

# LE BASI DELL'OSSERVAZIONE ASTRONOMICA

Cristian Baccani

Corso del 11 Aprile 2024



**Società Astronomica Fiorentina**  
[www.astrosaf.it](http://www.astrosaf.it) - [presidentesaf@gmail.com](mailto:presidentesaf@gmail.com)  
tel. 377 1273573

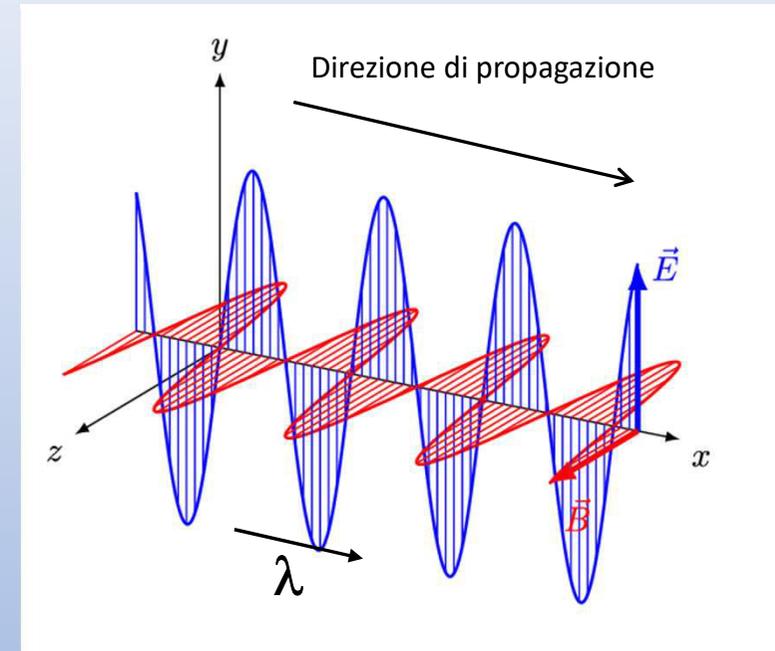


# INDICE ARGOMENTI

- Spettro della radiazione elettromagnetica
- Introduzione all'ottica geometrica
- Le basi dell'osservazione astronomica
- Configurazioni dei principali telescopi
- Telescopi: riflettori e rifrattori
- Montature: azimutale ed equatoriale
- Come osservare il cielo
- Astrofotografia

# RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA

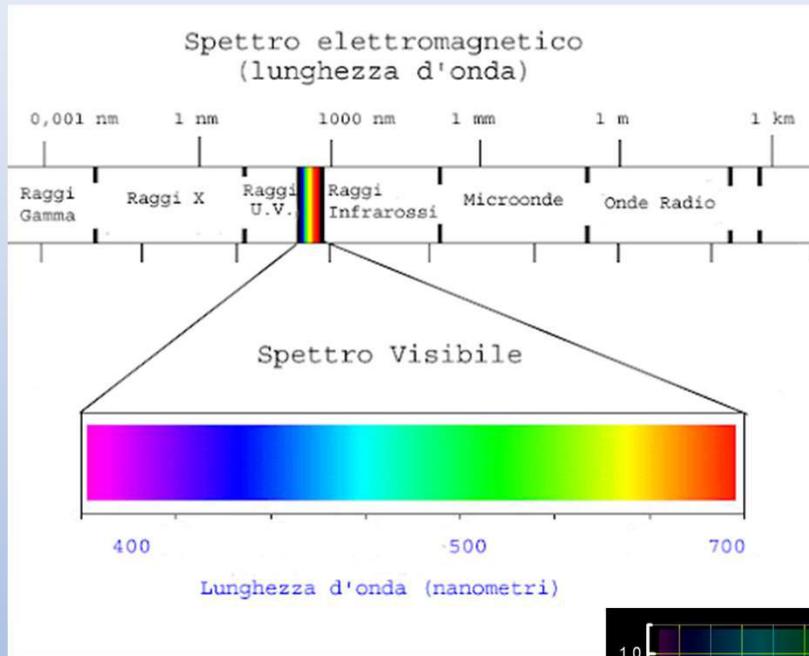
- La radiazione elettromagnetica si può definire come l'energia del campo elettromagnetico che si propaga nello spazio vuoto o in un mezzo.
- Le onde elettromagnetiche sono onde trasversali e il campo elettrico  $\vec{E}$  e magnetico  $\vec{B}$  oscillano perpendicolarmente alla direzione di propagazione.
- La lunghezza d'onda ( $\lambda$ ) è la distanza minima tra due punti che sono in fase.
- La frequenza ( $f$ ) è il numero di complete oscillazioni fatte in un secondo.
- Secondo la meccanica quantistica la radiazione è costituita da fotoni, che trasportano pacchetti di energia dipendenti dalla frequenza di oscillazione.



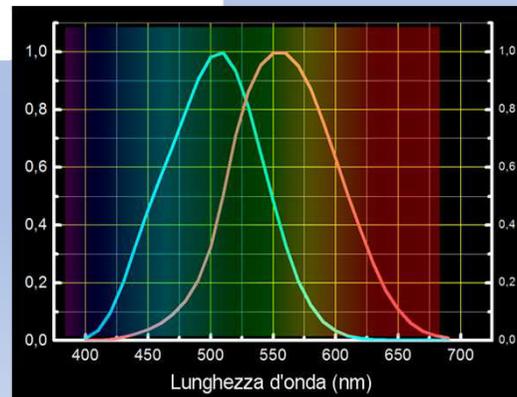
Da wikipedia

Onda elettromagnetica  
polarizzata linearmente

# RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA



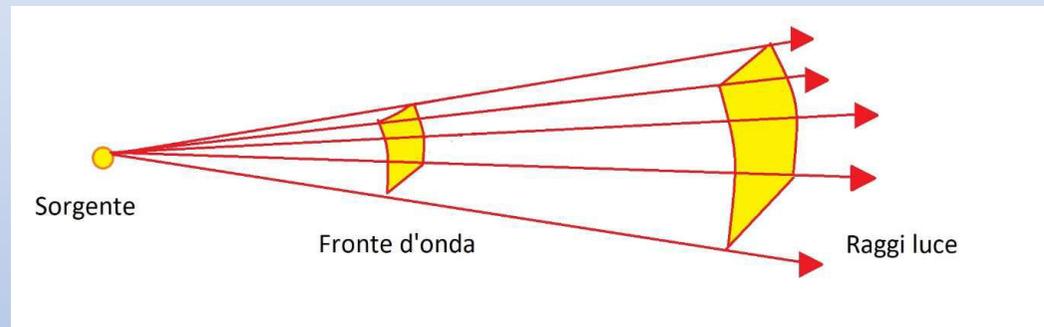
Curva di sensibilità dell'occhio (visione scotopica e fotopica)



- Spettro elettromagnetico.
- L'occhio umano è sensibile solo alle lunghezze d'onda comprese tra 380nm e 780nm, lo spettro visibile.
- Curva fotopica centrata a 555nm e curva scotopica centrata a 505nm.
- Osservazione oculare con telescopi o binocoli (luce visibile).
- Radiazione infrarossa e visibile, rilevabile con ccd o macchine fotografiche dedicate per l'astrofotografia.

# OTTICA GEOMETRICA

L'ottica geometrica si basa sulle proprietà geometriche di propagazione della luce, in cui i raggi luminosi si propagano in linea retta e modificano il proprio percorso quando incontrano lenti, specchi o altri mezzi con indice di rifrazione diverso.



Lenti:

- Lenti Positive
- Lenti Negative

Obiettivi Acromatici, Apocromatici, Oculari....

