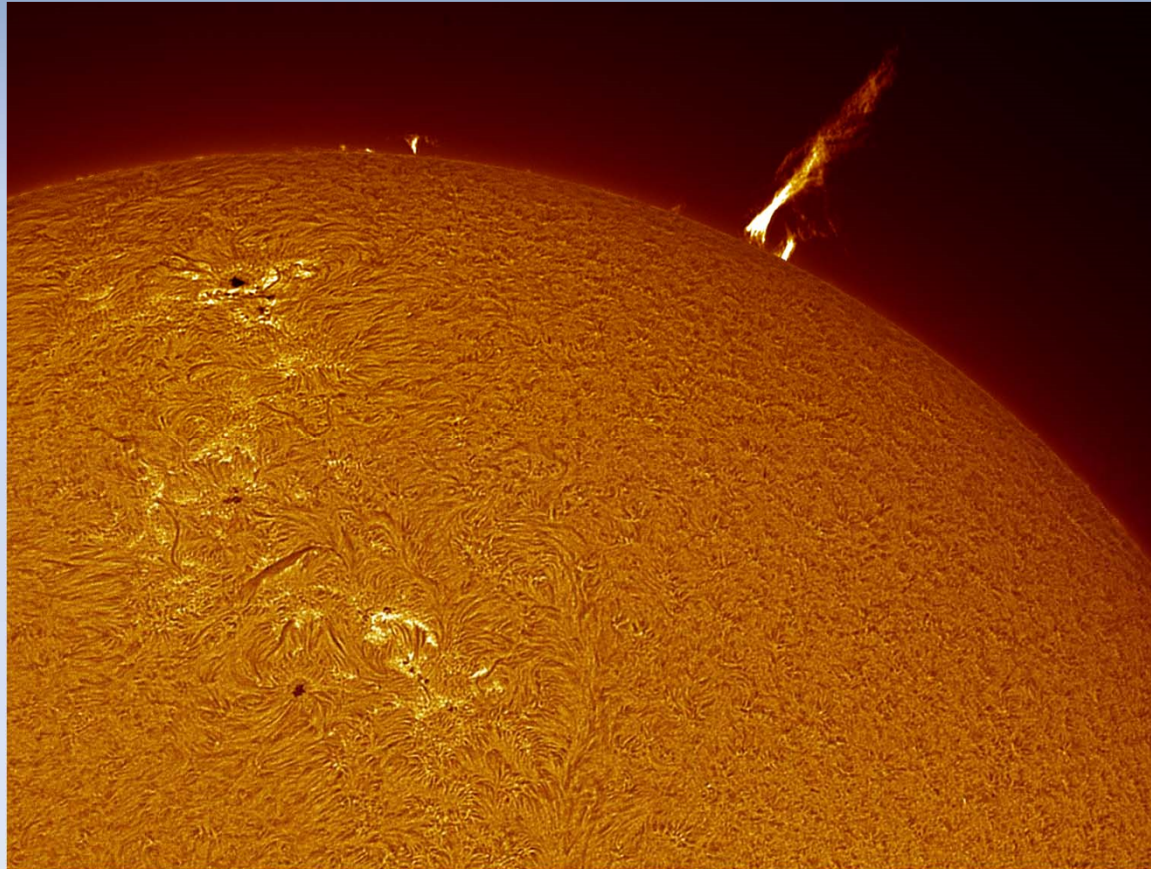
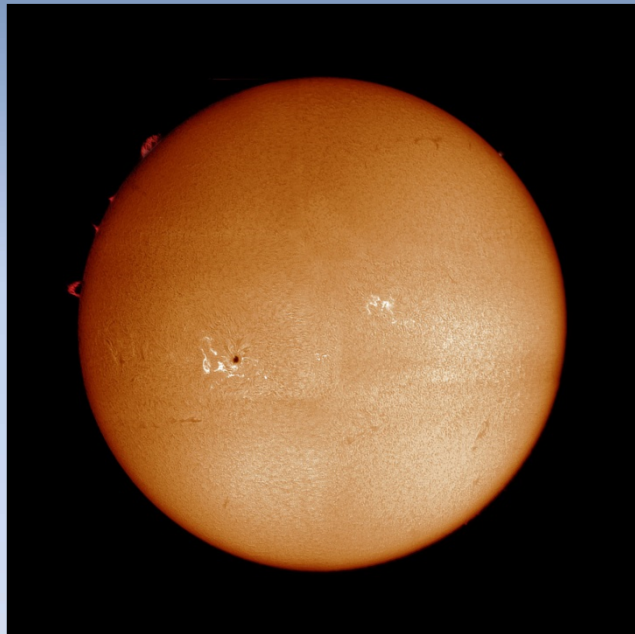


Corso di Astronomia Pratica

Modulo 3

Il Sole e le meridiane





Il Sole

Il **Sole** appartiene ad un sistema stellare formato da circa 200 miliardi di stelle, che prende il nome di Via Lattea.

È la stella centrale del nostro sistema planetario ed intorno ad esso ruotano gli otto pianeti conosciuti, a distanze comprese tra 46 milioni di km (Mercurio) e 4,5 miliardi di km (Nettuno).

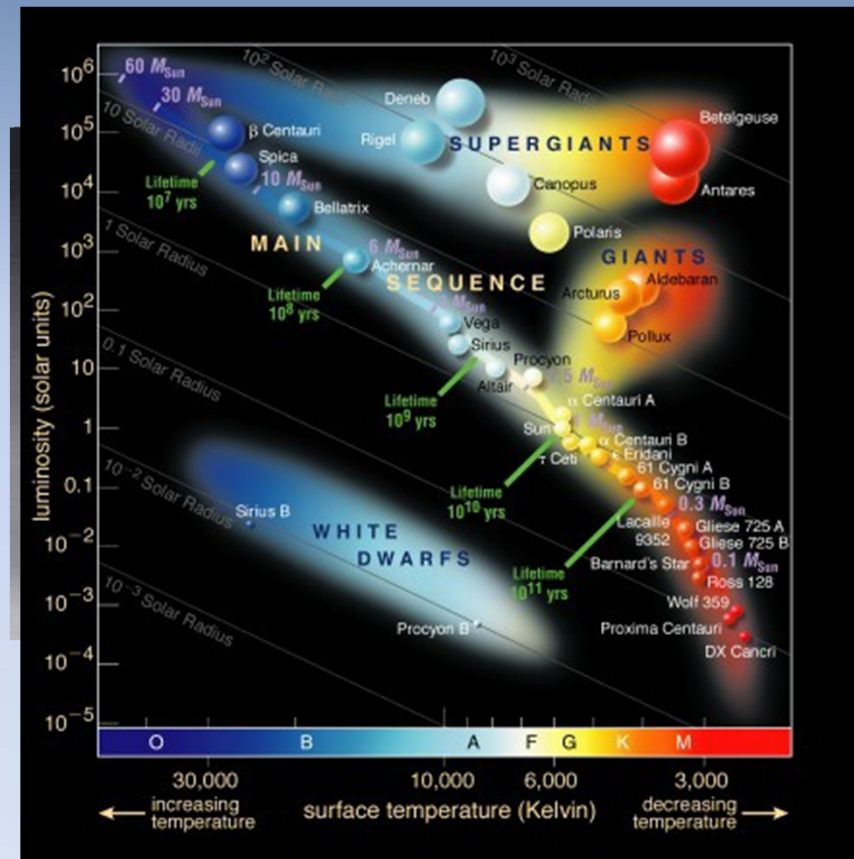
La distanza media Terra-Sole è invece pari a 149,6 milioni di km ed è detta unità astronomia, in simbolo U.A.

