

2 SD ALTEZZA DEL SOLE E LATITUDINE

Altezza del sole sull'orizzonte nel corso dell'anno

Per il moto di Rivoluzione che la Terra compie in un anno intorno al Sole, ad un osservatore che sta sulla Terra il Sole sembra spostarsi ogni giorno di circa 1° lungo l'**Eclittica**, da Ovest ad Est.

E' uno spostamento percepibile se si osservano le costellazioni dello Zodiaco nel cielo notturno; infatti di sera in sera, alla stessa ora dopo il tramonto, nuove stelle e costellazioni compaiono ad Est, mentre altre scompaiono a Ovest e nell'arco di un anno si possono ammirare tutte le costellazioni dello Zodiaco.

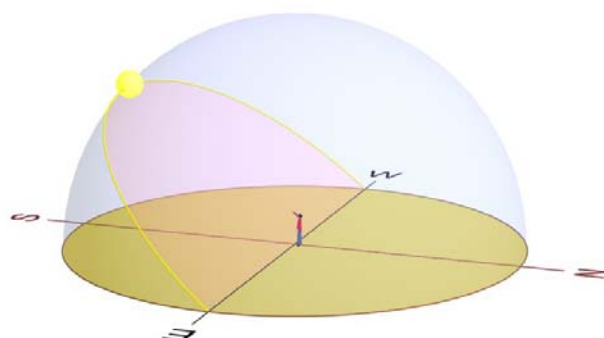
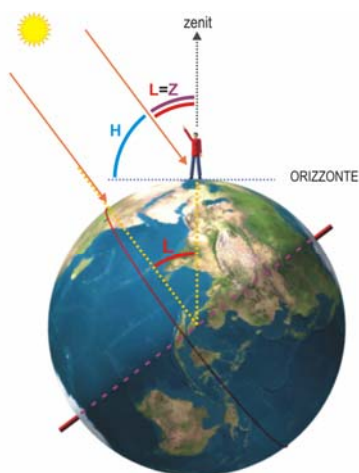
L'inclinazione dell'Asse Terrestre rispetto all'Asse dell'Eclittica è di **23° 27'**, per cui anche i rispettivi Piani ad essi perpendicolari, cioè quello dell'Equatore celeste e dell'Eclittica, si intersecano tra loro mantenendo lo stesso angolo. La linea di intersezione tra i due piani ha i suoi estremi nel Punto γ o punto d'Ariete e nel Punto ω o Punto dell'Equinozio di autunno.

L'Eclittica, e quindi le posizioni che il Sole sembra occupare nel corso di un anno, risulta essere per metà sopra l'Equatore celeste (lo chiameremo *ramo ascendente dell'Eclittica*) e per metà sotto (lo chiameremo *ramo discendente dell'Eclittica*) a partire dalla linea di intersezione dei due piani.

All'**Equinozio di primavera** il Sole si trova nel **Punto γ** , con declinazione $0^{\circ 1}$. Per l'osservatore di una qualunque località della Terra esso sembra spostarsi, nel suo percorso diurno, lungo l'**Equatore celeste**² nel cielo, da Est a Ovest in senso orario verso Sud nell'Emisfero boreale, in senso antiorario verso Nord in quello australe.

I raggi del sole arrivano perpendicolari all'asse terrestre, per cui il dì è uguale alla notte in tutte le località della terra, tranne ai Poli, dove rimane sull'orizzonte tutto il giorno in quanto l'Equatore celeste coincide col piano dell'orizzonte³ (fig.1 e 2).

Agli Equinozi



L = latitudine H = altezza del Sole Z = distanza zenitale

fig.1 Il Sole ha $\delta = 0^{\circ}$ e illumina la Terra con i suoi raggi perpendicolari all'asse terrestre L = Z (N.Scarpel)

