nero con un foro di 15 mm di diametro circa. Questo diaframma, collocato davanti all'obiettivo, riduce tanto i difetti, quanto la luminosità dell'immagine. Di conseguenza potrete osservare solo oggetti bene illuminati dal Sole. Per eliminare l'aberrazione cromatica, occorre sostituire la lente da occhiali con una lente acromatica. Questo lo vedremo più avanti.

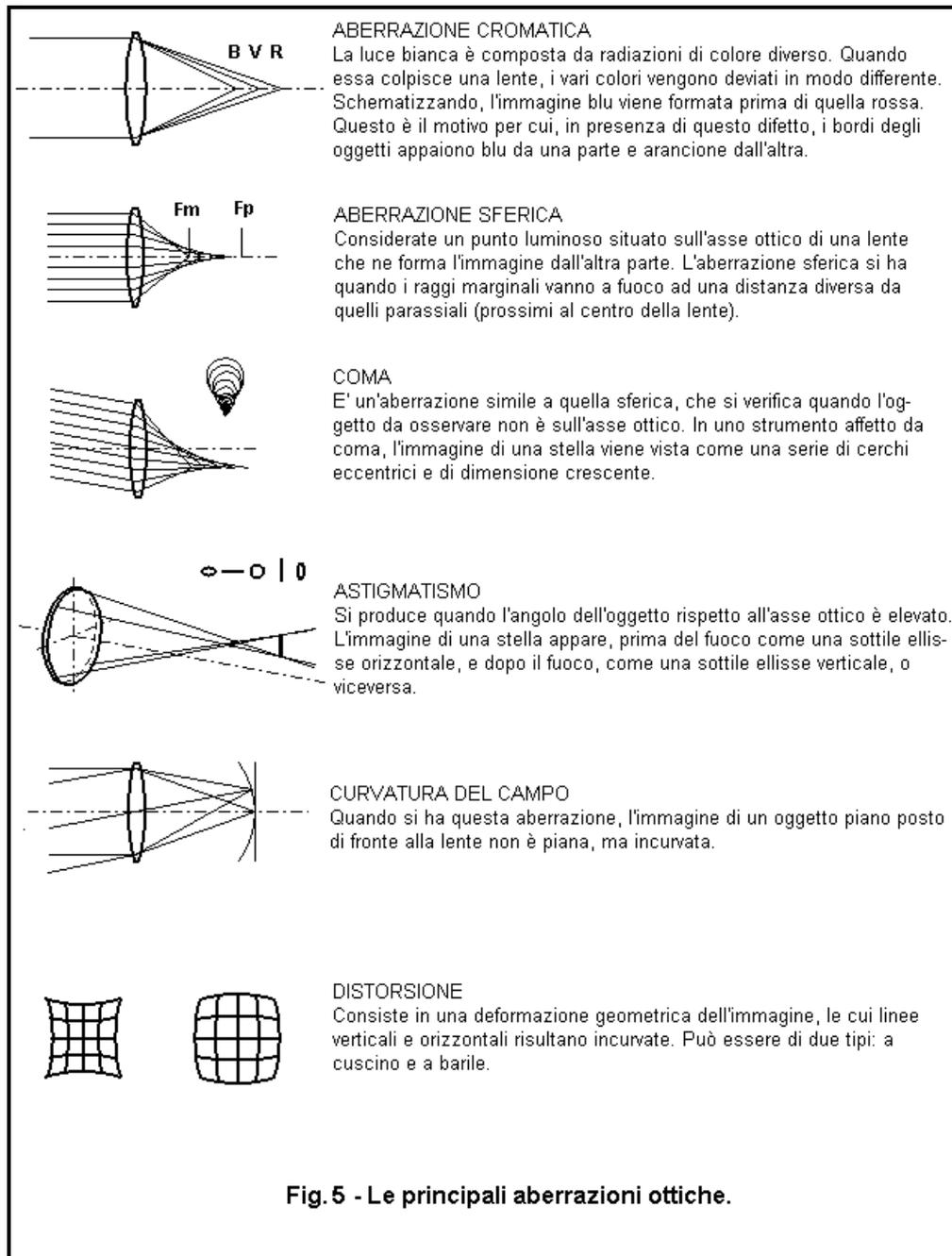
IL SUPPORTO ▲

La prima cosa di cui ci si accorge fin dalle prime prove del cannocchiale è che le oscillazioni delle mani rendono molto difficoltosa l'osservazione. E' quindi necessario realizzare un sostegno che vi aiuti a indirizzare e mantenere fisso il

cannocchiale. A tale scopo potete costruire il sostegno di figura 4 che è adatto per essere montato sopra un cavalletto per fotografia per mezzo del foro filettato da 1/4 Whitworth.

LE ABERRAZIONI DELLE LENTI

L'impiego del primo cannocchiale è utile proprio per avere diretta esperienza delle aberrazioni delle lenti. In questo semplice strumento, l'aberrazione più evidente è quella cromatica. Le aberrazioni possono essere drasticamente ridotte progettando in modo opportuno le lenti. Dal momento che non è possibile contenere tutte le aberrazioni utilizzando una sola lente, gli obiettivi e gli oculari vengono realizzati con più lenti, che così diventano dei "sistemi ottici". Definendo in modo opportuno il tipo di vetro di ciascuna lente, la curvatura di ogni superficie e la distanza fra una lente e l'altra, è possibile controllare in modo soddisfacente le aberrazioni del sistema. In linea generale, il grado di correzione di un obiettivo o di un oculare dipende dal numero di lenti da cui è formato.