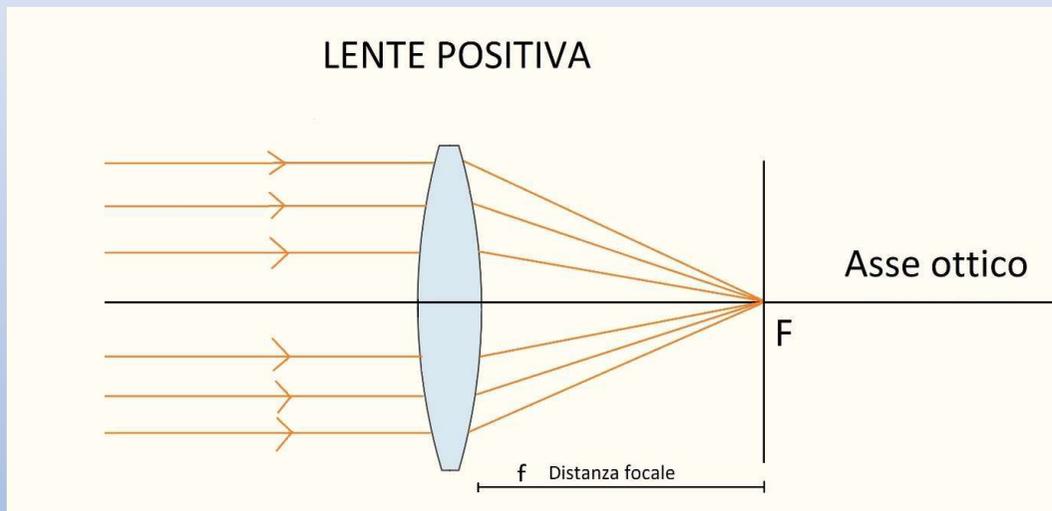
Specchi:

- Specchi concavi
- Specchi convessi
- Specchi piani

Specchi primari, secondari, deviatori.....

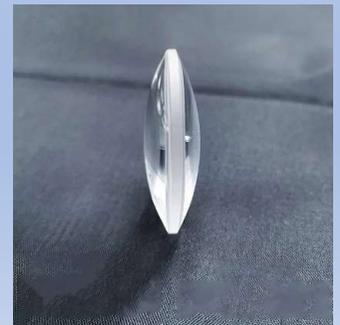
# OTTICA GEOMETRICA

**Lenti positive** sono quei componenti ottici che hanno la proprietà di concentrare la luce in un punto dell'asse ottico e di produrre immagini reali.



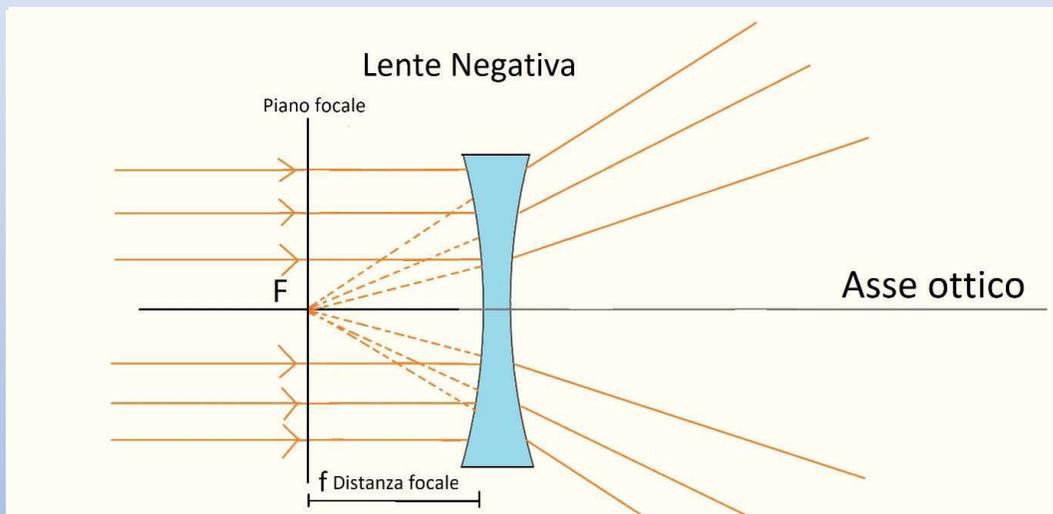
Un oggetto si dice **all'infinito** quando si trova molto lontano da noi, come gli oggetti nella volta celeste. La luce proveniente da questi oggetti viene rappresentata da raggi paralleli all'asse ottico.

- Nelle lenti positive i fasci di luce paralleli all'asse ottico attraversano la lente e si incontrano in un punto **F** detto fuoco.
- **F** è il fuoco e **f** è detta distanza focale. Lenti positive hanno un fuoco reale, si può vedere una l'immagine reale di un oggetto.



# OTTICA GEOMETRICA

**Lenti negative** sono quei componenti ottici che hanno la capacità di fare divergere i raggi di luce provenienti dall'infinito, cioè si allontanano dall'asse ottico e non si incontrano mai realmente.



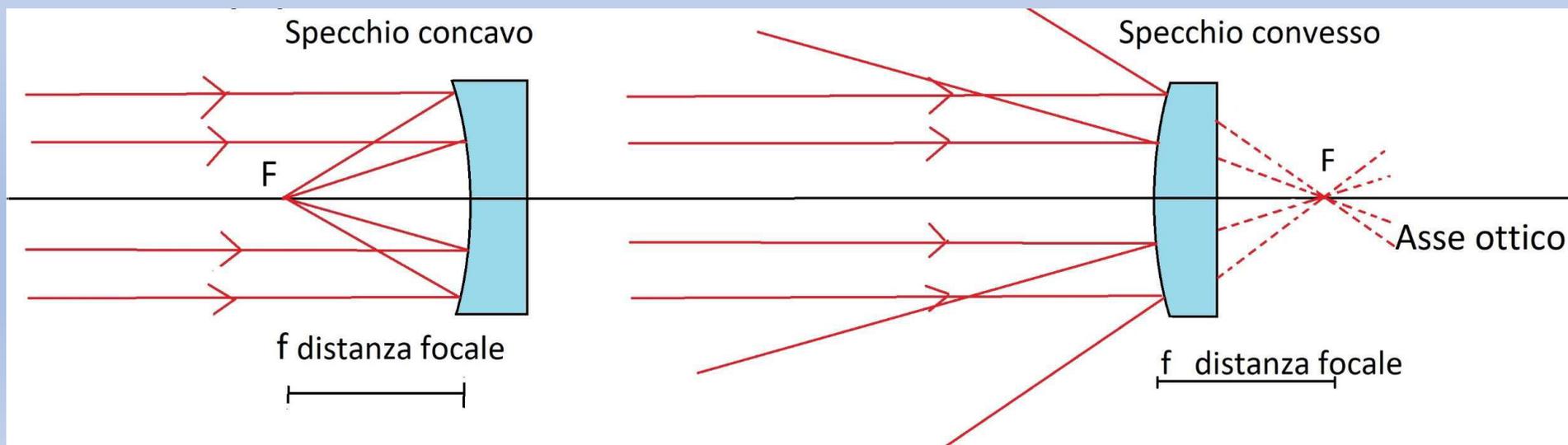
Raggi di luce provenienti dall'infinito paralleli all'asse ottico.



- Nelle lenti negative i raggi di luce paralleli all'asse ottico divergono dopo aver attraversato la lente.
- Il fuoco **F** nelle lenti negative è virtuale e dato dall'incontro dei prolungamenti dei raggi rifratti dalla lente. **f** è la distanza focale.

