

IIS GREGORIO DA CATINO

CLASSI IAS IAP

TRA CIELO E TERRA

Approfondimenti di

astronomia, storia, fisica e matematica

Laboratori «sotto il sole della Sabina»

Sappiamo rispondere ?

**Che forma ha
La Terra?**

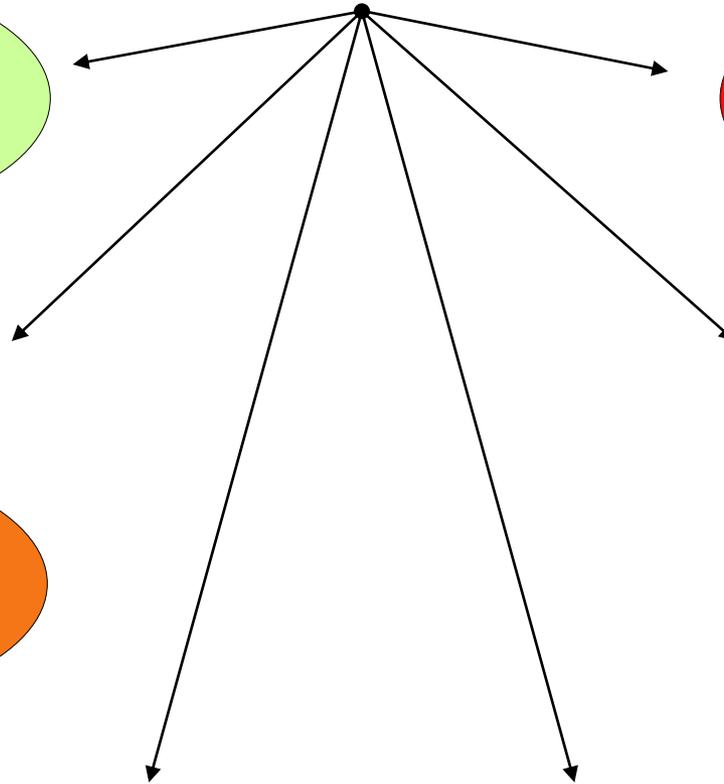
**Possiamo vedere
la Terra come gli
astronauti?**

**Dove
ci troviamo?**

**Che giorno è?
Che anno è?**

**Come ci
Muoviamo?**

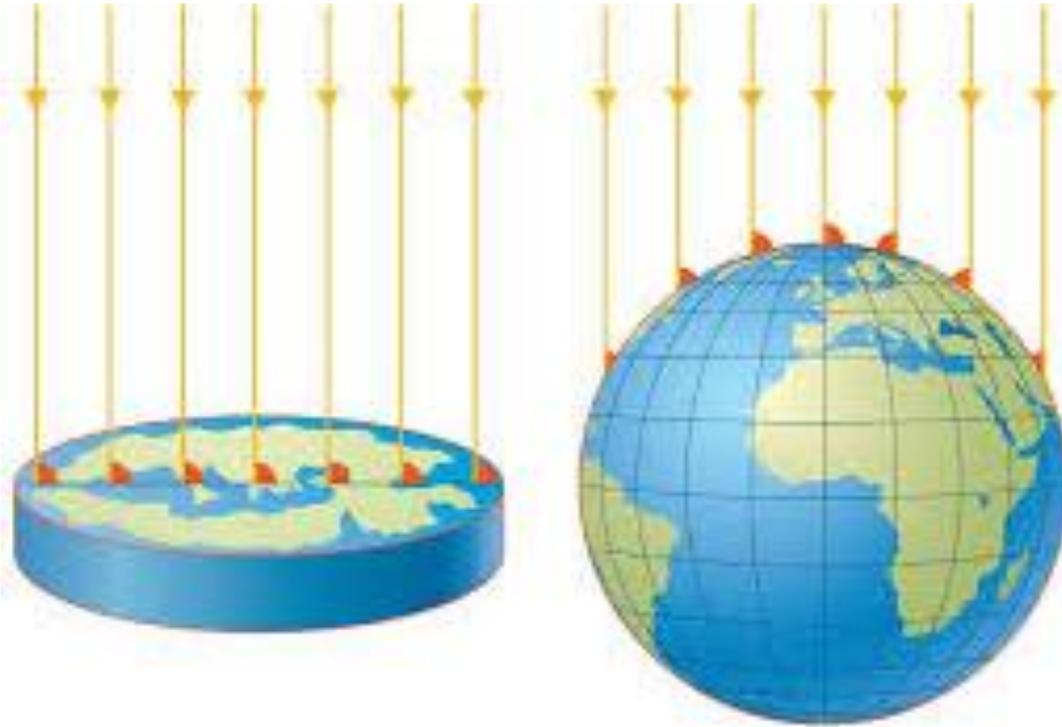
Che ore sono?



Che forma ha la Terra?

La forma della Terra

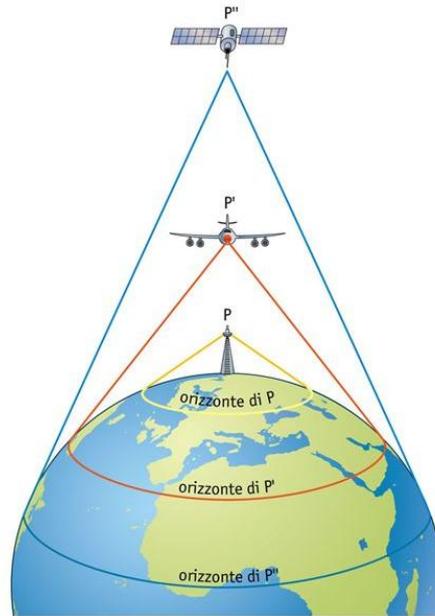




Prove
indirette

L'altezza delle stelle sull'orizzonte varia in base alla posizione dell'osservatore

L'orizzonte
sensibile



Prove
indirette

L'orizzonte visivo si fa sempre più ampio al crescere dell'altitudine del punto in cui si trova l'osservatore



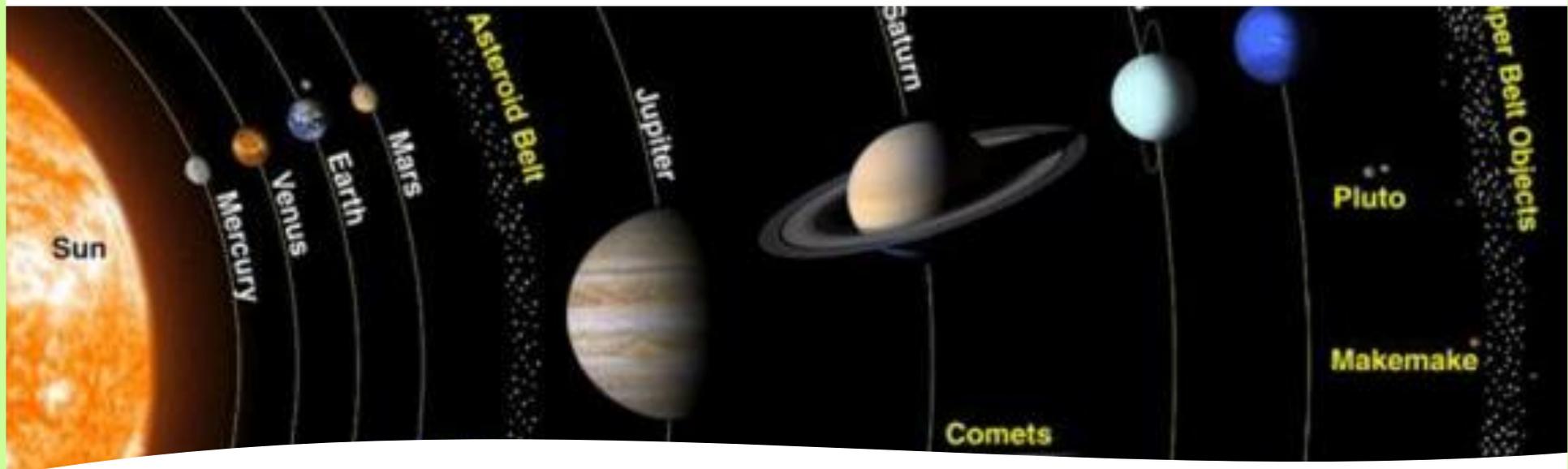
Prove indirette

Un oggetto che compare o scompare all'orizzonte lo fa in modo graduale mostrando per prima (e per ultima) la parte superiore della sua struttura



Prove
indirette

I viaggi di circumnavigazione



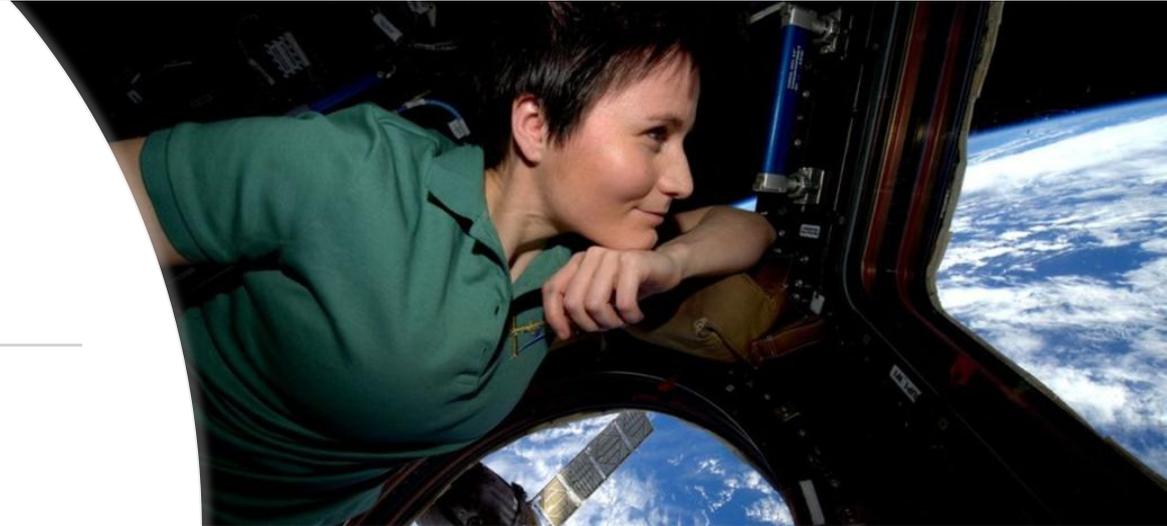
Analogia con gli altri pianeti del
Sistema Solare

L'ombra che
la Terra
proietta sulla
Luna durante
le eclissi di
Luna è
circolare

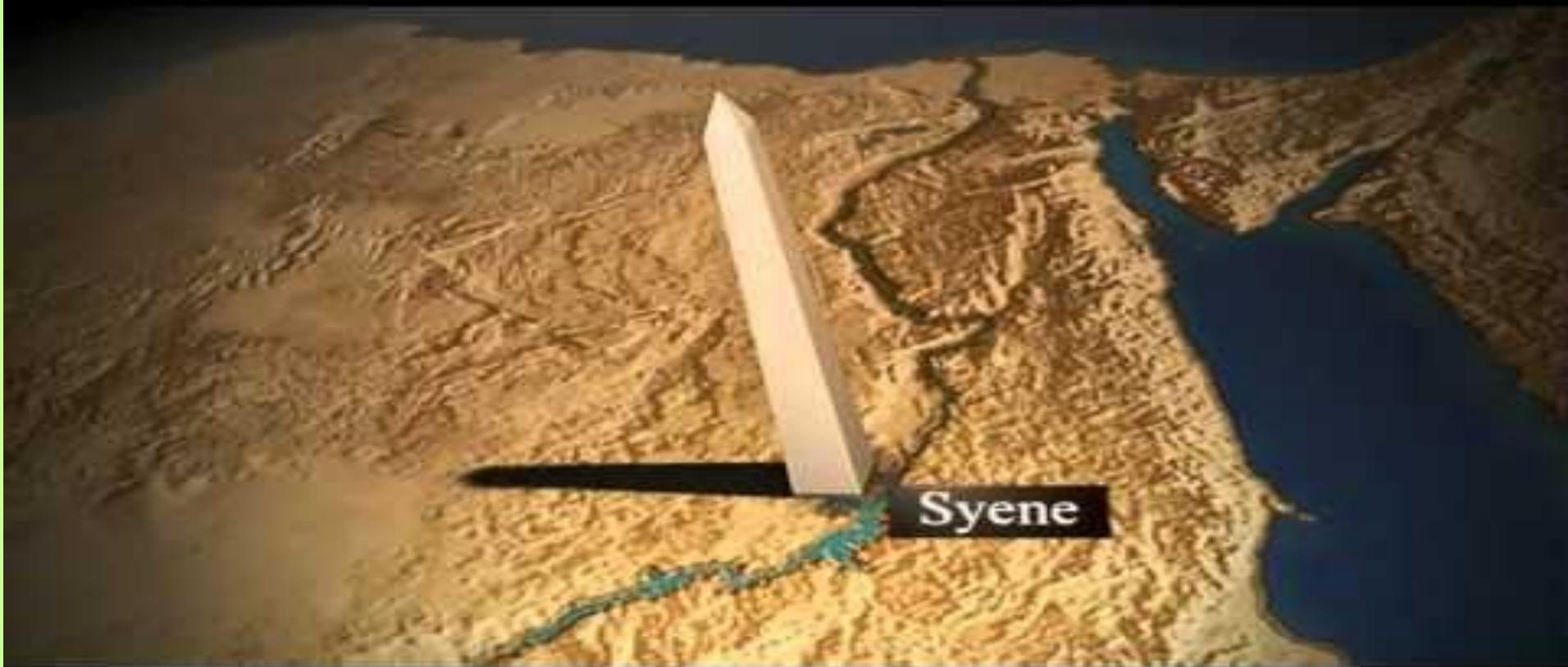


Prove dirette

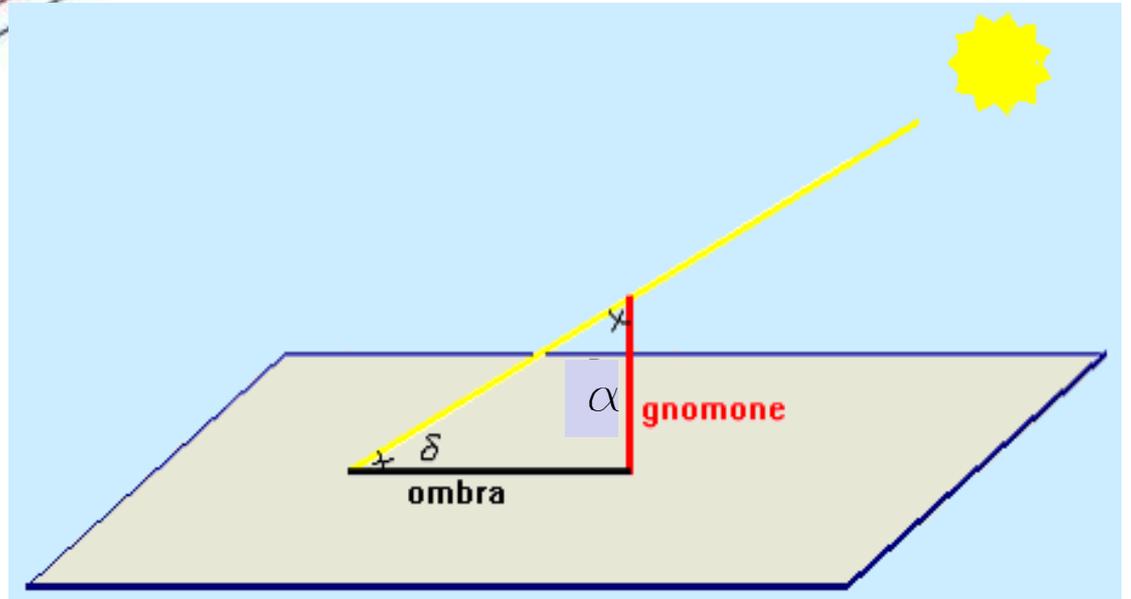
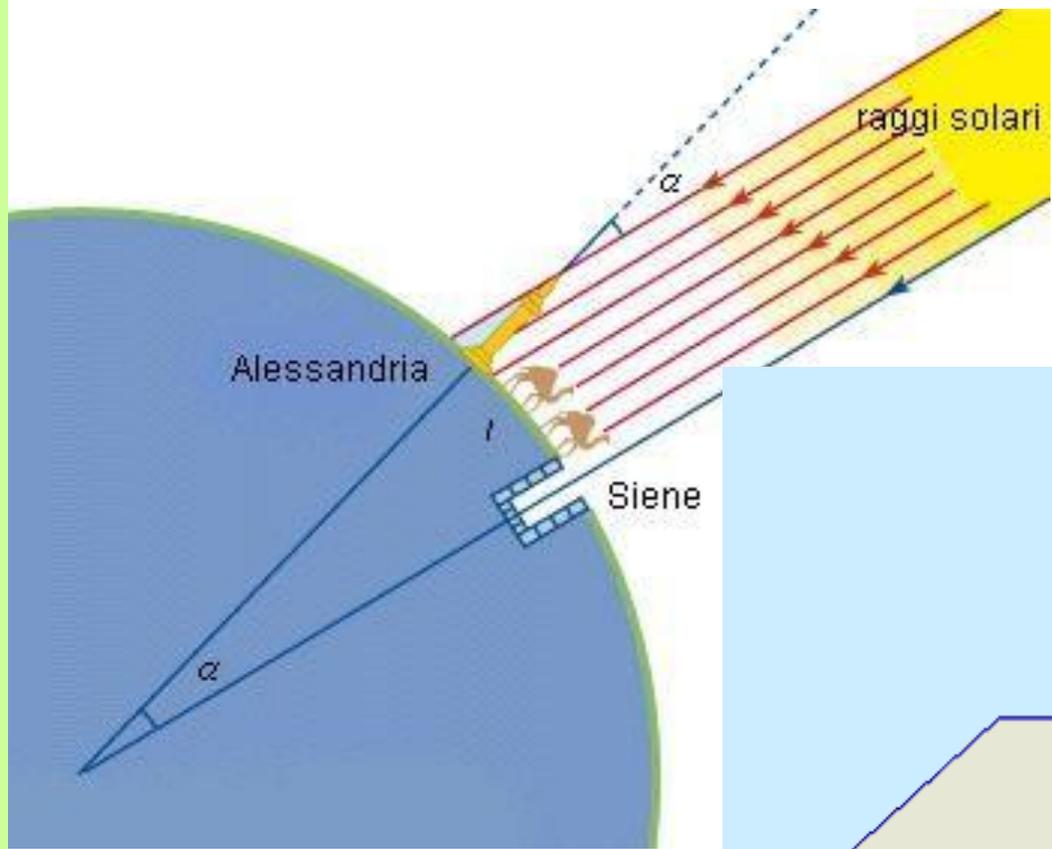
Immagini della
Terra dai satelliti e
dalle missioni
spaziali



Eratostene (276-194 a.C)
è sicuro che la Terra è sferica e
ne calcola il raggio

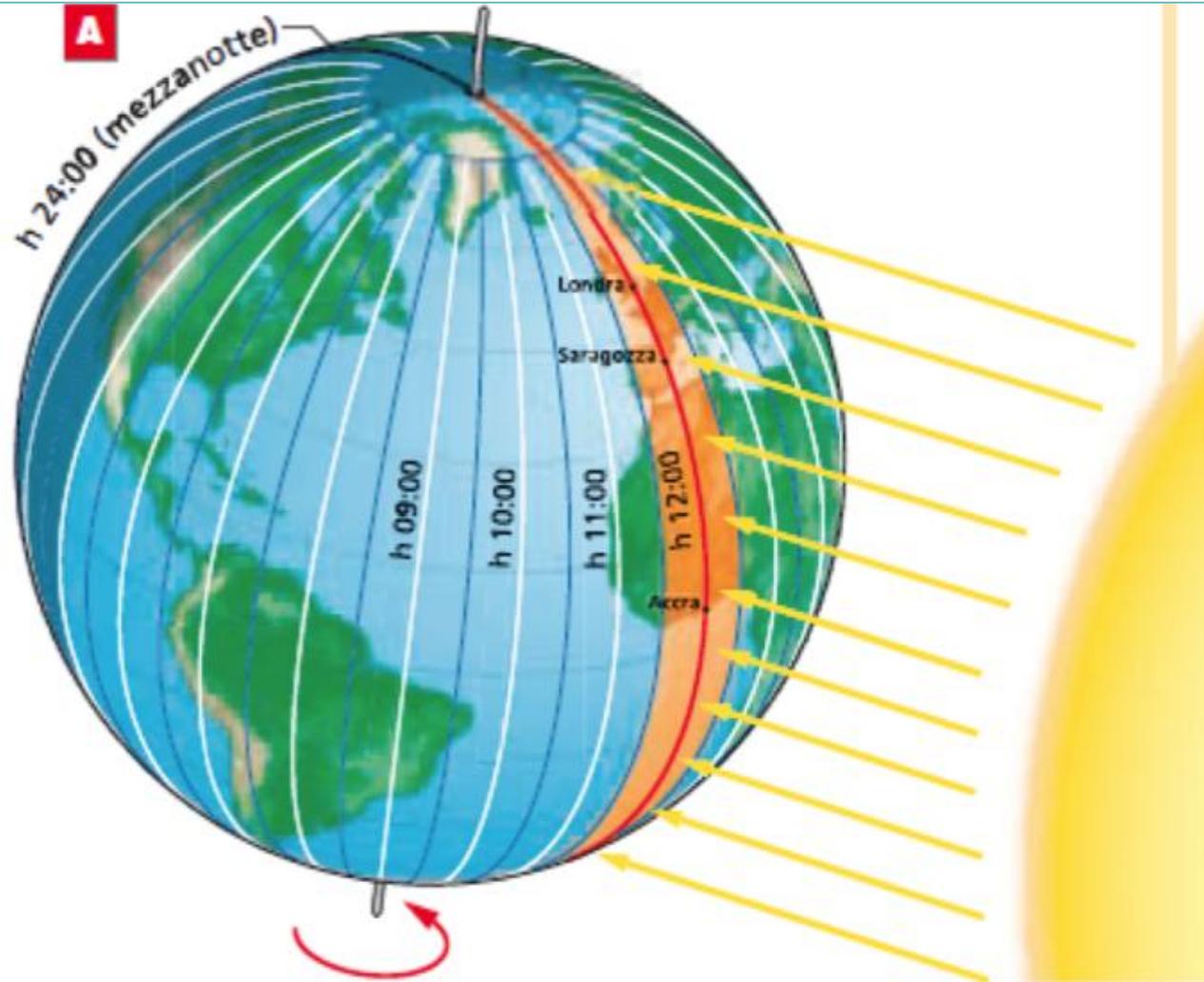


Syene



IL MEZZOGIORNO LOCALE

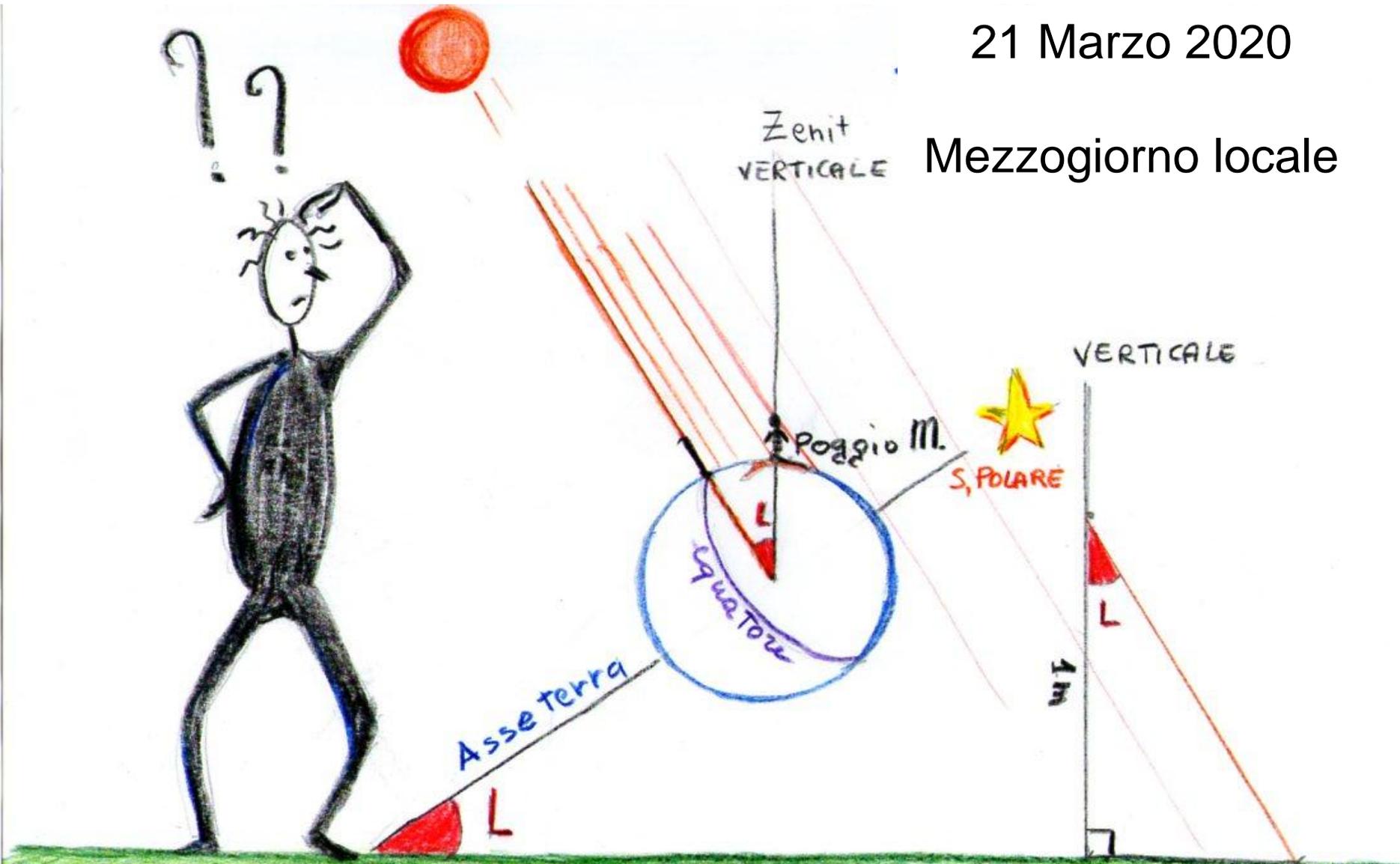
A mezzogiorno il sole transita per il meridiano locale il quale divide esattamente a metà la semisfera illuminata dal sole.



Il 21 Marzo 2020 il mezzogiorno locale è alle 12:16':36" e l'altezza del sole è 48,2°

21 Marzo 2020

Mezzogiorno locale



PIANO DELL' ORIZZONTE A POGGIO MIRTETO
 $L = \text{Latitudine} = 42^{\circ}16'9''$ $\text{Longitudine} = 12^{\circ}41'15''$

km 4621,53

Distanza tra Poggio Mirteto Lat. 42°16'9" Long. 12° 41'15" e il luogo in Congo di coordinate Lat. 0°0'0" Long. 12° 41'15"



L° = angolo misurato con il goniometro =
angolo al centro della terra =
(latitudine di Poggio o angolo tra le due località);
 R = raggio della Terra;

D = distanza misurata con Google Earth = km 4621,53

C = lunghezza della circonferenza in km = $2\pi R$

Dalla proporzione:

$$L^\circ:360^\circ=D:C \leftrightarrow L^\circ:360^\circ=D:2 \pi R$$

Otteniamo la misura di R in km:

$$R = 360^\circ D / L^\circ 2 \pi$$

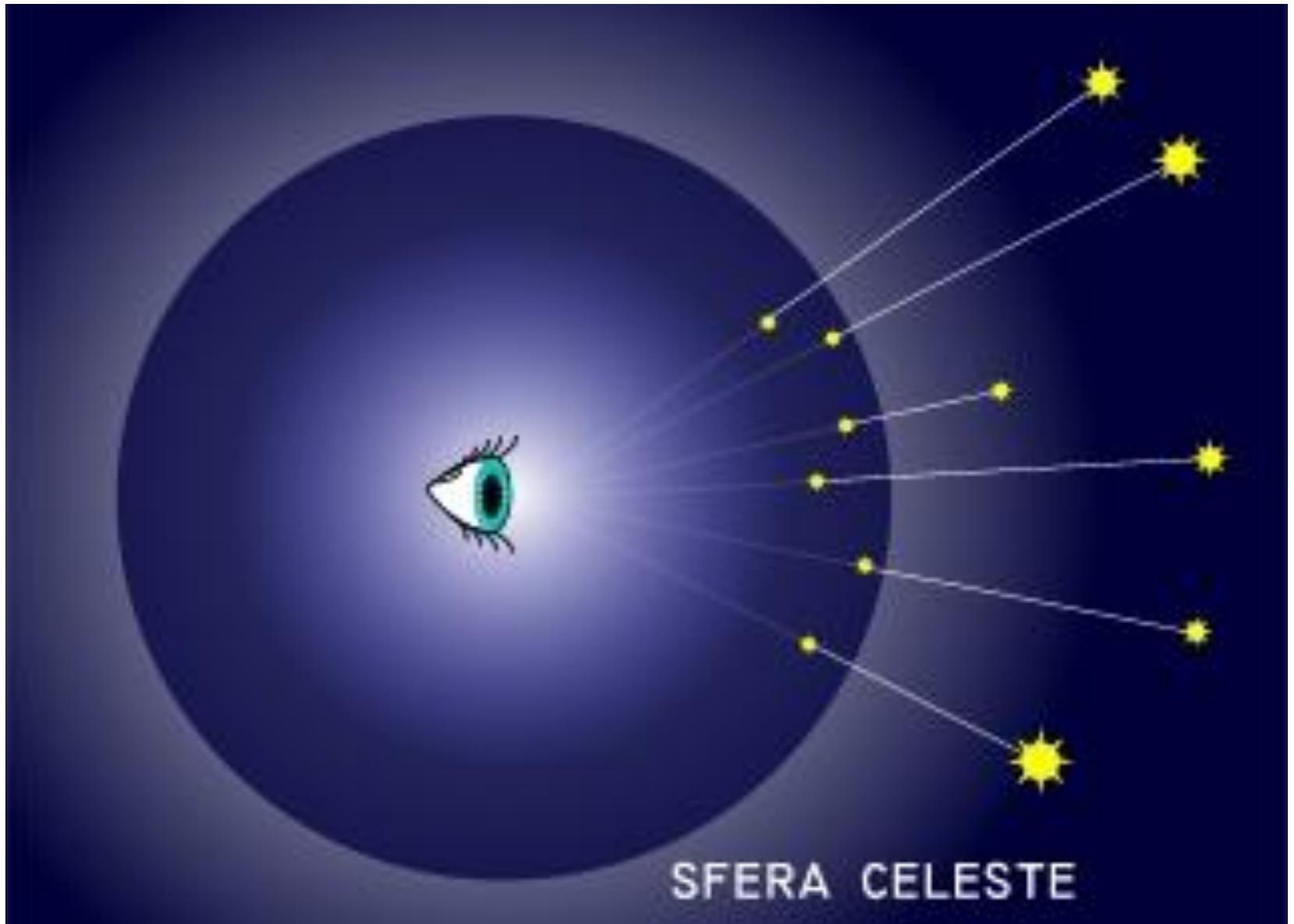
Esperienza di laboratorio: misurazione del raggio della Terra

Lo scopo è quello ripetere, in veste moderna, l'esperimento di Eratostene per misurare il raggio della Terra.

Al termine delle osservazioni lo studente redigerà una relazione dettagliata riportante: materiali, metodi, conduzione dell'esperienza, elaborazione dei dati e conclusioni.



Dove ci troviamo?

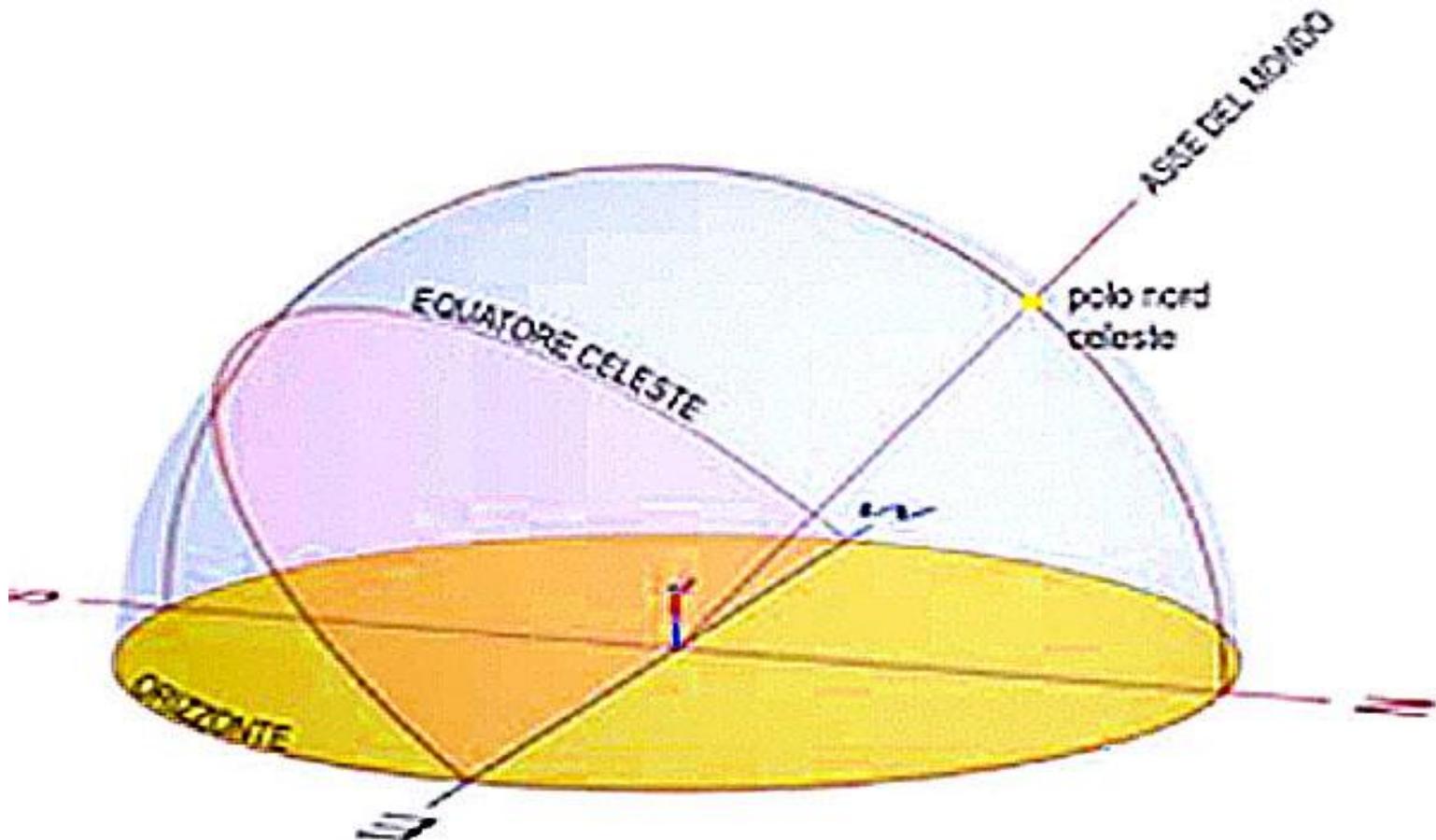


SFERA CELESTE

La sfera CELESTE

Sfera di raggio indefinito con centro sulla terra.

