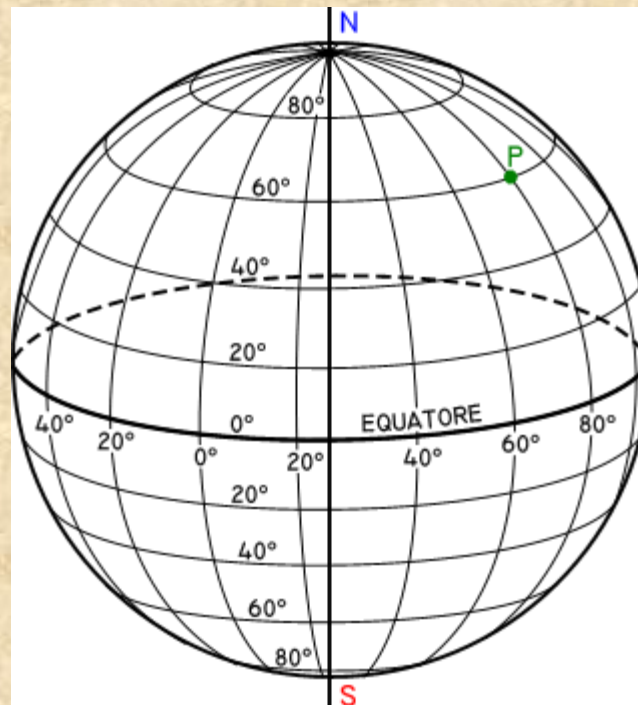


CINEMATICA SOLARE

IL MOTO DEL SOLE NEL SISTEMA LOCALE

SISTEMI DI RIFERIMENTO

Meridiani e paralleli

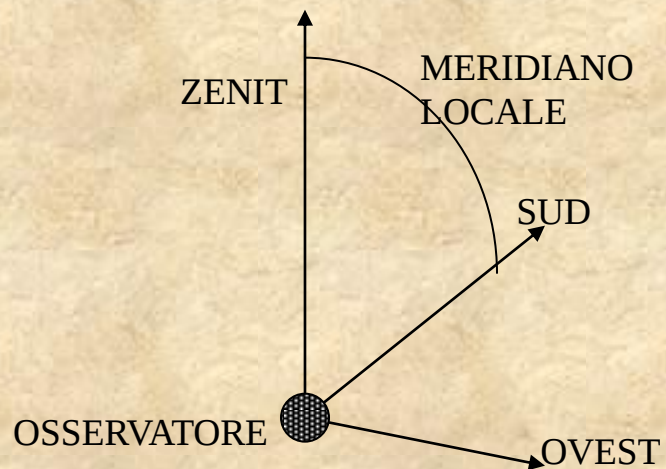


Il riferimento equatoriale è quello dei meridiani e dei paralleli, nel quale la latitudine dell'equatore è zero e quella dei poli 90°, dove la longitudine di Greenwich è zero e la nostra (quella del meridiano dell'Europa Centrale è 15°E). Per Torino (ad esempio)