Dati essenziali del Sole

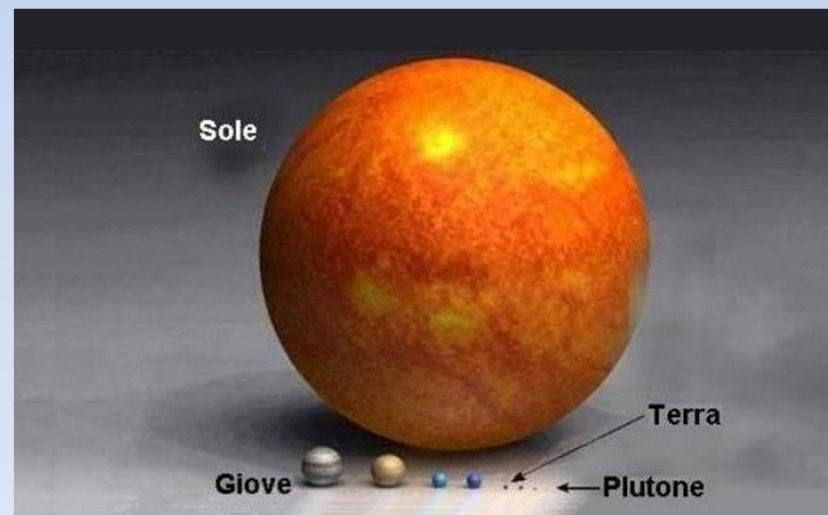
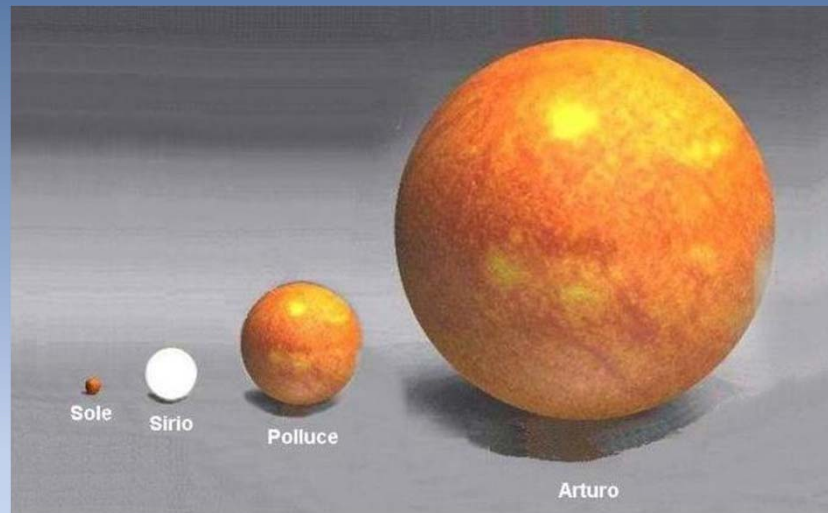
La massa del Sole, pari a circa 2×10^{30} kg, rappresenta da sola il 99,9% della massa complessiva del sistema solare.

Il Sole è, propriamente, una stella di dimensioni medio-piccole costituita essenzialmente da idrogeno (74%) ed elio (24-25%), cui si aggiungono altri elementi più pesanti presenti in tracce.

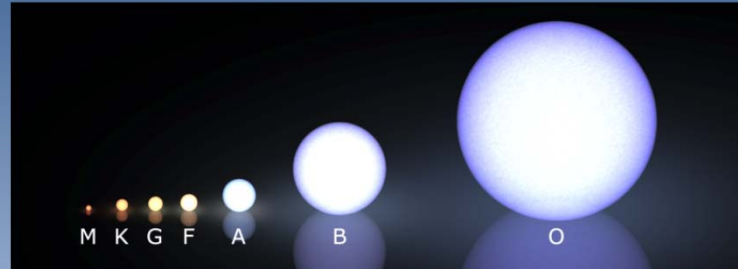
Come le altre stelle viene classificata in base al tipo spettrale.



Corso di Astronomia Pratica



Classi spettrali



Quasi tutte le stelle sono classificate con le lettere **O, B, A, F, G, K** e **M**, che indicano la temperatura superficiale e da un numero compreso fra **0** e **9**, che indica decimi di suddivisione fra due classi.

O "blu" = 60.000 K;

B "bianco-azzurre" = 30.000 K;

A "bianche" = 10.000 K;

F "bianco-gialle" = 7500 K;

G "gialle" = 6000 K;

K "arancioni" = 5000 K;

M "rosse" = 3500 K.

Inclusa in questo sistema è la classe di luminosità espressa dai numeri romani **I, II, III, IV** e **V**, che indicano di fatto il diametro di una stella, e quindi della luminosità totale rilasciata dalla stella stessa.

I = supergiganti;

II = giganti brillanti;

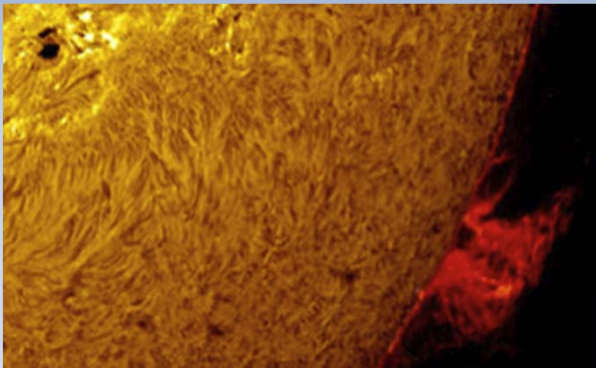
III = giganti;

IV = subgiganti;

V = nane o stelle di sequenza principale.