Costituisce la porzione di cielo visibile da un osservatore terrestre.



Meridiani e paralleli

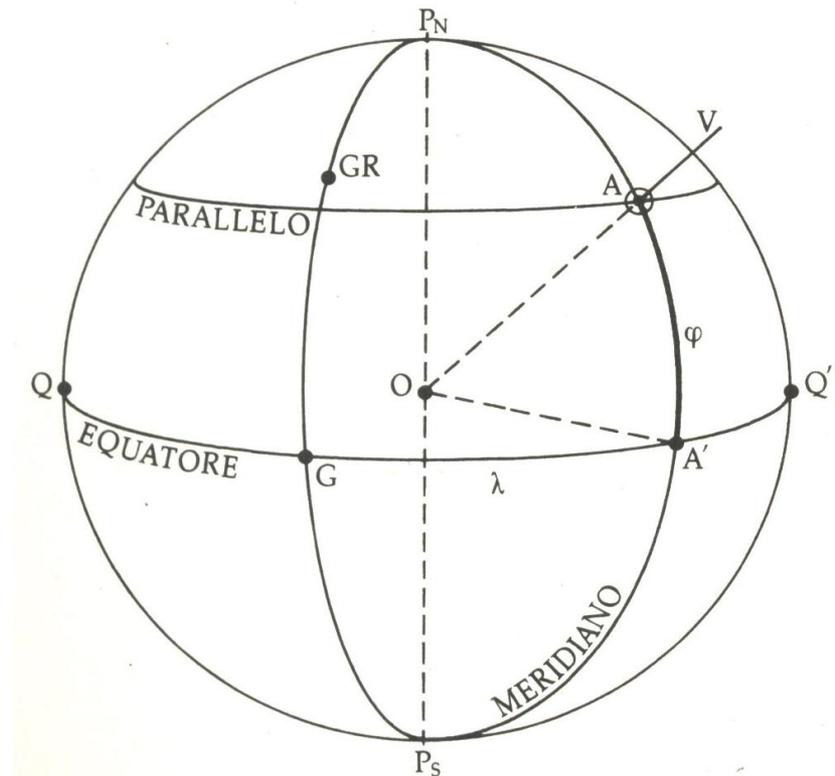
Sistema di coordinate geografiche

La **latitudine** è l'arco AA' del meridiano che passa per il luogo misurato in gradi da 0° a 90° a partire dall'equatore verso il polo nord e da 0° a -90° verso il polo sud..

La **longitudine** è l'arco GA' di equatore compreso tra il meridiano di riferimento (Greenwich) e il meridiano del luogo misurato da 0° a 180° verso est e da 0° a -180° verso ovest.

Le unità di misura per le coordinate geografiche sono i gradi sessagesimali o sessadecimali.

1 decimo = 6 primi = 360 secondi





Calcolo della latitudine e longitudine di un luogo con la carta geografica.

Si individuata con precisione la località P. Indicando con **D** la distanza tra due meridiani (o paralleli) consecutivi della mappa e con **d** la distanza del punto P dal meridiano (o dal parallelo) più vicino si è impostata la proporzione:

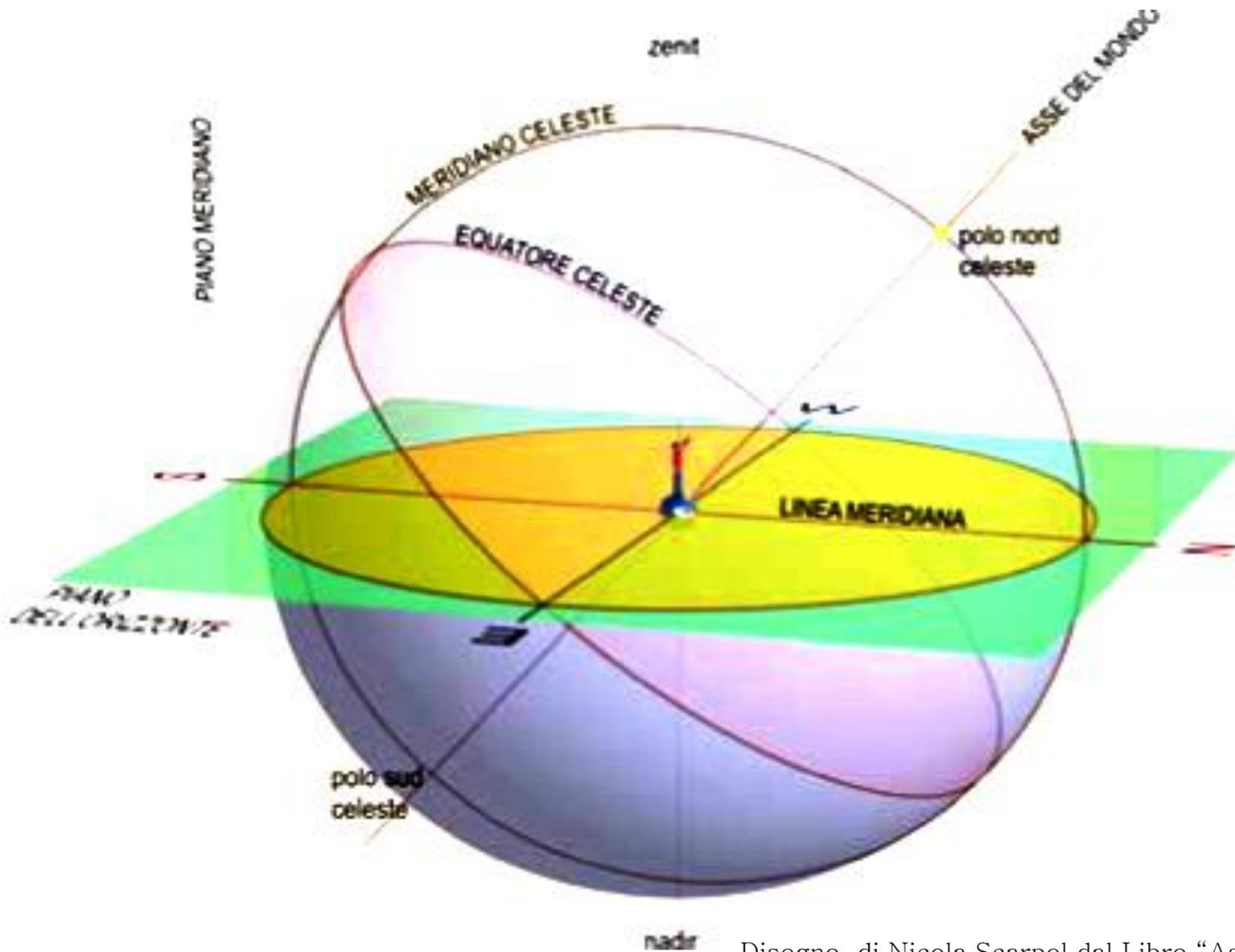
$$D : d = 1^\circ : x$$

Oggi si usa quasi esclusivamente il GPS o la localizzazione del luogo mediante **GOGLE MAPS.**

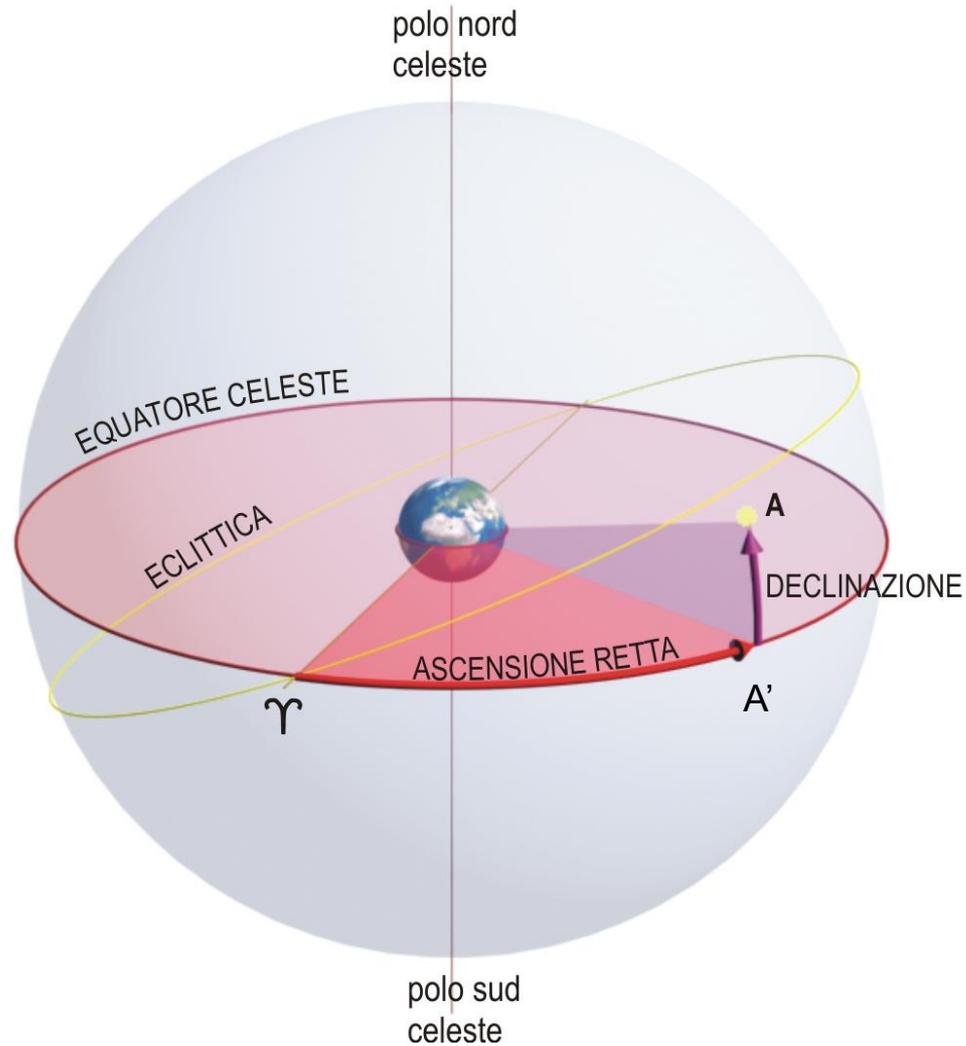


Piano dell'orizzonte

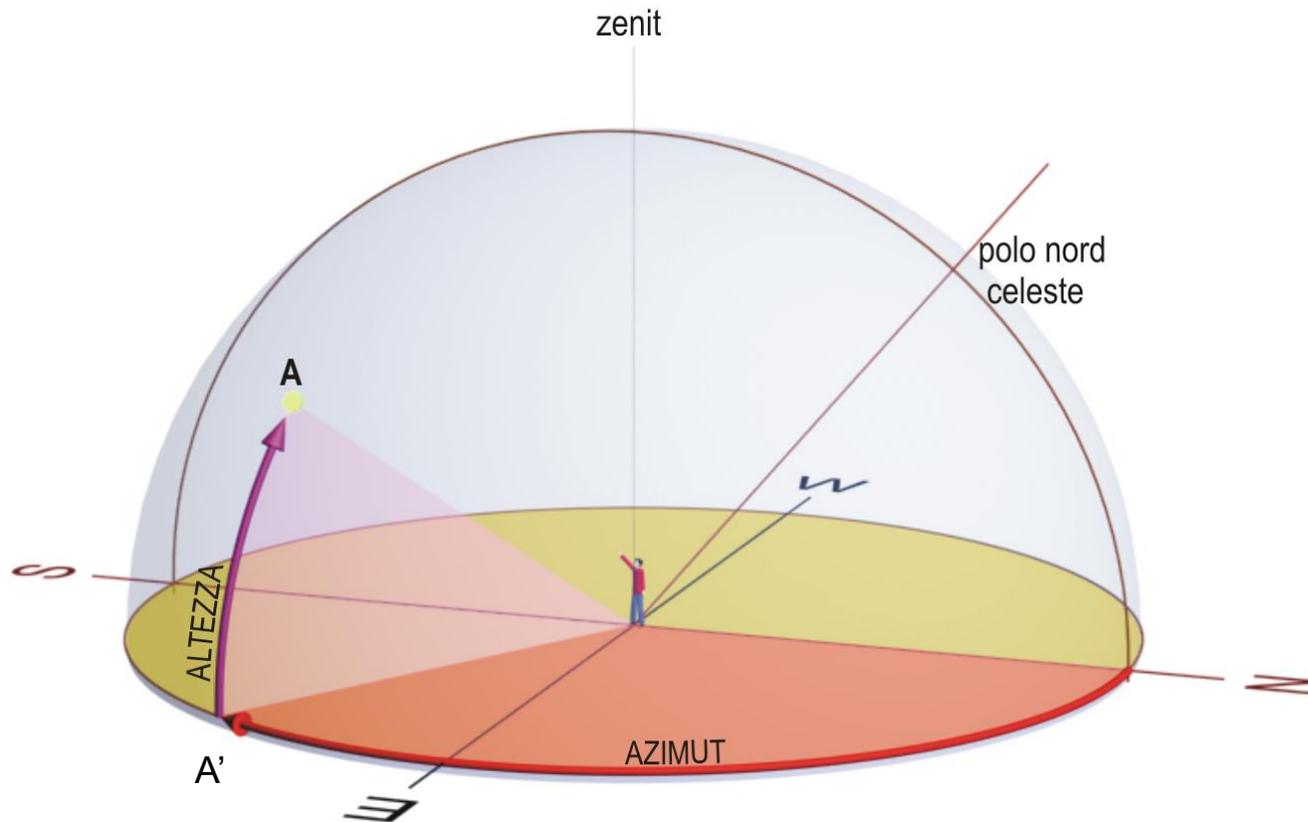
Zenit, Nadir, meridiano celeste, linea meridiana



Coordinate equatoriali

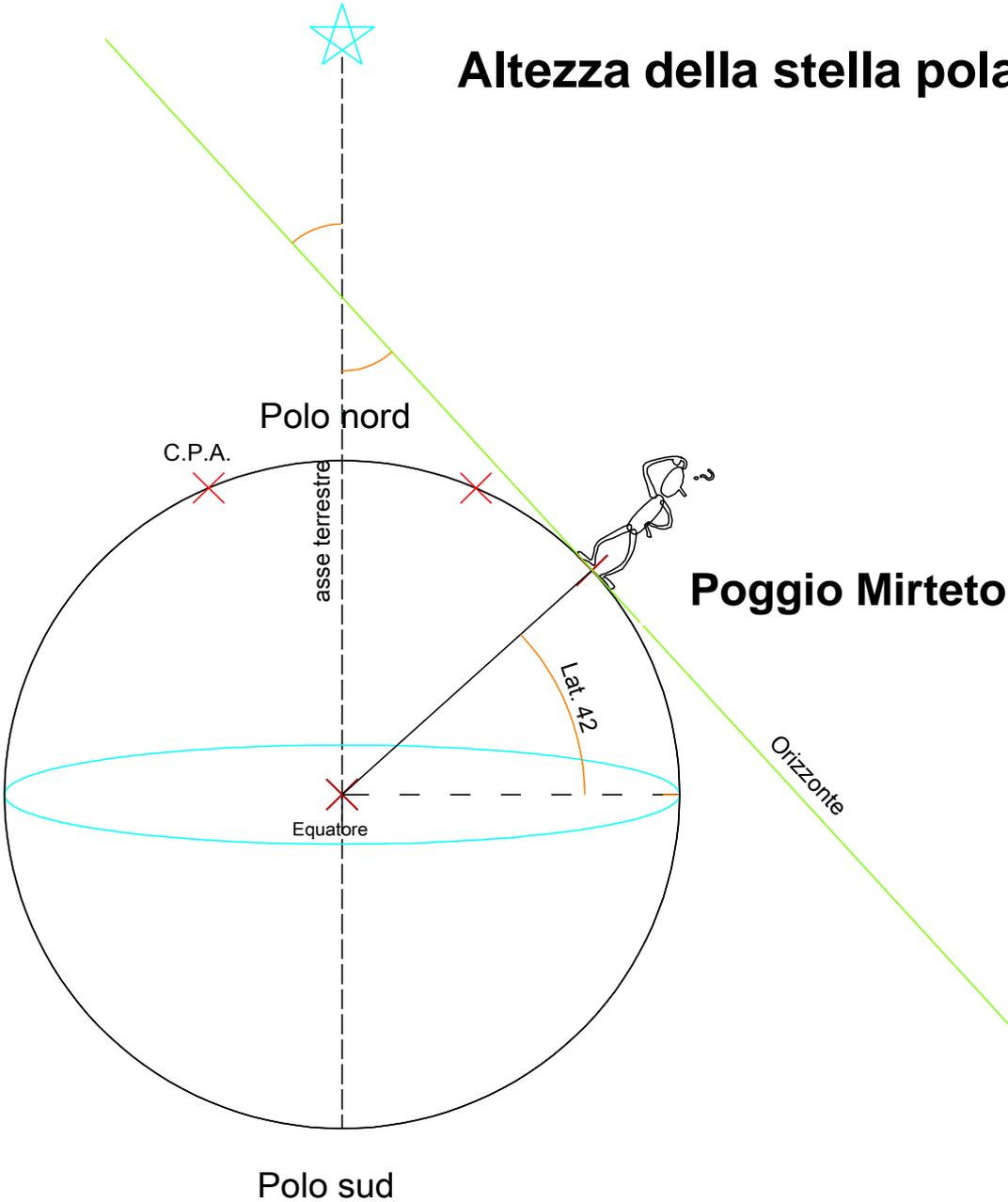


Coordinate altazimutali



Disegno di Nicola Scarpel dal Libro "Astronomia in rete" MIUR 2005

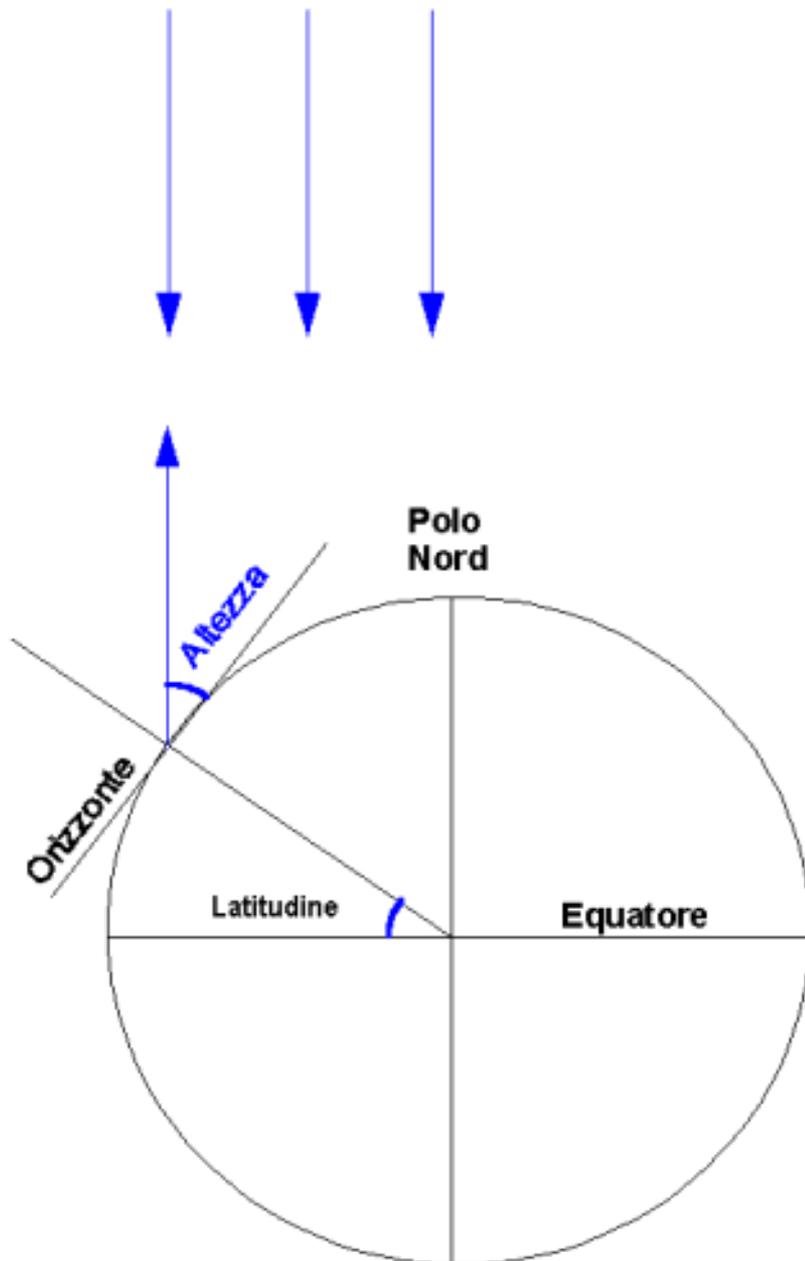
Altezza della stella polare



Un osservatore in una particolare latitudine vede la semisfera celeste “sopra” il piano dell’orizzonte e vede la stella polare ad un’altezza uguale alla latitudine del luogo. La direzione zenit-nadir è la “verticale del luogo”.

L’osservatore a Poggio Mirteto

Stella polare



L'altezza
della stella
polare
sull'orizzonte
è uguale alla
latitudine del
luogo.



**Un osservatore
a Roma.
L'altezza della
stella polare è
uguale alla
latitudine del
luogo.**

disegno di Nicola Scarpel dal Libro "Astronomia in rete" MIUR 2005



**Un osservatore al Polo Nord.
L'altezza della stella polare è uguale alla latitudine del luogo
cioè in questo caso la stella polare è allo zenit.**

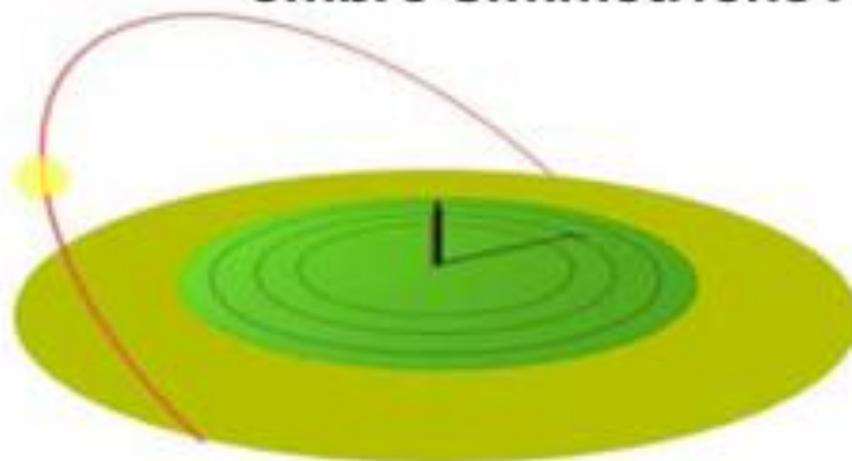
disegno di Nicola Scarpel dal Libro "Astronomia in rete" MIUR 2005

**Un osservatore
all' Equatore.
L'altezza della
stella polare è
uguale alla
latitudine del
luogo cioè in
questo caso la
stella polare è
sull'orizzonte.**

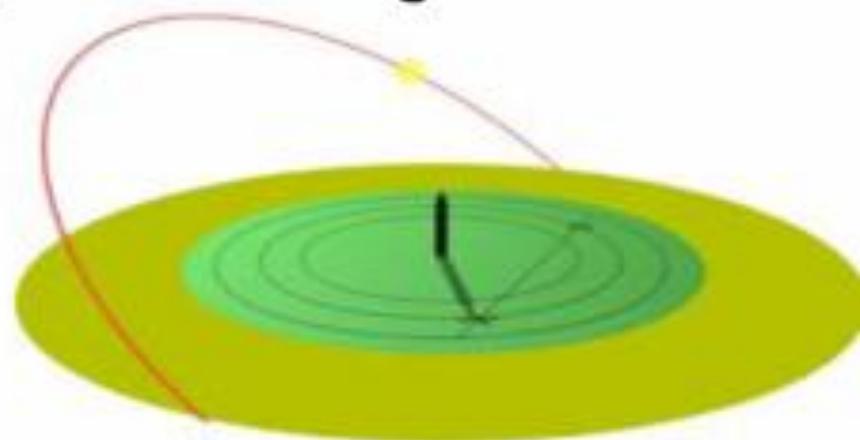


disegno di Nicola Scarpel dal Libro "Astronomia in rete" MIUR 2005

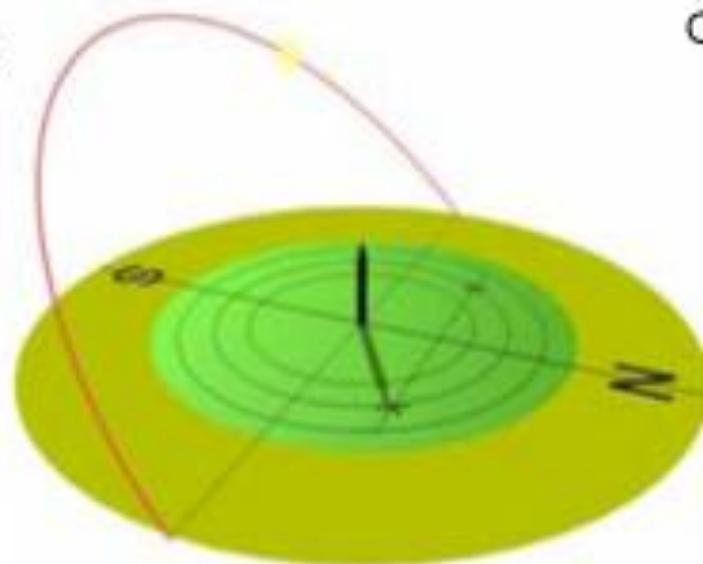
Individuazione del meridiano locale con il metodo delle ombre simmetriche rispetto al mezzogiorno



Ombra del mattino

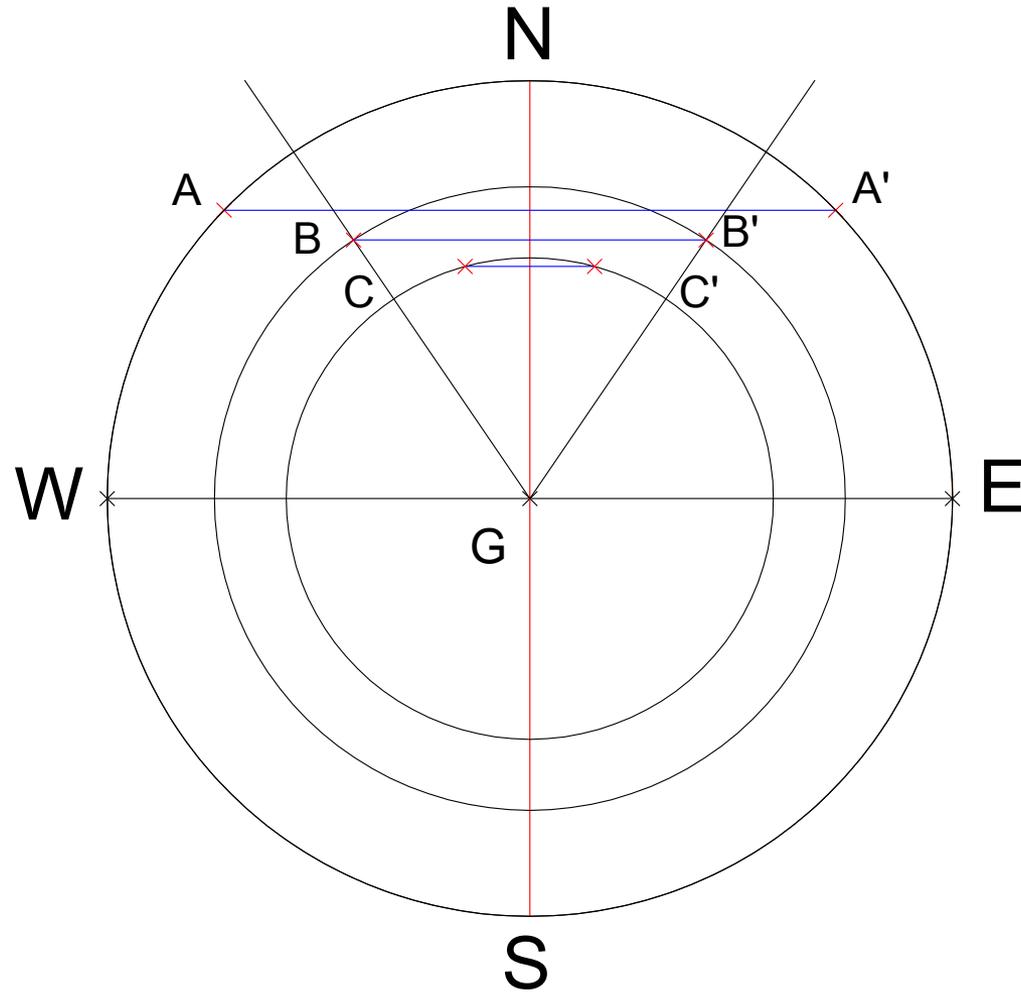


Ombra del pomeriggio



Deduzione della linea meridiana

Individuazione del meridiano locale con il metodo delle ombre simmetriche rispetto al mezzogiorno



Esperienza di laboratorio: Individuazione del meridiano locale

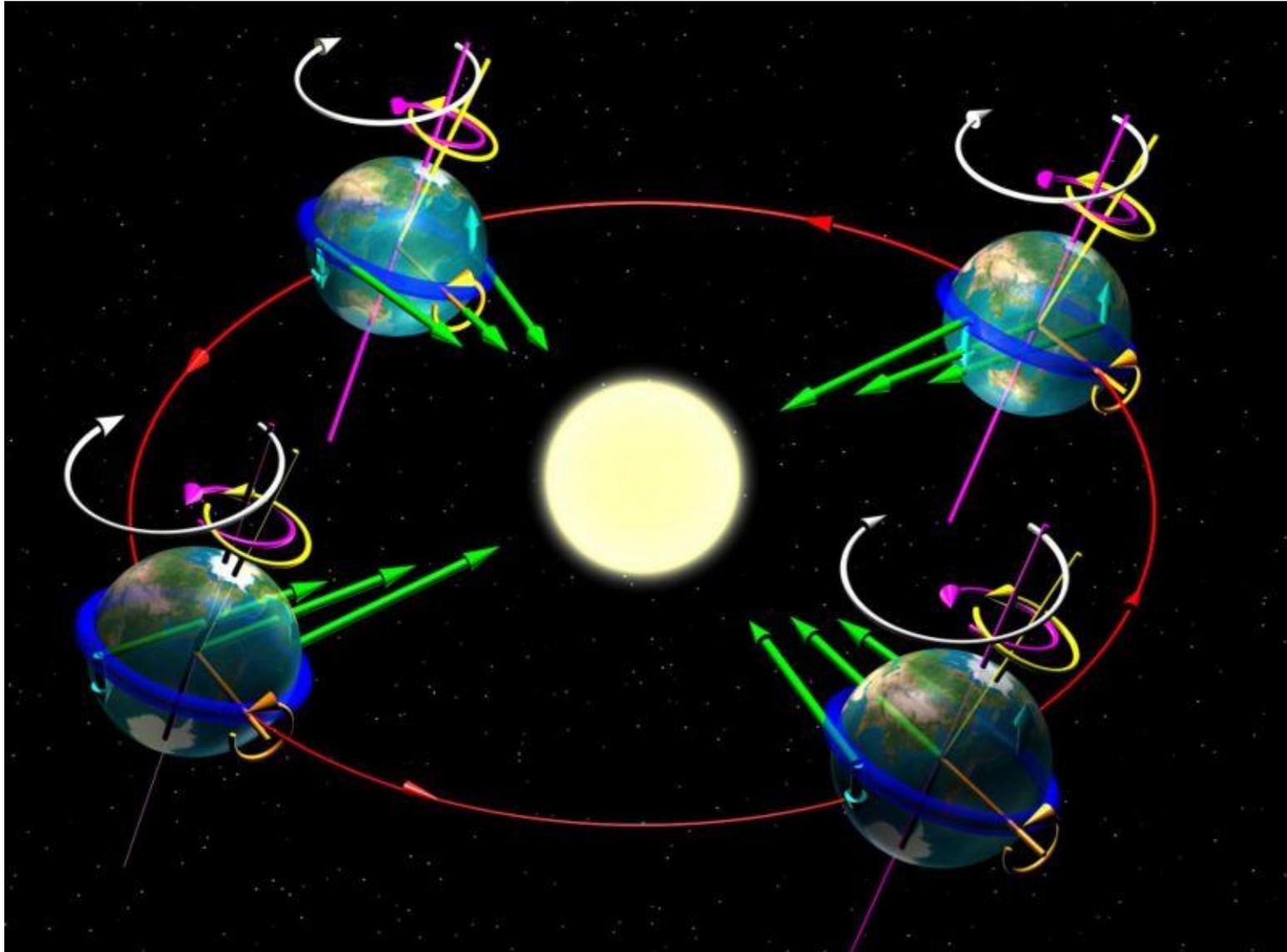
Lo scopo è quello imparare ad individuare con precisione il meridiano locale con il metodo delle ombre simmetriche rispetto al mezzogiorno e con l'ombra di uno gnomone alle ore 12 ora solare.