# OTTICA GEOMETRICA

- ***Specchi concavi e convessi.***
- Fuoco reale in specchio concavo.
- Fuoco virtuale in specchio convesso.
- Distanza focale pari alla metà del raggio di curvatura in specchi sferici.
- Specchi sferici, parabolici e iperbolici.

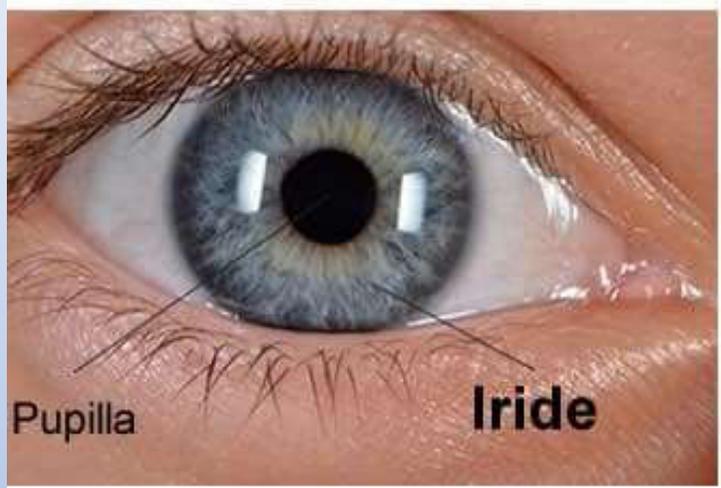


# LE BASI DELL'OSSERVAZIONE ASTRONOMICA

- Per osservare il cielo notturno, vedere ammassi aperti e globulari, nebulose e galassie, quali strumenti occorrono?



# L'OCCHIO UMANO



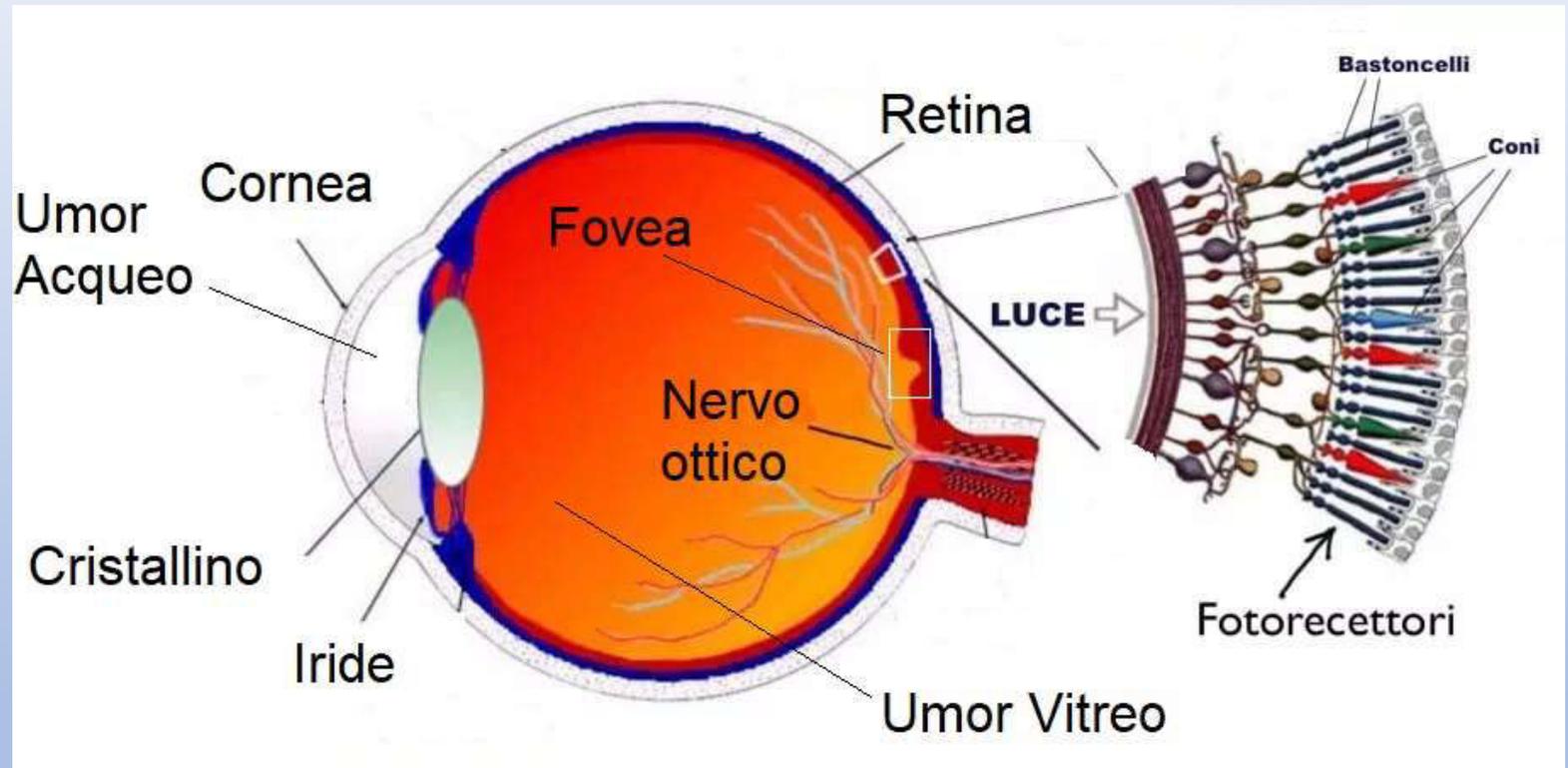
- Dopo 20 minuti, l'occhio si adatta al buio e la pupilla si apre fino a 7mm di diametro e riusciamo a vedere meglio gli oggetti meno luminosi del cielo.
- Infatti, è da evitare durante le osservazioni l'utilizzo di luci bianche. Utilizzare solo luce rossa essendo l'occhio meno sensibile a questa frequenza.

- La pupilla dell'occhio umano funziona come il diaframma di una macchina fotografica, varia da 2mm a 7mm di diametro.
- In condizione di luce diurna o con la luce dei lampioni, la pupilla si riduce e si riesce a osservare solo gli oggetti più luminosi.