Il nostro Sole è **G2V** cioè «*stella gialla di sequenza principale due decimi verso l'arancione*»

Come osservare il Sole



Il Sole è uno degli oggetti più straordinari che è possibile osservare nel cielo.

Sottili filamenti solari chiamati protuberanze possono esplodere improvvisamente mostrando fini dettagli che cambiano forma davanti ai vostri occhi mentre si allontanano dal disco solare verso lo spazio.

I dettagli superficiali del Sole, come le macchie solari e le facole, hanno un'evoluzione molto più lenta, impiegando giorni a cambiare la loro forma mentre si spostano sulla mutevole superficie solare.

Come osservare il Sole

ATTENZIONE!!!!!!!

- Osservare il Sole ad occhio nudo è molto pericoloso e può portare a gravi danni alla vista in poco tempo.
- Osservare il Sole attraverso un telescopio senza le opportune precauzioni è ancora più pericoloso e porta a danni anche permanenti alla vista in poche frazioni di secondo.
- Evitate i filtri fai-date ottenuti con vetri affumicati, lastre fotografiche, filtri da saldatore e quant'altro. Evitate assolutamente i filtri da porre sull'oculare del telescopio. Ricordate di filtrare anche il cercatore o, se non lo volete utilizzare, di tapparlo.

Come osservare il Sole

Osservazione in luce bianca



L'osservazione in luce bianca è, per così dire, l'osservazione del Sole "al naturale" ovviamente dopo averne attenuato la fortissima emissione di luce. Questa attenuazione si ottiene mediante l'uso di un materiale (AstroSolar) apposito che, posto **DAVANTI** al telescopio filtra il 99.999% della luce in arrivo dalla nostra stella.

Come osservare il Sole

Osservazione in luce bianca

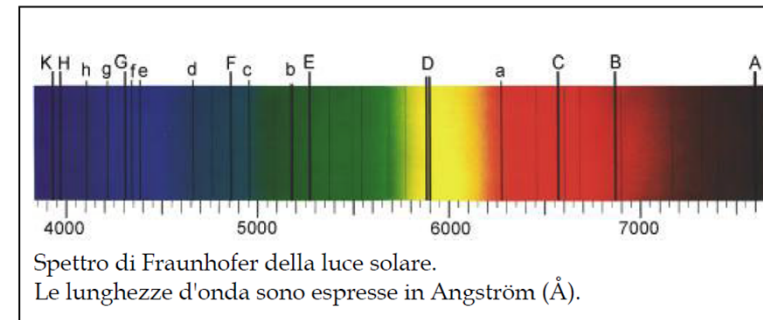


Osservando il Sole in luce bianca si potranno ammirare diverse strutture sulla superficie della nostra stella le più evidenti delle quali sono senz'altro le macchie solari. Le macchie sono zone più scure che appaiono ciclicamente sulla fotosfera e possono avere dimensioni anche considerevoli. Si tratta di fenomeni temporanei che non si ripetono mai uguali, quindi il Sole può offrire uno spettacolo diverso praticamente ad ogni osservazione.

Lo spettro solare

Osservando lo spettro solare possiamo vedere che, pur essendo continuo, presenta delle righe scure di diversa intensità. Queste sono dovute all'assorbimento di luce da parte di elementi presenti nell'atmosfera del Sole.

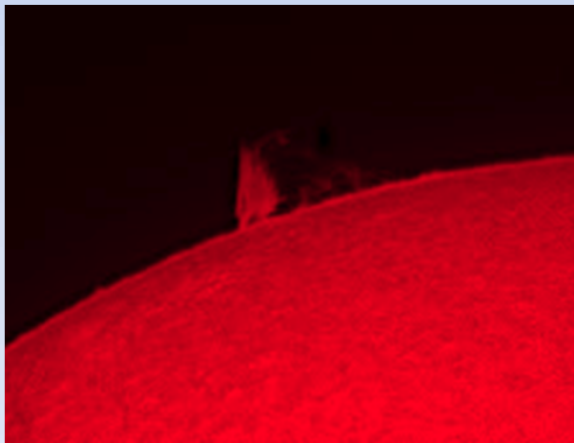
Le osservazioni del Sole in diverse parti dello spettro elettromagnetico ci consentono di ottenere informazioni su diversi strati della sua atmosfera.



RIGHE DI ASSORBIMENTO		
NOME	LUNGHEZZA D'ONDA (nm)	ORIGINE
A	759.4	Ossigeno terrestre
B	686.7	Ossigeno terrestre
C	656.3	Idrogeno (H-alpha)
D1	589.6	Sodio neutro (Na I)
D1	589.0	Sodio neutro (Na I)
E	527.0	Ferro neutro (Fe I)
F	486.1	Idrogeno (H-beta)
H	396.8	Calcio ionizzato (Ca II)
K	393.4	Calcio ionizzato (Ca II)