Al termine delle osservazioni lo studente redigerà una relazione dettagliata riportante: materiali, metodi, conduzione dell'esperienza e conclusioni.

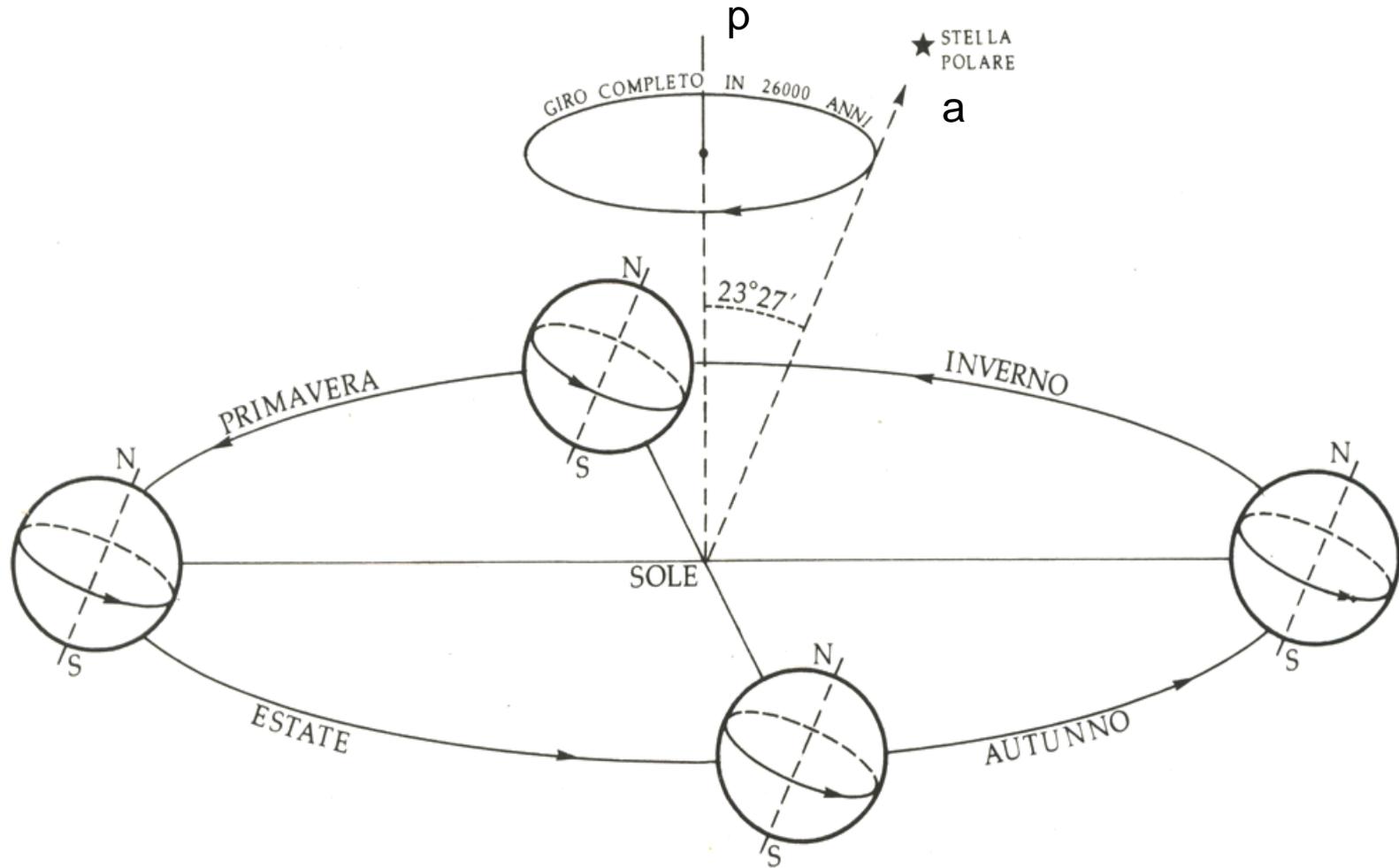


Come ci muoviamo?

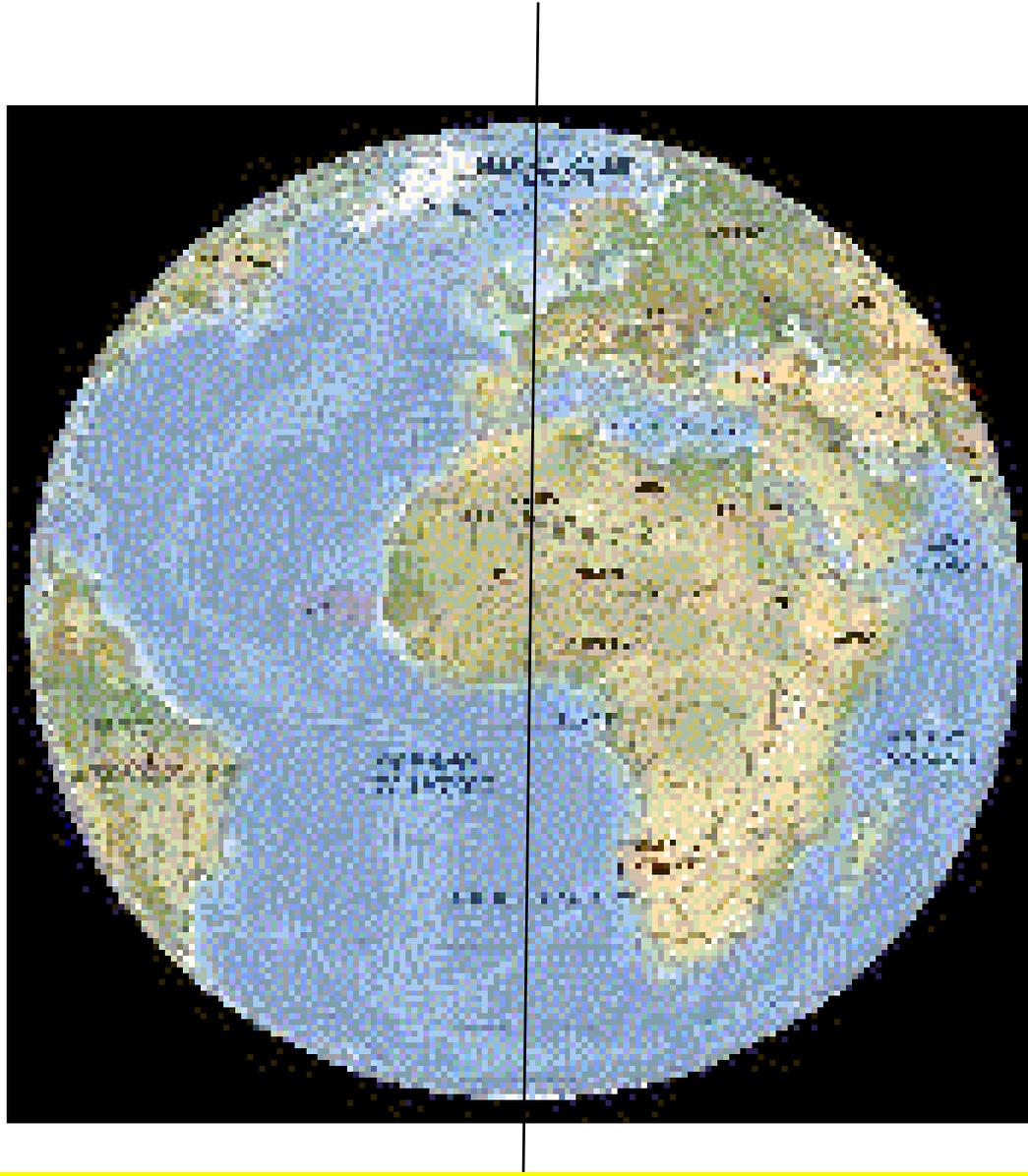
I movimenti della terra: rotazione, rivoluzione e precessione degli equinozi



I movimenti della terra



Rotazione

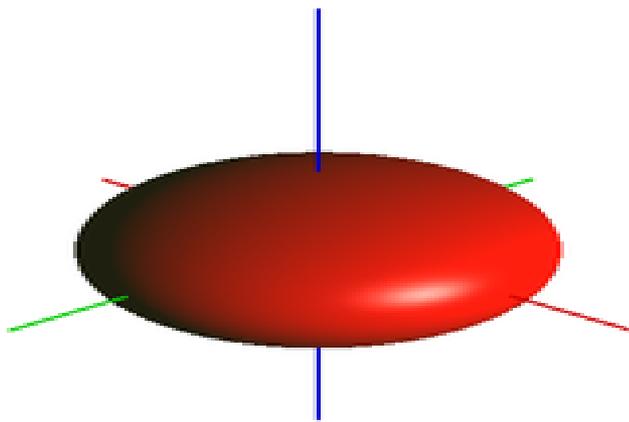
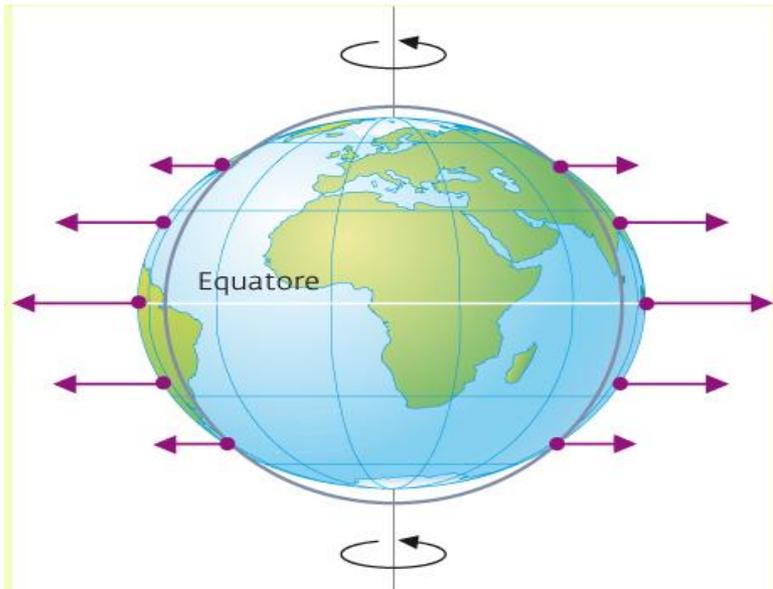


Rotazione: effetti

Le conseguenze del moto di rotazione terrestre sono:

- schiacciamento polare della Terra;
- alternarsi del dì e della notte;
- moto apparente degli astri nella volta celeste;
- effetto Coriolis.

Schiacciamento polare della Terra

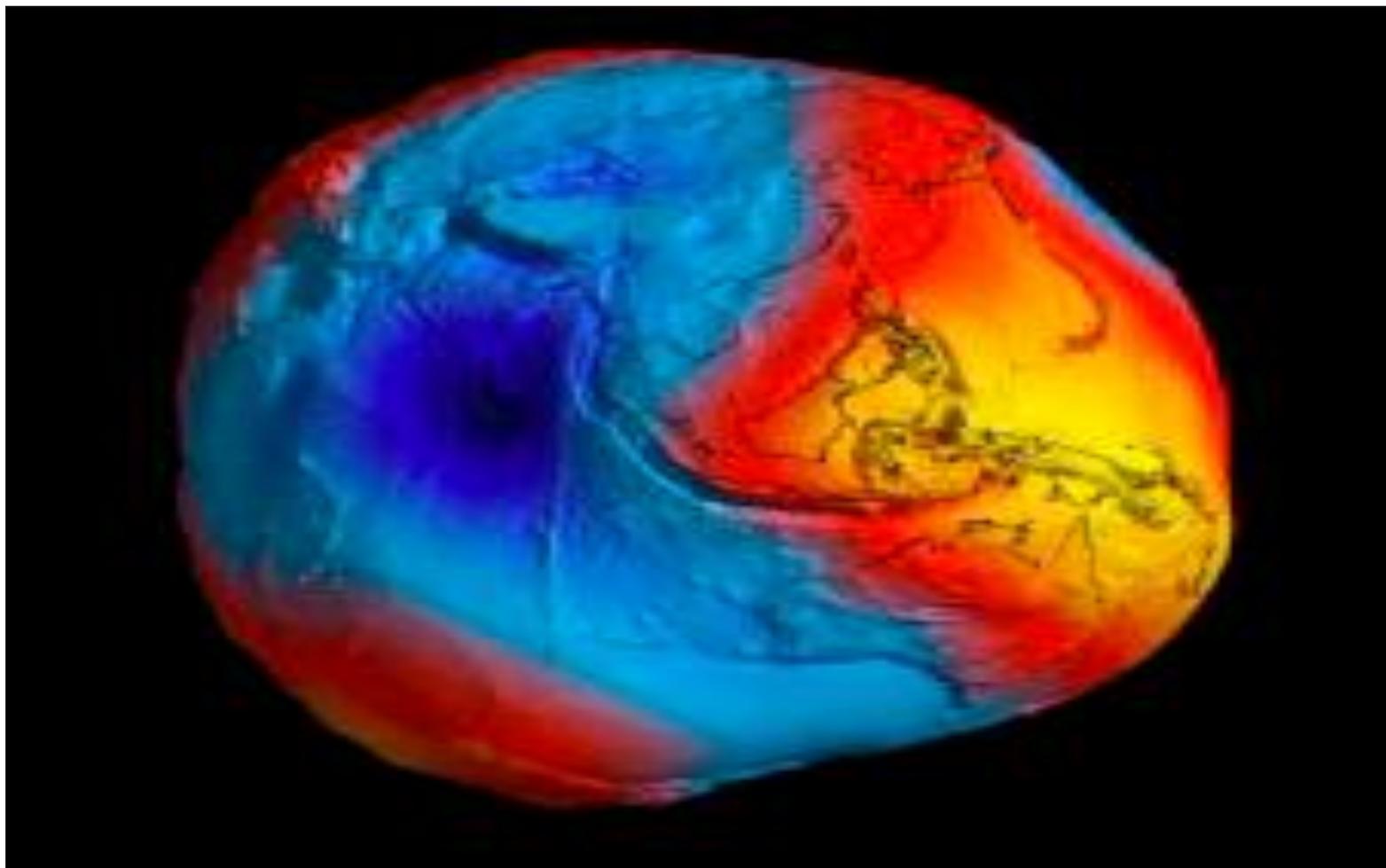


La Terra gira su sé stessa, è quindi soggetta alla forza centrifuga $F=MR\omega^2$ dove R è la distanza tra il punto considerato e l'asse di rotazione. All'equatore R =raggio terrestre mentre ai poli $R=0$. Da ciò si ricava che F è maggiore all'equatore.

Il raggio equatoriale è 21 km maggiore di quello polare.

Queste immagini sono sotto la licenza:

[Creative Commons Attribution Non-commercial Share Alike 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)



In realtà, a causa dell'eterogeneità della massa terrestre, la forma della Terra è molto più complessa ed è detta Geoide.

Nella immagine (tratta da un video Credit ESA) si può vedere il geoide ottenuto con i dati raccolti dal satellite scientifico Europeo GOCE. Alla pagina della fonte ufficiale si può vedere il filmato del geoide in rotazione. <http://www.esa.int/esa-mm/mmg.pl?type=V&collection=Observing%20the%20Earth>

Appiattimento ai poli: note storiche

Nel 1671 Jean **Picard** (1620-1687) avanzò l'idea che la Terra non fosse perfettamente sferica in seguito ad alcune sue misurazioni fatte col metodo della triangolazione geodetica. Usò una base più lunga e determinò il meridiano (circonferenza polare) con una precisione mai raggiunta prima: 40.033 km. Una misura più precisa era impossibile, non potendo quantificare lo schiacciamento polare.

Già nel 1659 **Huygens** aveva scoperto l'esistenza della forza centrifuga dovuta alla rotazione terrestre e aveva notato che agiva diversamente a seconda della latitudine, massima all'equatore e nulla ai poli. Come poteva non sortire un effetto sulla forma della Terra?

Newton (1643–1727) approfondì la questione nei *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (1687). Osservò che se la Terra non avesse il suo movimento giornaliero, sarebbe perfettamente sferica a causa dell'uguale gravità in ogni sua parte. Proprio per la sua rotazione essa prende, a suo parere, una forma ellissoidale. Newton cercò di calcolare l'appiattimento della Terra supponendola fluida e omogenea e utilizzando la sua teoria di attrazione universale.

Alternarsi del dì e della notte

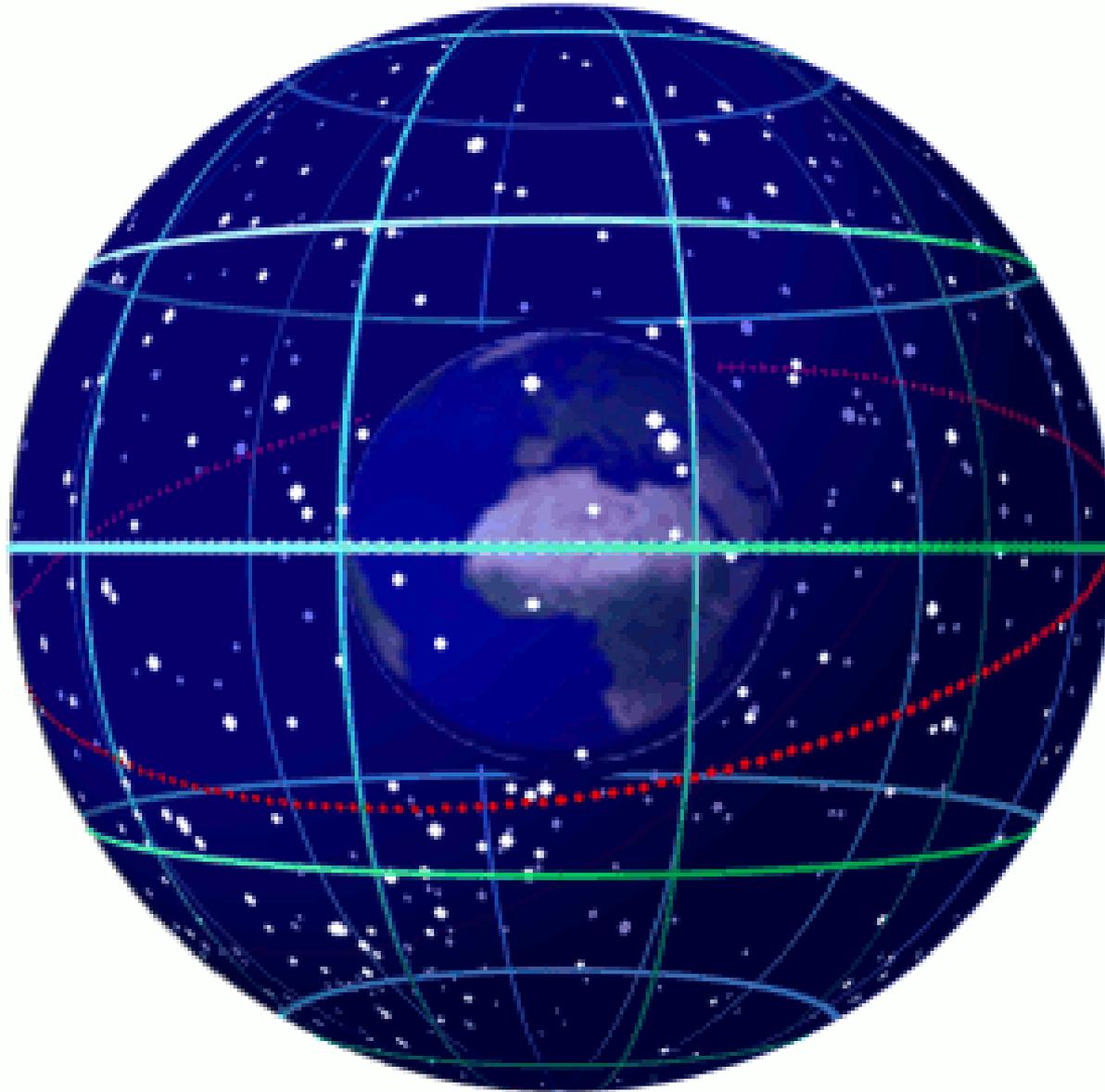
Il confine tra la parte buia e quella illuminata della Terra è rappresentato da una circonferenza, che prende il nome di circolo di illuminazione.

A Causa dell'atmosfera il circolo di illuminazione è in realtà una fascia in cui il passaggio dalla luce al buio è graduale (crepuscolo) cioè in tale fascia si hanno alba e tramonto.

Circolo di illuminazione



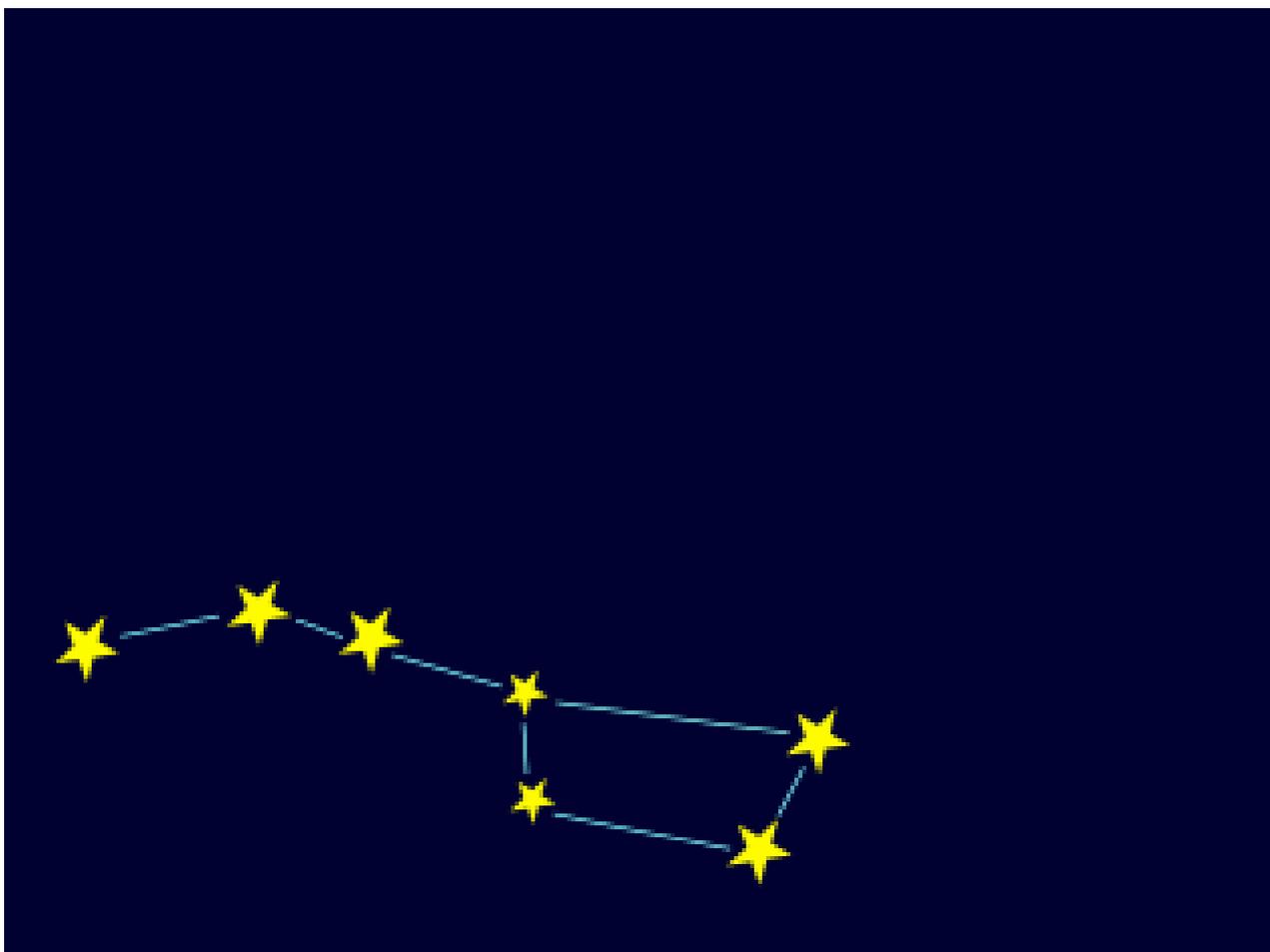
Moto diurno e notturno della volta celeste

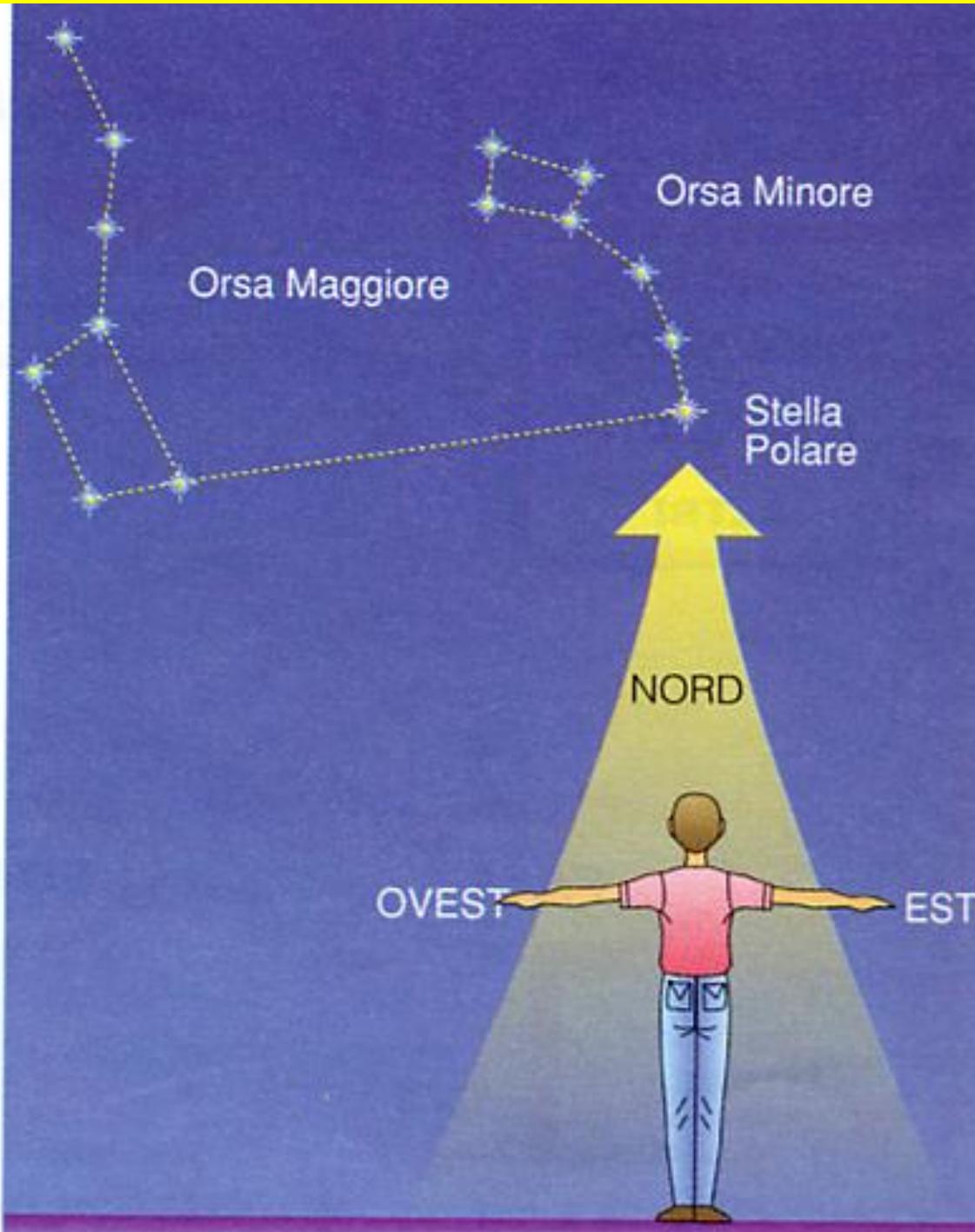


Movimento della volta celeste. Foto notturna con obiettivo aperto



Guardiamo il cielo.

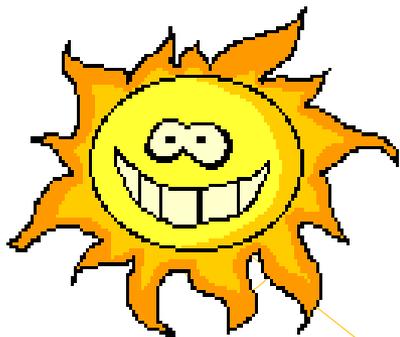




Nel nostro emisfero la Stella Polare è il più semplice riferimento per orientarsi di notte.

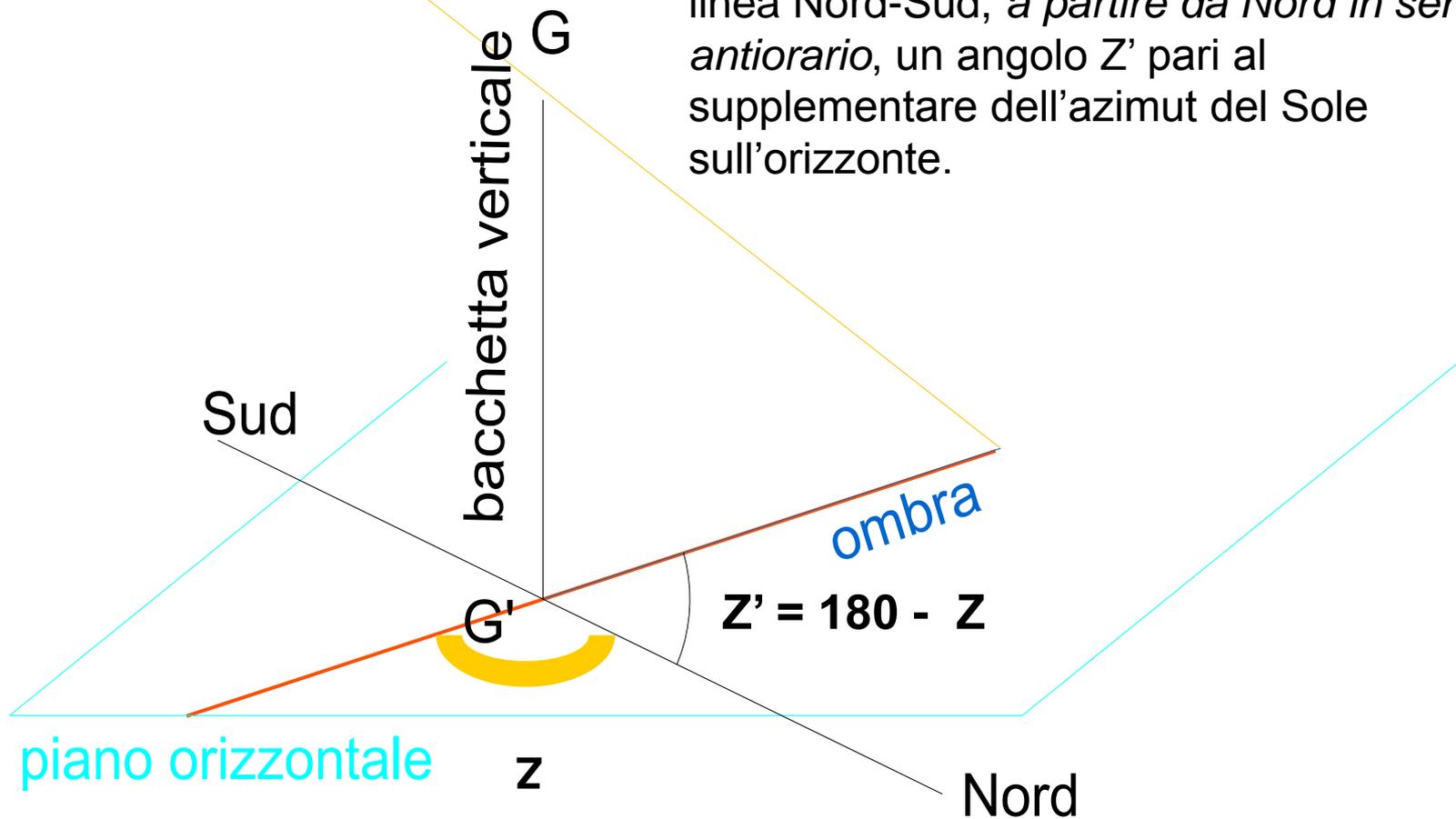
IL NOTTURNALE O NOTTURLABIO



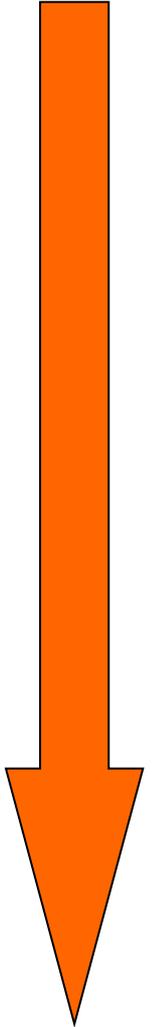
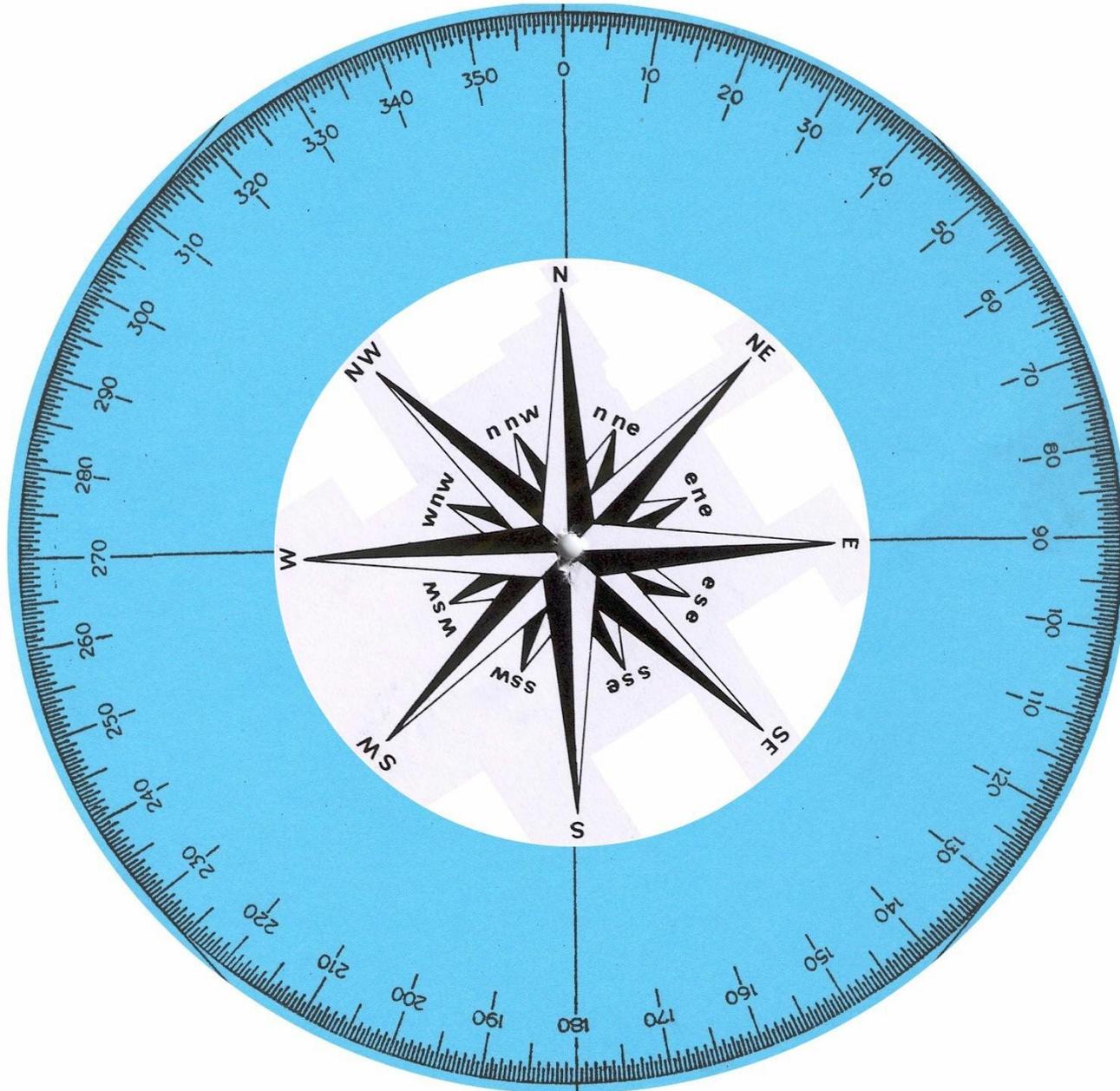


Misura dell'Azimut del Sole

In un qualsiasi momento di una giornata soleggiata, l'ombra proiettata sul piano orizzontale da un bastone verticale o da un filo a piombo, forma con la direzione della linea Nord-Sud, *a partire da Nord in senso antiorario*, un angolo Z' pari al supplementare dell'azimut del Sole sull'orizzonte.