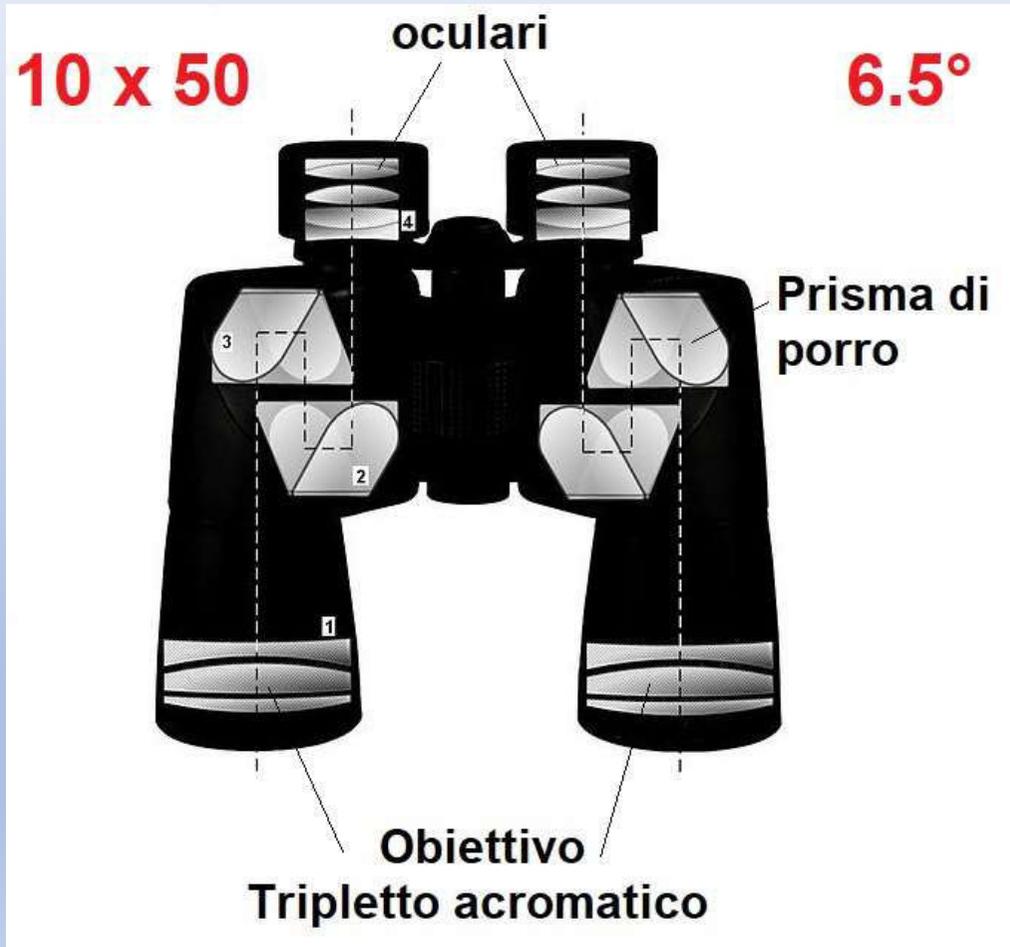
# L'OCCHIO UMANO

- **Coni e bastoncelli.**
- I coni sono circa 6 milioni e sono concentrati nella Fovea.
- Sono i recettori responsabili della visione dei colori.
- I bastoncelli sono più di 100 milioni e sono molto più sensibili dei coni (circa 100 volte).
- Sono localizzati nella zona periferica della retina, assenti nella fovea



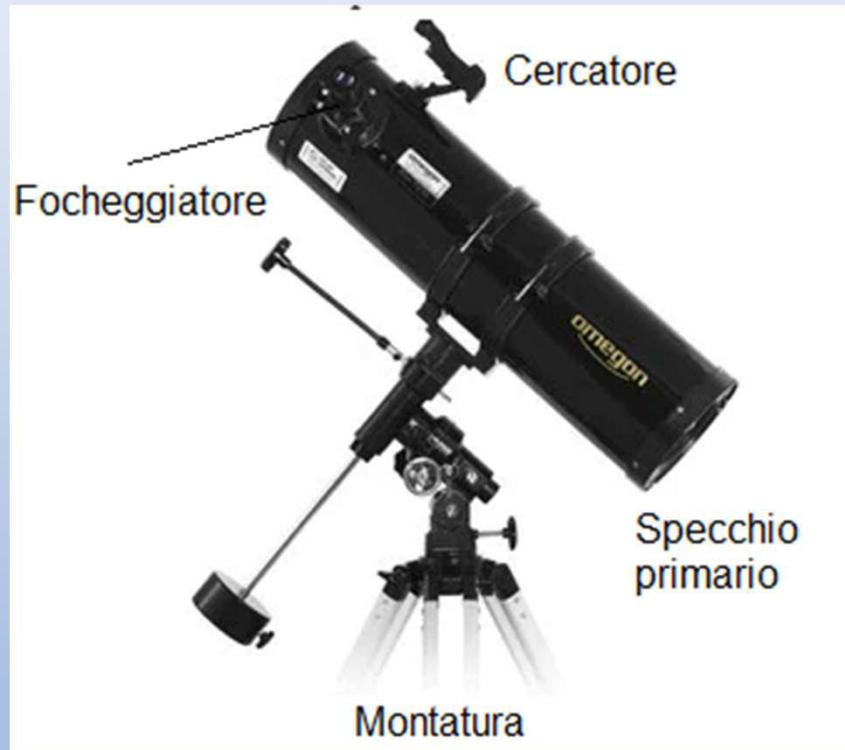
Durante le osservazioni notturne, si spiega perché si riesce a vedere meglio portando la visione verso la periferia dell'occhio, dove sono presenti i bastoncelli.

# BINOCOLO



- Esempio di un binocolo 10 x 50.
- 10x ingrandimenti del binocolo.
- Ingrandimenti permettono di vedere maggiori particolari dell'oggetto osservato.
- 50 mm diametro di apertura pari alla dimensione dell'obiettivo.
- Maggiore è il diametro delle lenti obiettivo maggiore sarà la luce raccolta e più oggetti riusciamo a vedere.
- 6,5° campo angolare reale del binocolo.
- I prismi di porro servono per raddrizzare l'immagine osservata.

# TELESCOPIO



- Telescopio esempio di configurazione Newton.
- Può essere con movimentazione manuale.
- *Goto* sistema motorizzato di inseguimento degli oggetti nel cielo.
- Lo scopo principale di un telescopio è quello di raccogliere luce grazie alla maggiore apertura.
- Nel cielo notturno si riesce a vedere anche oggetti molto lontani e poco luminosi.
- Foceggiatore permette la messa a fuoco.

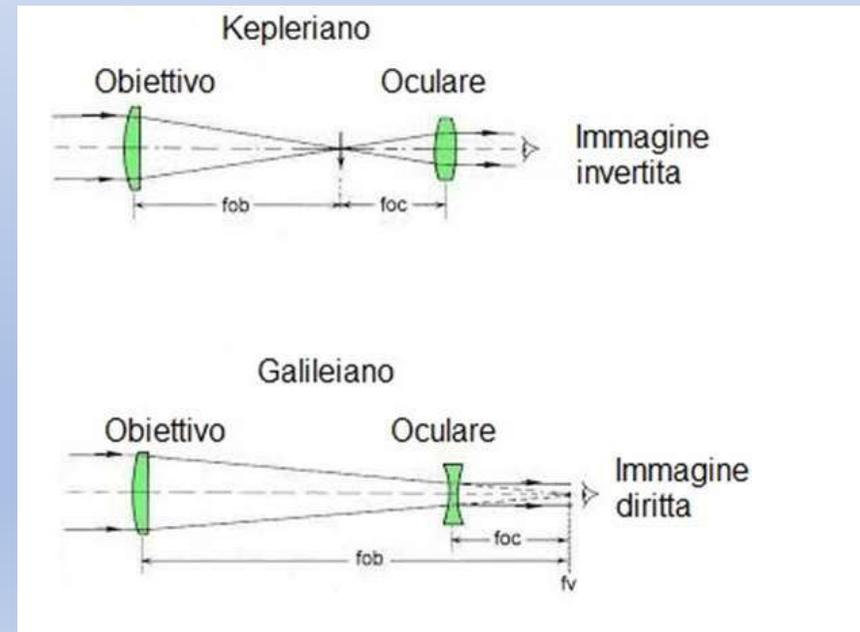
- Cercatore può essere un piccolo cannocchiale o un led luminoso su specchietto.



# CONFIGURAZIONE TELESCOPI

- Telescopi rifrattori (con lenti)
- **Kepleriano**: 2 lenti positive in cui si fanno coincidere i due fuochi.
- **Galileiano**: 1 lente obiettivo positiva e 1 lente oculare negativa con fuochi coincidenti.
- Ingrandimento dato dal rapporto tra la focale obiettivo/focale oculare.
- Lente obiettivo ed oculare sono costituite da più lenti per ridurre aberrazioni.
- Raccolgono molta più luce rispetto ad omologo riflettore ma soffrono di aberrazione cromatica.
- Fino a 150 mm di apertura.