Come osservare il Sole

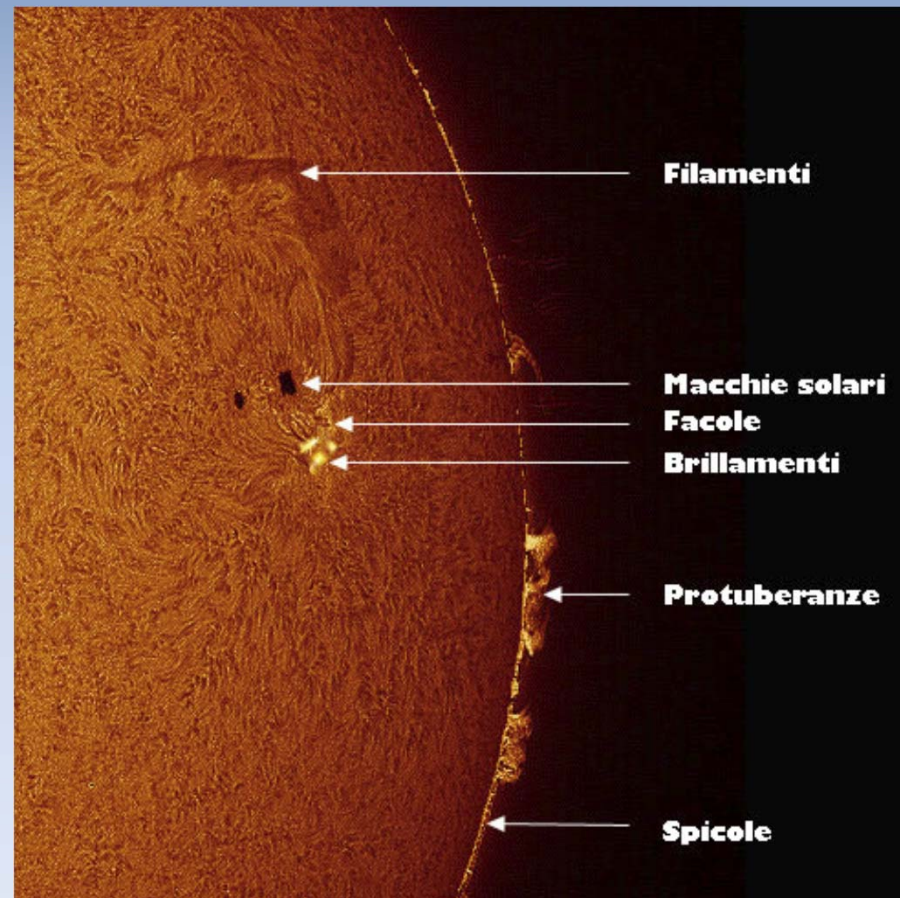
OSSERVARE E RIPRENDERE IL SOLE IN LUCE HYDROGEN ALPHA



La luce H-Alfa è luce che corrisponde lunghezza d'onda di 6563 Ångström della prima riga dell'idrogeno ionizzato. Un telescopio con un filtro H-Alfa per osservazioni solari restituirà un'immagine di colore rosso nella quale potranno essere ammirati alcuni fenomeni invisibili in luce bianca. I più spettacolari sono senz'altro le protuberanze solari, ovvero i giganteschi getti di materia che si innalzano dalla superficie

Come osservare il Sole

OSSERVARE E RIPRENDERE IL SOLE IN LUCE HYDROGEN ALPHA

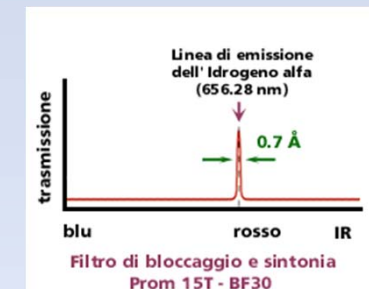
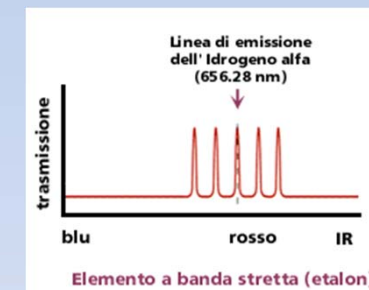
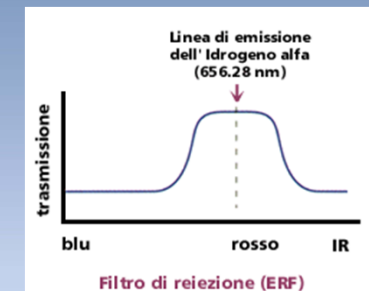


Come osservare il Sole

Come funziona un filtro H-Alfa

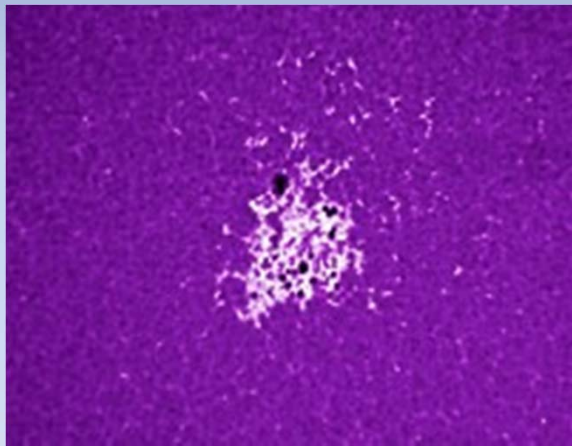
È costituito da tre parti:

1. Il filtro di reiezione che taglia le lunghezze d'onda dell'infrarosso e del blu fino all'ultravioletto, evitando che il calore penetri all'interno dello strumento.
2. L'elemento a banda stretta (etalon). Opera un secondo taglio, generando una serie di picchi di trasmissione con larghezza di banda ridottissima intorno alla lunghezza d'onda dell'Ha.
3. Il filtro di bloccaggio che, eliminando i picchi di trasmissione generati dall'etalon ne lascia passare solo uno, quello centrato sulla riga dell'idrogeno alfa (656.28 nm).



Come osservare il Sole

OSSERVARE E RIPRENDERE IL SOLE IN LUCE CALCIUM K



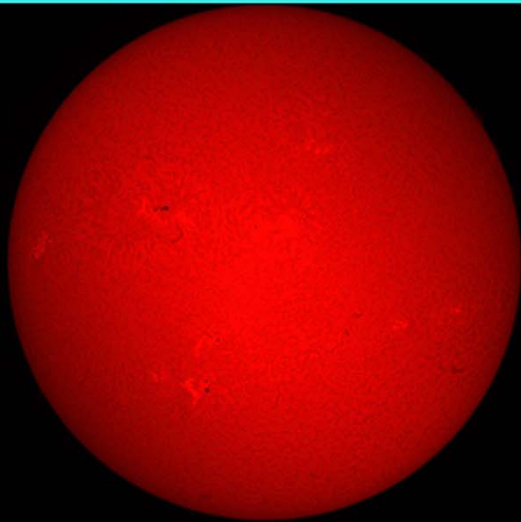
La luce Calcium K, corrispondente alla lunghezza d'onda di 3934 Ångström della linea K del calcio. L'osservazione visuale del Sole a questa lunghezza d'onda è molto difficile.

Ben diversa è la situazione se invece si decide di utilizzare un filtro Calcium K per la ripresa con un sensore CCD, in questo caso la granulazione e la supergranulazione del Sole appariranno in modo netto.