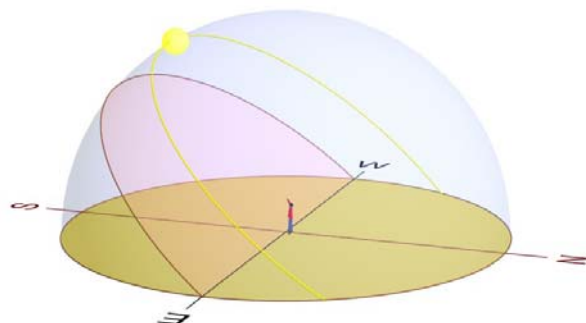
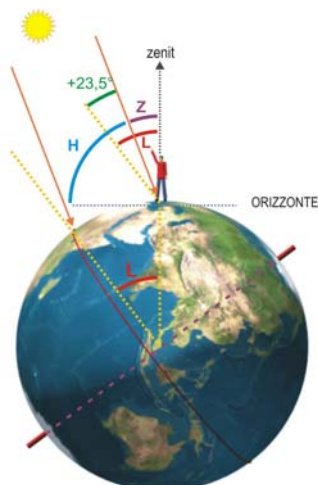
fig.2 Il Sole percorre sull'orizzonte di una località dell'emisfero boreale un arco diurno da E a W verso Sud lungo l'Equatore celeste (N.Scarpel)

¹ Vedi Prerequisiti 4P

² Vedi Prerequisiti 1P e 4P

³ Vedi Modellino didattico "Il sole di Tolomeo sul mondo copernicano"

Al solstizio d'estate



L= latitudine H = altezza del Sole Z = distanza zenitale

fig.3 Il Sole si è spostato verso Nord dall'Equatore celeste di un angolo di declinazione $\delta = +23^{\circ} 27'$ per cui $L = Z + 23,5^{\circ}$

(N.Scarpel)

fig.4. Il Sole percorre sull'orizzonte dell'emisfero boreale un arco diurno paralleli all'Equatore celeste, spostato verso Nord di $23^{\circ}27'$

(N.Scarpel)

Dall'Equinozio di primavera al **Solstizio d'estate** il Sole si sposta lungo il ramo ascendente dell'Eclittica, fino a raggiungere la sua massima **declinazione** positiva di **$+23^{\circ} 27'$** ; pertanto nel cielo di ogni località percorre archi diurni quasi **paralleli all'Equatore celeste**, sempre più **spostati verso Nord**.

Nell'emisfero boreale il dì è via via più lungo della notte mentre succede il contrario nell'emisfero australe (fig.3 e 4).

Dal Solstizio d'estate **all'Equinozio d'autunno** il sole si sposta in senso inverso sul ramo ascendente dell'Eclittica fino a raggiungere il **Punto ω** e di nuovo la declinazione 0° ; ripercorre quindi a ritroso le sue posizioni nel cielo precedenti il solstizio estivo.

Gli archi diurni sono sempre più spostati sull'orizzonte verso Sud, fino all'Equinozio di autunno, quando di nuovo l'arco diurno del sole coincide con l'Equatore celeste e il dì è uguale alla notte in tutte le località tranne ai Poli (fig.1).

Dall'Equinozio di autunno al **Solstizio d'inverno** il Sole si sposta lungo il ramo discendente dell'Eclittica, fino a raggiungere la sua minima **declinazione (δ)** negativa di **$-23^{\circ} 27'$** ; percorre sempre archi diurni quasi paralleli all'Equatore celeste di ogni località, di giorno in giorno più spostati verso Sud; nell'emisfero boreale il dì è progressivamente più corto rispetto alla notte, mentre succede il contrario nell'emisfero australe (fig.5 e 6).

Dal Solstizio invernale all'Equinozio di primavera il Sole si sposta in senso inverso al percorso precedente, sul ramo discendente dell'Eclittica fino al Punto γ ; di nuovo sembra tornare indietro rispetto alle sue posizioni nel cielo, con archi diurni sempre più spostati verso Nord nel nostro emisfero fino a raggiungere la posizione dell'Equinozio di primavera (fig.1 e 2).

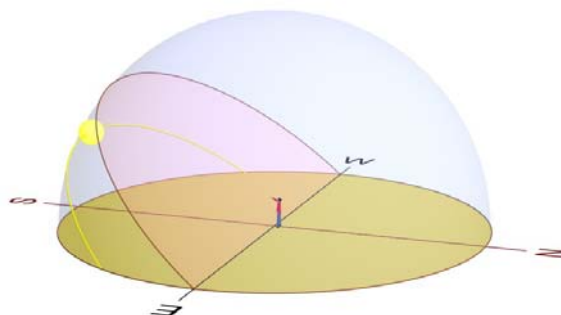
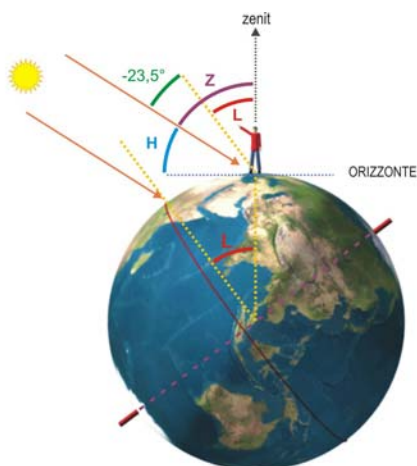
E il ciclo annuale del sole ricomincia.