Configurazione semplice con due sole lenti

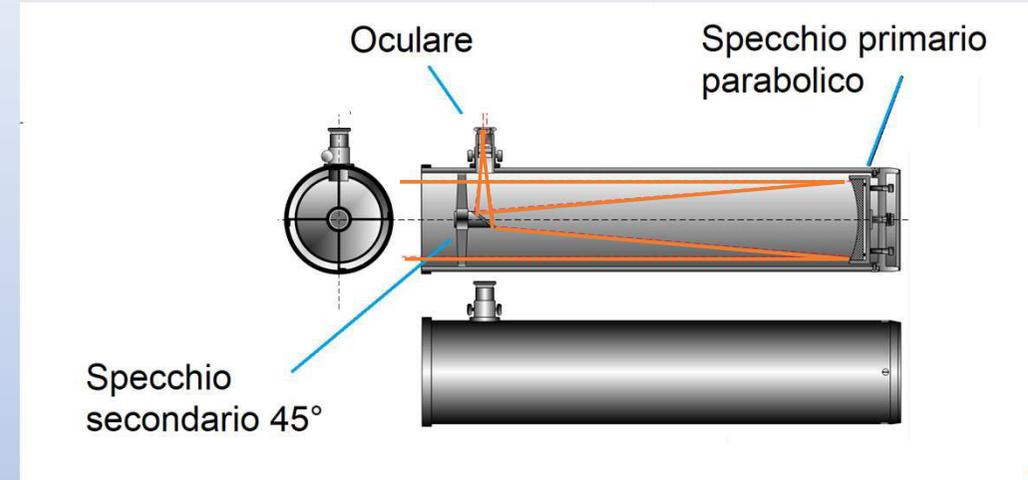


# CONFIGURAZIONE TELESCOPI

- ***Telescopi Riflettori (con specchi).*** Varie configurazioni:
- Newtoniano
- Cassegrain
- Schmidt-Cassegrain
- Maksutov-Cassegrain
- Nashmyth
- Ritchey-Chrétien

# Telescopio Newtoniano

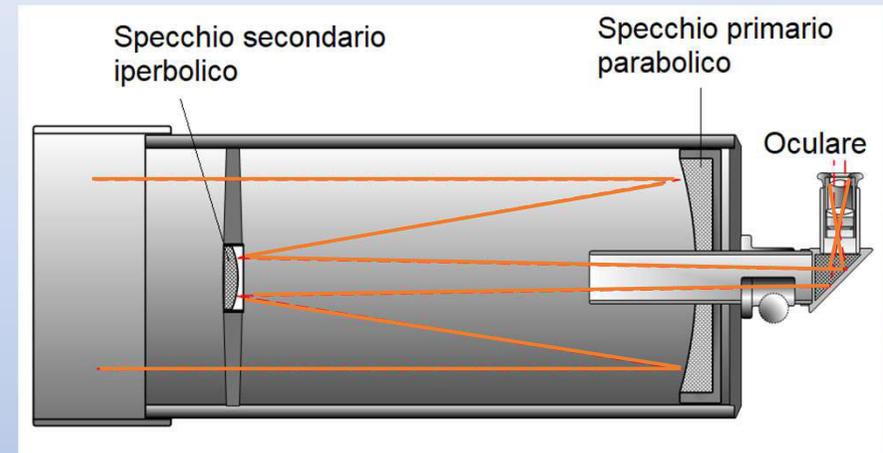
- Obiettivo con specchio parabolico per correggere aberrazione sferica.
- Specchio secondario Inclinato di  $45^\circ$ .
- Focalizzatore con oculare.



- La configurazione più semplice con **prezzi molto contenuti**.
- **Il più usato dagli amatori**.
- Molto semplice l'allineamento del primario e secondario.
- Utile per Luna e pianeti, con aperture superiori ai 200mm si possono osservare anche gli oggetti del cielo profondo.

# Telescopio Cassegrain

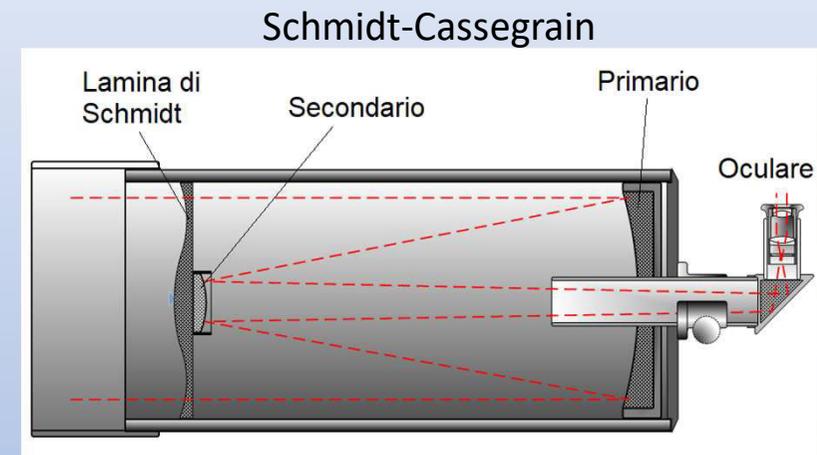
- Sistema più compatto rispetto al newtoniano.
- Si può avere focali più lunghe con aperture più piccole.
- Più facile da trasportare.
- Occultamento secondario unico problema.



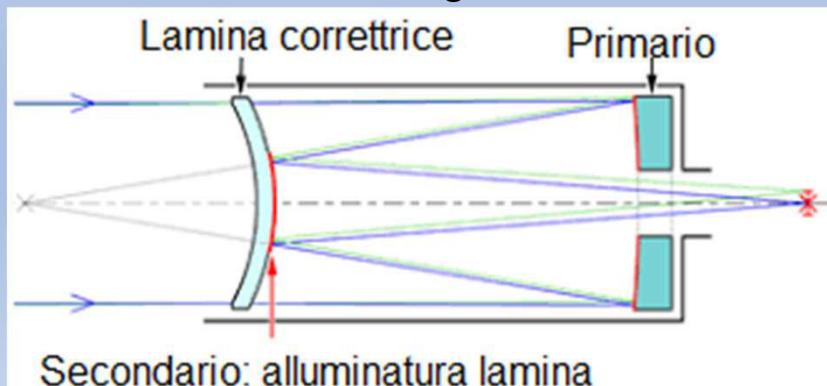
- Esempio di telescopio Cassegrain 152/1850 F/12.
- Utile per l'astrofotografia con treppiedi goto.
- Permette immagini fotografiche con maggiori dettagli e risoluzione.
- Più costoso del Newton a parità di apertura.

# Telescopio Schmidt-Cassegrain Maksutov-Cassegrain

- **Schmidt-Cassegrain** variante del Cassegrain.
- Stessi vantaggi del Cassegrain.
- Specchio primario sferico con risparmio nella lavorazione.
- Lamina correttiva di Schmidt.