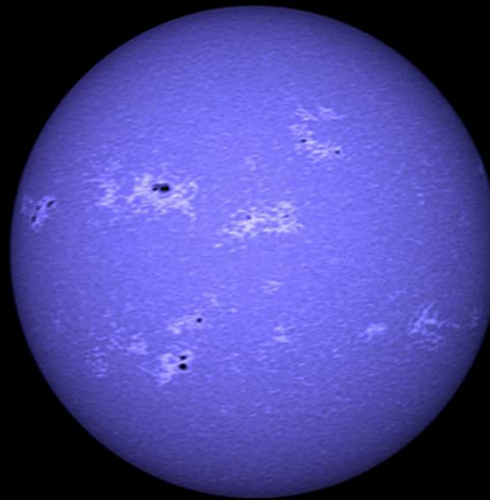
Come osservare il Sole

I tre filtri a confronto

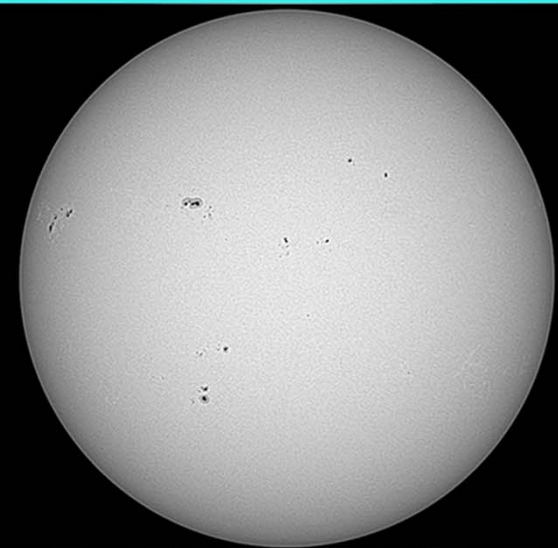
H alfa



Ca K



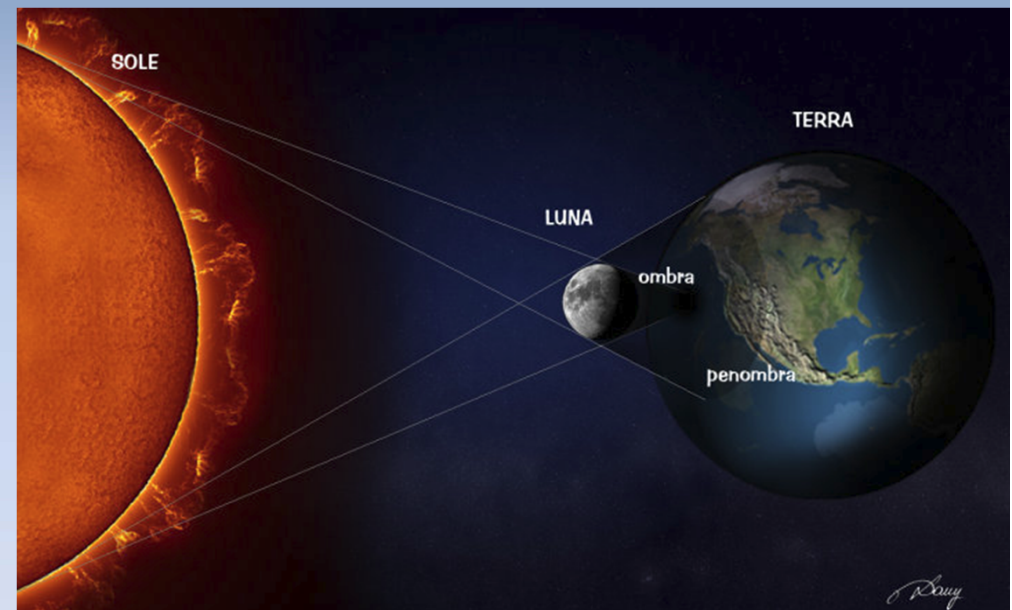
Luce bianca



Come osservare il Sole

Le eclissi di Sole

Durante una eclissi solare, La Luna si trova fra il Sole e la Terra. Quando questo avviene, parte della luce solare viene bloccata. Il cielo diventa lentamente scuro, man mano che la Luna si muove di fronte al Sole. Appena sono perfettamente allineati, avviene l'eclissi totale di Sole. Le eclissi sono rare. Molte persone ne vedono una sola nel corso della propria vita.



Come osservare il Sole

Le eclissi di Sole

Quando la Luna passa fra la Terra e il Sole, comincia a bloccare una parte della luce solare, proiettando un'ombra sulla Terra. Sul bordo occidentale del Sole appare un piccolo "morso". La Luna continua a muoversi davanti al Sole fino a che rimane solo una piccola falce di luce.

Quando anche la face scompare, si possono vedere piccoli pennacchi di luce visibile attorno al bordo del Sole. Questi pennacchi sono chiamati "grani di Baily" .



Come osservare il Sole

Le eclissi di Sole

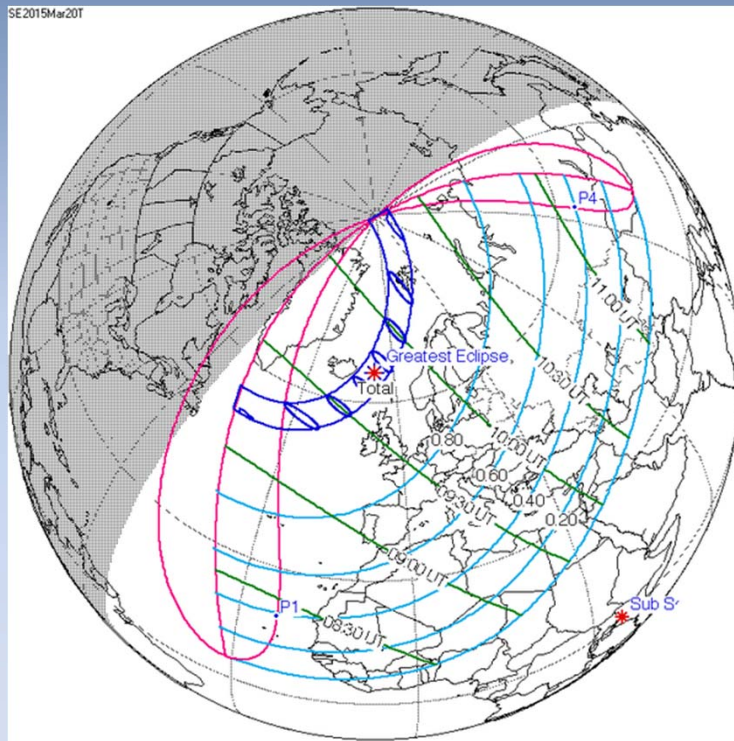


Dopo che il Sole è stato completamente eclissato, si può vedere la sua corona che brilla in tutte le direzioni attorno al disco della Luna; questo spettacolo è eccezionale, perché la corona solare si può vedere solo durante un'eclissi totale di Sole.