Ricapitolando: il Sole agli **Equinozi** percorre **l'Equatore celeste** di un luogo; nel semestre estivo percorre archi diurni spostati, rispetto all'Equatore celeste, verso Nord di un angolo uguale alla declinazione del sole, nel **semestre invernale** percorre archi diurni spostati, rispetto all'Equatore celeste, verso Sud sempre di un angolo uguale alla declinazione del sole.

Il Modellino didattico "**Il sole di Tolomeo sul mondo copernicano**"⁴ è utile per visualizzare i percorsi del Sole sull'orizzonte alle varie latitudini e stagioni, *a partire dal punto di vista del nostro emisfero*.

⁴ vedi Strumenti 4S

Al solstizio d'inverno



L = latitudine H = altezza del Sole Z = distanza zenitale

fig.5 Il Sole scende sotto l'Equatore celeste di un angolo di declinazione $\delta = -23^{\circ} 27'$ per cui $L = Z - 23,5^{\circ}$ (N.Scarpel)

fig.6 Il Sole percorre sull'orizzonte nell'emisfero boreale un arco diurno parallelo all'Equatore celeste spostato verso Sud di $23^{\circ} 27'$ (N.Scarpel)

Misurare la latitudine di un luogo con l'altezza del Sole

E' evidente che l'**altezza** del Sole α nel momento della sua culminazione, cioè al mezzogiorno solare vero, dipende dalla sua **declinazione** e dalla **latitudine** del luogo di osservazione.

Si è detto che l'*Equatore celeste* è *perpendicolare all'Asse terrestre* e, nel cielo di ogni località, occupa sempre la **stessa posizione**⁵: una semicirconferenza che va da Est ad Ovest e che a Sud, nel **nostro emisfero**, ha una altezza sull'orizzonte uguale al complementare della latitudine del luogo, la **colatitudine** (90° - latitudine)

Per cui l'altezza del Sole α alle nostre latitudini corrisponde ad

si ha che **$\alpha = 90 - \text{latitudine} + \text{declinazione}$**
 da cui si ricava **$\text{latitudine} = 90 - \alpha + \text{declinazione}$**

sapendo che **$\alpha = \text{colatitudine} + \text{declinazione (del Sole)}$** ;
 $\text{colatitudine} = 90 - \text{latitudine}$

Il complementare dell'altezza è chiamato **distanza zenitale** ($90^{\circ} - \alpha$) e quindi la relazione si può scrivere anche in questo modo:

$\text{latitudine} = \text{distanza zenitale} + \text{declinazione}$

Per calcolare la latitudine del luogo è quindi sufficiente misurare l'altezza del Sole nel momento del mezzogiorno solare vero e conoscere il dato della sua declinazione (fig.7).

La **declinazione del Sole** varia nel corso dell'anno con regolarità ed in Appendice 1A sono riportati i valori della declinazione del Sole di quasi tutti i giorni dell'anno insieme a quelli dell'Equazione del tempo.

Si può semplificare l'esperienza se si esegue la misurazione dell'altezza del sole altezza in giorni particolari dell'anno, come agli Equinozi o ai Solstizi.