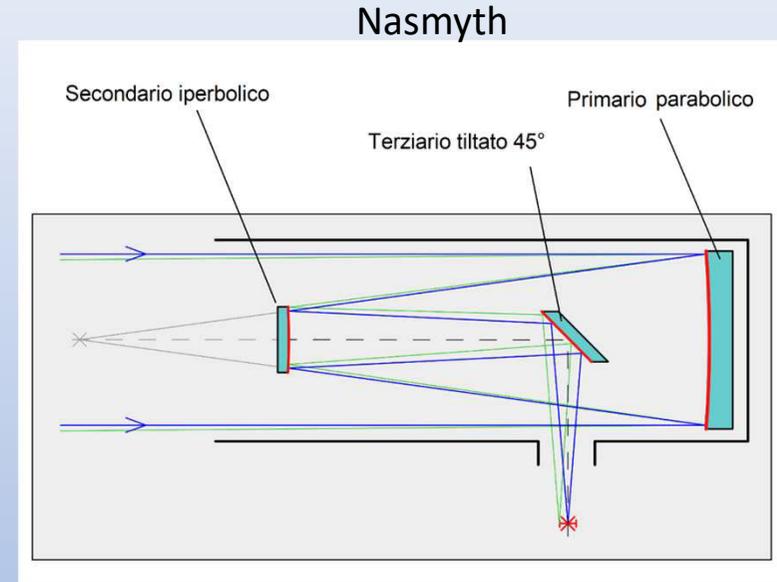
Maksutov-Cassegrain



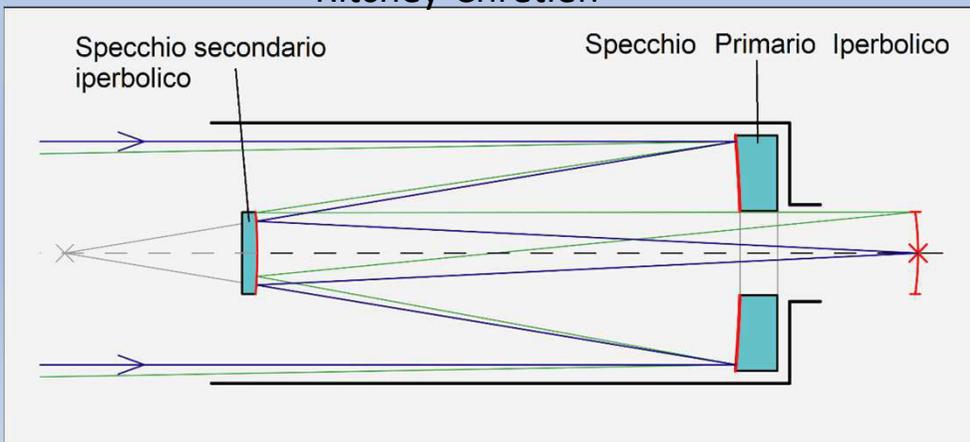
- **Maksutov-Cassegrain** variante del Cassegrain.
- Lente correttiva costituita da menisco.
- Specchio secondario costruito alluminando una piccola parte della lamina correttiva.
- Risparmio nella costruzione e stessi vantaggi del Cassegrain.

# Telescopio Nasmyth Ritchey-Chrétien

- **Nasmyth** variante del Cassegrain.
- Ha un terzo specchio inclinato di  $45^\circ$  che permette di evitare di forare lo specchio primario.
- Oculare laterale per osservazione visuale.
- Utilizzati per la possibilità di avere una maggiore lunghezza focale, compattezza e facilità di trasporto.



Ritchey-Chrétien



- **Richey-Chrétien** altra variante Cassegrain.
- Entrambi le sezioni degli specchi iperbolici per eliminare sferica e coma.
- Configurazione utilizzata per grandi telescopi professionali e amatoriali.
- Utilizzati anche in astrofotografia.

# Montature

- **Montature altazimutali**

Sono montature dove i movimenti sono due: azimut ed elevazione (altezza). Zenit punto verticale.

Per inseguire un oggetto sono necessari entrambi

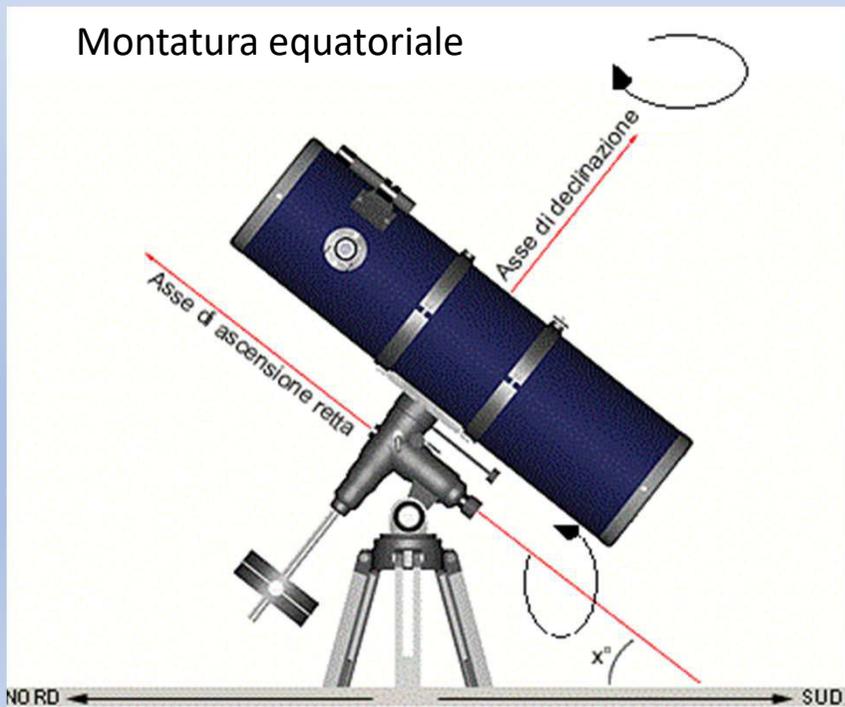
le rotazioni azimut ed elevazione.



- **Montature equatoriali**

Si allinea un asse (asse polare di ascensione retta) con l'asse terrestre puntando il nord con cannocchialino polare.

Si ruota l'asse di declinazione e di ascensione retta. Essenziale per l'astrografia.



# Montature

- **Montatura alla tedesca.** Il telescopio si trova da un lato e i contrappesi dall'altro: unico problema la reversibilità degli assi, si deve riposizionare i pesi nel caso di passaggio da est a ovest.
- **Montatura inglese.** Risolve il problema della reversibilità degli assi, essendo posizionato al centro e i pesi in basso.
- **Montatura fotografica.** Unisce i vantaggi della tedesca e inglese
- **Montatura a forcella.** Molto pratica in quanto il telescopio è fissato al centro, che punta verso il nord celeste. Consente l'accesso al nord che invece nella montatura inglese non è possibile.
- **Montatura a ferro di cavallo.** E' una montatura a forcella più robusta per contenere telescopi di grandi dimensioni.