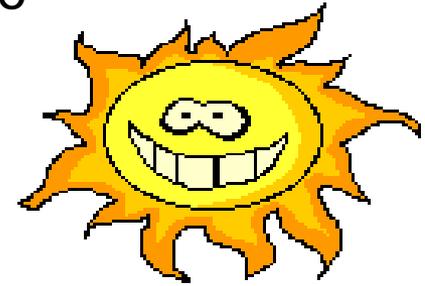
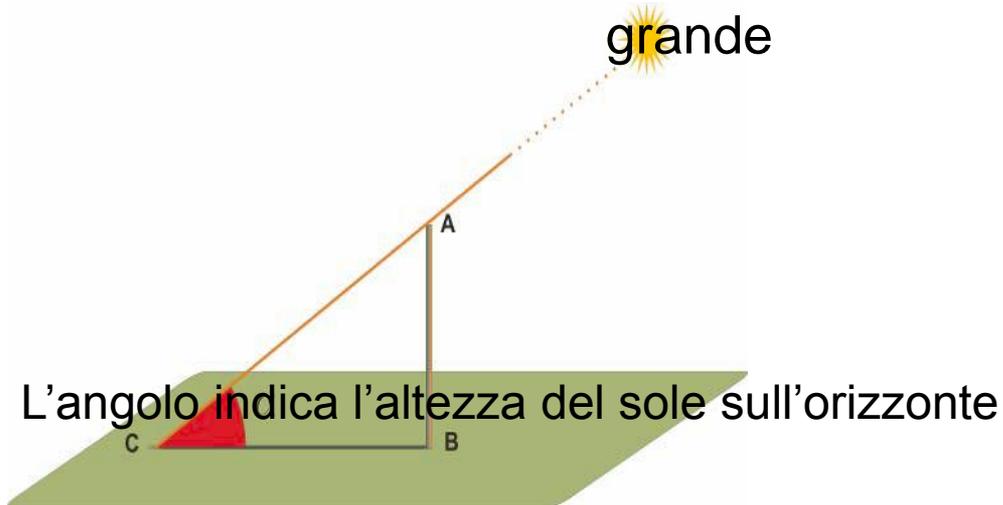


Misuratore di Azimut



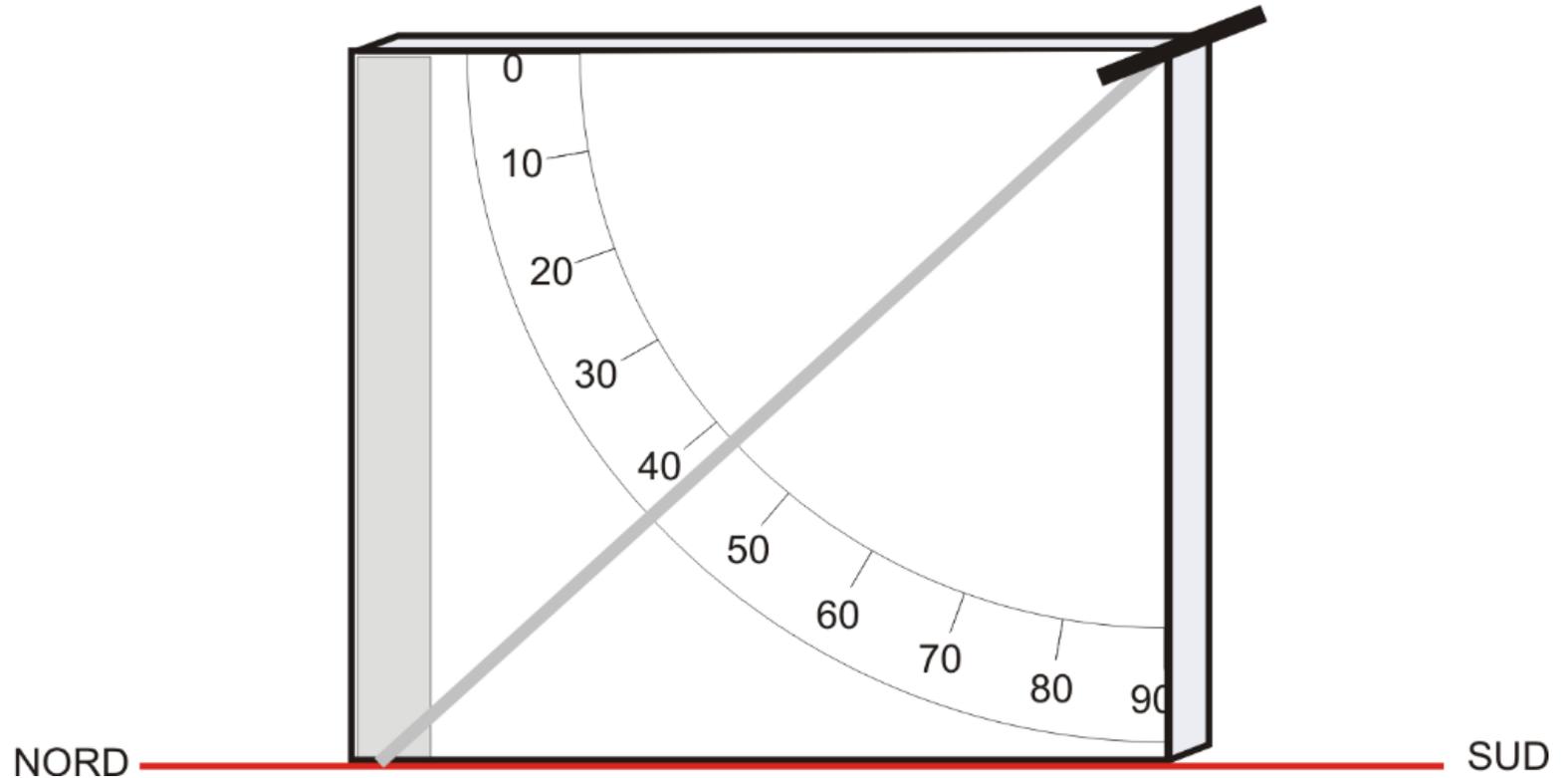
Calcolo dell'altezza del sole.

Materiale: un bastoncino una funicella e un goniometro grande



Plinto tolemaico

misuratore di altezza del sole

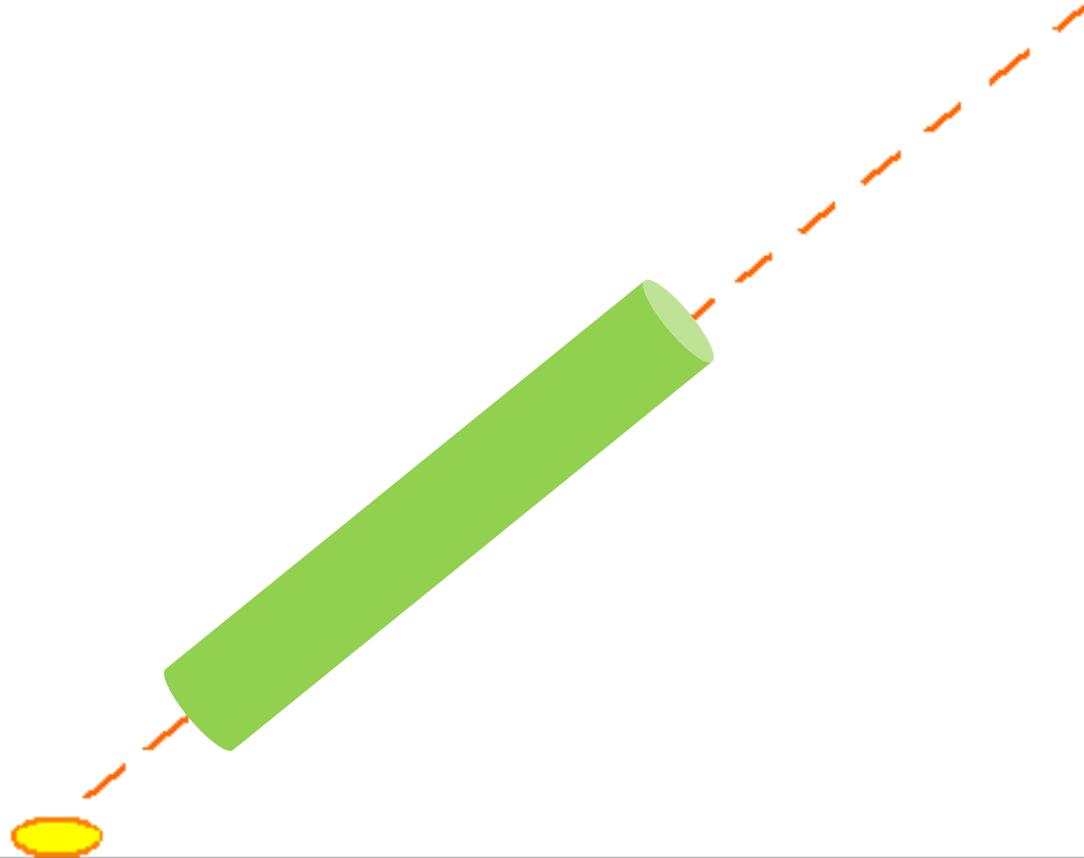


Plinto portatile realizzato con una scatola di cd
(N.Scarpel)

L'acchiappa raggi

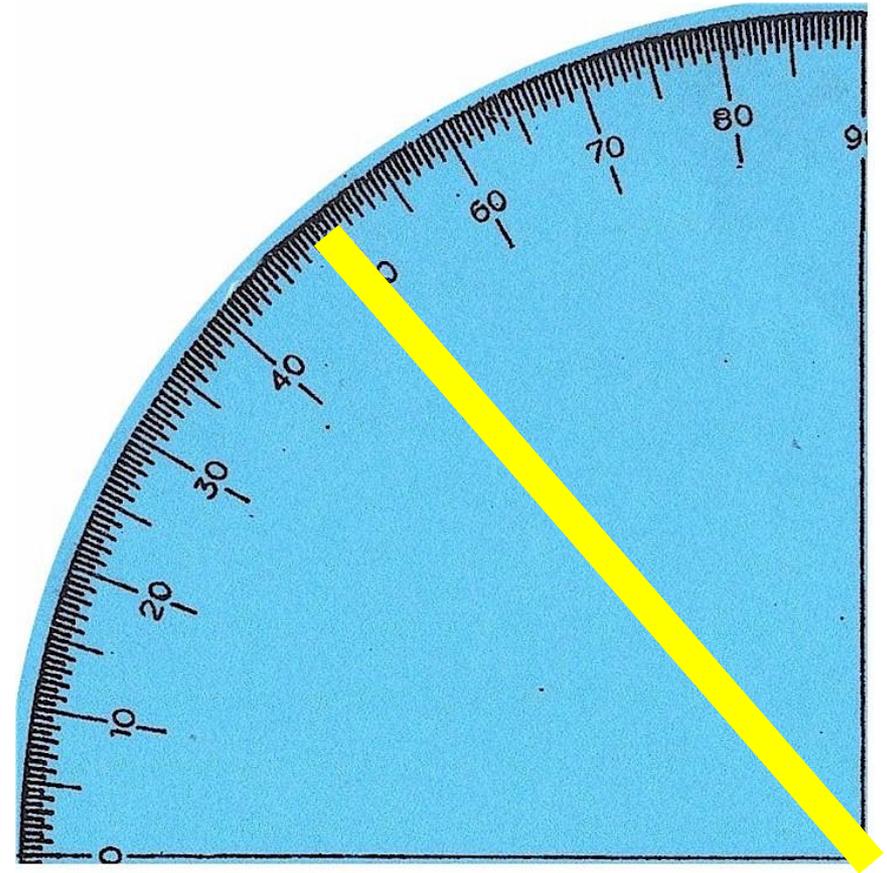
Calcolo dell'altezza del sole.

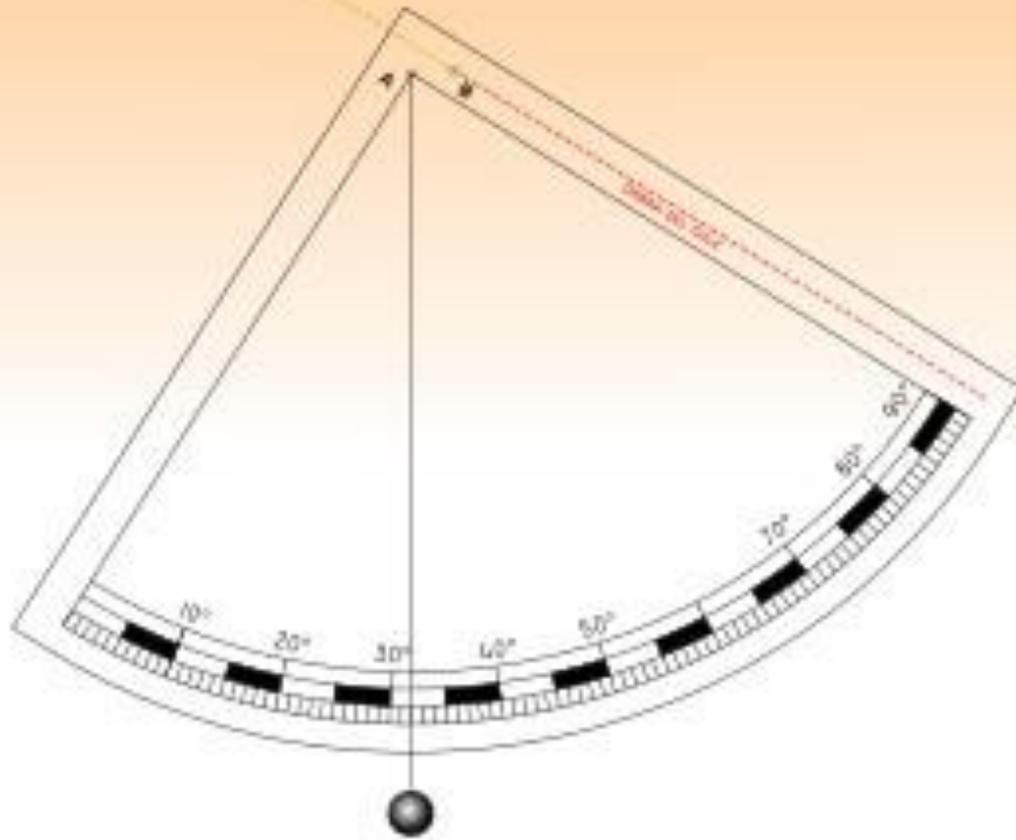
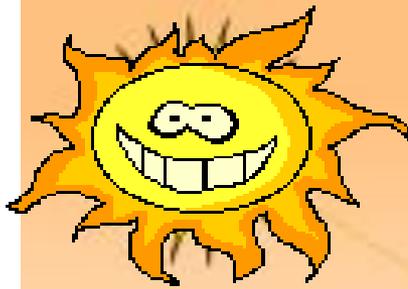
Materiale: un tubicino, un grande goniometro.

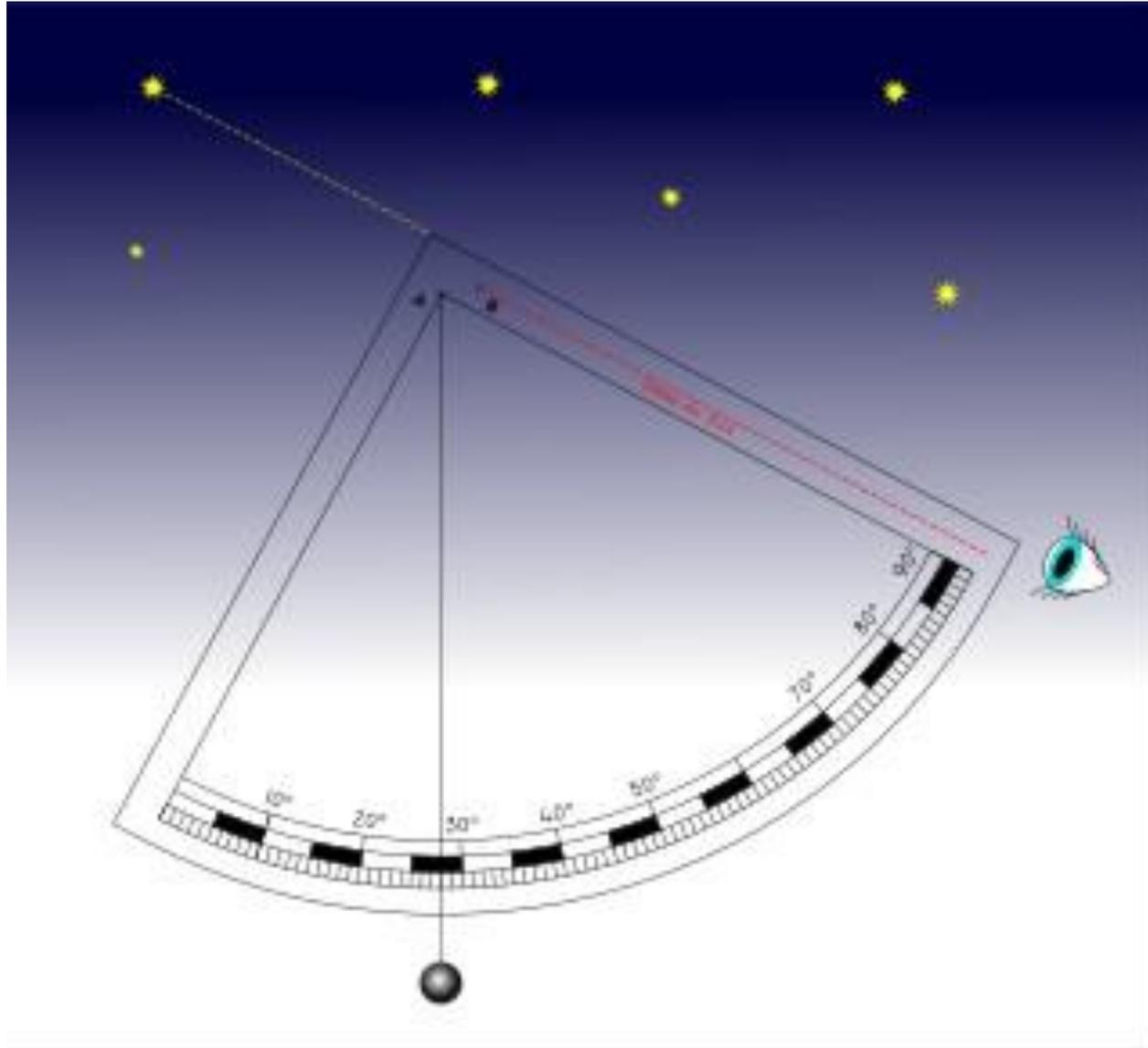


Semplice strumento per individuare l'altezza del sole. Utilizzando un goniometro sarà possibile determinare l'altezza del sole nell'istante considerato.

Quadrante verticale





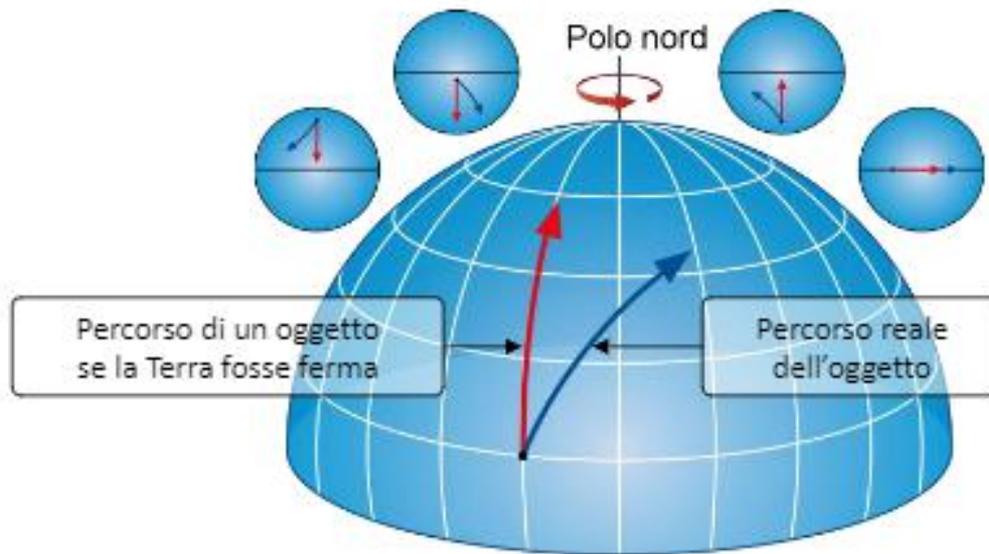




Tolomeo e il suo
“**quadrante di altezza**”
rappresentato sul lato SUD
del **campanile di Giotto**
a Firenze. Un oggetto che
si trova all'orizzonte ha
una altezza di 0° mentre
un oggetto posizionato
sopra la nostra testa
(Zenit) ha una altezza di
 90° .

Forza o «effetto» di Coriolis

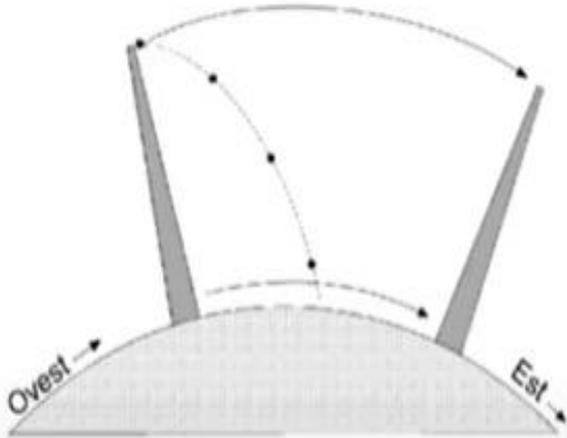
A causa della rotazione terrestre, i corpi in libero movimento sulla Terra in direzione nord-sud (o sud-nord) vengono deviati dalla loro traiettoria secondo quello che viene definito **effetto Coriolis**.



Nell'emisfero nord la deviazione avviene verso destra, mentre nell'emisfero sud la deviazione avviene verso sinistra.

Rotazione: prove

- GUGLIELMINI – FINE 1600



- FOUCAULT - 1831



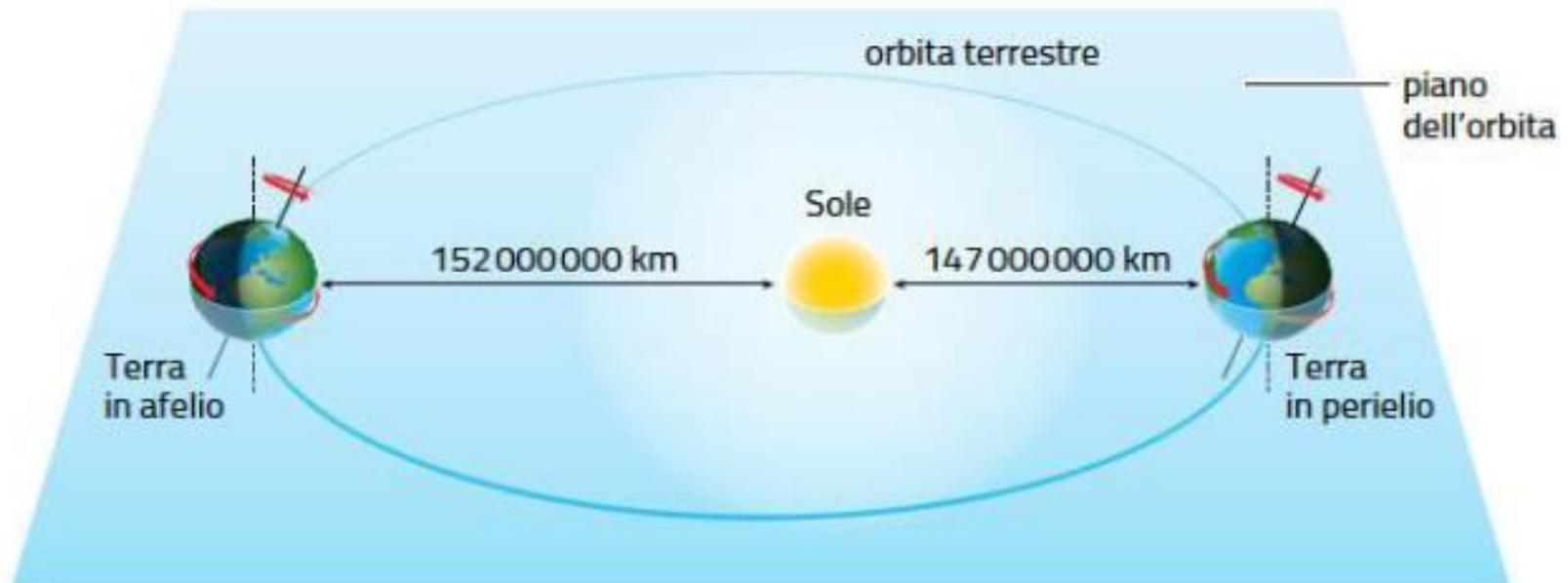
Guglielmini lasciò cadere dei gravi dalla torre degli Asinelli a Bologna e osservò che i gravi arrivavano al suolo verso est. **Foucault** costruì un pendolo di 67m attaccato alla volta del Panteon di Parigi e osservò (dai segni lasciati dalla punta del grave sulla sabbia posta nel pavimento) che il piano di rotazione del pendolo compiva una rotazione di 360° in un giorno. Essendo il piano di oscillazione del pendolo fisso, la rotazione dipende dalla forza di Coriolis generata dalla rotazione stessa della Terra, Il periodo T di rotazione del piano di oscillazione è:
 $T = 24h / \sin(\text{latitudine})$ a Parigi: $T = 24h / \sin 49^\circ = 31,8h$

Rivoluzione

Per la I legge di Keplero la Terra compie un'orbita ellittica intorno al sole che occupa uno dei due fuochi dell'ellisse. Il piano dell'orbita è il piano dell'eclittica.

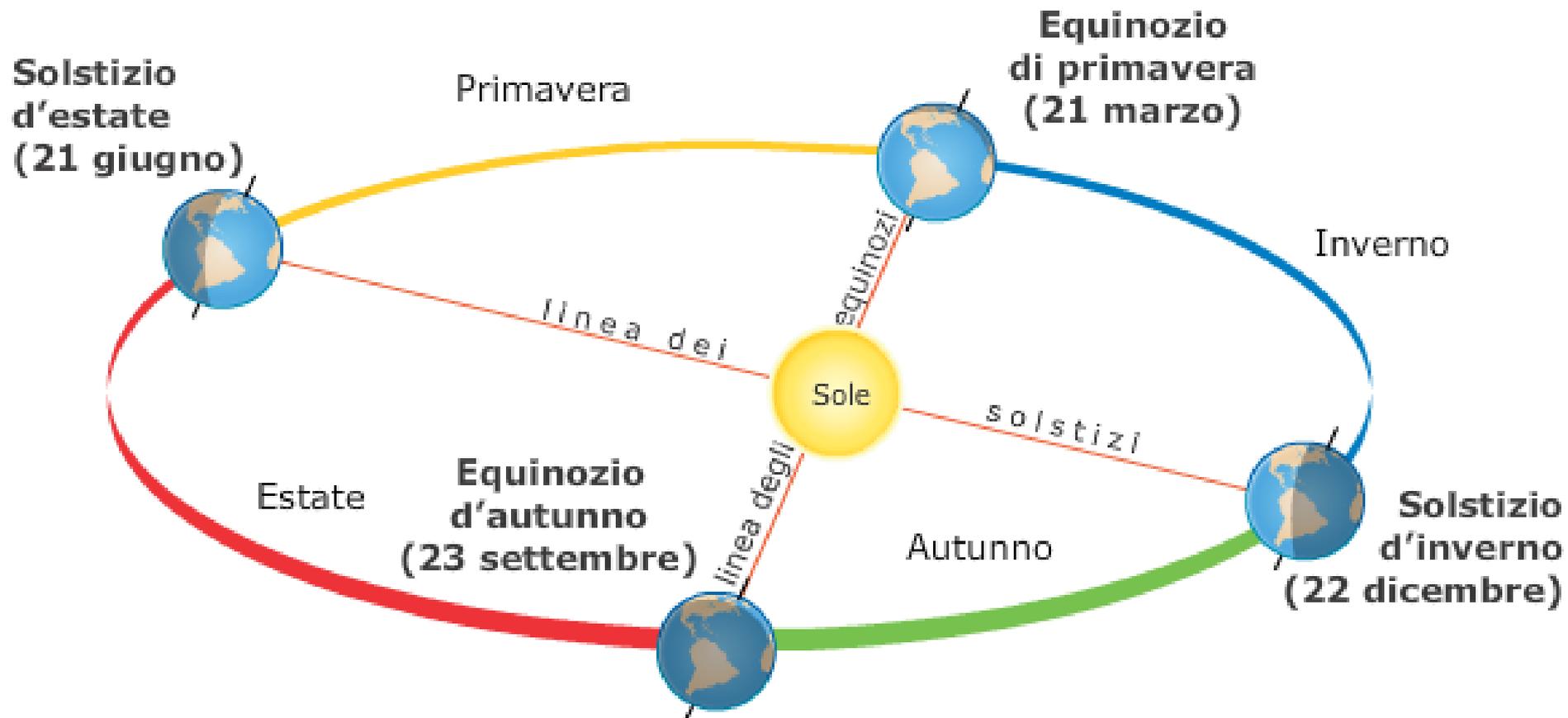
La Terra ruota in senso antiorario osservando la rotazione nel verso Nord-Sud dell'asse Terrestre.

L'asse terrestre ha una inclinazione di $66^{\circ}33'$ rispetto all'eclittica e mantiene la stessa direzione mentre la Terra si muove.