$$\varphi = 45^{\circ}4' N$$

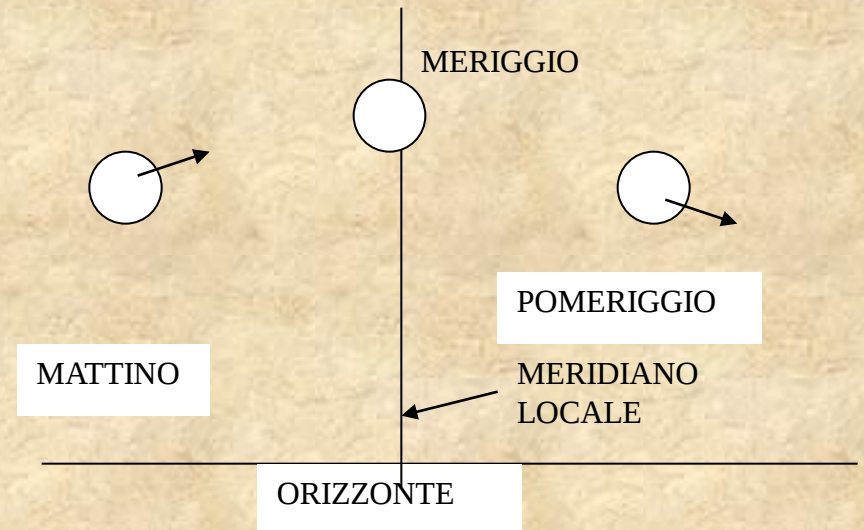
$$\lambda = 7^{\circ}40' E$$

RIFERIMENTO LOCALE



A CHE ORA É MEZZOGIORNO?

Si chiama *mezzogiorno locale* il momento in cui il sole passa per il meridiano locale.



Il sole descrive intorno alla Terra un giro completo in 24 ore. Significa che si sposta, su un cerchio parallelo all'equatore, di

$$\frac{360^{\circ}}{24\text{ore}} = \frac{15^{\circ}}{\text{ora}} = \frac{15'}{\text{min}} = \frac{15''}{\text{sec}}$$

Il meridiano dell'Europa Centrale

Nelle località che hanno longitudine maggiore di quella di Catania – per esempio a Lecce - il mezzogiorno locale arriva prima di quello convenzionale, in quelle che hanno longitudine minore – per esempio Milano - il mezzogiorno locale arriva dopo. Essendo la longitudine di Torino $\lambda = 7^\circ 40'$, la differenza di longitudine rispetto al meridiano di riferimento è $\Delta\lambda = 7^\circ 20'$ che corrispondono a

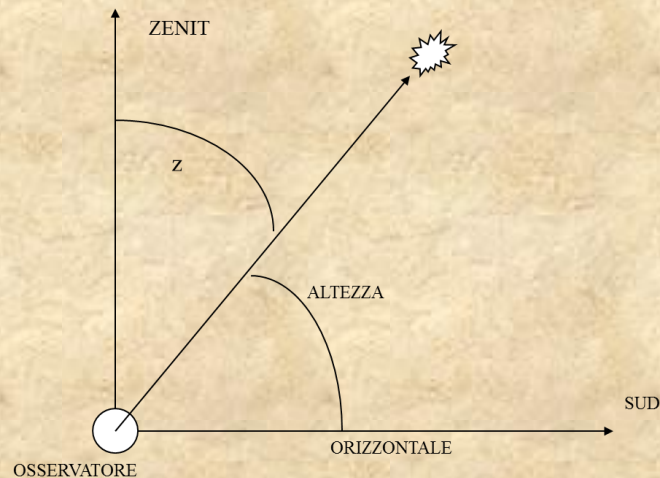
$$\frac{440'}{15'} \text{ min} = 29,3 \text{ min}$$

ALTEZZA DEL SOLE A MEZZOGIORNO

Per *altezza del sole* a mezzogiorno, intendiamo l'angolo che la direzione del sole al mezzogiorno locale forma rispetto all'orizzonte.