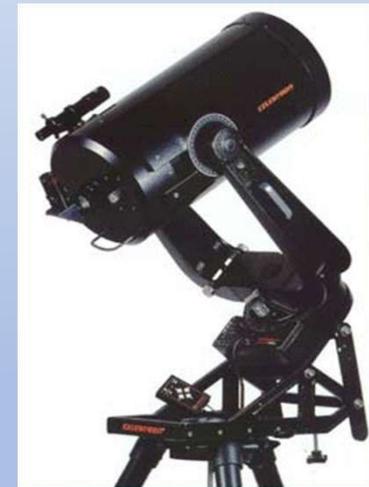


Montatura  
alla Tedesca

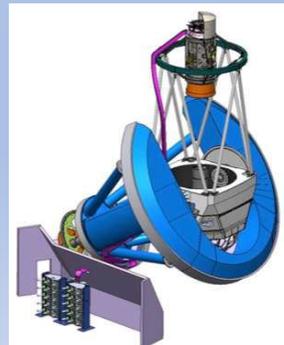
Montatura  
Inglese



Montatura  
a forcella



Montatura  
a ferro di  
cavallo

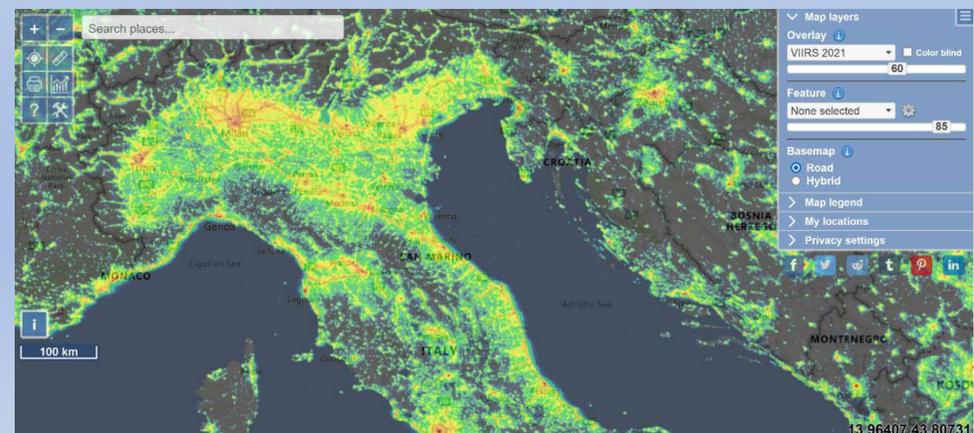


# Osservare il cielo

- **Il sito di osservazione:** Importante la scelta di un luogo buio e lontano dalle città.
- **Seeing:** indice della turbolenza dell'atmosfera.
- **Scegliere oggetti che si vuol osservare:** la luna si può osservare anche con un seeing non perfetto, mentre per i pianeti che richiedono elevati ingrandimenti il seeing è fondamentale. Per gli oggetti del cielo profondo è necessario soprattutto un sito di osservazione particolarmente buio e lontano dalle città.
- **Saper scegliere un buon telescopio:** cercare di capire quali sono le proprie aspettative e quanto tempo si vuol dedicare a questa attività. Poi si possono valutare tipologie di telescopi e prezzi.
- **Astrofotografia:** Necessita di attrezzature più costose e le competenze tecniche sono fondamentali. L'uso di una buona montatura stabile ad inseguimento, ben calibrata e che permette di acquisire immagini con tempi di esposizione molto lunghi.

# Osservare il cielo

- **Siti di osservazione.** Trovare i siti migliori per osservare non è facile, soprattutto se si vuole vedere la Via Lattea, galassie e ammassi ad occhio nudo per poi fotografare od osservare i dettagli.
- Ci vengono incontro vari siti: <https://www.lightpollutionmap.info/>
- Si può vedere come in tutta Italia l'inquinamento luminoso è molto forte dovuto alla densità abitativa molto alta.
- In Toscana troviamo zone abbastanza buone in Maremma e nel Casentino.
- Usare un telescopio di grande apertura con un seeing scadente e con inquinamento luminoso è inutile e sconfortante.



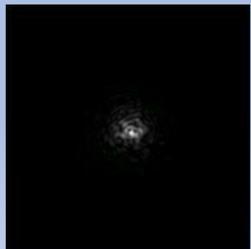
# Osservare il cielo

- **Seeing**: indice della turbolenza dell'atmosfera. Ci sono vari siti che indicano la misura del seeing. <https://www.meteoblue.com/it/tempo/outdoorsports/seeing/> inserire la località desiderata e verrà visualizzata la tabella con i dati del seeing.
- In particolare la scala di Texereau con seeing da 1 (peggiore) a 5 (migliore).

- Minimo angolo risolvibile in arcsec

Stella vista con telescopio a bassi ingrandimenti con:

Seeing 1



Seeing 5



🕒	Clouds				Arc Sec.	Index		Jet Stream	Bad Layers			Ground		Celestial Bodies
	Low	Mid	High			1	2		Bot (km)	Top (km)	K/100m	Temp	Rel. Hum.	
Sun 2023-05-14 sunrise: 06:24 sunset: 20:41 moonrise: 03:48 moonset: 15:11 moonphase: 29%														
03:48	13	20	0	0	1.21	4	3	34 m/s	05.0	05.7	0.7 K	24 °C	42%	LMVMJSUN-
15:11	14	45	1	0	1.19	4	3	40 m/s	05.0	05.7	0.6 K	24 °C	39%	LMVMJ-UN-
	15	0	0	1	1.15	5	4	39 m/s	05.0	05.8	0.6 K	23 °C	39%	-MVMJ-UN-
	16	0	0	1	1.15	5	3	39 m/s	04.3	05.0	0.5 K	22 °C	43%	-MVMJ-U--
	17	0	0	1	1.26	5	4	38 m/s	04.4	05.0	0.6 K	21 °C	50%	-MVMJ-U--
	18	0	0	0	1.69	5	4	37 m/s	04.4	05.0	0.6 K	20 °C	54%	-MVMJ-U--
	19	20	0	1	1.72	4	3	36 m/s	04.4	05.0	0.6 K	18 °C	60%	--VM--U--
20:41	20	4	0	4	1.70	4	3	36 m/s	04.4	05.0	0.6 K	17 °C	73%	--VM-----
	21	10	0	7	1.67	5	4	35 m/s	02.0	02.6	0.6 K	16 °C	81%	--VM-----
	22	14	0	11	1.63	5	4	34 m/s	02.1	02.6	0.6 K	15 °C	86%	--VM-----
	23	16	0	15	1.64	5	3	34 m/s	02.1	02.6	0.6 K	15 °C	87%	--VM-----

# Osservare il cielo

- **Scegliere telescopio.** Avere le idee chiare su cosa vorremmo osservare è molto importante, anche se ci avviciniamo adesso all'astronomia.
- ***Pianeti e la Luna*** sono molto interessanti da vedere, basta anche un telescopio di apertura non troppo grande.



- **Telescopio N 150/1200 F/8**
- Configurazione Newton con goto o manuale
- Con *goto* può inseguire gli oggetti come i pianeti e può essere usato anche per l'astrofotografia.
- ***Il costo non arriva a 1000 euro.***
- Per osservare galassie e nebulose o vedere con maggior dettaglio i pianeti necessarie aperture >200mm oltre che un seeing ottimale.

# Osservare il cielo

- **Scegliere telescopio.** Un telescopio rifrattore può essere buona scelta per iniziare ad osservare *luna e pianeti*.
- **Telescopio AC 102/1000**
- Apertura 102mm e focale 1000mm.
- **Costo inferiore ai 500 euro.**
- Non adatto ad osservare gli oggetti del cielo profondo vista la sua modesta apertura.
- Montatura EQ manuale motorizzabile per l'astrofotografia.
- **Fino a 150 mm di apertura.**



# Osservare il cielo

- **Scegliere telescopio.** Un buon dobsoniano è sempre una ***buona scelta per il rapporto qualità prezzo***. Purtroppo si deve rinunciare al goto essendo una tipologia con montatura azimutale, che lo rende unico per le osservazioni visuale e non indicato per l'astrofotografia.



- **Dobson ProDob N 304/1500 F/5**
- Montatura azimutale fatta in legno, semplice con frizionamento per la rotazione e l'elevazione.
- Costo sui 1000 euro, ma decisamente molto luminoso e adatto ad osservare ***oggetti del cielo profondo***.
- Unica pecca è che l'operatore deve spostare ogni volta per inseguire. Fino a 600 ingrandimenti.

# Osservare il cielo

- **Scegliere telescopio.** Telescopio Schmidt-Cassegrain SC 203/2032 F/10
- Telescopio con montatura equatoriale goto, apertura 203 e lunghezza focale 2032. Permette fino a 400 ingrandimenti utilizzando oculari con lunghezze focali standard senza l'utilizzo di lenti di Barlow.