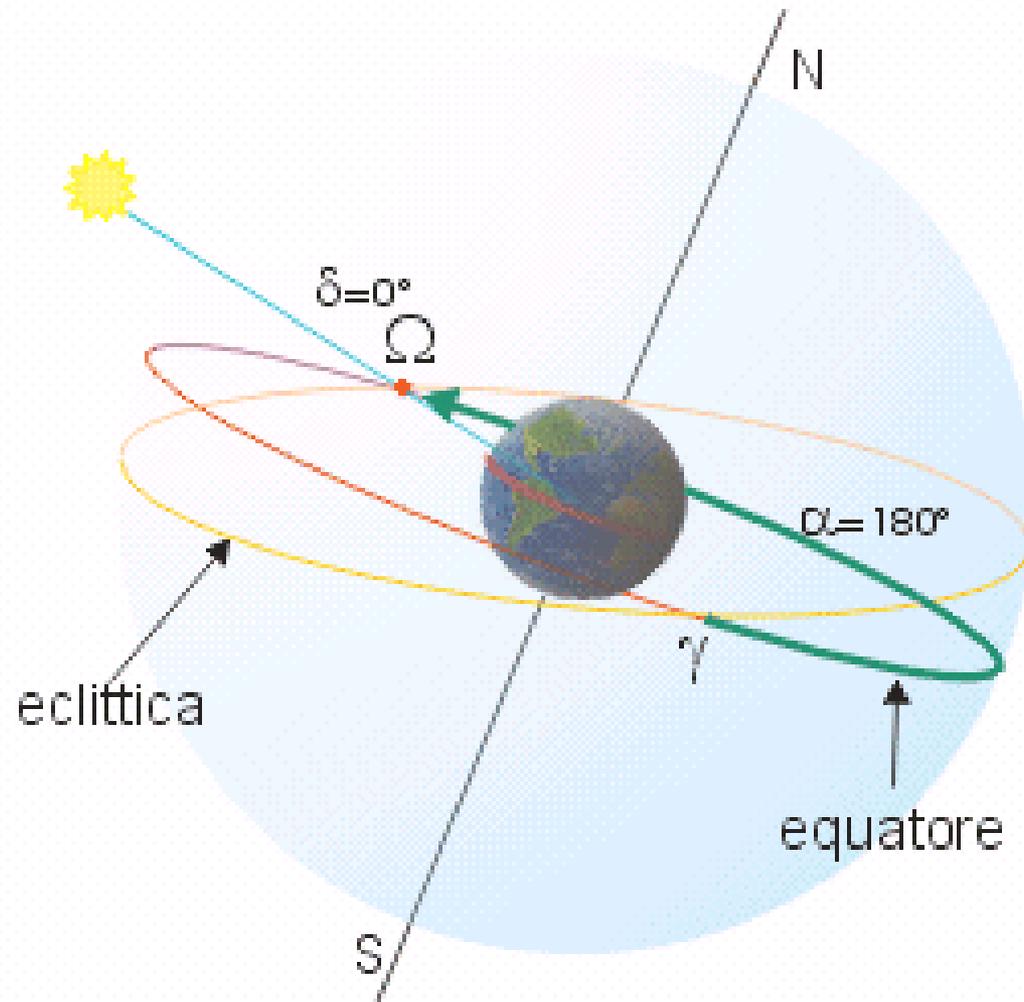


La Terra descrive un'orbita ellittica intorno al Sole in un **anno sidereo**, che corrisponde a 365d 6h 9m 9,5s.

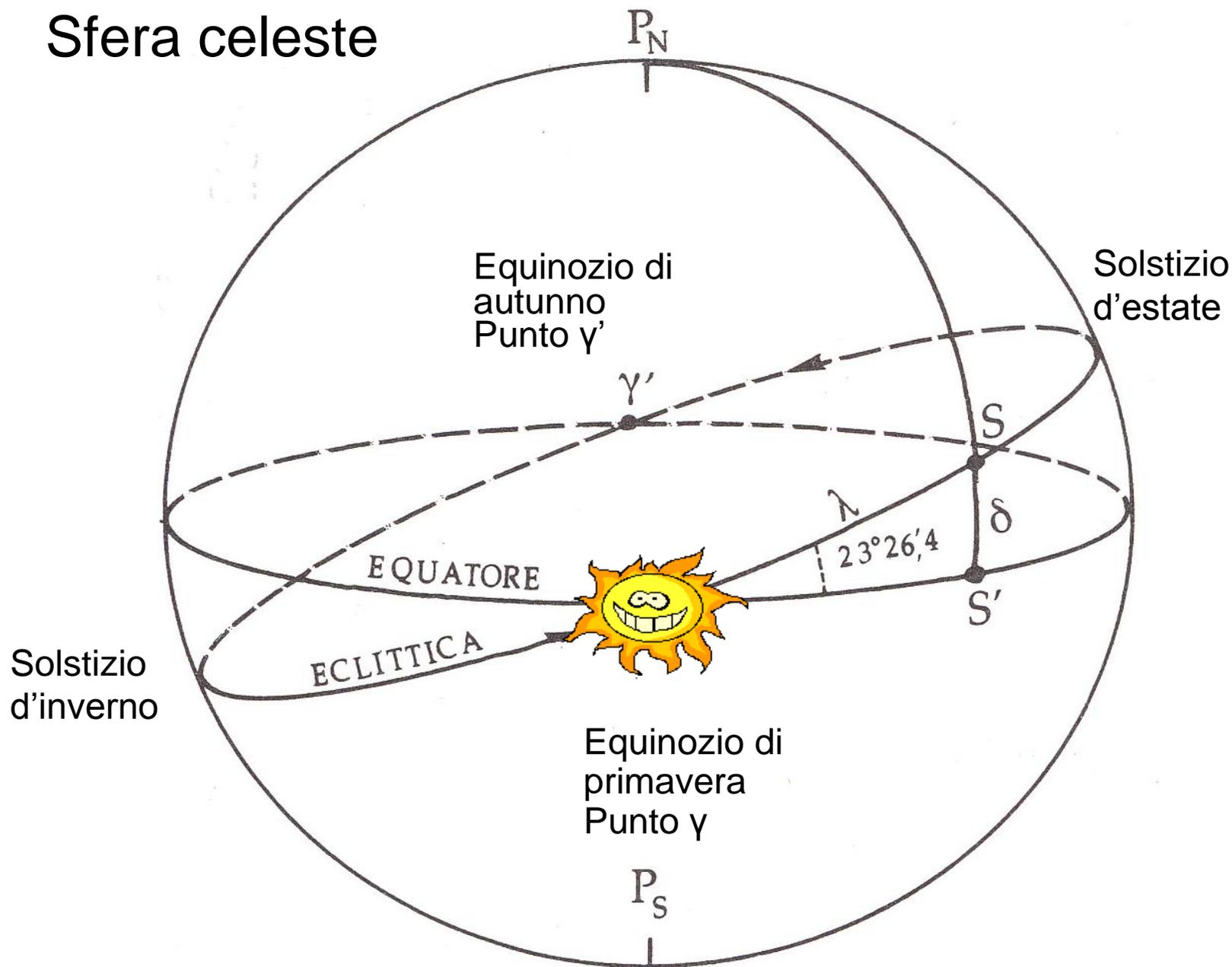
Rivoluzione: equinozi e solstizi



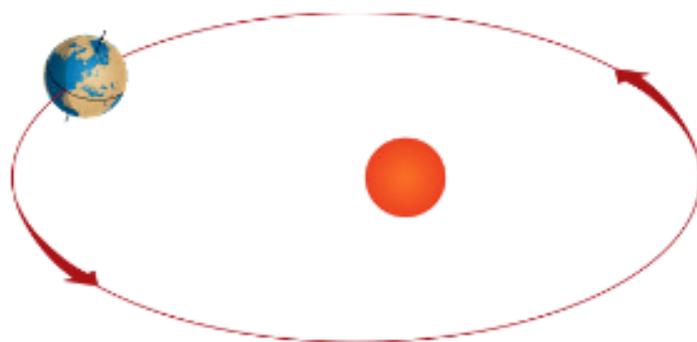
Equinozio di primavera e d' autunno



Sfera celeste



Le conseguenze del moto di rivoluzione terrestre sono:



- differente durata del dì e della notte nel corso dell'anno;
 - variazione dell'incidenza dei raggi solari nel corso dell'anno;
 - alternanza delle stagioni;
 - esistenza delle zone astronomiche.
-

ORE 22:00 CIRCA



APRILE



LUGLIO



★
POLARE

GENNAIO



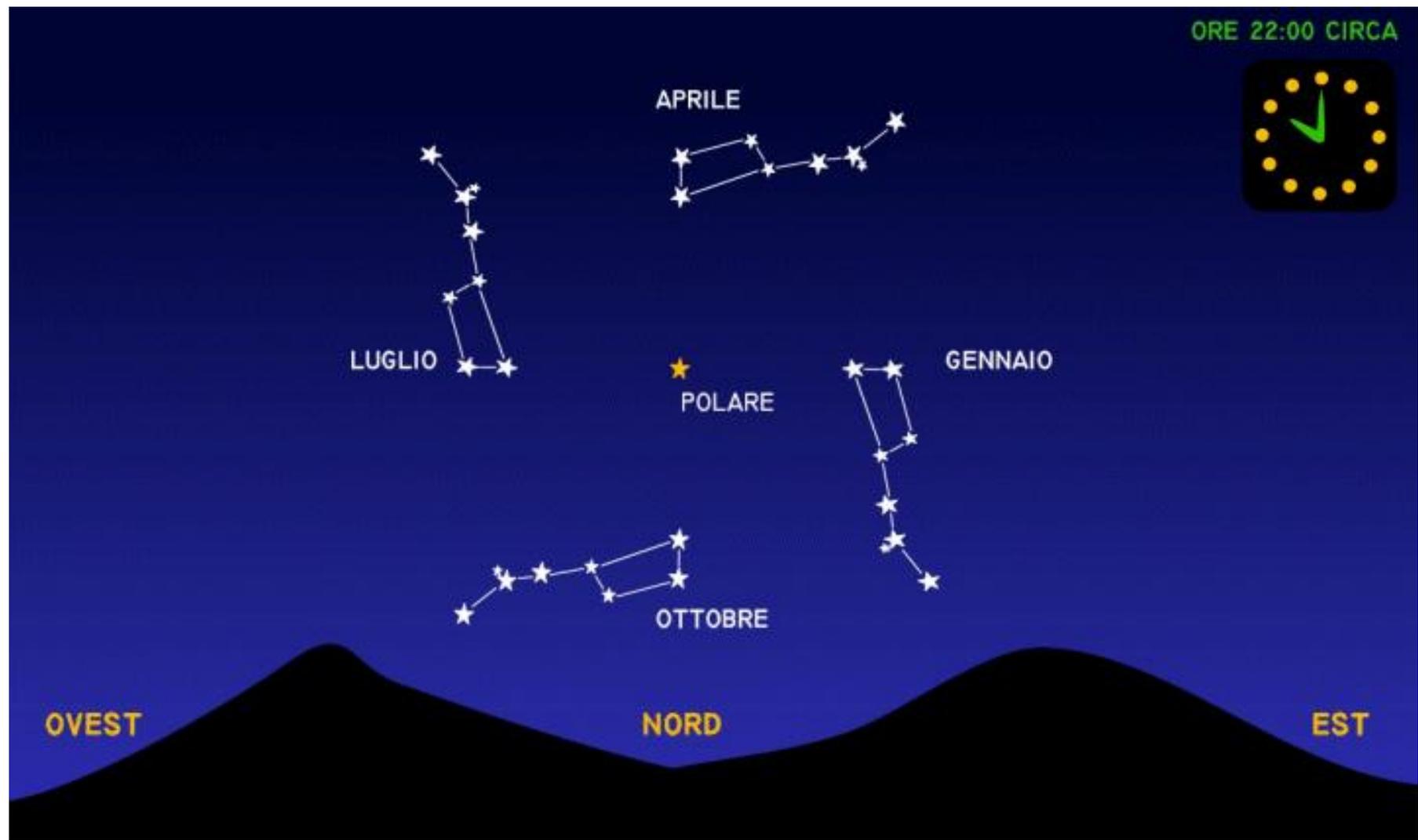
OTTOBRE

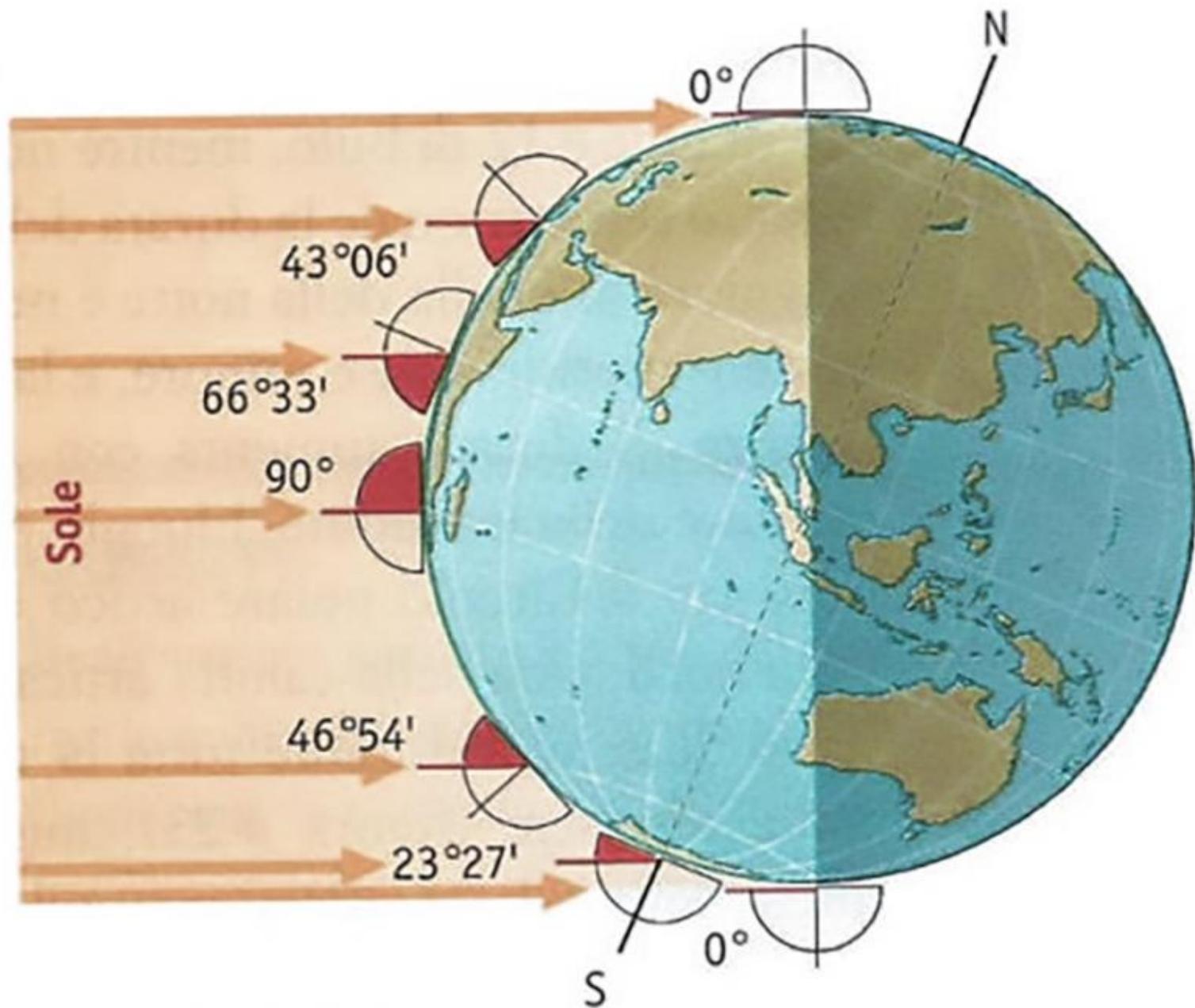


OVEST

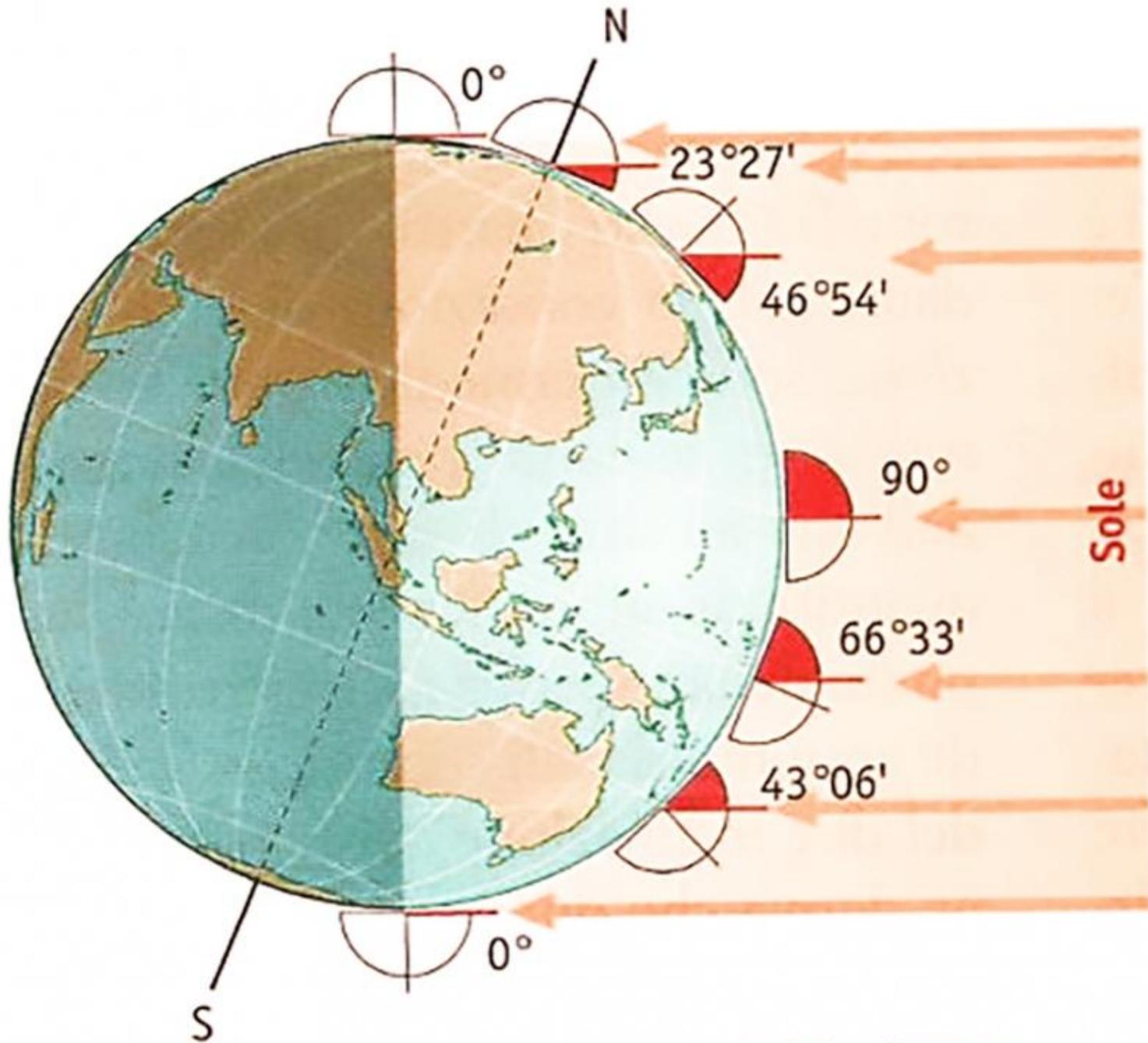
NORD

EST



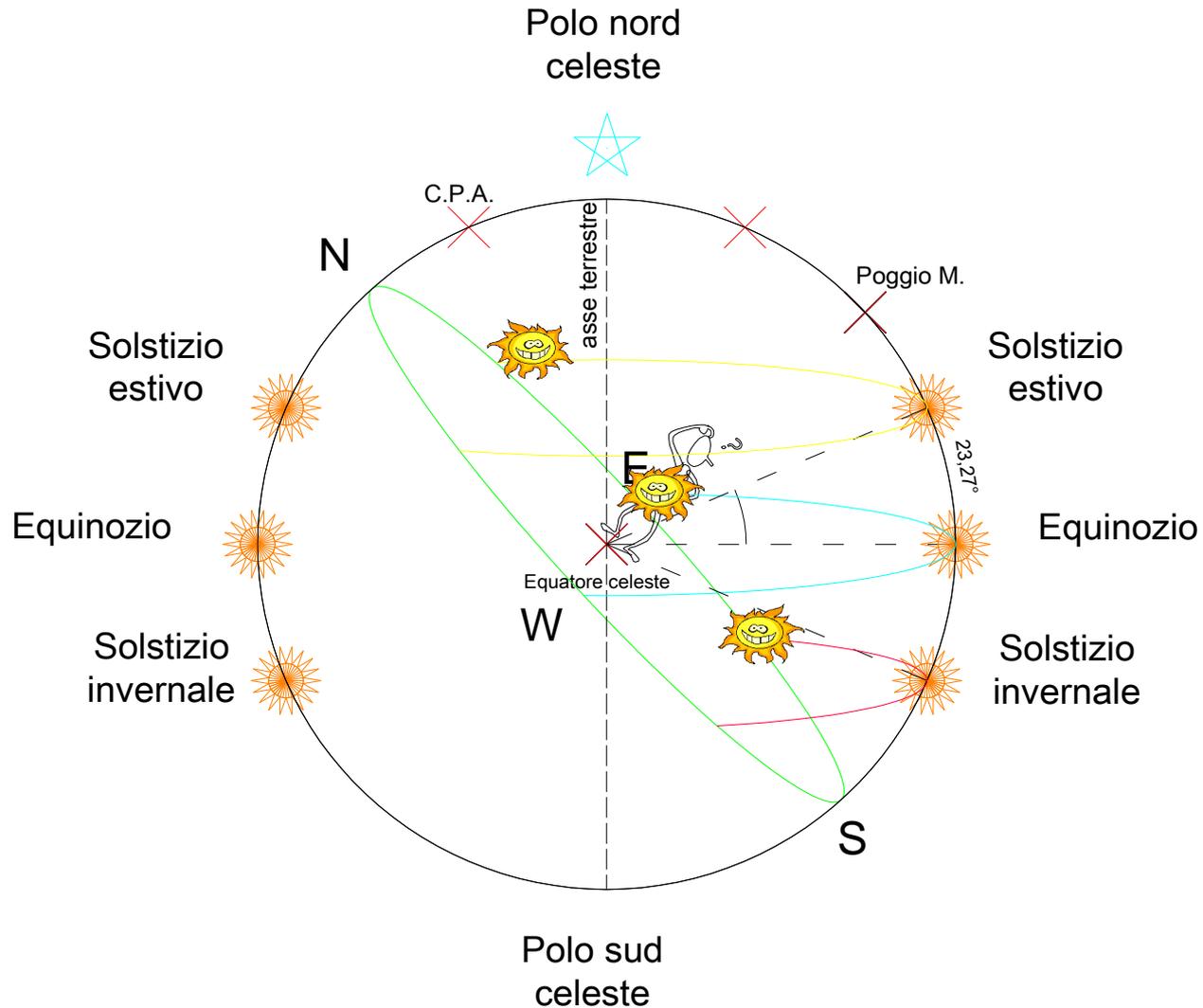


Solstizio d'inverno



Solstizio d'estate

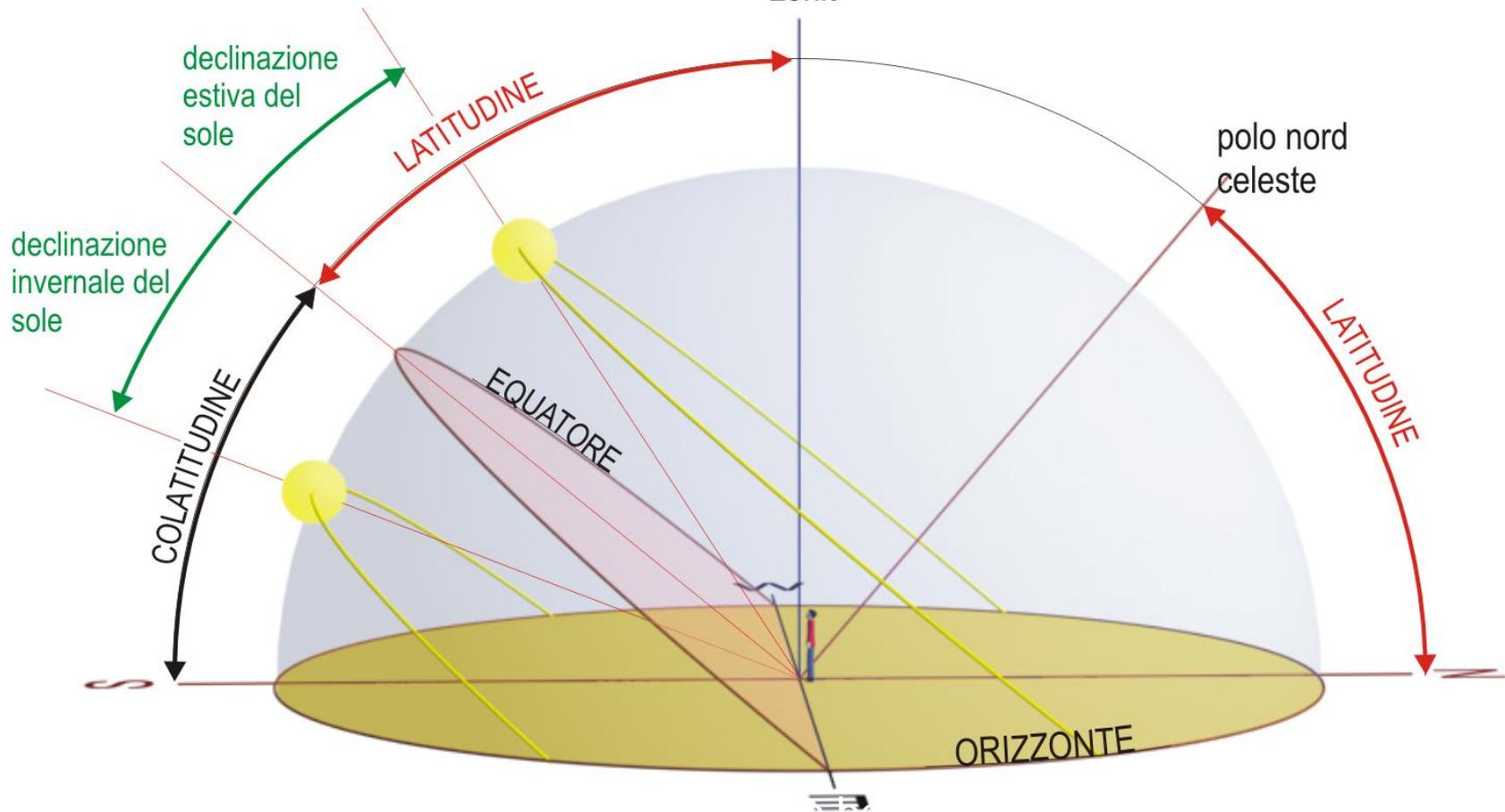
Il movimento diurno della sfera celeste nei diversi periodi dell'anno



La sfera celeste

Arco diurno del sole alle varie stagioni

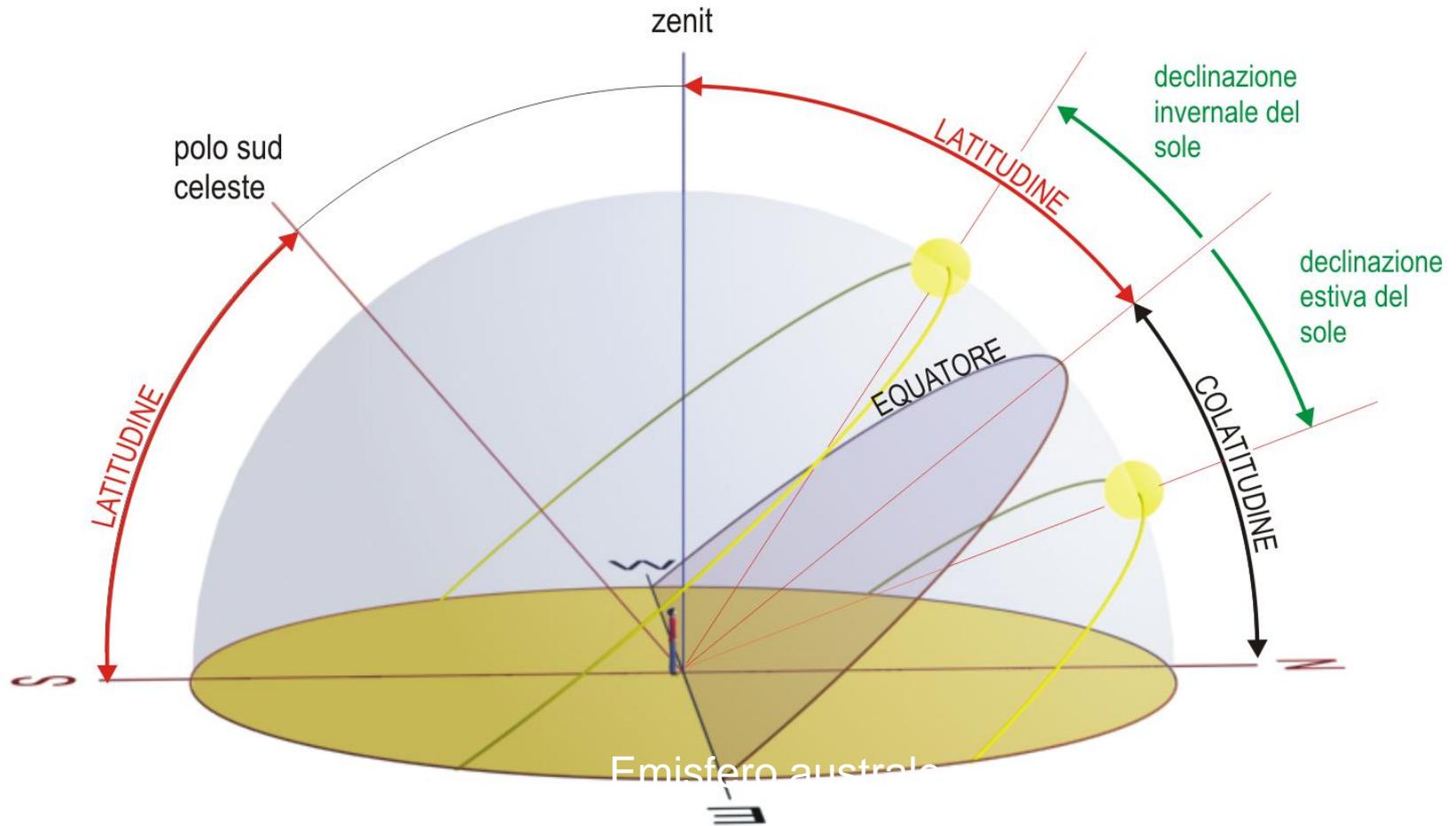
Emisfero Boreale



disegno di Nicola Scarpel dal Libro "Astronomia in rete" MIUR 2005

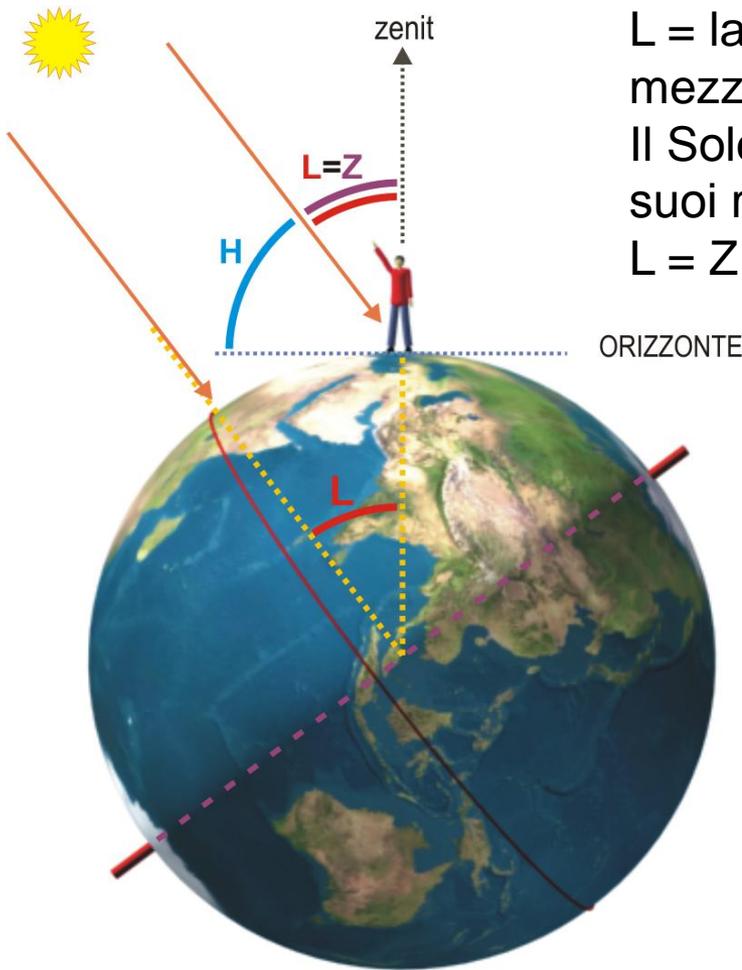
Arco diurno del sole alle varie stagioni