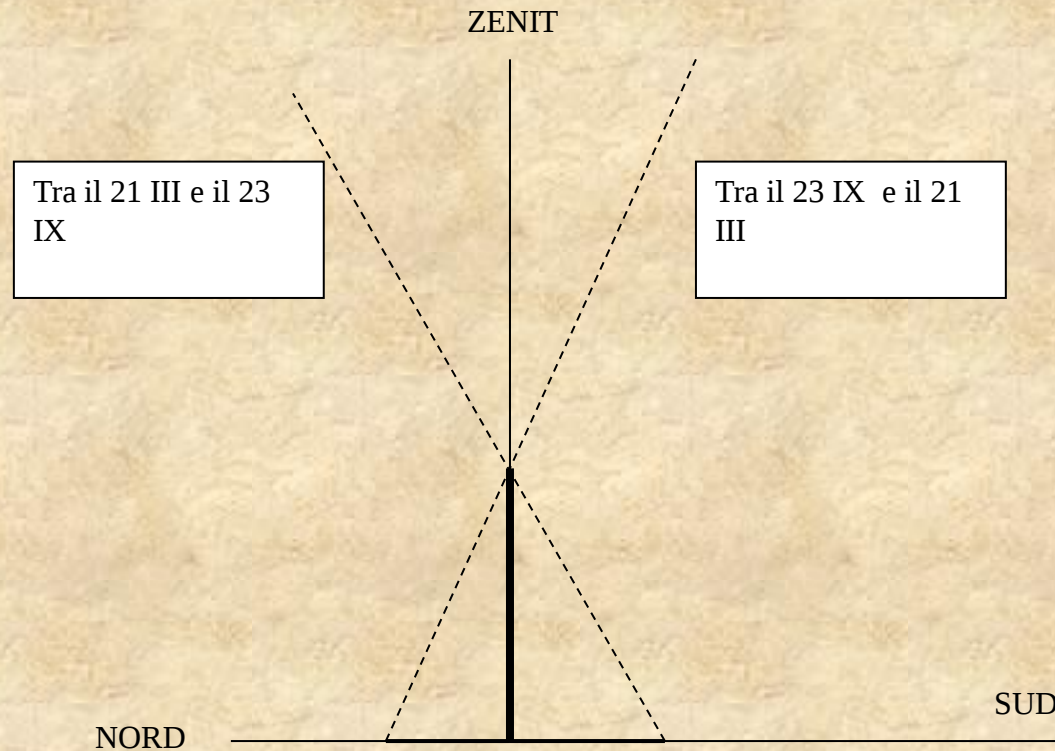
Per *distanza zenitale* a mezzogiorno si intende l'angolo che la direzione del sole forma con la verticale del luogo.

La distanza zenitale e l'altezza del sole sono angoli complementari:

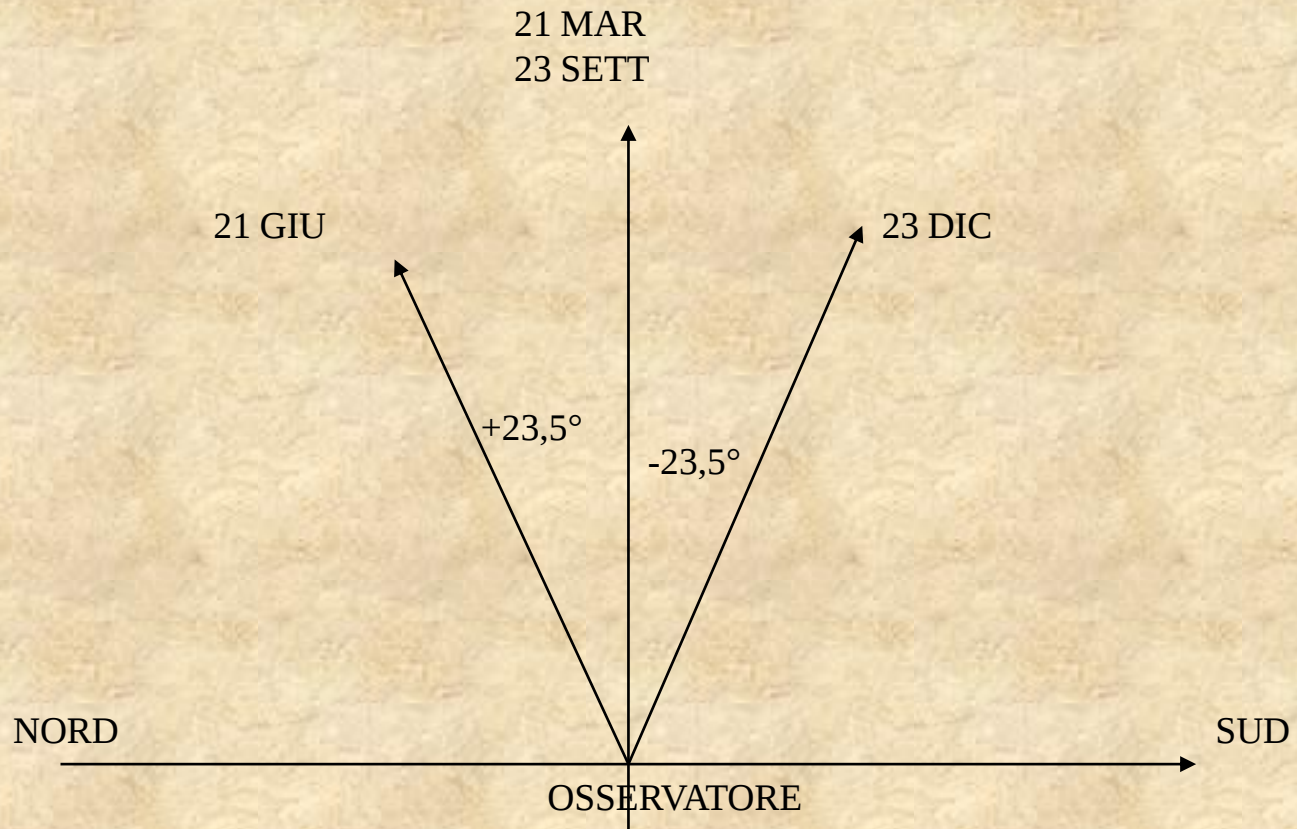


All'equatore (a mezzogiorno) può accadere che un palo infisso verticalmente (gnomone) non faccia ombra; cioè che il sole sia esattamente allo zenit. Questa straordinaria situazione si verifica, però, solo due volte all'anno: il 21 marzo e il 23 settembre (equinozi). Per l'osservatore equatoriale, il palo fa ombra in tutti gli altri giorni dell'anno: tra il 21 marzo e il 23 settembre l'ombra è proiettata a sud, per gli altri sei mesi verso nord.

LE OMBRE PER UN EQUATORIANO



La distanza zenitale del sole a mezzogiorno per un osservatore equatoriale si chiama *declinazione* e, nel corso dell'anno, varia tra $-23,5^\circ$ e $+23,5^\circ$.



Il Sole (a mezzogiorno) si sposta da una declinazione all'altra con un vero proprio moto armonico che possiamo descrivere con un'equazione del tipo