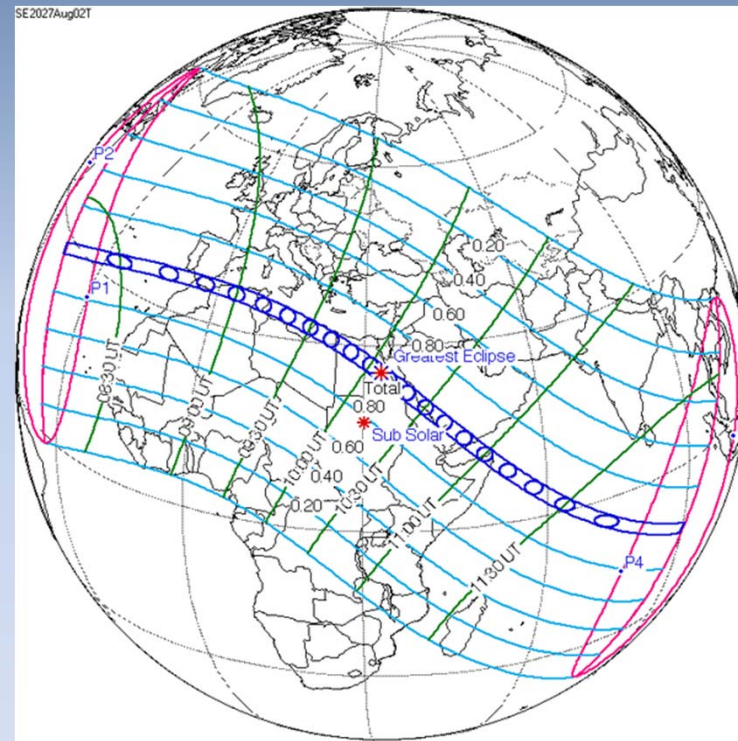
Durante la fase di oscuramento totale si possono anche vedere luci colorate provenienti dalla cromosfera e protuberanze solari provenienti dall'atmosfera.

Come osservare il Sole

Le prossime eclissi di Sole visibili in Europa



20 marzo 2015



02 agosto 2027

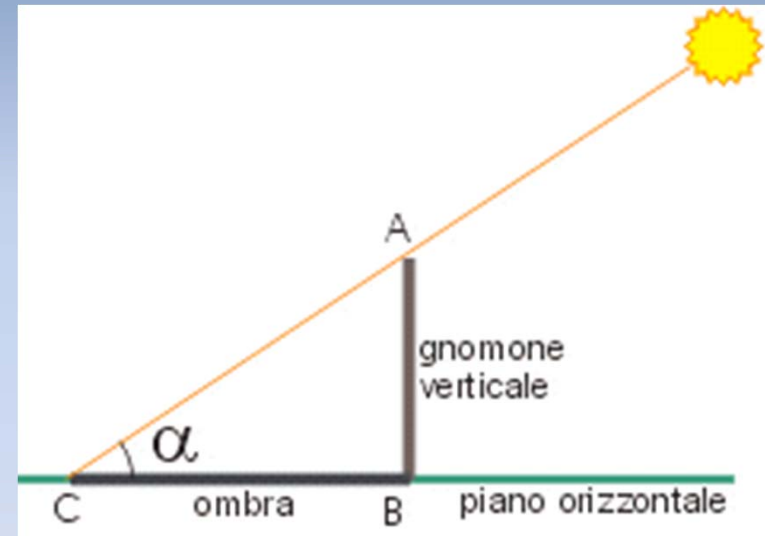
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_solar_eclipses_in_the_21st_century

Misurare l'altezza del Sole

L'altezza del Sole (angolo α) si può facilmente misurare con strumenti molto semplici.

Basta l'ombra di uno gnomone verticale sul piano orizzontale. l'angolo α può essere determinato per via indiretta: basta misurare l'altezza dello gnomone e la lunghezza dell'ombra, e applicare la semplice formula trigonometrica:

$$\alpha = \arctan(AB/BC)$$



Misurare l'altezza del Sole

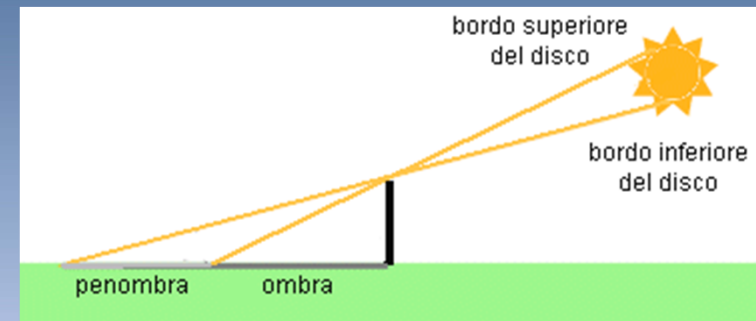
Per garantire una buona precisione è necessario tener presenti i seguenti aspetti tecnici:

A - Il piano su cui si proietta l'ombra deve essere orizzontale (utilizzate una livella per controllare). Un pavimento, di solito, è già sufficientemente orizzontale.

B - Lo gnomone deve essere verticale (controllate con un filo a piombo). Nel caso di strumenti più piccoli, la verticalità si ottiene geometricamente, nella costruzione stessa dello strumento, il quale va sistemato comunque su un piano orizzontale controllato. La misura dell'altezza dello gnomone va eseguita infatti lungo la verticale.

C - La misura dell'ombra deve tener conto dei problemi di penombra.

D - Quanto maggiore è l'altezza dello gnomone, tanto maggiore sarà, teoricamente, la precisione della misura. In realtà con l'altezza dello gnomone, si accentua anche il problema della penombra. In caso usate il foro gnomonico.



Determinazione della latitudine con il Sole

Misurando l'altezza del Sole ai solstizi, d'estate o d'inverno, o agli equinozi possiamo determinare la latitudine astronomica.

Esiste una relazione precisa tra l'altezza del Sole, la declinazione del Sole, e la colatitudine:

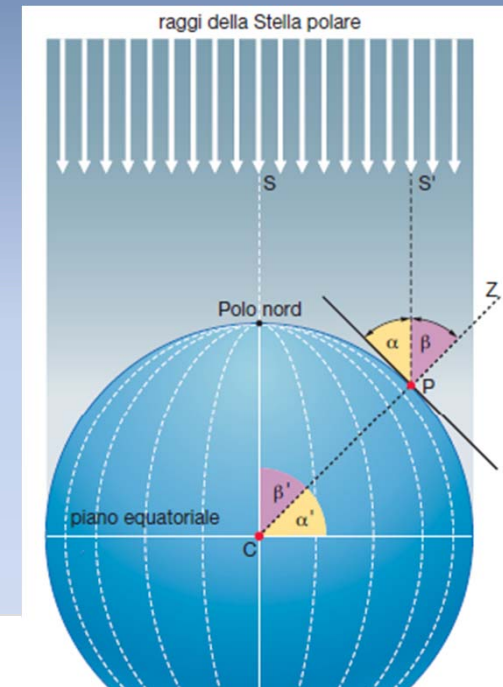
$$h = \text{col} + \text{dec}$$

dove:

h = **altezza** del Sole rispetto all'orizzonte

col = **colatitudine** ($\text{col} = 90^\circ - \text{latitudine}$)

dec = **declinazione** del Sole, cioè la sua distanza angolare rispetto all'**equatore**, positiva d'estate e negativa d'inverno.



Determinazione della latitudine con il Sole

Misurando l'altezza del Sole ai solstizi, d'estate o d'inverno, o agli equinozi possiamo determinare la latitudine astronomica.