Emisfero Australe

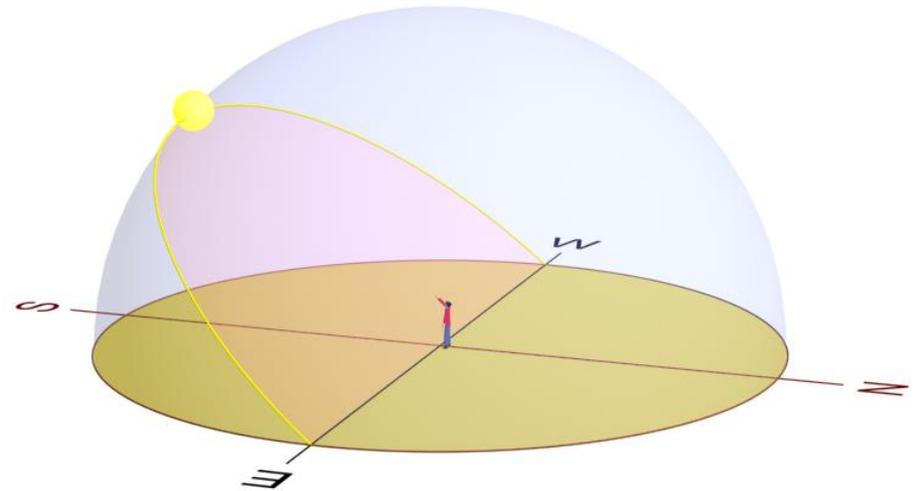


disegno di Nicola Scarpel dal Libro "Astronomia in rete" MIUR 2005

Arco diurno del sole agli equinozi



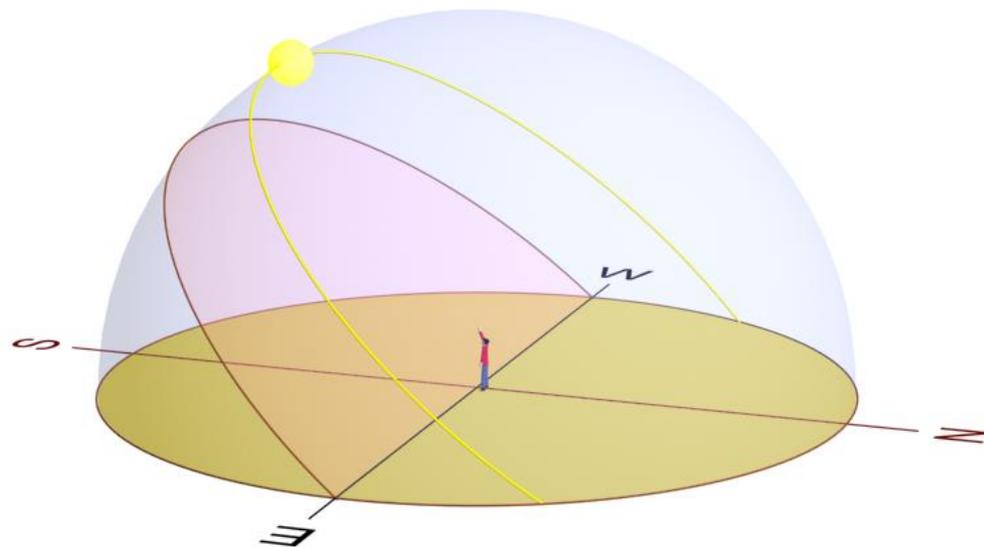
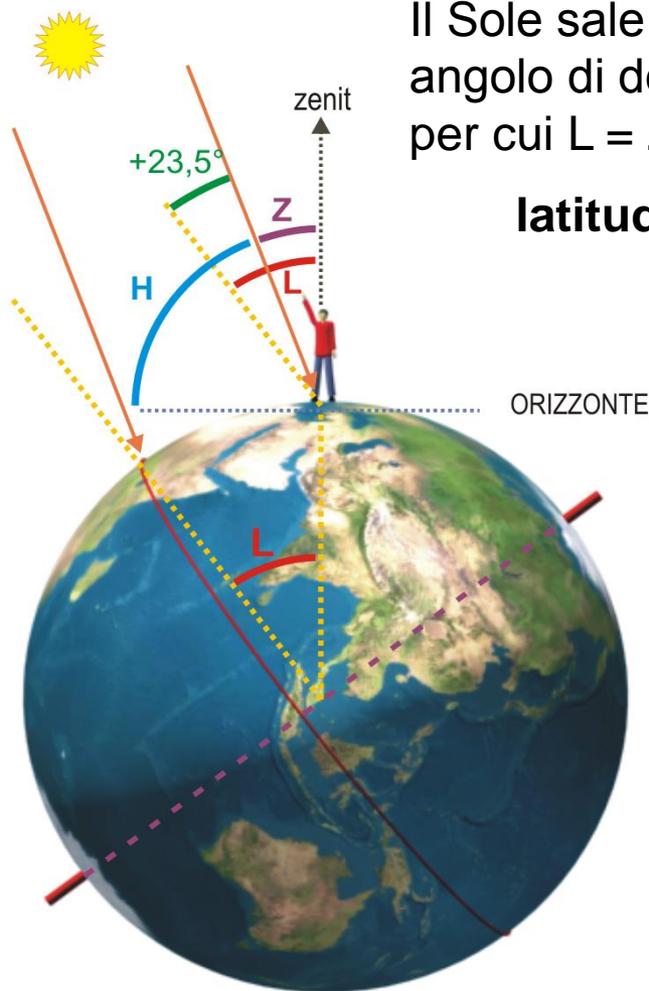
L = latitudine, H = altezza del Sole a mezzogiorno solare. Z = distanza zenitale. Il Sole ha $\delta = 0^\circ$ e illumina la Terra con i suoi raggi perpendicolari all'asse terrestre
 $L = Z$



Arco diurno del sole al Solstizio d'Estate

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

latitudine = 90 - H + declinazione

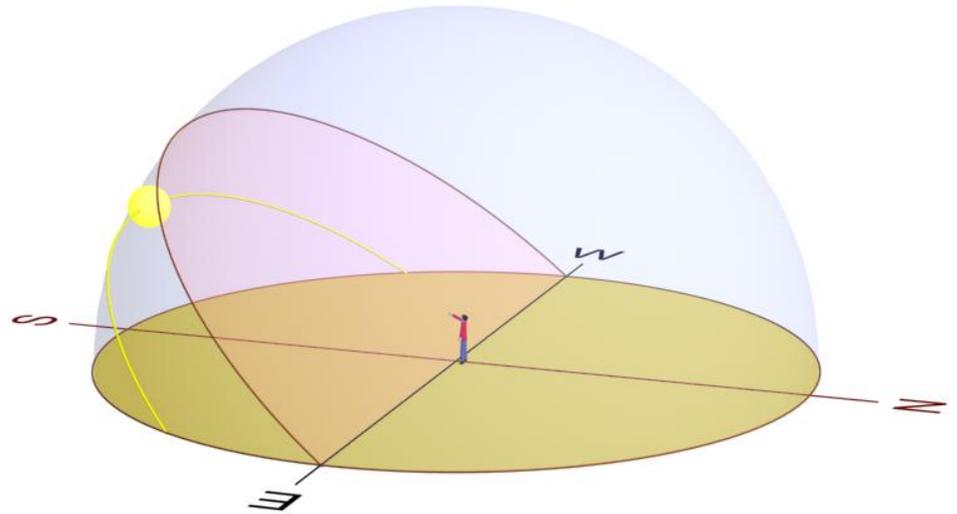
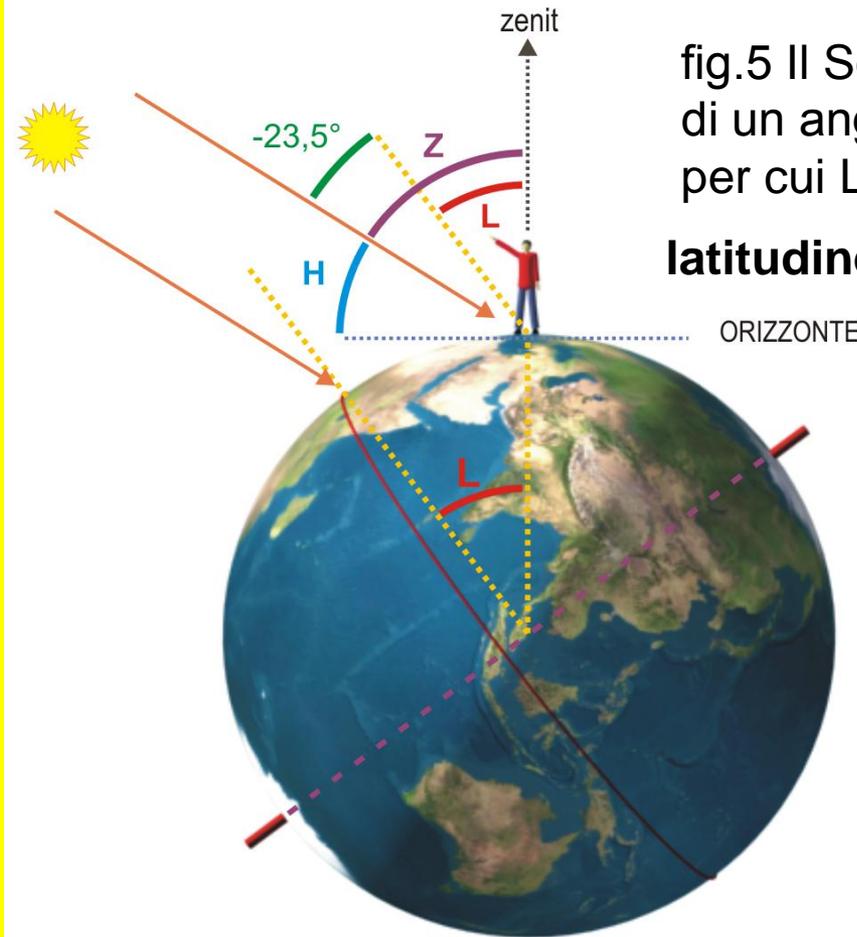


disegni di Nicola Scarpel dal Libro "Astronomia in rete" MIUR 2005

Arco diurno del sole al Solstizio di Inverno

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

latitudine = 90 - H + declinazione



Percorso apparente del sole durante il solstizio d'estate in Norvegia settentrionale

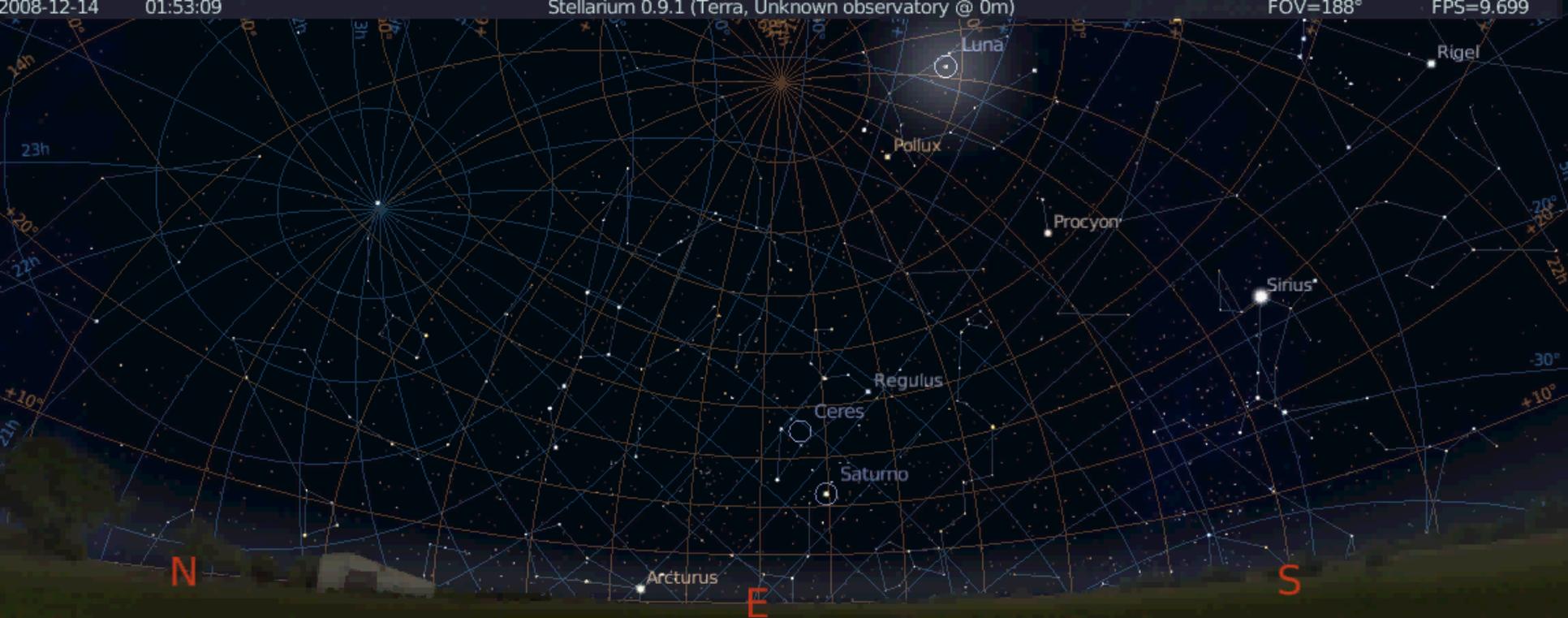




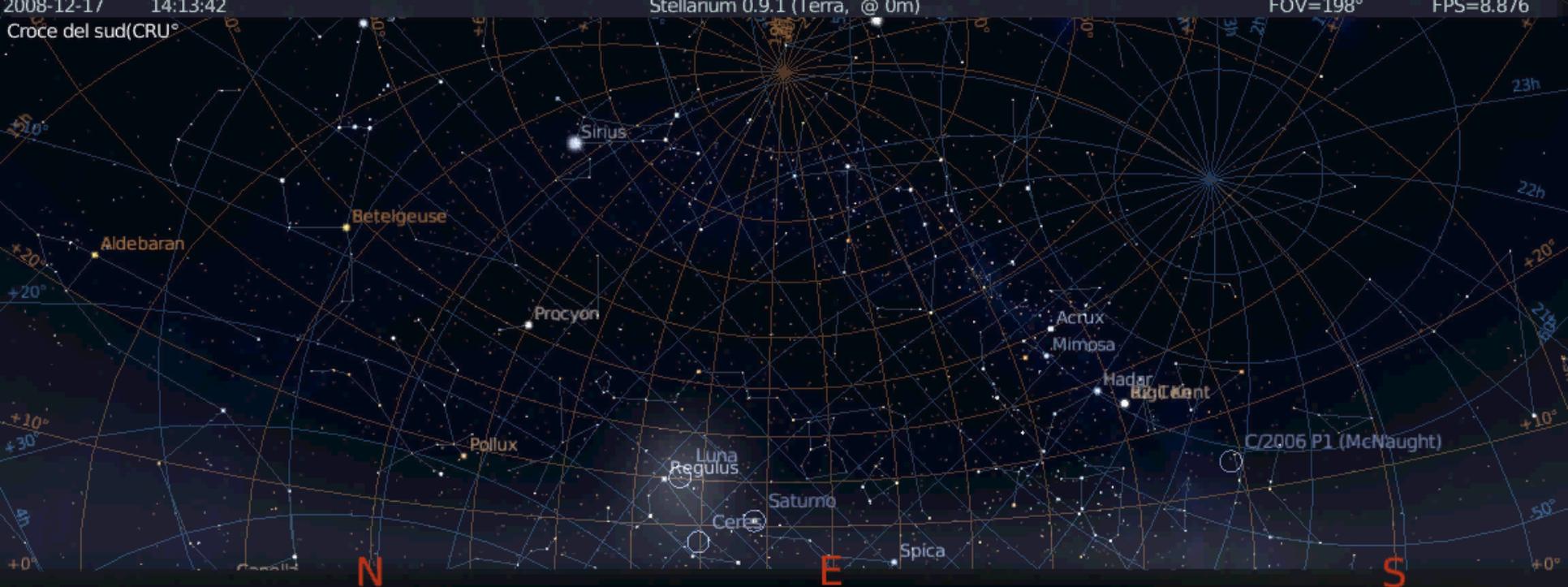
**Capo Nord.
Sole di mezzanotte. (Foto di D'Ambrogio Daniele).**



**Capo Nord.
Sole di mezzanotte. (Foto di D'Ambrogio Daniele).**



Latitudine di Poggio Mirteto +42:16. Griglia altazimutale (arancione) ed equatoriale (blu).



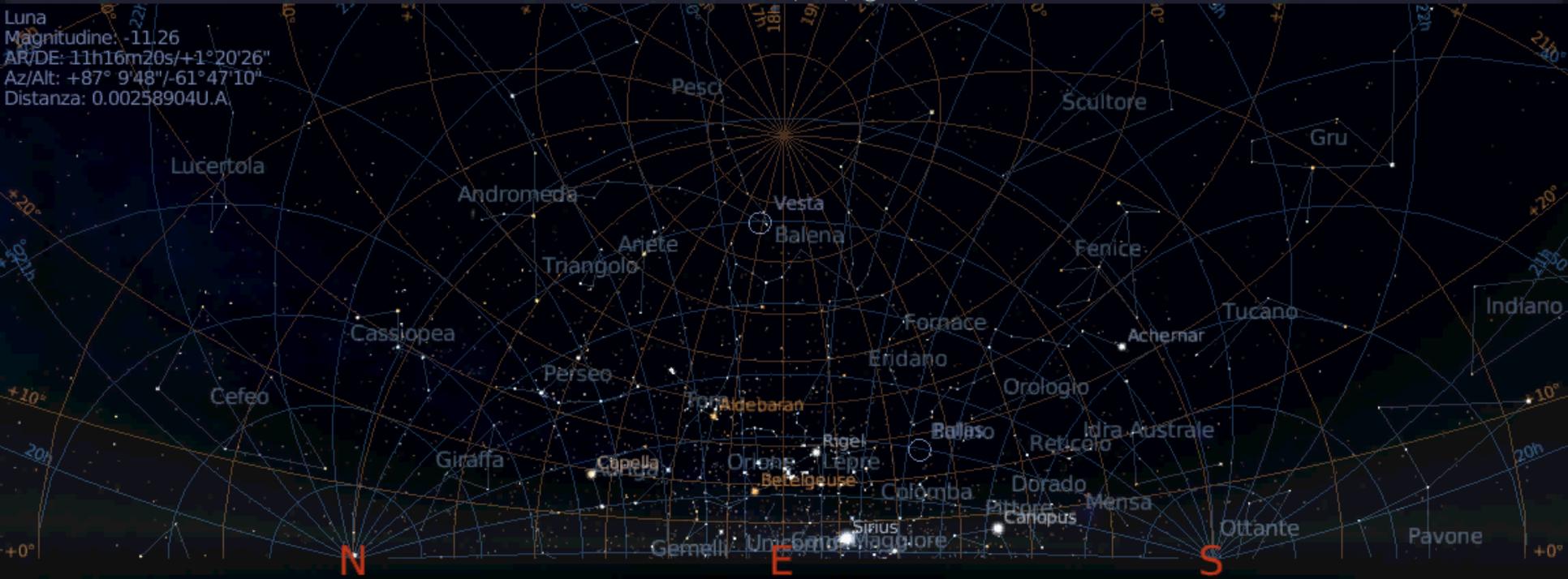
Latitudine -42:16. Griglia altazimutale (arancione) ed equatoriale (blu).

Polaris (α UMi)
HP 11767
Magnitudine: 1.95 B-V: 0.63
j2000 AR/DE: 2h31m48.9s/+89° 15'51.1"
Equazione del tempo AR/DE: 2h42m20s/+89° 18'10"
Az/Alt: +359°18'11"/-0° 1'53"
Parallasse: 0.00756
Distanza: 431.42 Anni Luce
Tipo Spettrale: F7:lb-IIv_SB



Equatore vista nord. Griglia altazimutale (arancione) ed equatoriale (blu).

Luna
Magnitudine: -11.26
AR/DE: 11h16m20s/+1°20'26"
Az/Alt: +87° 9'48"/-61°47'10"
Distanza: 0.00258904U.A.



Equatore vista est. Griglia altazimutale (arancione) ed equatoriale (blu).



Polo nord. Griglia altazimutale (arancione) ed equatoriale (blu).



Acrux (α1 Cru)
HP 60718 A
Magnitudine: 1.25 B-V: -0.15
j2000 AR/DE: 12h26m35.9s/-63° 5'56.3"
Equazione del tempo AR/DE: 12h27m7s/-63° 9'02"
Az/Alt: +203° 9'50"/+62° 41'29"
Parallasse: 0.01017
Distanza: 320.70 Anni Luce
Tipo Spettrale: B0.5IV

Polo sud. Griglia altazimutale (arancione) ed equatoriale (blu).

HP 72210

Magnitudine: 5.80 B-V: 0.98

2000 AR/DE: 14h46m6.8s/-23° 9'11.5"

Equazione del tempo AR/DE: 14h46m39s/-23° 11'33"

Az/Alt: +272° 31'19"/-23° 12'56"

Parallasse: 0.00891

Distanza: 366.06 Anni Luce

Tipo Spettrale: K0III



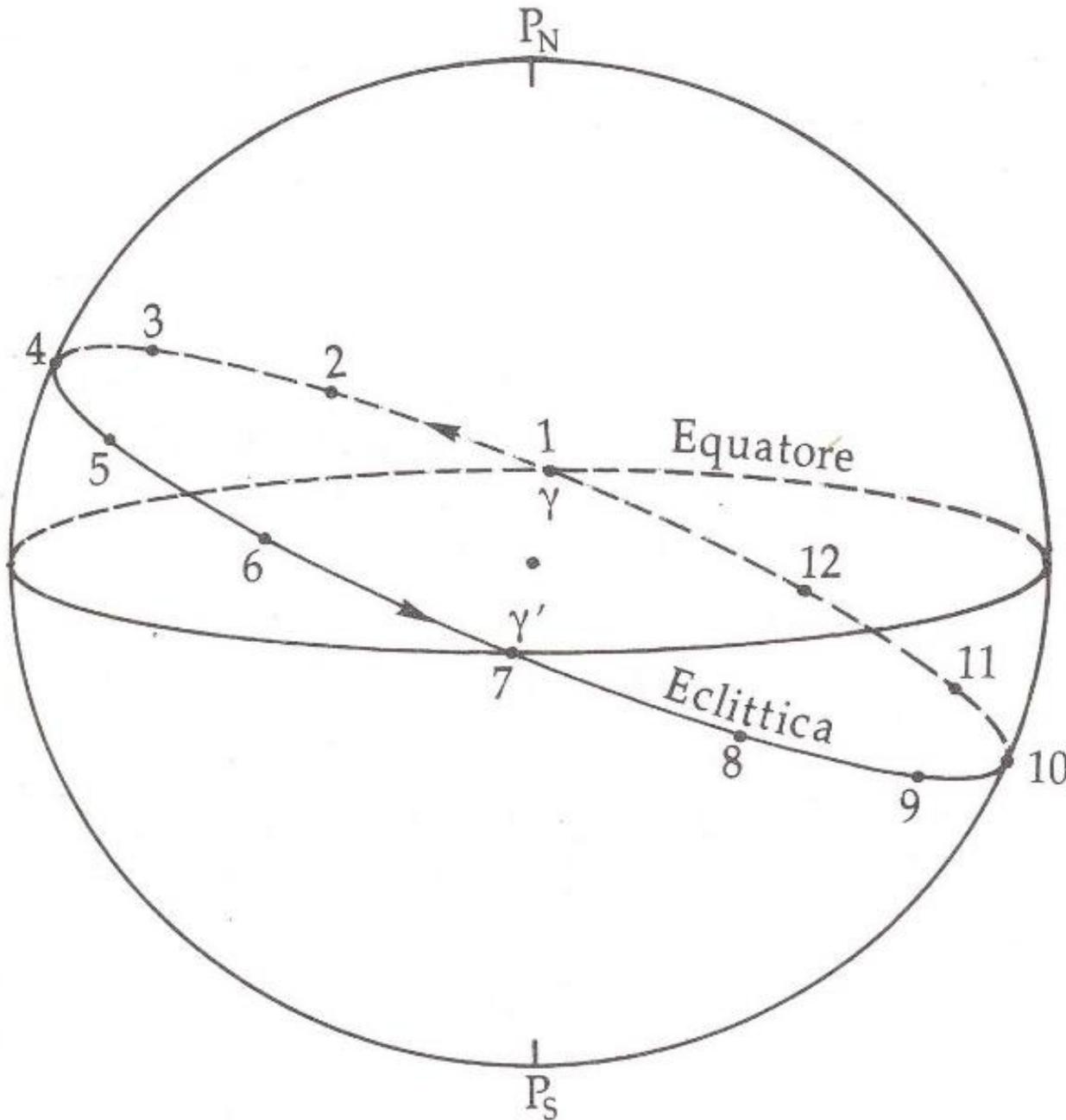
**Polo nord durata del dì. Griglia altazimutale (arancione)
ed equatoriale (blu).**

Acrux (α 1 Cru)
HP 60718 A
Magnitudine: 1.25 B-V: -0.15
j2000 AR/DE: 12h26m35.9s/-63° 5'56.3"
Equazione del tempo AR/DE: 12h27m6s/-63° 8'54"
Az/Alt: +137°40'21"/+62°46'50"
Parallasse: 0.01017
Distanza: 320.70 Anni Luce
Tipo Spettrale: B0.5IV



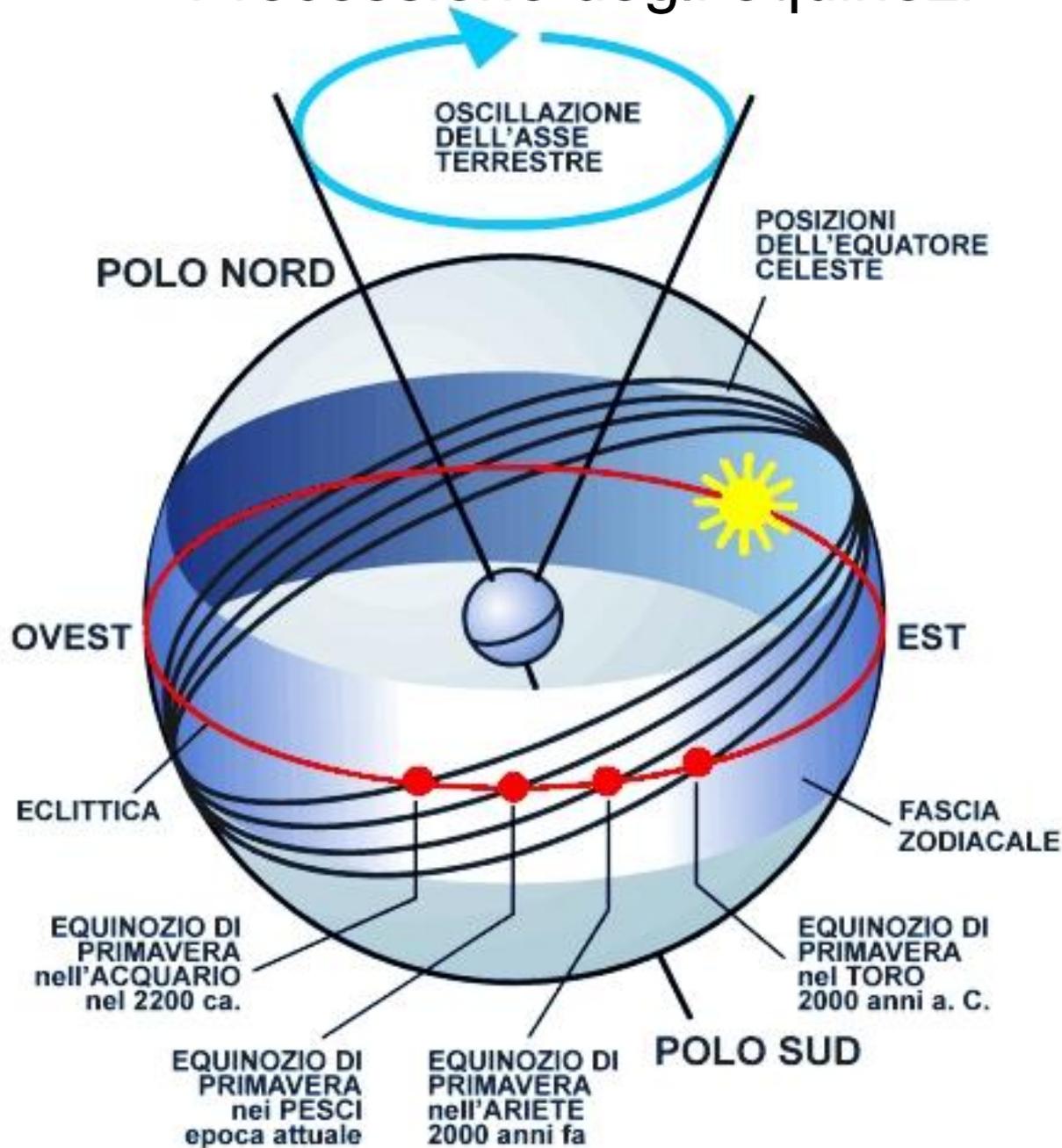
Polo sud durata del dì. Griglia altazimutale (arancione) ed equatoriale (blu).

Lo zodiaco



L'***eclittica*** si può suddividere in ***dodici*** tratti di 30° a partire dal punto γ . Ogni tratto inizia da un punto di longitudine celeste multipla di 30° . Ciascuno di questi tratti di eclittica ha il nome della costellazione più vicina. I nomi delle costellazioni sono detti "***segni***" e il complesso dei 12 segni è detto "***zodiaco***".

Precessione degli equinozi



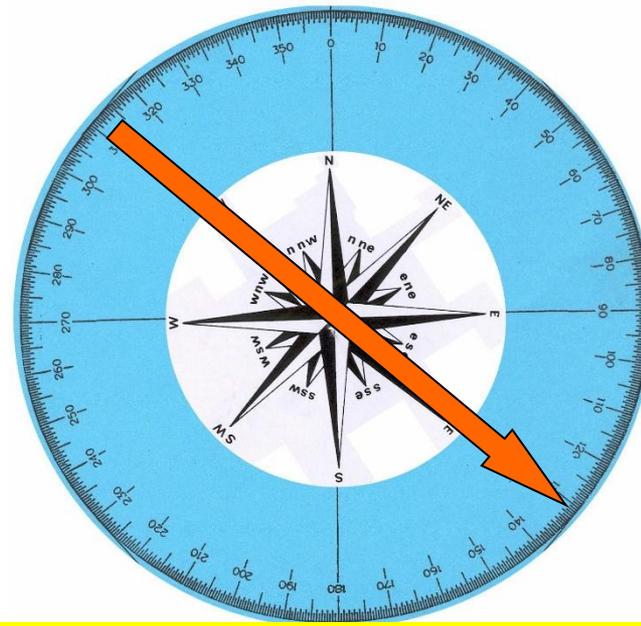
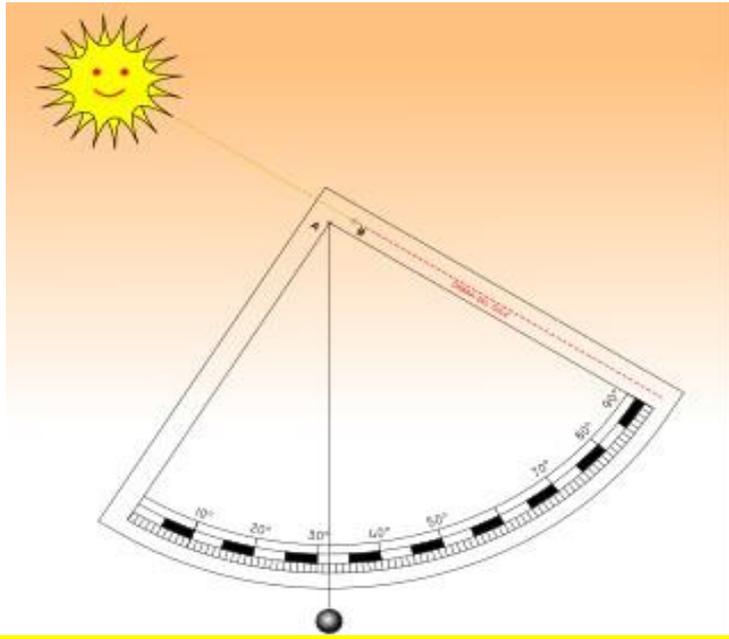
Esperienza di laboratorio: Costruzione di un modello didattico per visualizzare la rivoluzione della Terra

Lo scopo è quello di costruire una ellisse simile all'orbita della Terra (cioè avente la stessa eccentricità e rapporto tra semiassi) e simulare la rivoluzione della Terra con una piccola sfera infissa in un asse inclinato di $67,5^\circ$ rispetto al piano dell'ellisse. Ponendo una fonte luminosa in corrispondenza del fuoco-sole si potrà visualizzare il circolo di illuminazione agli equinozi e ai solstizi e si potrà verificare che in perielio nel nostro emisfero è inverno e in afelio è estate.

Si chiederà allo studente di redigere una relazione fornendo una descrizione del modello costruito e le conclusioni tratte dall'esperienza.

Esperienza di laboratorio: Costruzione e successivo utilizzo di strumenti per La misura diretta dell'azimut e dell'altezza del sole

Lo scopo è quello di costruire la strumentazione necessaria per calcolare in modo **diretto** l'azimut e l'altezza del sole in un determinato istante della giornata e alle 12 ore solare. Si chiederà allo studente di redigere una relazione fornendo una descrizione degli strumenti costruiti e una stima dell'errore assoluto associato a ciascuno strumento.



Esperienza di laboratorio:

Determinare la declinazione del sole in funzione della sua altezza (a mezzogiorno) e della latitudine in diversi giorni dell'anno.

Lo scopo è quello di calcolare l'altezza del sole in un determinato istante della giornata e alle 12 ora solare con un metodo diretto o indiretto. Utilizzare poi l'angolo calcolato alle ore 12 (ora solare) per determinare la declinazione del sole nel giorno dell'esperienza.

Al termine delle osservazioni lo studente redigerà una relazione dettagliata riportante: materiali, metodi, conduzione dell'esperienza, elaborazione dei dati rilevati, con metodo diretto e indiretto, il calcolo dell'errore assoluto da associare alla misura e conclusioni.

Si può considerare l'esperienza inversa: calcolare la latitudine di un luogo conoscendo la declinazione del sole (tavole effemeridi) e l'altezza del sole a mezzogiorno.

Esperienza di laboratorio:

Stima del rapporto di energia per m^2 fornita dal sole in una località nei diversi periodi dell'anno.

Lo scopo è quello di comprendere uno dei motivi dell'alternanza delle stagioni.