$$\delta = 23,5^{\circ} \sin \left(2\pi \frac{\Delta t}{T} \right)$$

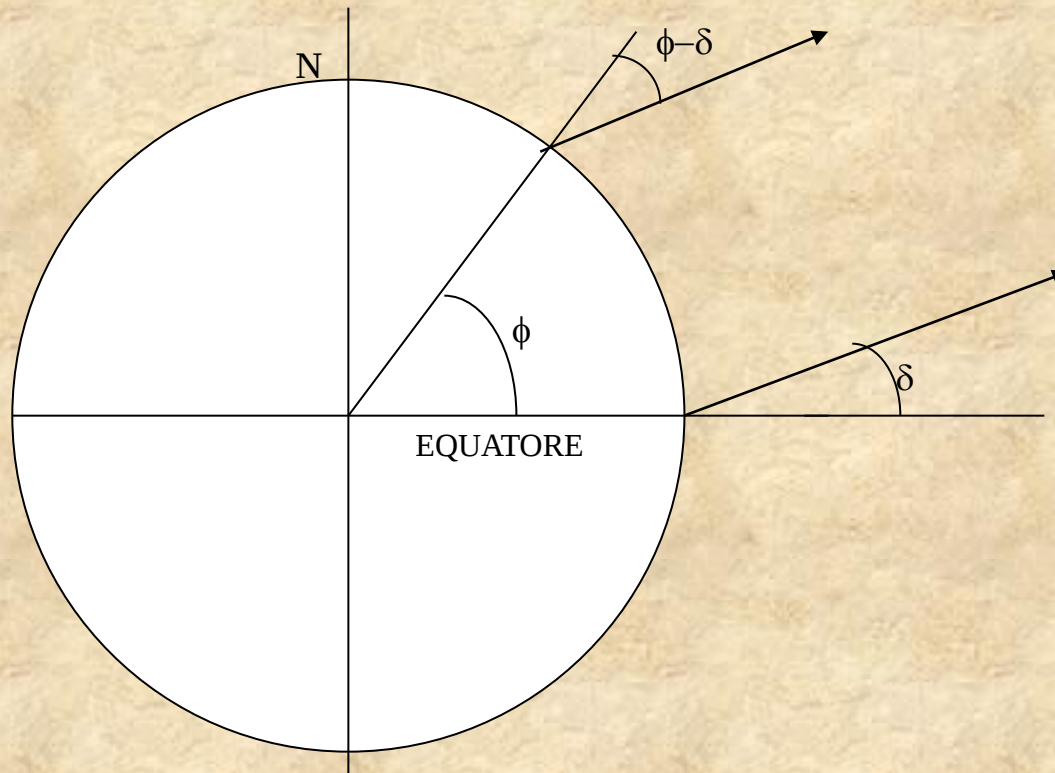
dove δ indica la declinazione solare, T la durata dell'anno e Δt il tempo che separa la data scelta dall'equinozio di primavera.

Per esempio, il 1° maggio, che dista 40 giorni dal 21 marzo, la declinazione del sole è

$$\delta = 23,5^\circ \sin \left(2\pi \frac{40}{365} \right)$$

$$\delta(1^\circ \text{maggio}) = 16,18^\circ$$

Per ottenere la distanza zenitale al mezzogiorno di un luogo di latitudine ϕ , basta sottrarre la declinazione, come risulta dalla figura:



Dalla figura si ricava

$$z(\Delta t) = \phi(\textit{luogo}) - \delta(\Delta t)$$

Esempio: la distanza zenitale del sole a mezzogiorno a Torino (latitudine $45^{\circ}4'$) il 1° maggio è

$$z(40) = 45^{\circ}4' - 16^{\circ}11' = 28^{\circ}53'$$

ALTEZZA DEL SOLE AD ORE DIVERSE

Vogliamo calcolare l'altezza del sole sull'orizzonte in una data località, ad un'ora qualsiasi, posto di conoscere la sua altezza a mezzogiorno. L'altezza dipende dall'ora e, poiché sappiamo che ogni ora corrisponde a 15° , possiamo associare all'orario un angolo. Si chiama *azimut* (H) quello che separa la posizione del sole dal meridiano del luogo. Per esempio, alle nove (locali) del mattino mancano tre ore a mezzogiorno e tre ore corrispondono ad un azimut di $3 \times 15^\circ = 45^\circ$. Lo stesso azimut caratterizza le tre del pomeriggio.

Una formula di trigonometria

$$\sin A = \sin A_0 - \cos \phi \cos \delta (1 - \cos H)$$

dove A rappresenta l'altezza del sole all' ora a cui corrisponde l'azimut H , A_0 l'altezza del sole a mezzogiorno, ϕ la latitudine del luogo e δ la declinazione.

Poniamo di voler determinare l'altezza del sole a Torino alle 9 del mattino del 1° maggio. Queste informazioni ci danno

$$\phi = 45^{\circ}4'$$

$$\delta = 16^{\circ}18'$$

$$H = 45^{\circ}$$

Possiamo anche chiederci per quale valore di H l'altezza del sole di annulla. Si verifica quando

$$\cos \phi \cos \delta (1 - \cos H) = \sin A_0 \quad 1 - \cos H = \frac{\cos(\phi - \delta)}{\cos \phi \cos \delta}$$

All'alba e al tramonto

$$\cos H = -\tan \phi \tan \delta$$