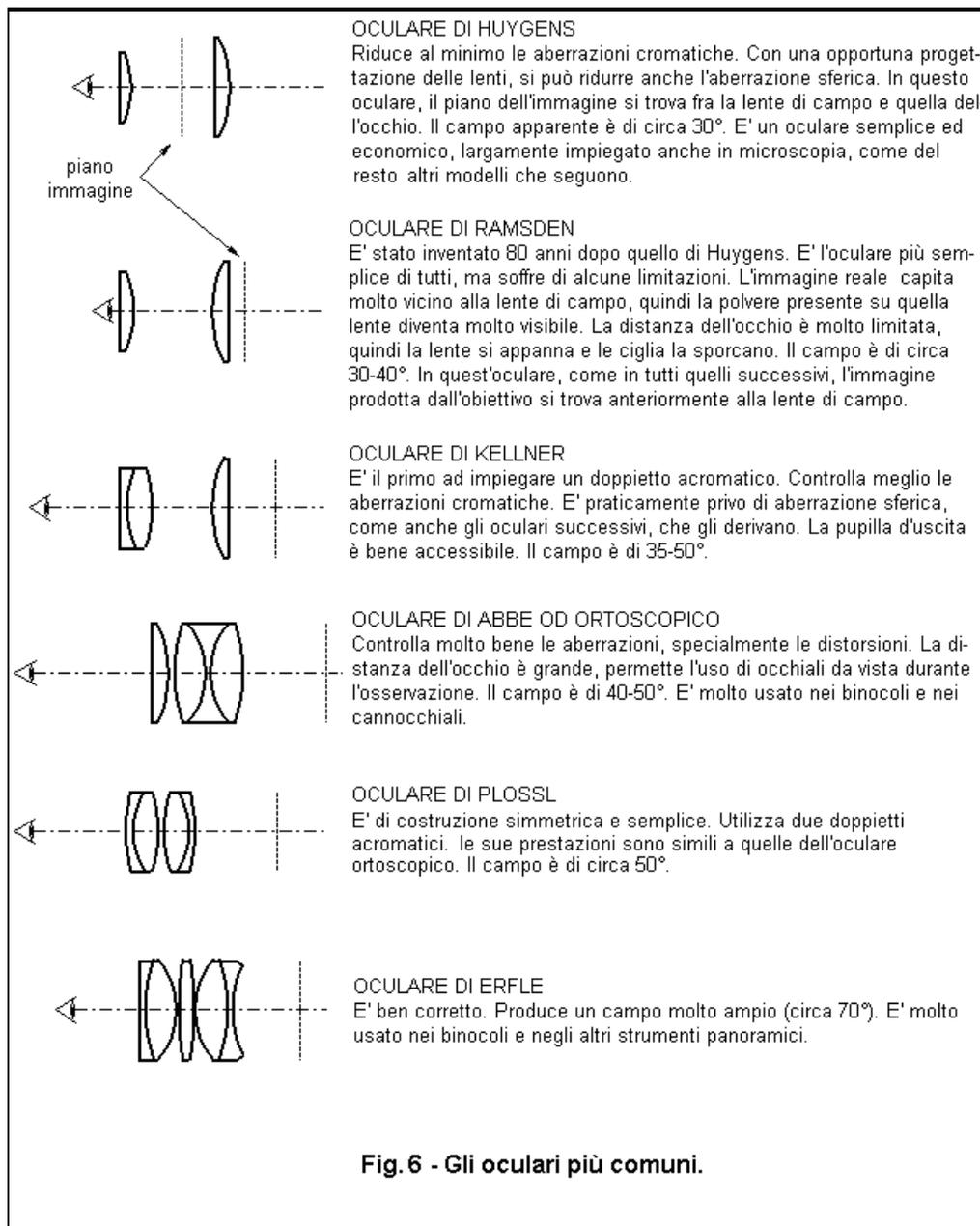
Per il secondo cannocchiale, illustrato nella figura 12, dovrete usare un **obiettivo acromatico**. Si tratta di un obiettivo normalmente formato da due lenti di forma diversa, una convergente, l'altra divergente. A volte esse sono incollate insieme con balsamo del Canada o con apposite resine artificiali, altre volte sono mantenute separate. Queste lenti sono anche composte da vetri con indice di rifrazione differente: l'uno alto (vetro Flint), l'altro basso (vetro Crown). Quindi, mentre la prima lente produce il difetto in un senso, l'altra lo produce in quello opposto. Le due aberrazioni cromatiche si elidono a vicenda e l'immagine prodotta risulta molto più nitida.

Normalmente, questi obiettivi sono fabbricati in modo da ridurre anche gli altri tipi di aberrazione. Ovviamente gli obiettivi acromatici non sono tutti della stessa qualità, in alcuni è ancora possibile rilevare un residuo di aberrazione cromatica, oppure sono bene a fuoco solo in centro, o producono distorsioni a cuscino o a barile. La figura 5 descrive le principali aberrazioni ottiche.

GLI OCULARI

Nel nostro primo cannocchiale, abbiamo usato una semplice lente di ingrandimento come oculare. Anche un oculare formato da una sola lente è affetto da aberrazioni, in particolare dall'aberrazione cromatica. All'inizio del 1700, Huygens dimostrò di poter eliminare l'aberrazione cromatica negli oculari impiegando un sistema composto da due lenti. Da allora sono stati progettati numerosi modelli di oculare per ottenere correzioni sempre migliori, un angolo di campo più ampio, etc. L'oculare mantiene però sempre la stessa fondamentale funzione di ingrandire l'immagine reale prodotta dall'obiettivo. I principali parametri che caratterizzano un oculare sono i seguenti:

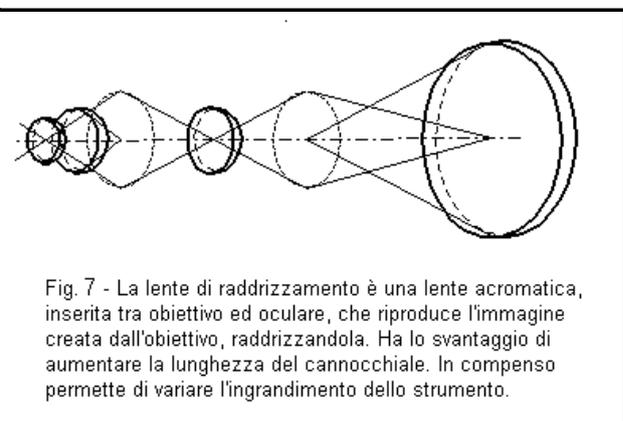
Parametro	Caratteristiche
MODELLO	Correzione delle aberrazioni
FOCALE	Concorre a determinare l'ingrandimento dello strumento
CAMPO	Determina l'ampiezza dell'immagine. Un campo più vasto rende più confortevole l'osservazione
DISTANZA DELL'OCCHIO	Indica la distanza a cui deve stare l'occhio dall'oculare
DIAMETRO	Indica il diametro di accoppiamento fra l'oculare e il tubo dove va inserito. Ve ne sono due tipi principali: da 24 mm e 32 mm circa

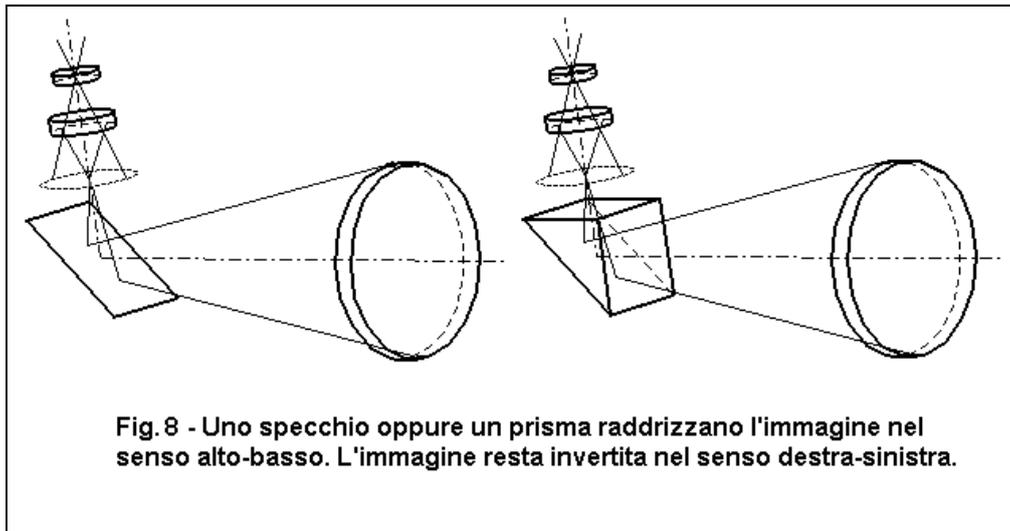


Oltre a quelli illustrati nella figura 6, ci sono altri oculari, composti da un numero di lenti crescente. Il loro utilizzo è specialistico e hanno un prezzo elevato.