L'esperienza prevede la misura della superficie del disco luminoso proiettato sul piano orizzontale dai raggi solari attraverso un cilindro cavo al mezzogiorno locale. Ripetendo la misura in diversi giorni dell'anno sarà possibile calcolare il rapporto tra l'energia per m^2 fornita dal sole sulla superficie terrestre nei diversi giorni dell'anno presi in considerazione.

Al termine delle osservazioni lo studente redigerà una relazione dettagliata riportante: materiali, metodi, conduzione dell'esperienza, elaborazione dei dati rilevati, il calcolo dell'errore assoluto da associare alla misura e conclusioni.



Che ore sono?

I sistemi orari

La suddivisione del giorno

-I sistemi orari-

Tempo: dal greco **τεμνω** = tagliare (latino **Tempus-oris**)

I principali sistemi orari della storia sono:

1. Sistema temporario ad ore diseguali (giudaico - canonico - planetario);
2. Sistema orario equinoziale ad ore italiche;
3. Sistema orario equinoziale ad ore babilonesi;
4. Sistema orario equinoziale ad ore francesi
5. Sistema orario civile o moderno (evoluzione del sistema orario francese);

Sistema “temporario” ad ore ineguali

Dal V secolo a.C. con testimonianze fino oltre il XVI° secolo

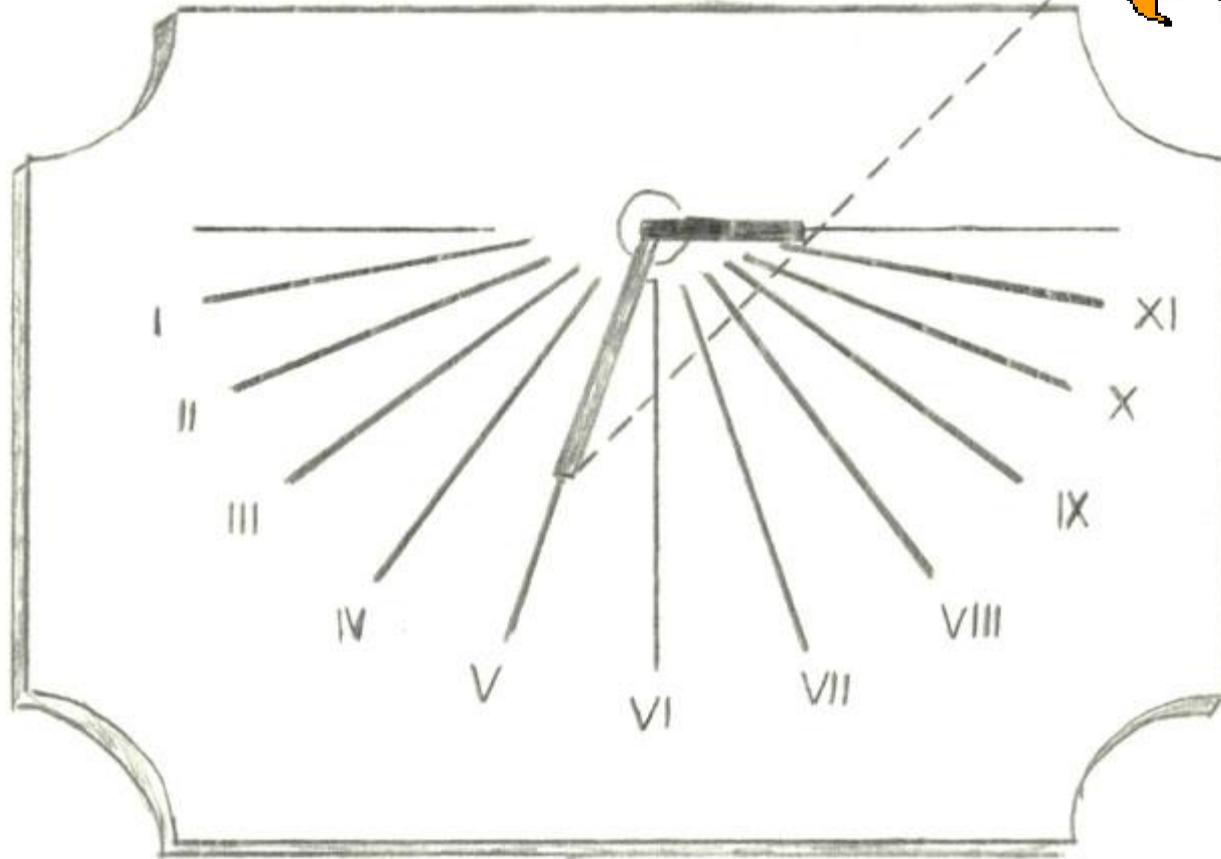
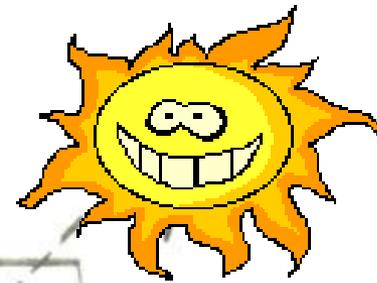
Il dì (periodo di luce) era suddiviso in 12 parti uguali tra loro dette ore; quindi ogni singola ora ha durata diversa a seconda delle stagioni.

Per latitudine 45° N: circa 70 minuti in estate, 40 minuti in inverno

Nei monasteri (da S. Benedetto) tali ore sono dette «canoniche» e scandiscono le preghiere: il “**mattutino**” - 3 ore prima dell’aurora;

- le “**lodi**” – all’alba; la “**prima**” - al primo mattino; la “**terza**” – a metà mattina;
- la “**sesta**” o “**angelus**” – a mezzogiorno; la “**nona**” – a metà pomeriggio;
- la “**dodicesima**” o “**vespro**” - al tramonto; la “**compieta**” - a fine crepuscolo;
- il “**notturnale**” - ottava ora di notte.

Sistema temporario



Ora quinta = 11h 20m Tv al 21 Dicembre

Ora quinta = 10h 40m Tv al 21 Giugno

Sistema “italico” ad ore uguali (equinoziali o astronomiche)

Dal XIII secolo circa con testimonianze fino al XIX secolo

Il giorno (periodo di luce + periodo di buio) era suddiviso in 24 ore uguali (“ore equinoziali” di derivazione araba) ed iniziava al tramonto secondo la tradizione biblica.

**L’ora 24 era l’ora del tramonto
l’ora 23 un’ ora prima del tramonto ecc.**

Il nuovo giorno veniva fatto iniziare non al ***tramonto***, ma mezz'ora dopo, alla ***fine*** del ***crepuscolo***, coincidente con l'istante dell' "***Ave Maria***", annunciato per antica consuetudine dal suono delle campane.

Un suono di campana introduceva così l'inizio del nuovo giorno "**ora 24**" mentre il tramonto avveniva sempre alle **23h 30m**.

Alcuni trattati del 1600 e 1700 per chiarire questo concetto chiamavano "***ore italiche secondo il sole***" quelle che iniziavano al tramonto e "***ore italiche secondo l'orologio a ruote***" quelle che iniziavano mezz'ora dopo il tramonto.

Si ha una raffinata testimonianza delle ore da campanile nei celebri versi della poesia "*Il sabato del villaggio*" di G. Leopardi (1798-1837):

**“or la squilla dà segno
della festa che viene;
e a quel suon diresti
che il cor si riconforta.”**

Negli orologi solari di più recente costruzione viene spesso adottato il sistema ad "**ore residue**", ulteriore variante dell'italico.

Le stesse linee orarie vengono contrassegnate non con il numero delle ore trascorse dal tramonto (o dal crepuscolo) bensì con quelle che mancano al tramonto (o al crepuscolo) per facilitare l'utilizzo dell'orologio.

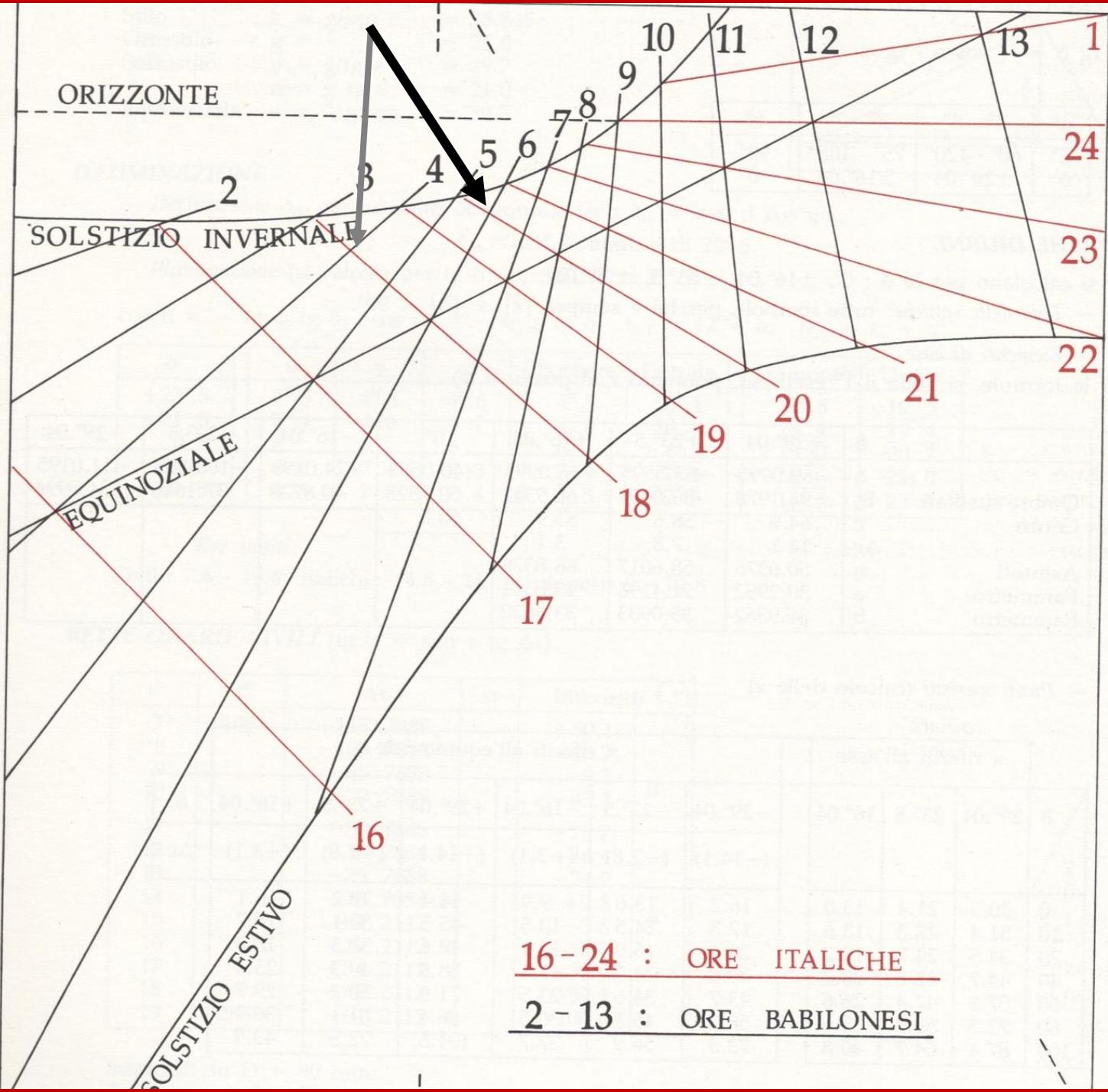
Sistema “Babilonese” ad ore uguali

Con testimonianze fino al XVIII secolo circa

il giorno (periodo di luce + periodo di buio) era suddiviso in 24 ore uguali di 60 minuti (“ore equinoziali”) ed iniziava all'alba secondo la tradizione orientale.

**L'ora 24 era l'ora dell'alba
l'ora 23 un' ora prima dell'alba, l'ora 1 indicava un'ora dopo l'alba ecc.**

Questo metodo era in uso presso gli antichi popoli del Medio Oriente, soprattutto Babilonesi e Persiani. Non si conosce con certezza quando e come sia giunto fino a noi. Si è certi della sua adozione in Boemia ed Ungheria nel 1360, con decreto dell'imperatore Carlo V, rimasta fino alla metà del XVI secolo.



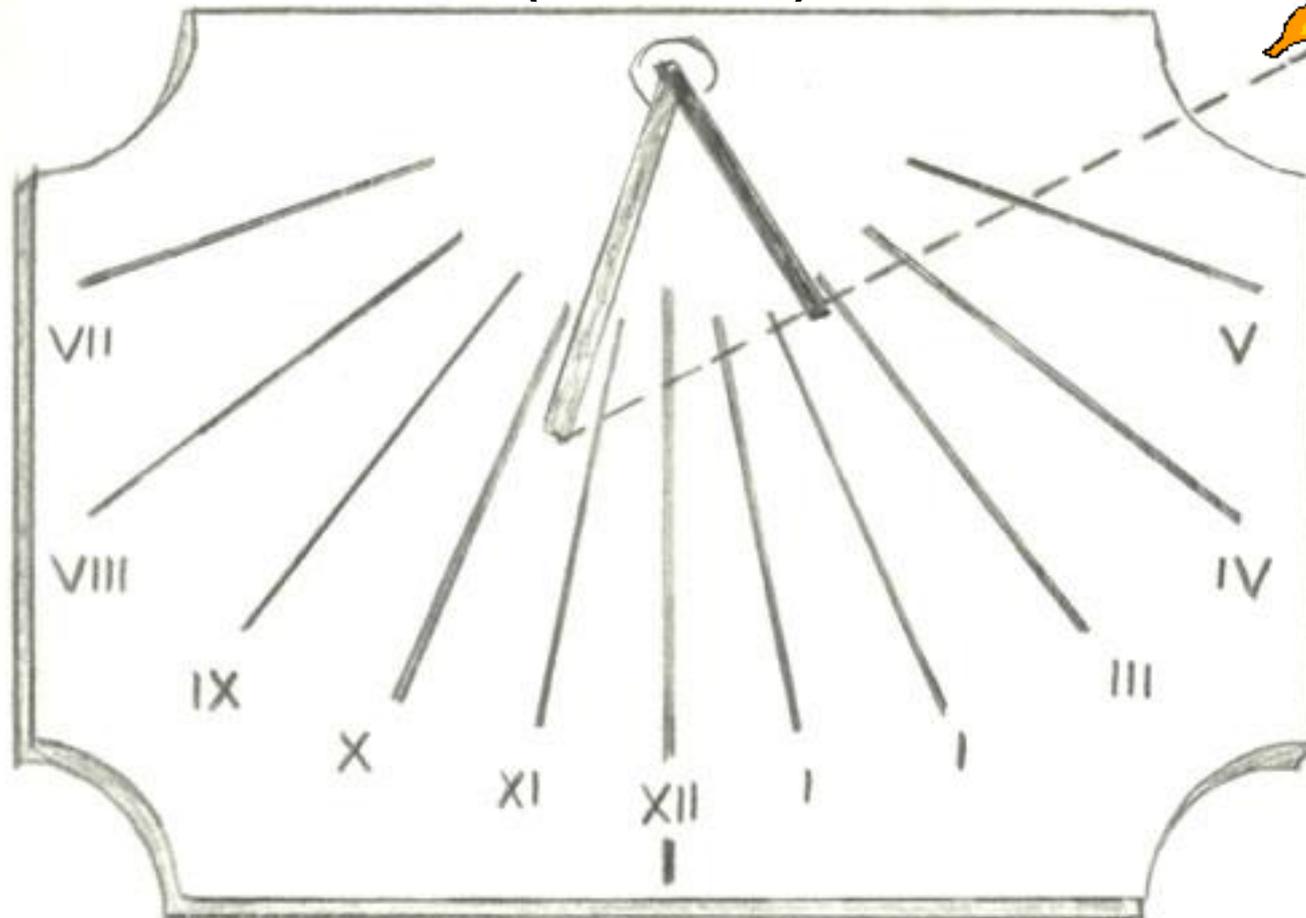
Sistema ad ore equinoziali “francesi”

(detto anche ultramontano, tedesco, spagnolo)

Introdotta in Italia dagli austriaci in Lombardia nel 1786, diffusa in Europa grazie all'onda innovatrice e riformistica di **Napoleone**

Il giorno (periodo di luce + periodo di buio) è suddiviso in 24 ore uguali di 60 minuti (“ore equinoziali” di derivazione araba) ed inizia dalla mezzanotte (uso civile) o dal mezzogiorno (uso astronomico).

Sistema ad ore francesi tempo vero locale (ora solare)



Ore 10 e 30 Tv in prossimità del
solstizio invernale (sole basso)

2 ^ Applicazione: sistema orario civile astronomico con tempo medio locale (T.M.L.)

In Italia in via ufficiale dal 1857

L'adozione del **tempo medio** si è sviluppata nella società moderna tra il **1780 e il 1870**.

Le irregolarità di marcia del Sole, dovute all' ellitticità e all'obliquità dell'orbita terrestre indussero gli scienziati a considerare in campo astronomico, in luogo del **Sole reale**, un sole fittizio detto "**sole medio**" il quale si muove sull'equatore con moto uniforme ed in modo da completare il suo giro annuale nello stesso tempo del sole vero.

La differenza tra l'ora solare vera e l'ora solare media è chiamata "**equazione del tempo**" (nelle "Effemeridi Nautiche" sono riportati, giorno per giorno, i minuti e i secondi di correzione).

La diffusione degli orologi meccanici indusse all'adozione del tempo medio anche per gli usi civili.

Le relative meridiane non sono molto diffuse e di solito del tempo medio riportano la sola linea delle 12 assieme alle più consone linee orarie rettilinee del tempo vero.

Sistema orario “civile - moderno”

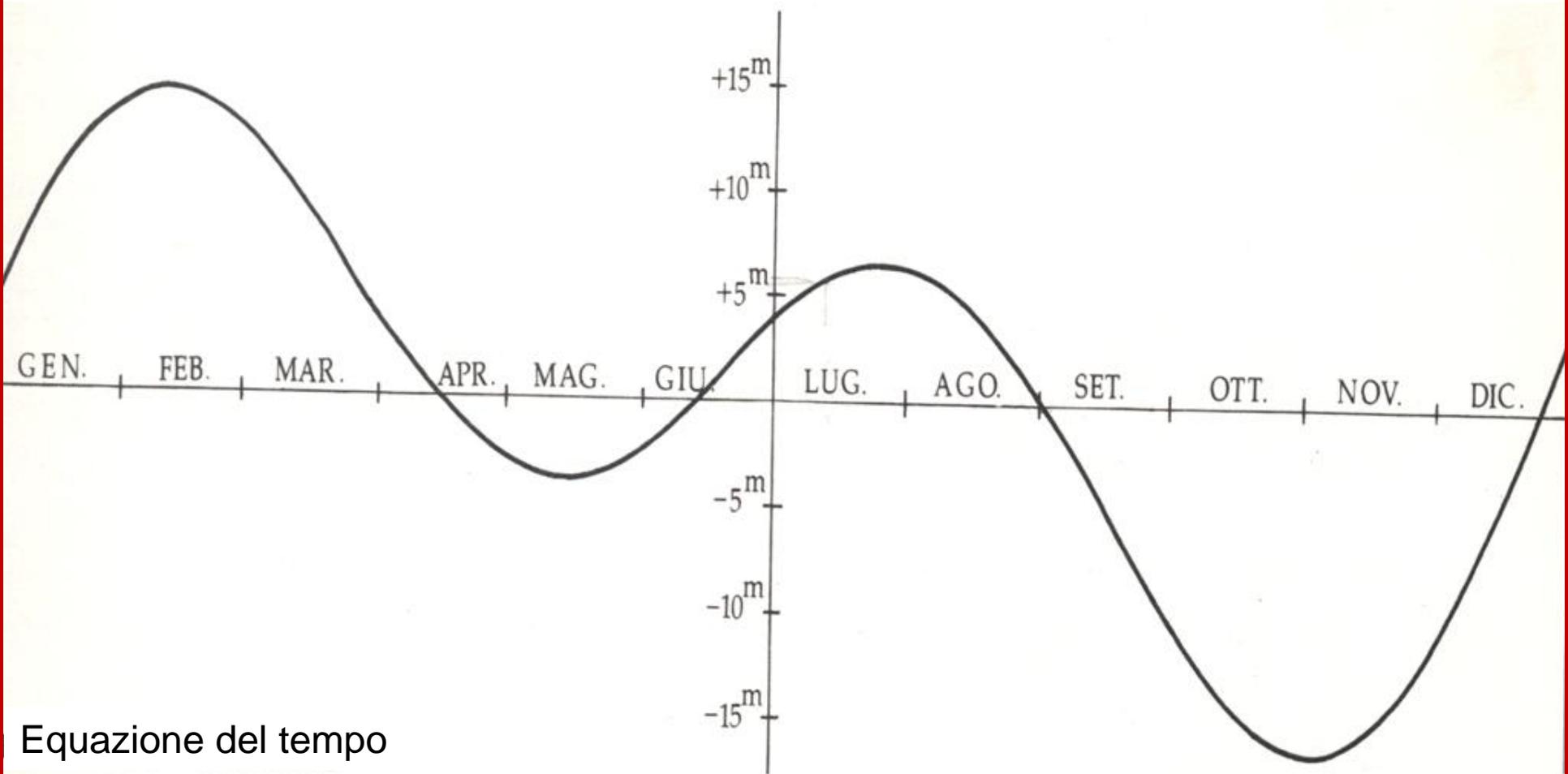
Ora “*Media del Fuso*”

Il sistema orario **Civile** attuale, misurato dai nostri modernissimi orologi, è un sistema artificiale. *Le ore sono uguali* (astronomiche) che iniziano e terminano alla **mezzanotte** come il sistema francese ma con tre correzioni fondamentali:

- La correzione del “**fuso orario**” (adottata dall'Italia nel **1893**, mentre, dal **1866** al **1893** si adottava l' **ora nazionale**, per l'Italia l'ora di **Monte Mario**);
- La correzione del “**tempo medio**” (In Italia in via ufficiale dal 1857);
- La correzione dell' “**ora legale estiva**” (adottata in **Europa** nel **1915** e in Italia nel **1916**).
- Attualmente spesso si usa l'ora indicata con la sigla **UTC** o anche detta **GMT** e significa **Universal Time Coordinated** cioè Tempo Coordinato Universale ed è l'ora che tutto il mondo usa come riferimento. UTC è l'ora del meridiano di Greenwich: GMT (Greenwich Meridian Time). In Italia differisce di un'ora senza ora legale, in estate UTC è 2 ore in meno rispetto a noi.

Equazione del tempo medio

Correzione dell'ora solare

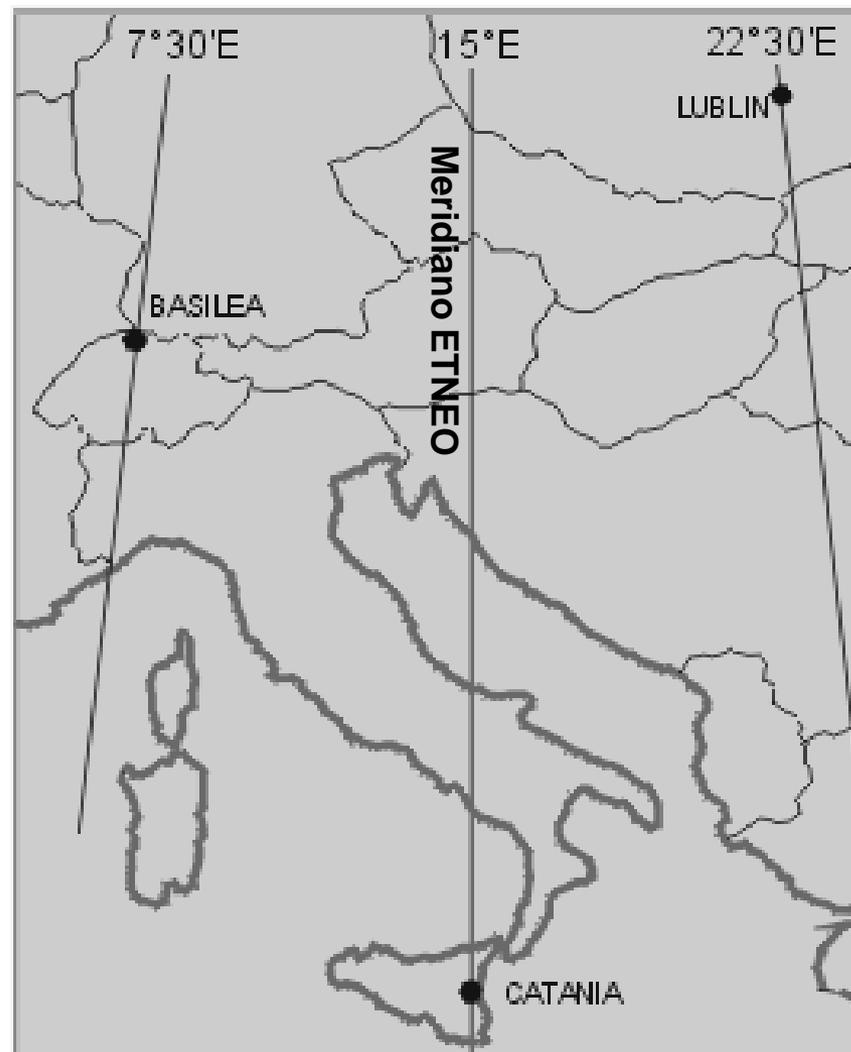
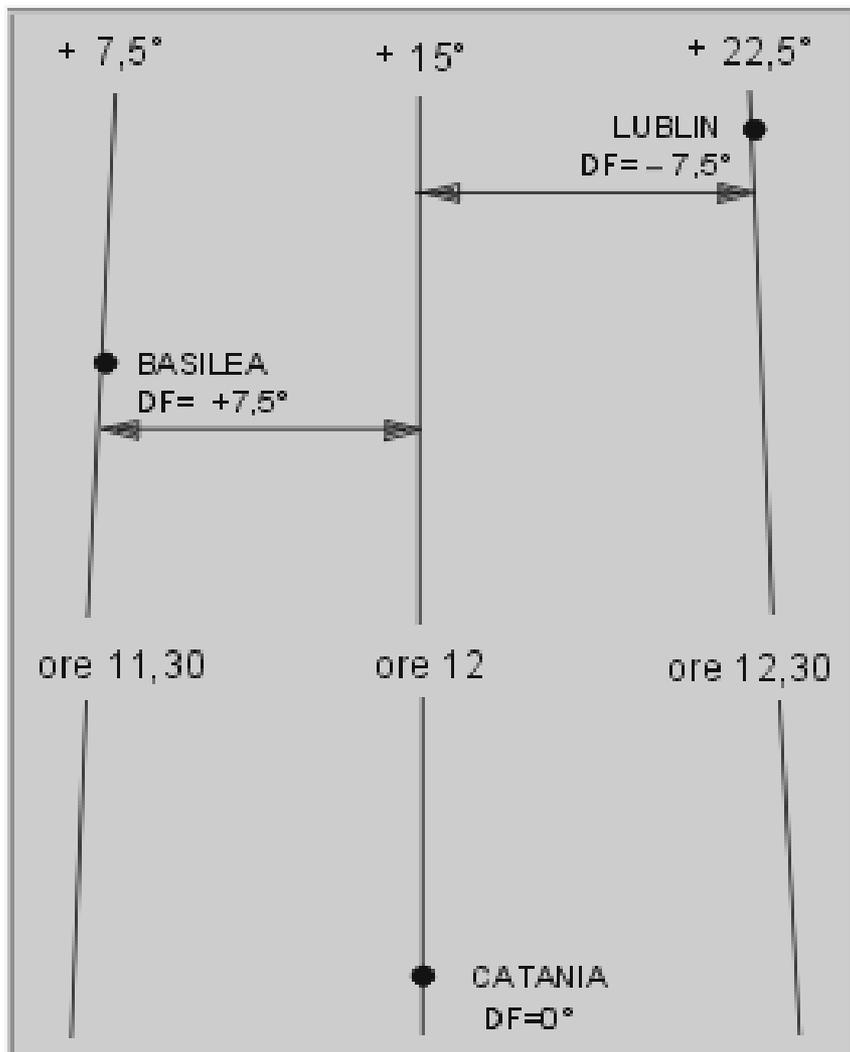


Equazione del tempo

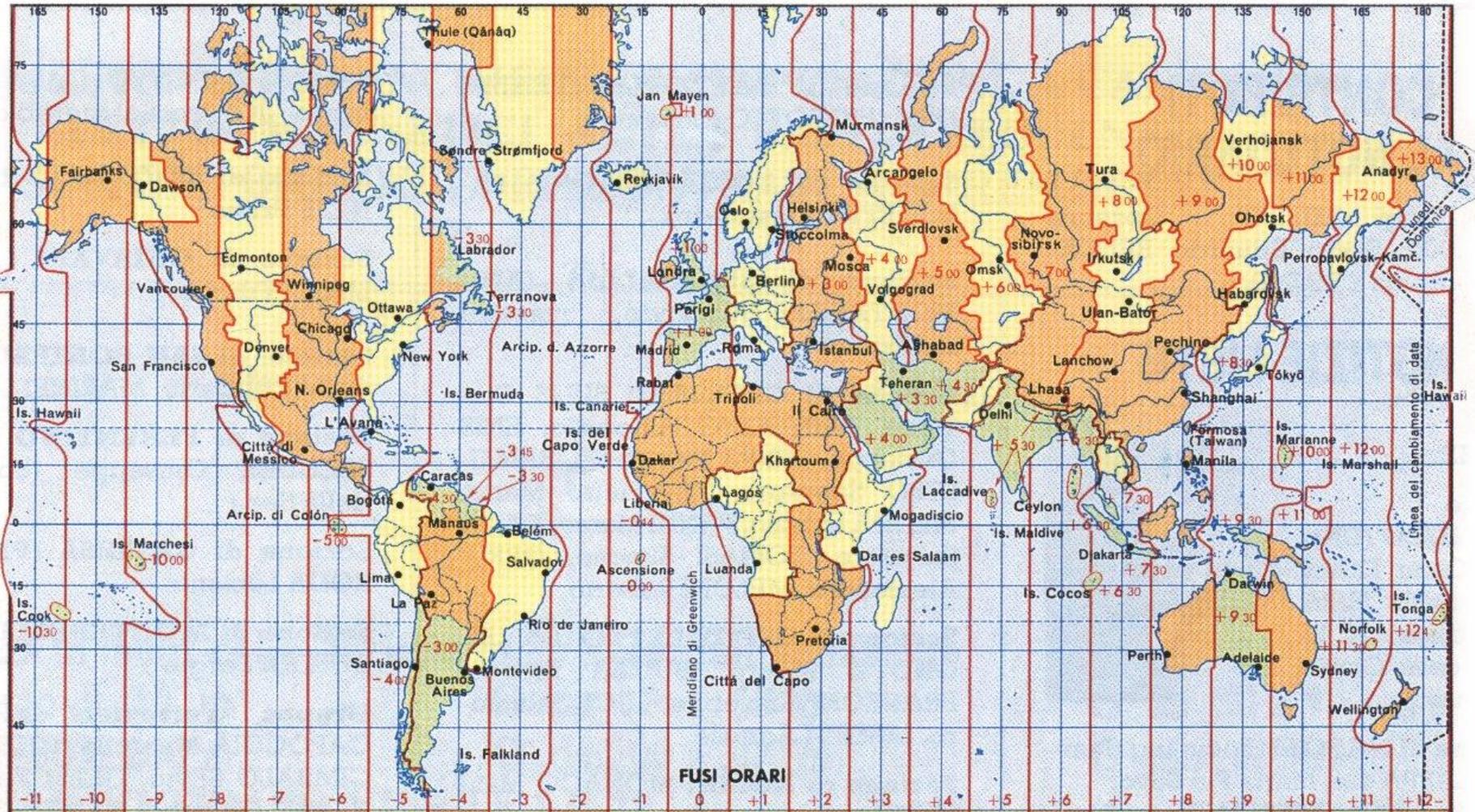
I Fusi orari

Introdotti in U.S.A. e in Canada nel 1880 ed in Italia nel **1893**.

La terra viene suddivisa in 24 zone (spicchi), dette **fusi orari**, ciascuno delimitato da meridiani che distano di 15° di longitudine, cioè un' ora di tempo, a partire da 0° che è il meridiano di Greenwich.



I fusi orario



Poggio Mirteto (Ri)

Latitudine: 42,27° N

Longitudine: 12,69°E

Ad esempio il 09 Aprile 2020 a Poggio quando è il mezzogiorno solare si ha:

O.S. = ora solare = 12:00':00''

C.F. = correzione del fuso = (15-12,69)X4'=9,24'= 9':12''

E_m = equazione del tempo = +1'26:''

O.L. = ora legale = 1h (da Aprile a Ottobre)

Ora civile = O.S. + C.F. + E_m + O.L.