⁵ vedi Prerequisiti 1P

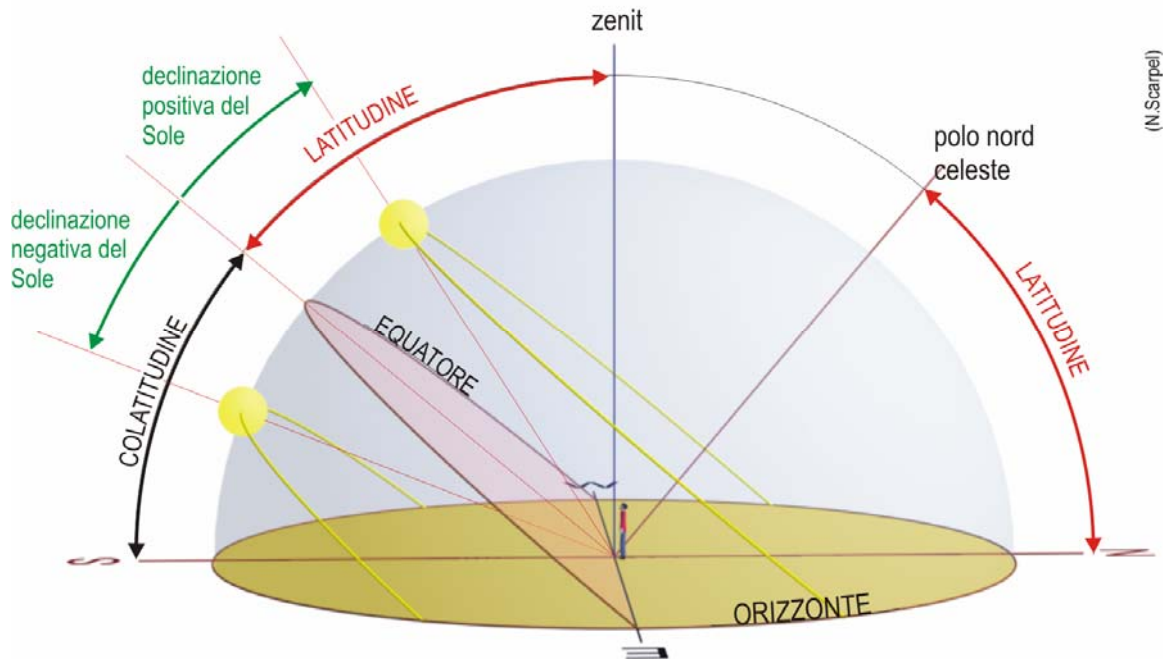


fig.7 Il percorso del Sole in un anno nel cielo di un osservatore di una località con **latitudine 50° N**
(N.Scarpel)

Agli **Equinozi** (intorno al 21 marzo e al 23 settembre) il Sole si trova sull'equatore celeste, la sua declinazione è 0° e quindi è sufficiente conoscere il dato di altezza (fig.1 e 2):

$$\text{latitudine} = 90 - \alpha$$

oppure

$$\text{latitudine} = \text{distanza zenitale}$$

Al **Solstizio d'estate** (intorno al 21 giugno) la declinazione è massima $+23,5^\circ$ (fig.3 e 4), mentre al **Solstizio d'inverno** (intorno al 22 dicembre) è minima $-23,5^\circ$ (fig.5 e 6).

Quindi:

$$\begin{aligned} \text{latitudine}_{\text{se}} &= \text{distanza zenitale} + 23,5^\circ \text{ (Solstizio d'estate)} \\ \text{latitudine}_{\text{si}} &= \text{distanza zenitale} - 23,5^\circ \text{ (Solstizio d'inverno)} \end{aligned}$$

Per le località dell'Emisfero **australe** vale lo stesso ragionamento ma va tenuto presente che il percorso diurno del Sole avviene in senso **antiorario da Est ad Ovest verso Nord**; inoltre le **stagioni effettive sono invertite**, per cui il Sole è più alto sull'orizzonte in inverno e viceversa è più basso in estate; agli Equinozi percorre l'Equatore celeste del luogo come nell'altro emisfero (fig.8).

Pertanto agli **Equinozi**

$$\begin{aligned} \text{latitudine} &= 90 - \alpha \\ \text{latitudine} &= \text{distanza zenitale} \end{aligned}$$

ai **Solstizi** invece

$$\begin{aligned} \text{latitudine}_{\text{se}} &= \text{distanza zenitale} - 23,5^\circ \text{ (Solstizio d'estate)} \\ \text{latitudine}_{\text{si}} &= \text{distanza zenitale} + 23,5^\circ \text{ (Solstizio d'inverno)} \end{aligned}$$