Esiste una relazione precisa tra l'altezza del Sole, la declinazione del Sole, e la colatitudine:

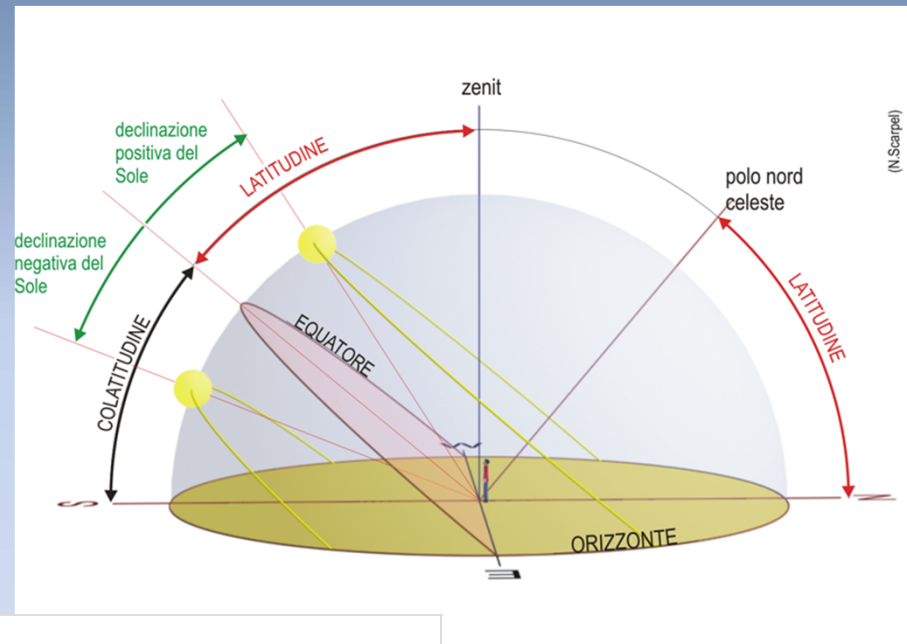
$$h = \text{col} + \text{dec}$$

dove:

h = **altezza** del Sole rispetto all'orizzonte

col = **colatitudine** (col = 90° - latitudine)

dec = **declinazione** del Sole, cioè la sua distanza angolare rispetto all'**equatore**, positiva d'estate e negativa d'inverno.



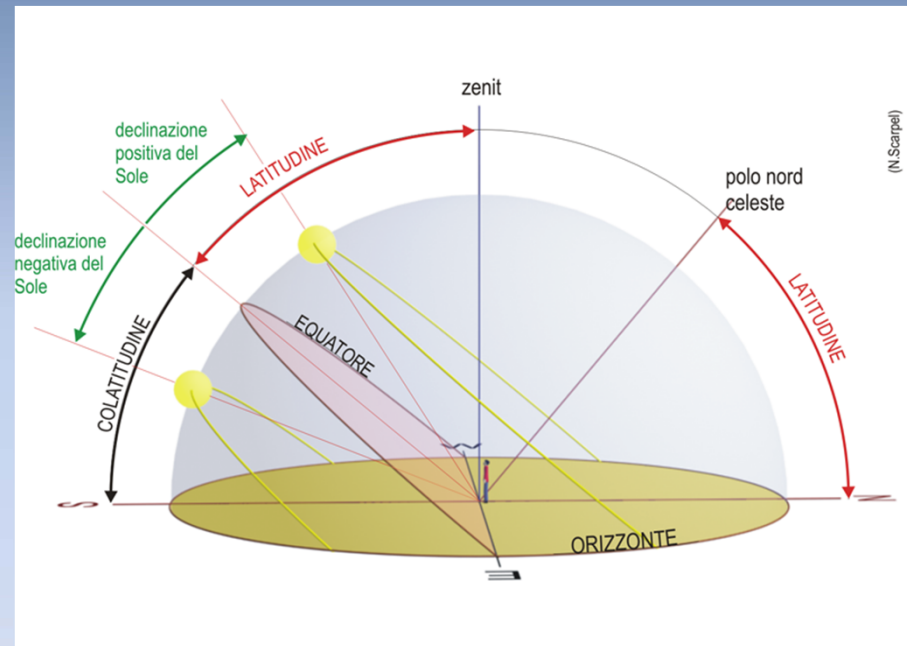
Determinazione della latitudine con il Sole

La latitudine è direttamente calcolabile per mezzo della colatitudine: si tratta infatti di due angoli complementari.

Conoscendo la declinazione del Sole e la sua altezza, si può calcolare la latitudine del luogo:

colatitudine = altezza - declinazione

latitudine = 90° - colatitudine



I momenti più significativi per eseguire le misurazioni sono quelli in cui la declinazione è nota: **i solstizi e gli equinozi**. Al solstizio invernale il Sole ha declinazione pari a $-23^\circ 27'$.

Nel solstizio estivo il Sole ha declinazione $+23^\circ 27'$.

Nel caso degli equinozi il Sole ha declinazione 0° , la latitudine si ottiene con una semplice sottrazione ($90^\circ - h$).

Determinazione dell'ora

LA MERIDIANA

Il principio di una meridiana solare è basato sulla proiezione dell'ombra di uno stilo (gnomone) su un supporto graduato.

Dato che il sole effettua una rivoluzione apparente di 24 ore è possibile misurare l'angolo orario del sole e ritrovare l'ora solare reale e con correzioni opportune, l'ora ufficiale.

E' possibile costruire meridiane di tutti i tipi su supporti piani o no.