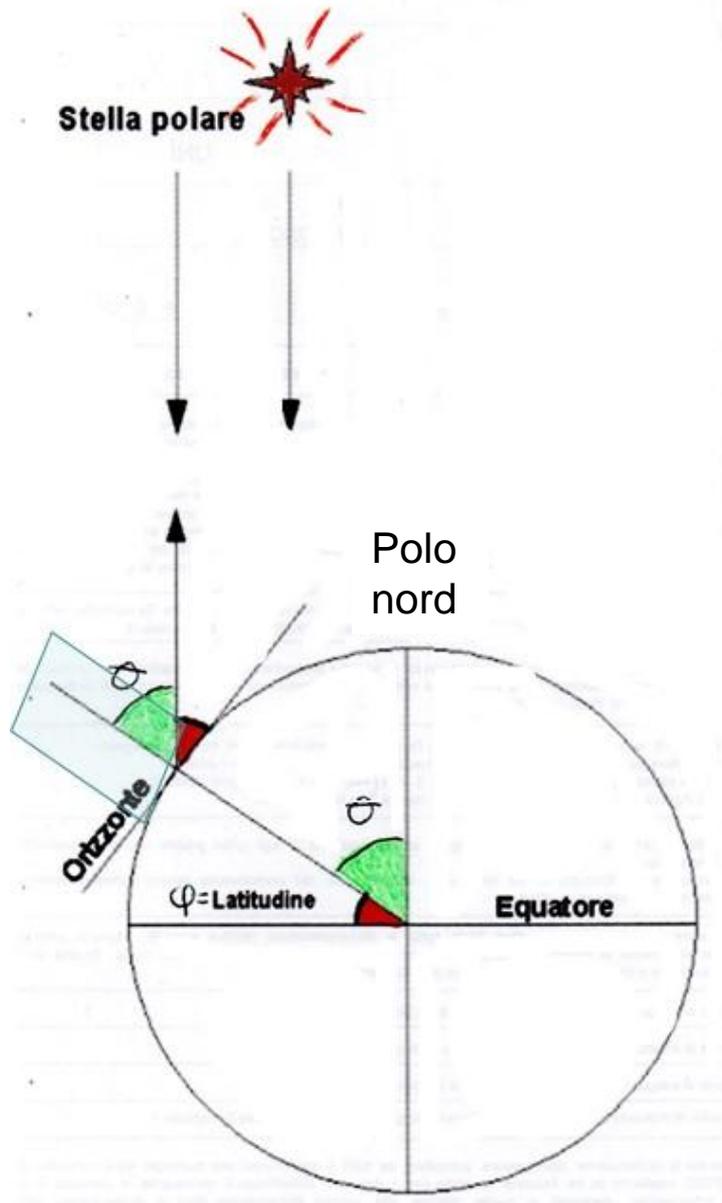
**Ora civile = 12:00':00'' + 0:9':12'' + 0:1':26'' + 1:00:00
= 13:10':38''**

L'ora **legale** (1 ora in avanti in primavera e estate) fu proposta per la prima volta da *B. Franklin* circa nel 1770 per aumentare le opportunità di lavoro in estate. Fu adottata in **Europa** nel **1915** e in Italia nel **1916**.

**Gli orologi solari: i più
antichi strumenti di
misura dell'ora solare.**

**I quadranti
verticali e orizzontali**

OROLOGI SOLARI VERTICALI



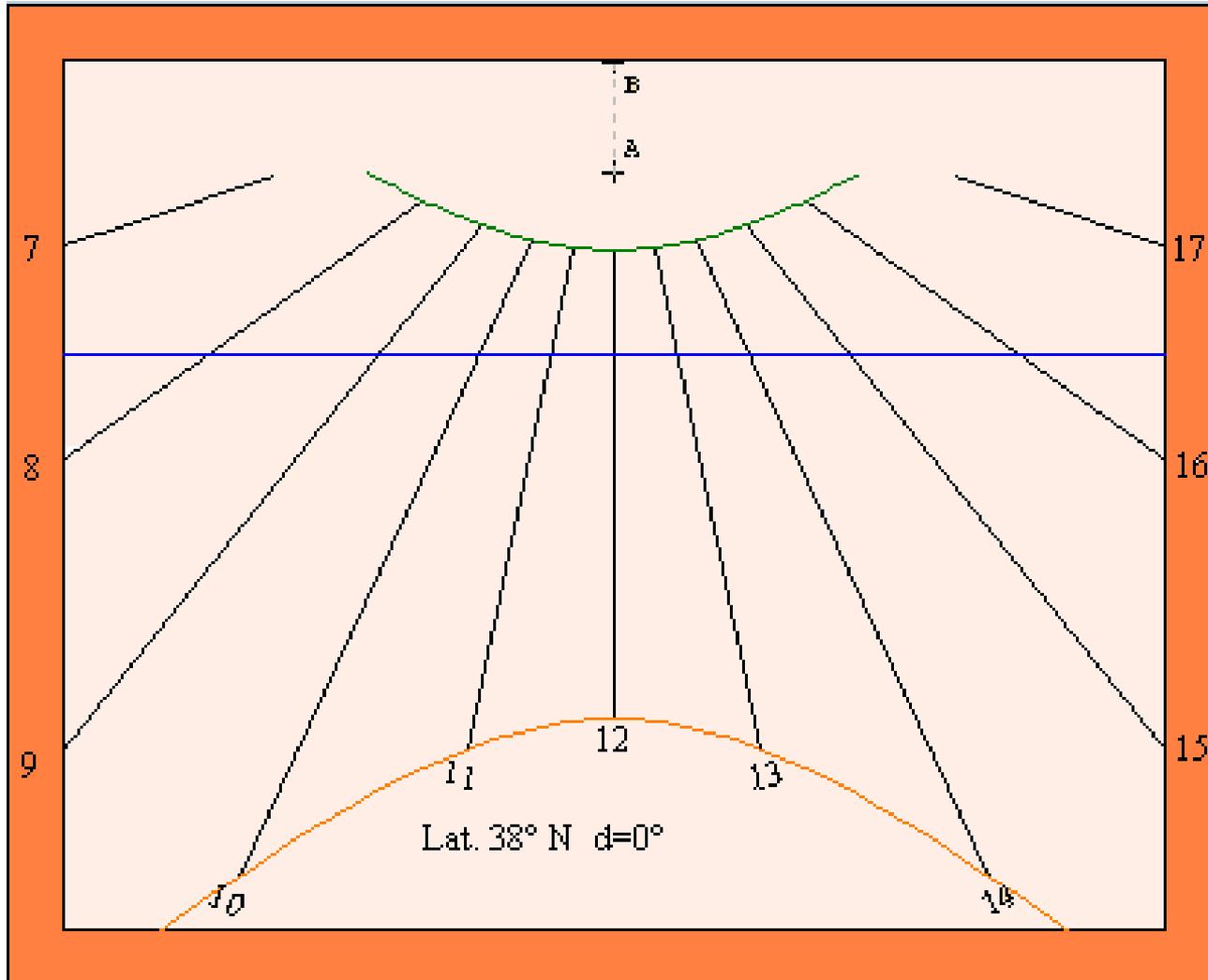
L'orologio solare verticale contiene il prolungamento del raggio terrestre.

Lo stilo polare (asse-stilo) è parallelo all'asse di rotazione della terra.

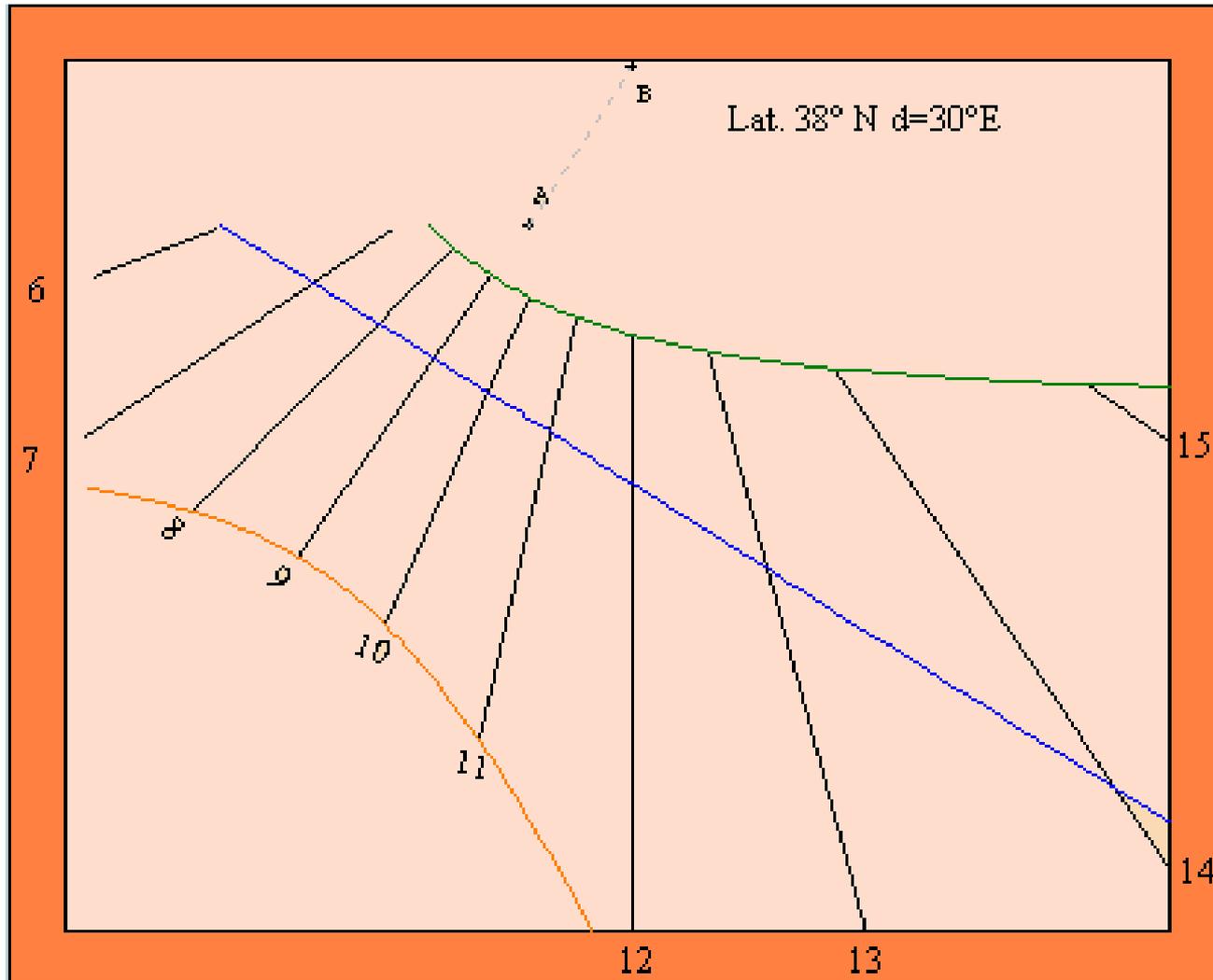
Il quadrante può ruotare intorno al raggio terrestre (o verticale del luogo) cambiando così la sua declinazione.

L'angolo tra la retta verticale sul quadrante e l'asse-stilo è θ cioè la colatitudine del luogo.

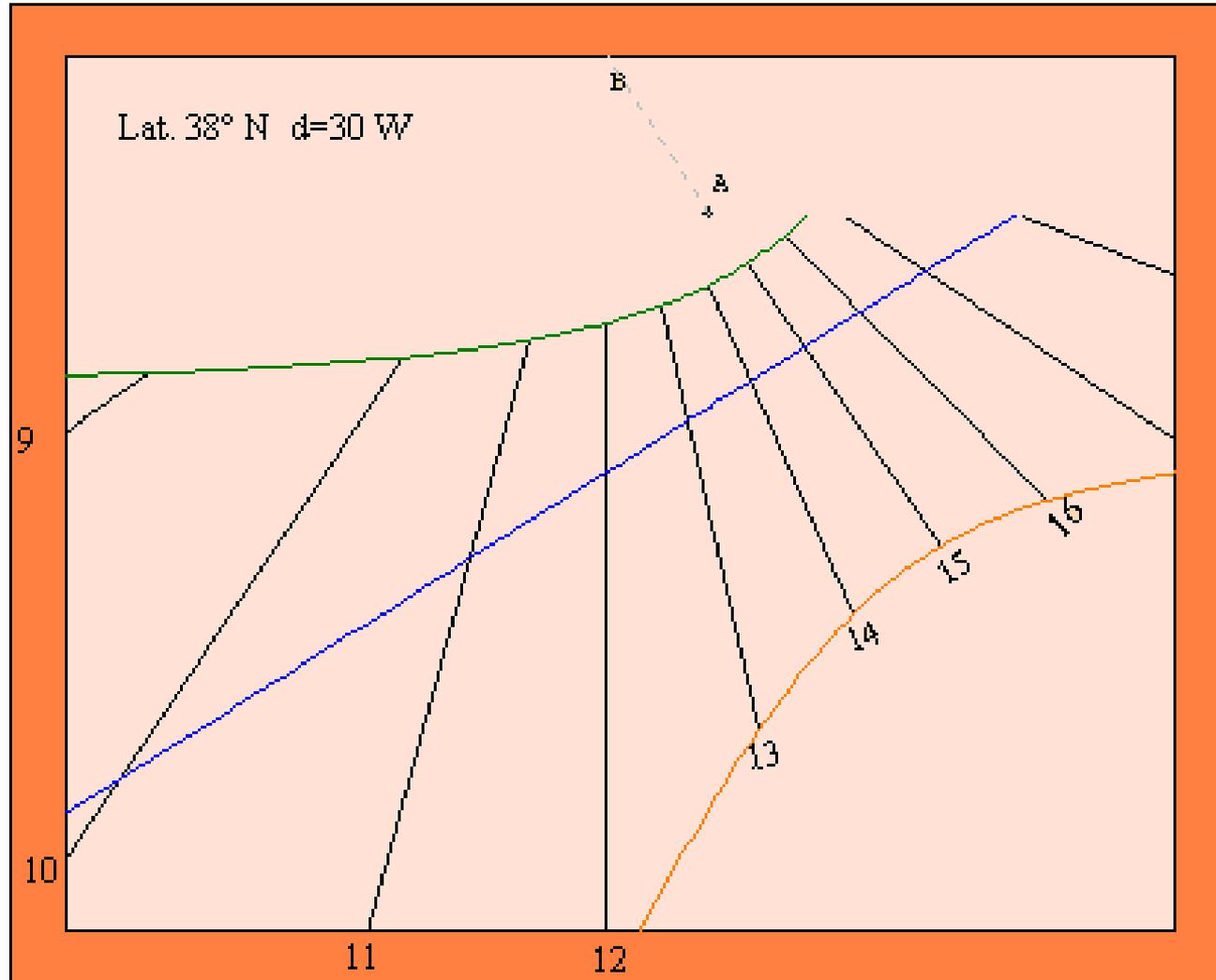
Quadrante declinante sud o DIRETTO



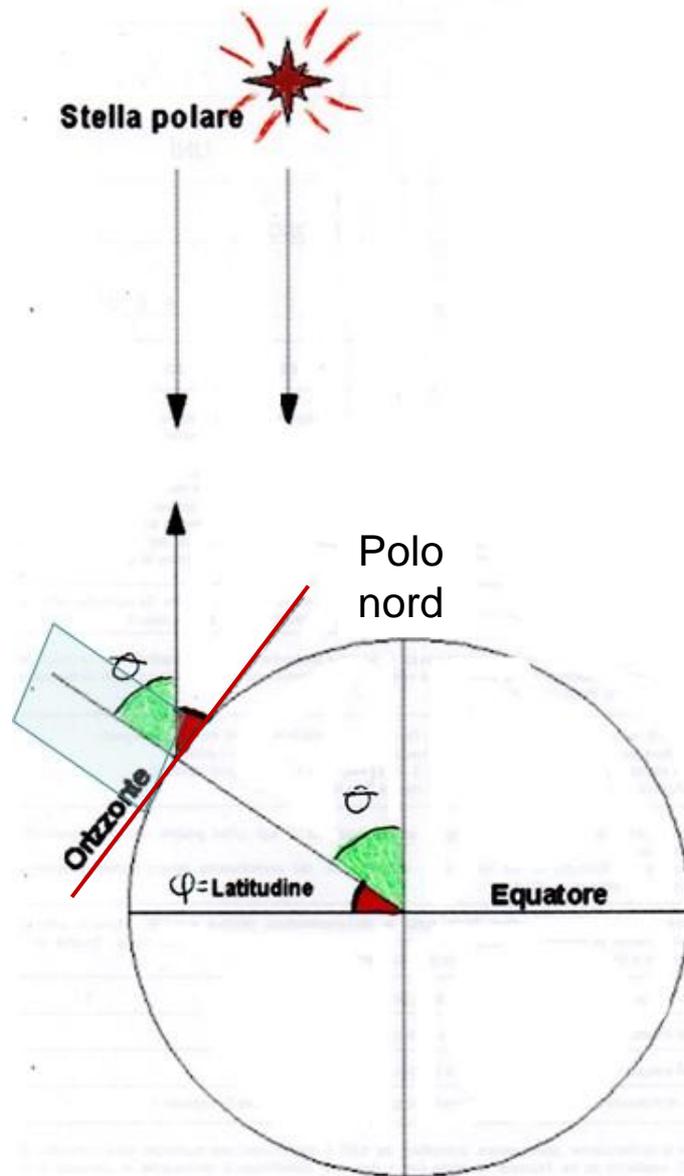
Quadrante declinante est



Quadrante declinante ovest



OROLOGI SOLARI ORIZZONTALI

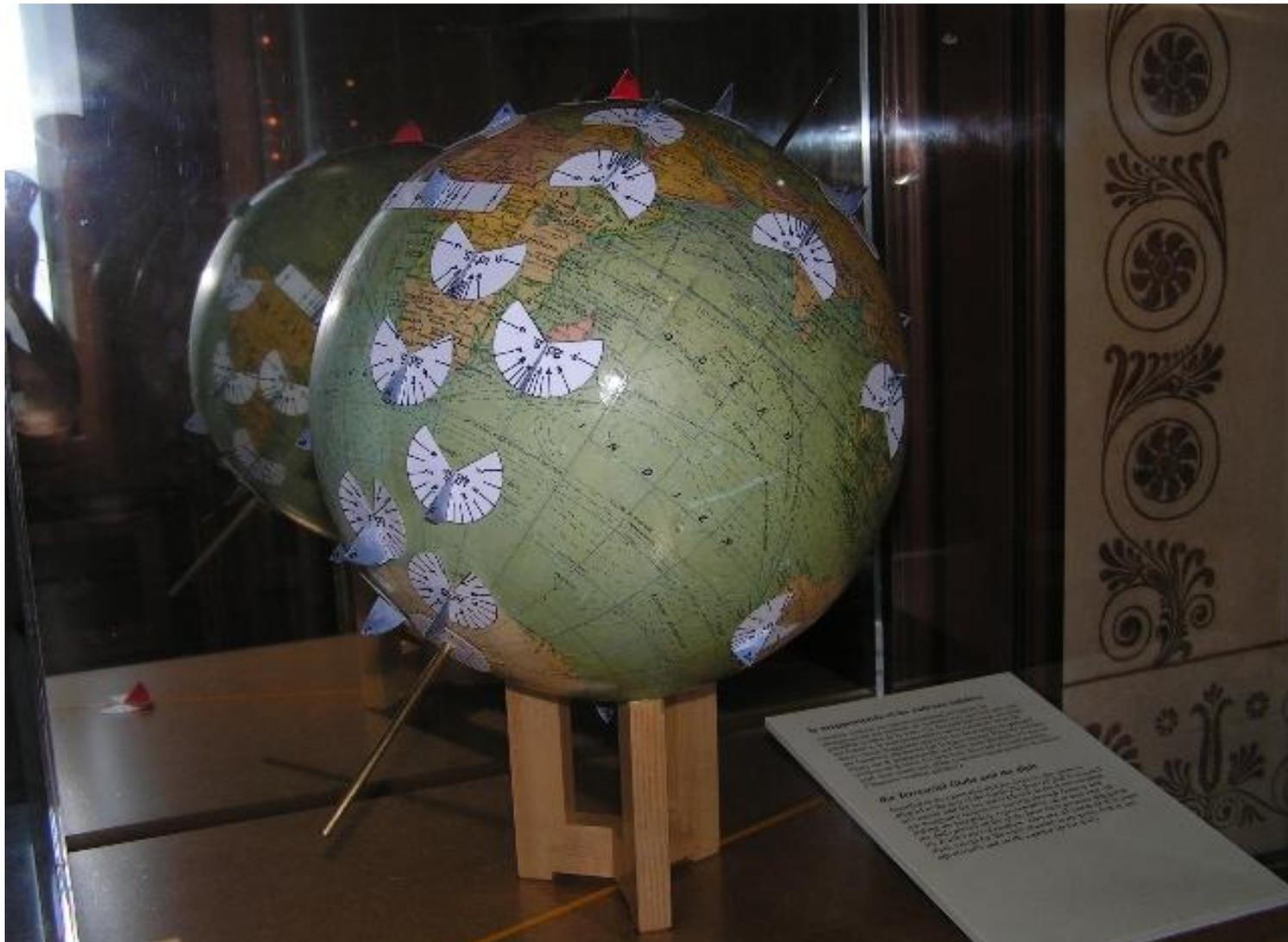


L'orologio solare orizzontale giace sul piano dell'orizzonte (linea rossa in figura). Lo stilo polare è parallelo all'asse di rotazione della terra quindi giace sul piano meridiano e forma con il piano orizzontale un angolo uguale alla latitudine del luogo (cioè l'altezza della polare sull'orizzonte).

Orologio orizzontale su piano di marmo



Ginevra, Museo sul lago Lemano. Interessante rappresentazione dell'aspetto di un orologio solare orizzontale alle varie latitudini



Esperienza di laboratorio: il giardino delle ore del Mondo

Lo scopo è quello di realizzare alcuni orologi solari orizzontali ciascuno calcolato per una diversa città della Terra e posizionarli (cioè orientarli) nel giardino della scuola così che indichino, a Poggio Mirteto, l'ora della città cui ciascun orologio si riferisce. Le ore in ombra di ciascun quadrante corrispondono alle ore notturne della corrispondente città. L'ingresso dei raggi solari sul quadrante ci indicherà l'alba e l'arrivo dell'ombra ci indicherà il tramonto nella città rappresentata.

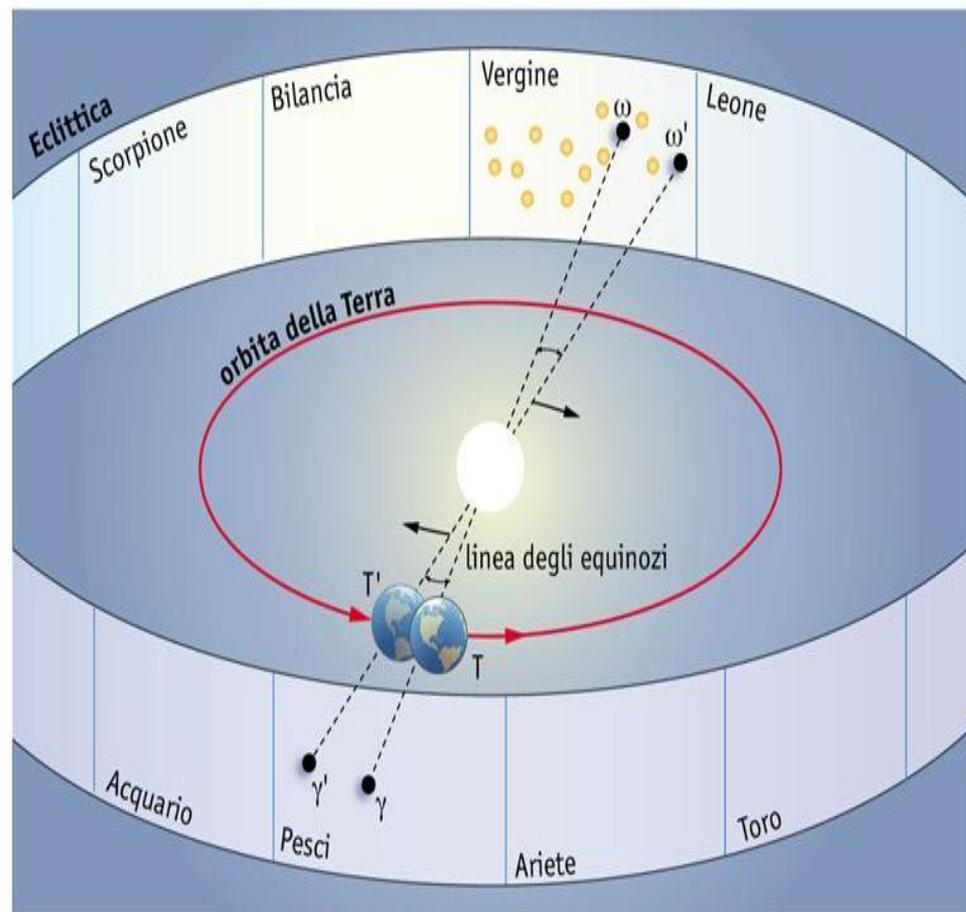
Gli studenti lavoreranno in gruppi di due o tre persone e, ciascun gruppo realizzerà un quadrante orizzontale, compresi gli elementi decorativi (quadranti realizzati con un doppio strato di policarbonato trasparente dipinto all'interno dei due strati).



Che giorno è?
Di quale anno?

L'anno sidereo, il tempo che la Terra impiega a compiere una rivoluzione completa intorno al Sole, ha una durata di **365 giorni, 6 ore, 9 minuti e 10 secondi**.

L'anno solare, il tempo che intercorre tra due passaggi del Sole allo Zenit sullo stesso tropico, ha una durata di **365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 46 secondi**



Anno
sidereo
e
Anno
solare



Anno civile

Deve avere un numero intero di giorni per essere utilizzato nelle attività quotidiane

Suddiviso in 12 mesi lunari con una durata complessiva di 355 giorni. Ogni 2 anni si aggiungeva un mese intercalare di 22 giorni per recuperare 'il ritardo' dei giorni rispetto all'anno solare.

Calendario romano

Anno civile di 365 giorni con un giorno in più ogni 4 anni nel mese di febbraio (anno bisestile) per recuperare la differenza di 6 ore ogni anno rispetto all'anno solare.

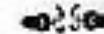
Calendario giuliano

Calendario gregoriano

Riforma gregoriana: versione leggermente modificata del calendario giuliano. Si eliminarono i 10 giorni di differenza tra anno solare e anno civile saltando dal 4 ottobre 1582 al 15 ottobre 1582 e per evitare di nuovo l'errore, si stabilì che fra gli anni di inizio secolo dovessero essere considerati bisestili solo quelli in cui le due cifre che precedono gli zeri sono divisibili per 4.

CALENDARIUM GREGORIANVM PERPETVVM.

Orbi Christiano vniuerso à GREGORIO XIII. P. M. pro-
positum. Anno M. D. LXXXII.



GREGORIVS EPISCOPVS
SERVVS SERVORVM DEI
AD PERPETVAM REI MEMORIAM.

NTES gratissimas Pastralis officij nostri curas, et postrema non est, ut quae à sa-
cro Tridentino Concilio sine Apostolica reservata sunt, illa ad finem optatum, Deo
aduntyr producantur. Sane tridentini Concilij Patres, cum ad reliquam congregatio-
nem Breuiary quoque curam adiungerent, tempore tamen ecclesiae rem totam ex
ipsis Concilij decretis ad auctoritatem & iudicium Romani Pontificis reuulerunt.
Ipsa autem Breuiaria praecipue continentur, quorum unam preces, laudesque diui-
ni fecerit, pro quibusque diebus per solucandas complectitur, ceterum per totum ad annos
1582, scilicet, quae a dependentium reuertitur, bñs, & Lunem in mensionibus: Atque illud quidem
solum recordationis Pius 5^{us} Breuiary nostro abfoluendum curauit, atque edidit. Hoc vero, quod no-
minum exigit legitimus Calendary reformationem, simul à Romanis Pontificibus praedecessoribus no-
stris, et scriptis et statum est, verum abfolui, & ad exitum per dies ad hoc usque tempus non potuit, quod
rationes emendandi & alendary, quae calistini mutationem postis proponebantur, propter magnas, &
fere inextinguibiles dissidias, quae huiusmodi de concordatio semper habuit, neque perennes erant, neque
antiquos Ecclesiasticos ritus inuoluerat (quod in primis hoc in re curandam erat) seruabant. Dum
tamen nos huiusmodi Breuiary, in quibus, & de delectatione festi, & de reformatione



Nuovo
Capitolo

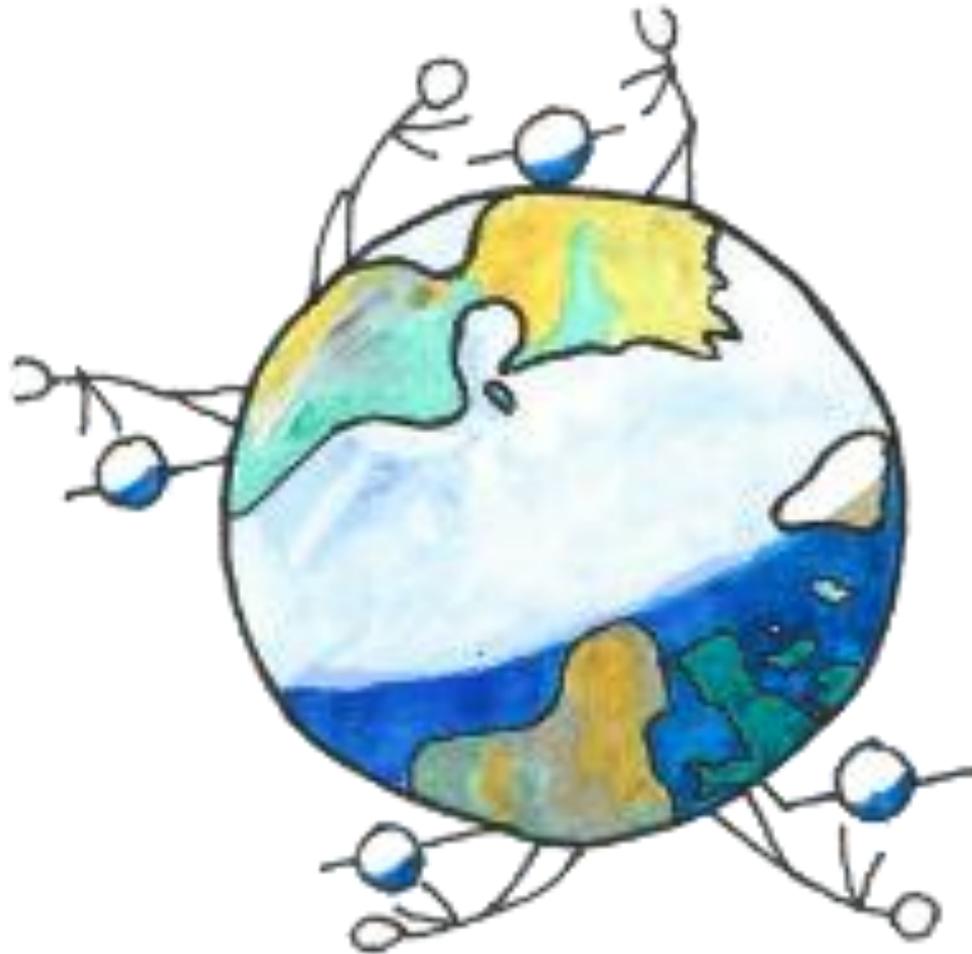
Possiamo vedere la Terra
come gli astronauti?

ORIENTIAMO IL MAPPAMONDO
e..... lo scopriremo!

Il mappamondo orientato



Il mappamondo orientato



Cosa si può capire guardando un mappamondo orientato?

- Il concetto di verticale del luogo: nadir e zenit;
- Il concetto di orizzonte di un luogo;
- Il circolo di illuminazione e il suo movimento al passare del tempo in particolare la situazione «magica» agli equinozi;
- Il verso di rotazione della Terra;
- La visualizzazione dell'altezza del sole durante il giorno e della declinazione del sole nei diversi giorni dell'anno;
- le zone della Terra che si trovano all'alba o al tramonto (crepuscolo);
- Le zone della Terra nelle quali è mezzogiorno o mezzanotte;

- la differenza di orario tra un meridiano ed un altro cioè **che l'ora non dipende dalla latitudine ma solo dalla longitudine;**
- I fusi orari e la linea del cambiamento di data;
- Le stagioni nei luoghi con diversa latitudine (osservando il disco luminoso che attraversa un tubicino cavo, proiettato su piani orizzontali in diversi punti del globo);
- Il ragionamento effettuato da Eratostene per calcolare il raggio della Terra collegato con il sole allo zenit;
- Il verso di rotazione delle ore indicate da un orologio solare nei diversi luoghi della terra.



Mappamondo orientato

Orologi orizzontali sullo stesso parallelo



Foto scattata il 27
Ottobre.

Il polo nord è in ombra
cioè è nel semestre
notturno.

Gli orologi solari
orizzontali sullo stesso
parallelo hanno la
stessa forma ma
indicano ore diverse.

Gli orologi più orientali
hanno ore più
avanzate.

Mappamondo orientato

Orologi orizzontali sullo stesso meridiano



Foto scattata il 27
Ottobre.

Il polo sud è illuminato
dal sole cioè è nel
semestre diurno.
Gli orologi solari
orizzontali sullo stesso
meridiano hanno
forme diverse ma
indicano la stessa ora.

Mappamondo orientato

Orologi orizzontali sullo stesso meridiano

Gli orologi solari orizzontali sullo stesso meridiano hanno tutti forme diverse ma indicano la stessa ora. Il senso di rotazione delle ore nei due emisferi è a contrario e le linee orarie nell'orologio all'equatore costituiscono un fascio di rette parallele.



Esperienza di laboratorio: il mappamondo orientato

L'esperienza di un'ora andrà ripetuta in diversi giorni dell'anno.

Lo scopo è quello imparare ad orientare il mappamondo in base alle considerazioni geometriche e geografiche effettuate, di visualizzare le diverse situazioni e dedurre, al passare delle ore del giorno e dei giorni dell'anno, tutti i concetti precedentemente elencati.

Al termine delle osservazioni lo studente redigerà una relazione dettagliata riportante: materiali, metodi, conduzione dell'esperienza, elaborazione dei dati rilevati (relativi all'orario rilevato in diversi punti della Terra in funzione della differenza di longitudine) e conclusioni.

Bibliografia e sitografia

www.globallocal.net

<https://www.museogalileo.it>

Globo locale e Intercultura. M. Cristina Martin

Youtub 08 02 ERATOSTENE

www.jacopofo.com

www.unibiz.it

www.unige.it

<http://dm.unife.it/matematicainsieme>

<http://www.esa.int/esa-mm/mmg/mmg.pl?type=V&collection=Observing%20the%20Earth>

•3blavis.biogspot.com

[Google](#) earth

Enciclopedia Multimediale Wikipedia

Enciclopedia Multimediale Encarta

Pixabay