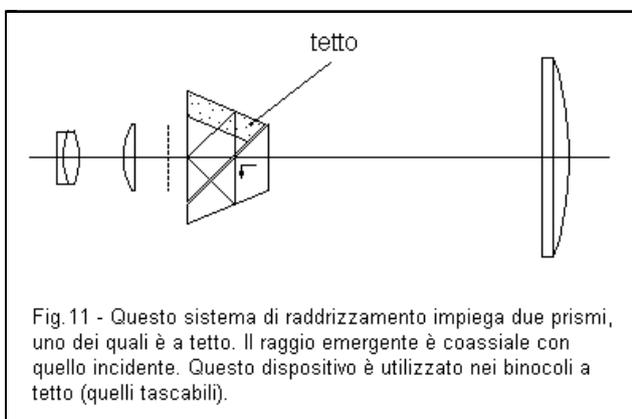
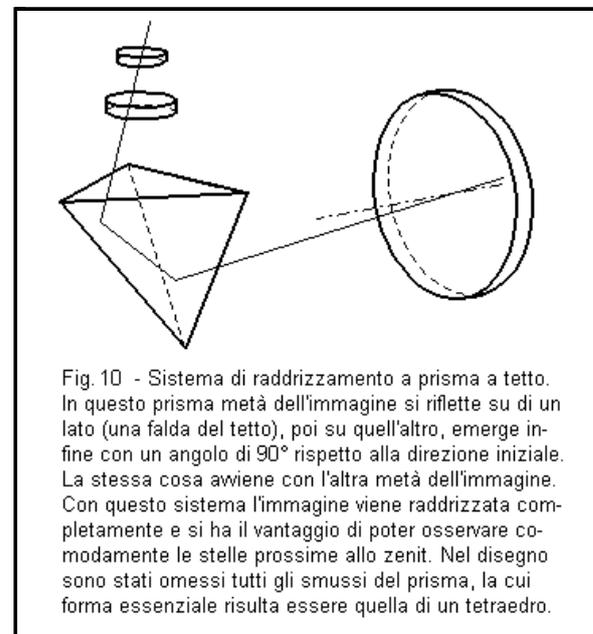
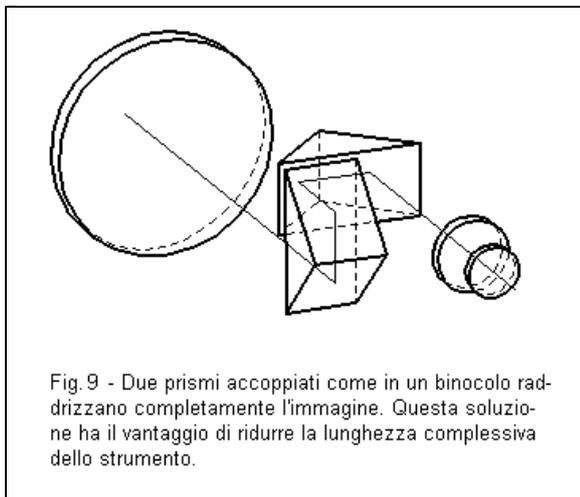
IL RADDRIZZAMENTO DELL'IMMAGINE ▲

Con il primo cannocchiale che avete costruito, l'immagine risulta capovolta e nella sezione "Dalle lenti agli strumenti ottici" avete visto perchè. Per un astronomo, vedere una stella diritta o capovolta, è indifferente. Infatti tutte le stelle, ad eccezione del Sole, sono tanto lontane che neppure con i telescopi più potenti è mai stato possibile risolvere il disco. Esse appaiono quindi sempre come punti. Vedere un punto diritto o capovolto non cambia granchè. Invece, per quelle persone che vogliono utilizzare il cannocchiale anche per osservazioni terrestri, vedere le cose diritte è molto più confortevole.