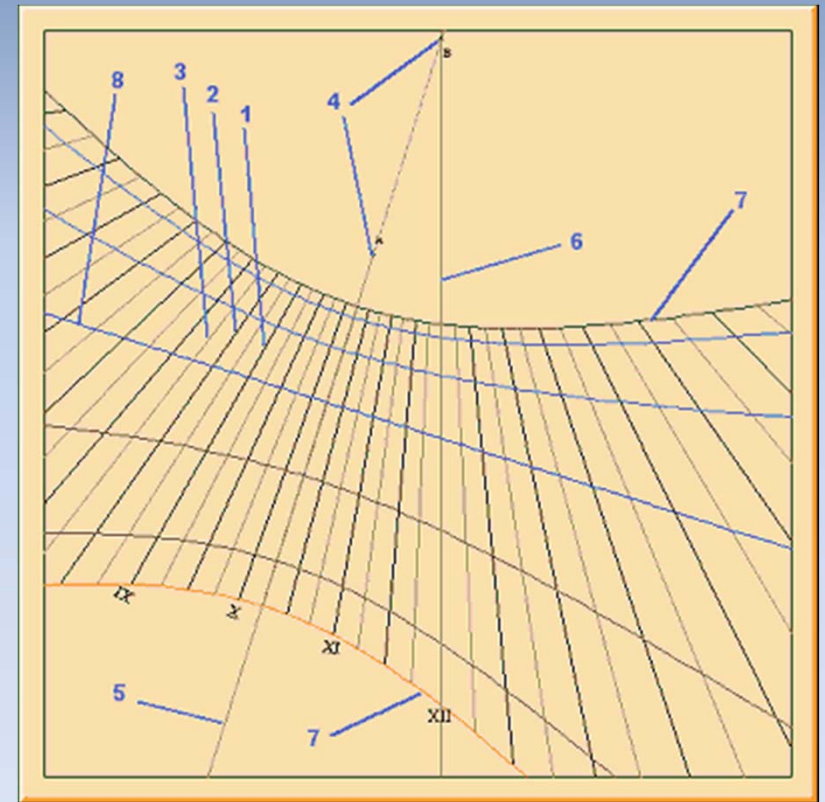
Le più comuni sono le meridiane orizzontali e le meridiane verticali a meridione (sulle facciate di chiese o palazzi).



Determinazione dell'ora LA MERIDIANA

Una meridiana comporta linee e iscrizioni caratteristiche che hanno un senso preciso.

- Le linee dritte sono chiamate linee orarie. Esse permettono di conoscere l'ora a partire dall'ombra dello gnomone.
- Lo gnomone è formato da due segmenti: la parte verticale è uno stilo piantato nel punto A e quella polare è piantata nel punto B.
- La linea oraria corrispondente al mezzogiorno solare è quella di massima pendenza. Essa corrisponde alla meridiana del luogo sulla tavola.
- Secondo le stagioni l'ombra è più o meno lunga come proiezione del punto B, in funzione della declinazione del sole. Si individuano le linee più caratteristiche dei solstizi ed equinozi.



Determinazione dell'ora

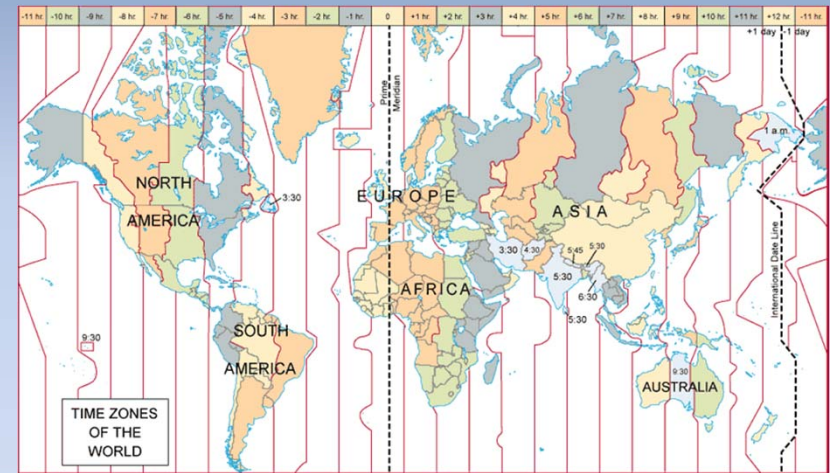
Ora vera e ora civile.

Per secoli l'ora adottata dall'uomo è stata l'ora locale, variabile da luogo a luogo. La situazione non creava problemi quando ci si muoveva a piedi, ma con la costruzione delle ferrovie diventò complicato gestire gli orari dei treni usando l'ora locale.

Nel 1880 una commissione internazionale decise di dividere la sfera terrestre in 24 zone delimitate da 2 meridiani che distano tra loro 15° di longitudine chiamate fusi orari.

All'interno di ogni fuso tutte le località assumono così l'ora del meridiano centrale ignorando le ore locali.

Come fare quindi per sapere quando è il mezzogiorno locale e il Sole si trova sul meridiano del luogo?



Determinazione dell'ora

Ora vera e ora civile.

Si possono usare le correzioni della longitudine e dell'equazione del tempo

Correzione in longitudine.

L'ora dell'orologio è l'ora riferita al meridiano centrale del nostro fuso che ha un'ampiezza di 15° , quindi il Sole impiega 4 minuti per spostarsi di 1° ($60m:15^\circ=4m$).

Ogni differenza in longitudine del nostro luogo rispetto al meridiano centrale vale quindi 4 minuti per ogni grado, positivo se a ovest, negativo se a est.



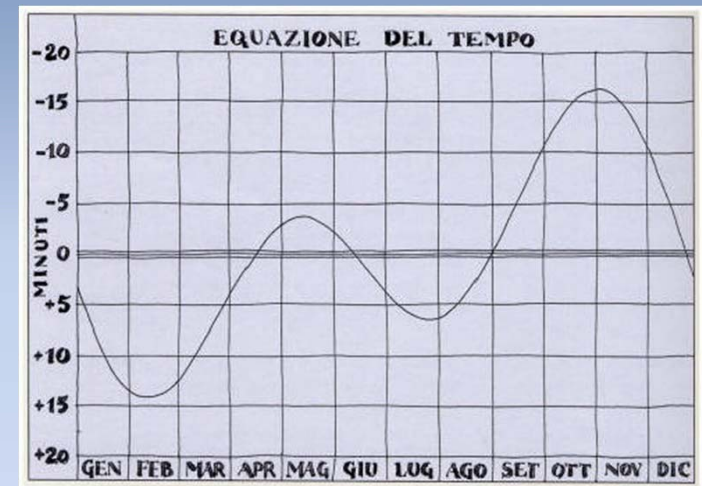
Determinazione dell'ora

Ora vera e ora civile.

Correzione dell'equazione del tempo.

Il passaggio del Sole sul meridiano del luogo non avviene esattamente ogni 24 ore ma varia a causa della diversa velocità della Terra attorno al Sole e all'obliquità del piano dell'eclittica.

Il nostro orologio meccanico ha un moto uniforme e considera il giorno sempre di 24 ore (Giorno Solare Medio) e si differenzia dal Giorno Vero Locale la cui durata non è sempre di 24 ore.



Questa differenza si chiama Equazione del tempo:

Equazione del tempo = giorno solare medio - giorno vero locale

Questo differenza in minuti si ricava dalla tabella e varia di giorno in giorno.

L'ora del mezzogiorno locale si può calcolare facilmente con questa relazione:

Ora orologio = 12.00 +/- equazione del tempo +/- correzione in longitudine

LA MERIDIANA

Costruire una meridiana oggi è diventato relativamente semplice anche grazie all'utilizzo di specifici software gratuiti come Shadows

<http://www.shadowspro.com/it/index.html>