- ***Il telescopio è facilmente trasportabile*** da una sola persona, nonostante il peso 45kg, grazie alla sua compattezza.
- Molto più costoso del precedente Dobson, ma permette immagini a grande contrasto e nitide.
- Utilizzabile sia per i ***pianeti che per il profondo cielo, che per l'astrofotografia.***
- Il sistema *Goto* su montatura equatoriale permette di inseguire con facilità gli oggetti.

# ASTROFOTOGRAFIA

Per fotografare gli oggetti del cielo sono necessarie attrezzature dedicate, oltre ai telescopi:

- **Fotocamere CCD** dedicate all'astronomia con PC/Tablet.
- Macchina fotografica (**Reflex**).
- **Obiettivi per le macchina fotografica** (senza telescopio, con cavalletto motorizzato).
- **Una montatura Goto** (con una montatura manuale abbiamo 10 – 20 secondi di tempo massimo di esposizione prima che si percepisca il movimento sull'immagine).
- **Un telescopio** che possa supportare sia la macchina fotografica che la fotocamera digitale.
- Cellulare con **adattatore per telescopio**.

# ASTROFOTOGRAFIA

4 possibilità con fotocamera e reflex

Telescopio con fotocamera



Telescopio con reflex



Reflex in parallelo



Montatura GOTO con Reflex



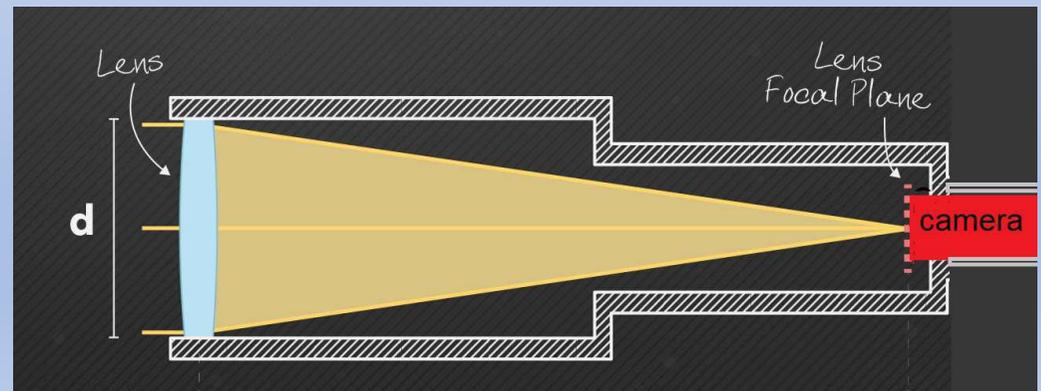
# ASTROFOTOGRAFIA



*Fotocamera USB*

- Telecamera a colori con sensore CMOS (tecnologia del sensore).
- Si mette al posto dell'oculare (a fuoco diretto), con il sensore che deve stare sul piano focale dell'obiettivo.
- Necessaria montatura *Goto* e un PC/tablet per acquisizione diretta con cavo USB.
- Necessaria post-elaborazione delle immagini.

- Chip CMOS (AR130).
- 4,8 x 3,6 dimensione sensore.
- 3,75 dimensione pixel.
- 1280 x 960 dimensione dell'immagine digitale.
- 1,25' connessione telescopio.



# ASTROFOTOGRAFIA



- Sensore CMOS da 24 megapixel.
- Dimensione sensore 22 mm x 15 mm (APS-C).
- 1/4000 tempo di esposizione minimo in secondi.
- 30 secondi tempo di esposizione massimo.
- 6000 x 4000 risoluzione foto.
- 1920 x 1080 risoluzione video.
- 3,7 um dimensione pixel.

- Le dimensioni del sensore sono importanti per definire il **campo di vista** che vogliamo acquisire.
- **Il tempo di esposizione** deve essere lungo per catturare immagini di oggetti di scarsa luminosità del cielo profondo.
- La dimensione del pixel ci definisce il minimo dettaglio (**risoluzione spaziale**).
- Conoscendo questi parametri possiamo capire che tipo di telescopio utilizzare o che tipo di obiettivo acquistare da abbinare alla reflex.

# ASTROFOTOGRAFIA

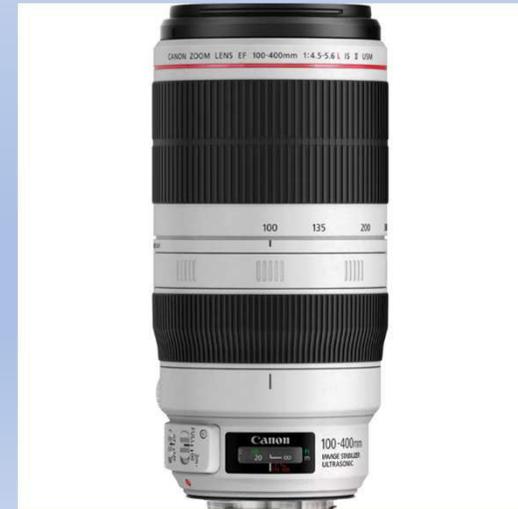


## EF 8-15mm f/4L Fisheye USM

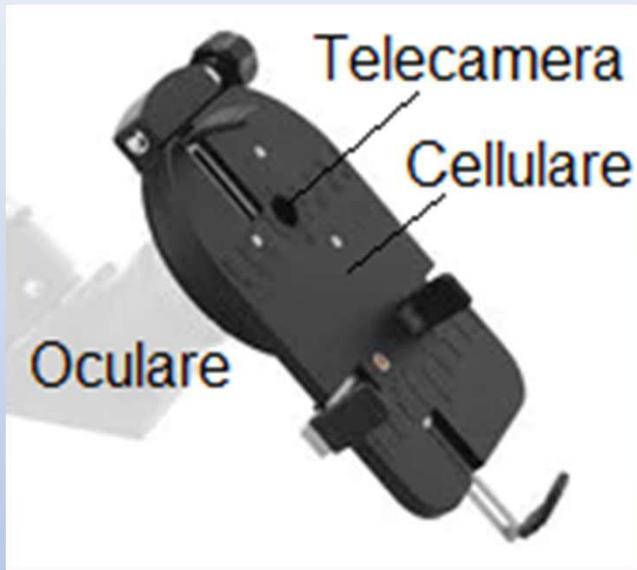
- EF è la tipologia di attacco alla reflex.
- 8-15mm la distanza focale permessa
- f/4 è l'indice di luminosità dell'obiettivo (f numero).
- Grande campo utile per fotografare la Via Lattea.

## EF 100-400mm f/4.5-5.6L IS II USM

- 100-400mm intervallo di focale.
- f/4.5-5.6 f numero variabile.
- Utile per fotografare pianeti e galassie.



# ASTROFOTOGRAFIA



## Adattatore per cellulare

- **Costa meno di 100 euro** e permette di stabilizzare il cellulare sull'oculare del telescopio e scattare foto e video.
- La telecamera del cellulare deve essere posizionata correttamente sulla pupilla dell'oculare.
- Si riesce ad acquisire immagini buone della ***luna e dei pianeti***. In questo caso il cellulare funge da vera e propria telecamera.
- Tutto dipende dalla qualità della camera del cellulare.



# ASTROFOTOGRAFIA



- Con un telescopio Newton GSO 150/900 e una fotocamera a fuoco diretto.
- Non c'è l'inseguimento, si vede come l'immagine della luna scorra durante il video a causa della rotazione terrestre.



# ASTROFOTOGRAFIA

M13 ammasso  
globulare di ercole



Doppio ammasso di  
Perseo



M57 nebulosa della  
Lyra



M51 galassia  
vortice

**F I N E**

**Grazie per l'attenzione**