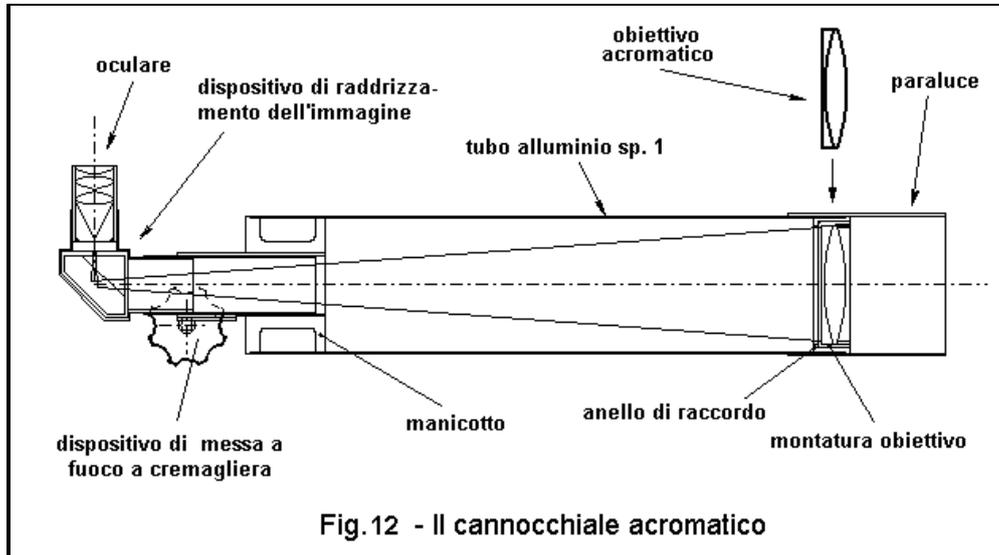


Vi sono diversi metodi che permettono il raddrizzamento dell'immagine, senza alterarne in modo sensibile la qualità. Le figure 7, 8, 9, 10 e 11 illustrano i principali sistemi di raddrizzamento. Questi dispositivi vengono venduti completi di custodia con tubi per il collegamento con l'oculare ed il sistema di messa a fuoco.



Con la costruzione di questo secondo cannocchiale (figura 12), facciamo un salto di qualità tecnologico per i metodi di costruzione e di conseguenza anche nei riguardi delle prestazioni. Per realizzare questo strumento sono necessari:

- un obiettivo acromatico del diametro da 40 a 100 mm, della focale da 800 a 1200 mm;
- un oculare della focale da 20 a 40 mm. Per quel che riguarda il tipo, vanno bene tutti quelli indicati nella figura 6, ad esclusione del Ramsden;
- un dispositivo di messa a fuoco a cremagliera. E' costituito da due tubi che scorrono l'uno dentro l'altro. Quello interno è mosso da una coppia di ingranaggi "pignone-cremagliera";
- un dispositivo di raddrizzamento dell'immagine (vedi figure 7-11);
- un tubo principale in alluminio #1. Al momento dell'acquisto, la sua lunghezza deve essere pari alla focale dell'obiettivo. Il diametro deve essere maggiore di quello della montatura dell'obiettivo;
- un anello di raccordo: barra di plastica nera o di alluminio;
- un manicotto: barra di plastica nera o alluminio;
- un tubo paraluce: tubo di plastica nera o alluminio.



Potete acquistare l'obiettivo, l'oculare, il dispositivo di messa a fuoco e di raddrizzamento dell'immagine presso i fabbricanti o i rivenditori di prodotti ottici che mettono le proprie pubblicità nelle riviste di astronomia. In ogni caso, è molto utile chiedere consiglio ad un gruppo locale di astrofili. Oltre ai consigli tecnici, gli astrofili vi aiuteranno ad acquistare i vari componenti a prezzi economici. Fate attenzione che i vari componenti si adattino convenientemente, altrimenti occorrerà preparare degli anelli adattatori. Le lavorazioni principali delle parti meccaniche devono essere eseguite con il tornio. Se non lo possedete, potete rivolgervi a un tornitore. Poichè si tratta di lavorazioni semplici, non dovrete spendere molto, chiedete comunque un preventivo. Gli studenti degli istituti tecnici possono accedere alle macchine della propria scuola. Per chi ha intenzione di attrezzarsi per le lavorazioni meccaniche, può essere utile sapere che in commercio si trovano torni di produzione cinese al prezzo di un milione e mezzo. Per lo stesso importo si può anche acquistare un tornio usato, di taglia medio-piccola.

IL POTERE SEPARATORE E L'INGRANDIMENTO △

L'ingrandimento del cannocchiale è dato dal rapporto fra la focale dell'obiettivo e quella dell'oculare $I = F_{ob} / F_{oc}$. Non si deve però credere di potere ingrandire a volontà, vedendo sempre più particolari. L'ingrandimento massimo ottenibile con un cannocchiale è limitato dal diametro del suo obiettivo. Più una lente ha diametro grande, più vicini sono i punti che essa è in grado di distinguere come separati.