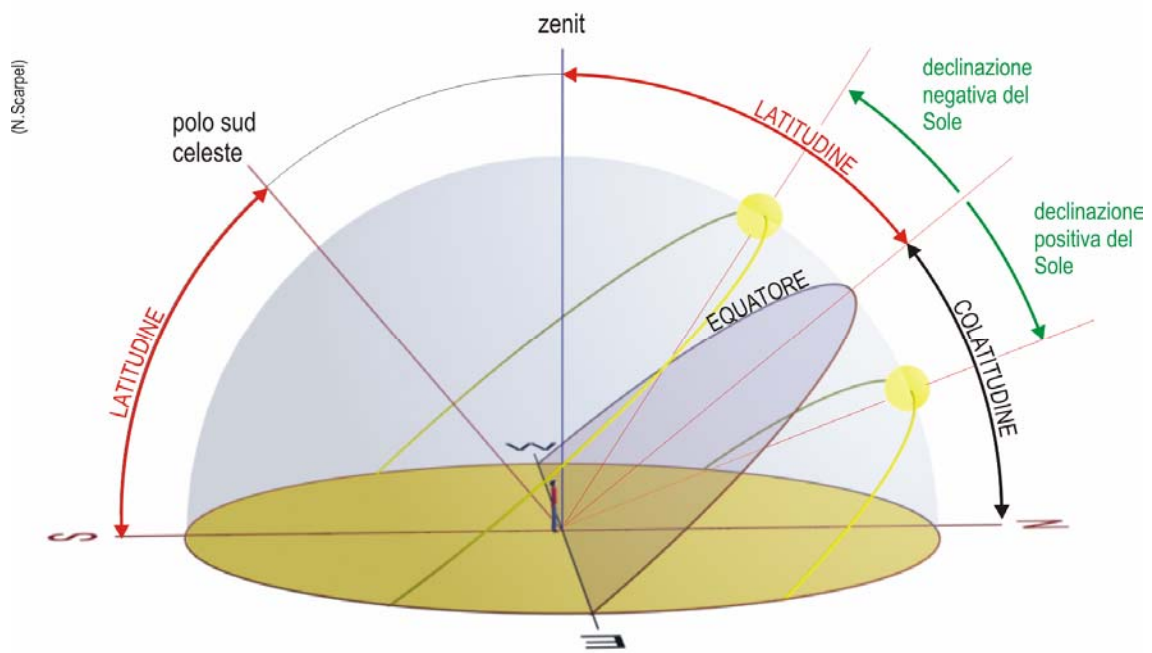


fig.8 I percorsi del Sole in un anno nel cielo di un osservatore di una località con **latitudine 50° S**
(N.Scarpet)

2SDE Misura della latitudine con l'altezza del sole a Lucera (FG)



Scuole: Liceo Scientifico "Onorato" e Liceo Classico "Borghi"- Lucera (FG)
 Data : 23 settembre 2002
 Docente Referente: prof.Lucia Ciuffreda

Il 23/09/02 la culminazione del Sole a Lucera (FG) era prevista alle 12h 51^m 5^s
 Strumenti Usati: gnomoni di cartoncino
 Postazioni: n. 7
 Per il calcolo è stata utilizzata la calcolatrice scientifica e la formula :

$$\alpha = \arctg (h/b)$$

dove α = altezza del Sole
 h = altezza dello gnomone
 b = lunghezza dell'ombra.

fig.1 Alunni misurano l'altezza del sole a Lucera (FG) (L.Ciuffreda)

I dati ottenuti sono riportati in Tabella 1.

Classi	Postazione	h altezza dello gnomone (cm)	b lunghezza dell'ombra (cm)	α altezza del Sole (gradi)
3C Liceo Classico	1	20	17,2	49,2
	2	18	15,7	48,8
	3	19	16,4	49,1
5c Liceo Scientifico	4	21,2	18,7	48,5
5D Liceo Scientifico	5	18	15,3	49,6
	6	18	15,9	48,5
	7	18	15,6	49

media calcolata 48,95714

Tab.1 Dati raccolti dalle 7 postazioni delle scuole di Lucera

Sono stati successivamente convertiti i valori decimali trovati, d , in sessagesimali, x , secondo la proporzione

$$d:100 = x : 60 \text{ da cui } x = d \cdot 60/100$$

Errore massimo: $(49.6^\circ - 48.5^\circ) / 2 = 0,5^\circ = 30'$

Valore sperimentale trovato:

latitudine di Lucera (FG) $90^\circ - 48,95^\circ = 41,15^\circ$ corrispondente a $41^\circ 09'$

Valore teorico: latitudine di Lucera (FG) $41^\circ 30' 27''$

Errore di misurazione $20' 33''$