Il **potere separatore (PS)** di un obiettivo corretto, espresso in secondi d'arco, è dato da $PS = 120/D$ dove **D** è il diametro dell'obiettivo in millimetri. L'occhio umano ha un potere separatore di circa 60". Quindi l'ingrandimento ottimale per un obiettivo è dato dal rapporto fra il potere separatore dell'occhio e quello dell'obiettivo: $I = PS_{occhio} / PS_{ob}$.

Facciamo un esempio. Un obiettivo acromatico di 80 mm di diametro ha un potere separatore di $120/80 = 1,5"$. Quindi l'ingrandimento ottimale è di $60 / 1,5 = 40X$. In pratica, può risultare comodo raddoppiare questo valore, ma è meglio non andare oltre perchè la quantità di dettagli visibili non aumenterebbe. Alla fine, seguite questa semplice regola: l'ingrandimento massimo di un cannocchiale non deve superare il diametro dell'obiettivo, espresso in mm. Controllate il potere separatore reale del vostro strumento per mezzo di stelle doppie la cui distanza angolare si può trovare su apposite tabelle nei testi di astronomia.

OSSERVAZIONI AL CANNOCCHIALE △

Il corpo celeste più spettacolare da osservare con il cannocchiale è senza dubbio la Luna. Il momento migliore per puntare il vostro strumento verso di lei è il primo quarto, quando essa appare illuminata a metà. In questo momento, le montagne lunari e i crateri proiettano le ombre più lunghe e risultano meglio visibili da Terra.

Effettuate le prime osservazioni con il cannocchiale semplice, quello con la lente da occhiali per obiettivo. All'inizio tenete l'obiettivo alla massima apertura. Al bordo degli oggetti illuminati vedrete i colori blu da una parte e arancione dall'altra, prodotti dall'aberrazione cromatica. L'immagine risulterà parecchio confusa. Montate ora il diaframma sull'obiettivo. Esso ridurrà molto le aberrazioni, vedrete che differenza! Utilizzando invece il cannocchiale acromatico questi difetti saranno al confronto impercettibili anche a tutta apertura. Con questo strumento, non è più necessario impiegare il diaframma sull'obiettivo.

Altri oggetti da osservare sono i pianeti più vicini. Giove mostrerà quattro satelliti allineati sul piano equatoriale, apparendo come un modello in miniatura del sistema solare. Per osservare gli anelli di Saturno è necessario utilizzare un ingrandimento elevato. Il

confronto fra le dimensioni di Giove e quelle di Saturno, vi darà un'idea delle grandi distanze astronomiche. Potete poi osservare Marte, il pianeta rosso, quindi Venere, che mostra fasi come la Luna, e ancora ammassi di stelle e stelle doppie.

ATTENZIONE:

NON USATE IL CANNOCCHIALE PER OSSERVARE IL SOLE!

Ne avrete la retina irrimediabilmente ustionata!

Quello che si può fare, invece, è proiettare l'immagine del Sole su di uno schermo o una parete della stanza. Se farete questo durante un'eclisse di Sole, ne otterrete uno spettacolo indimenticabile.

Anche le osservazioni terrestri sono molto divertenti. Con il cannocchiale, potrete finalmente accorgervi che gli uccelli che volano nel vostro giardino non sono tutti passeri, ma anche cinciallegre, capinere, pettirossi, cardellini, verdoni, fringuelli, storni, ecc... Infatti, tutti questi graziosi animali esibiscono un piumaggio colorato che è visibile solo con il cannocchiale e che vi permetterà il riconoscimento delle differenti specie. Questo strumento può essere impiegato anche per osservare gli insetti che volano sui fiori, senza prendere una puntura sul naso!

BIBLIOGRAFIA

[How to Build a Telescope?](#) Come costruire un telescopio riflettore. Articolo fatto molto bene.

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

