



Università della Terza Età "Cardinale  
Giovanni Colombo" – Milano

A. A. 2022 - 2023

Corso di Archeoastronomia

Docente:

Adriano Gaspani

# La misura del tempo presso le antiche popolazioni alpine



Scala di 1:1.000.000

10 20 30 40 50

(Chilometri)

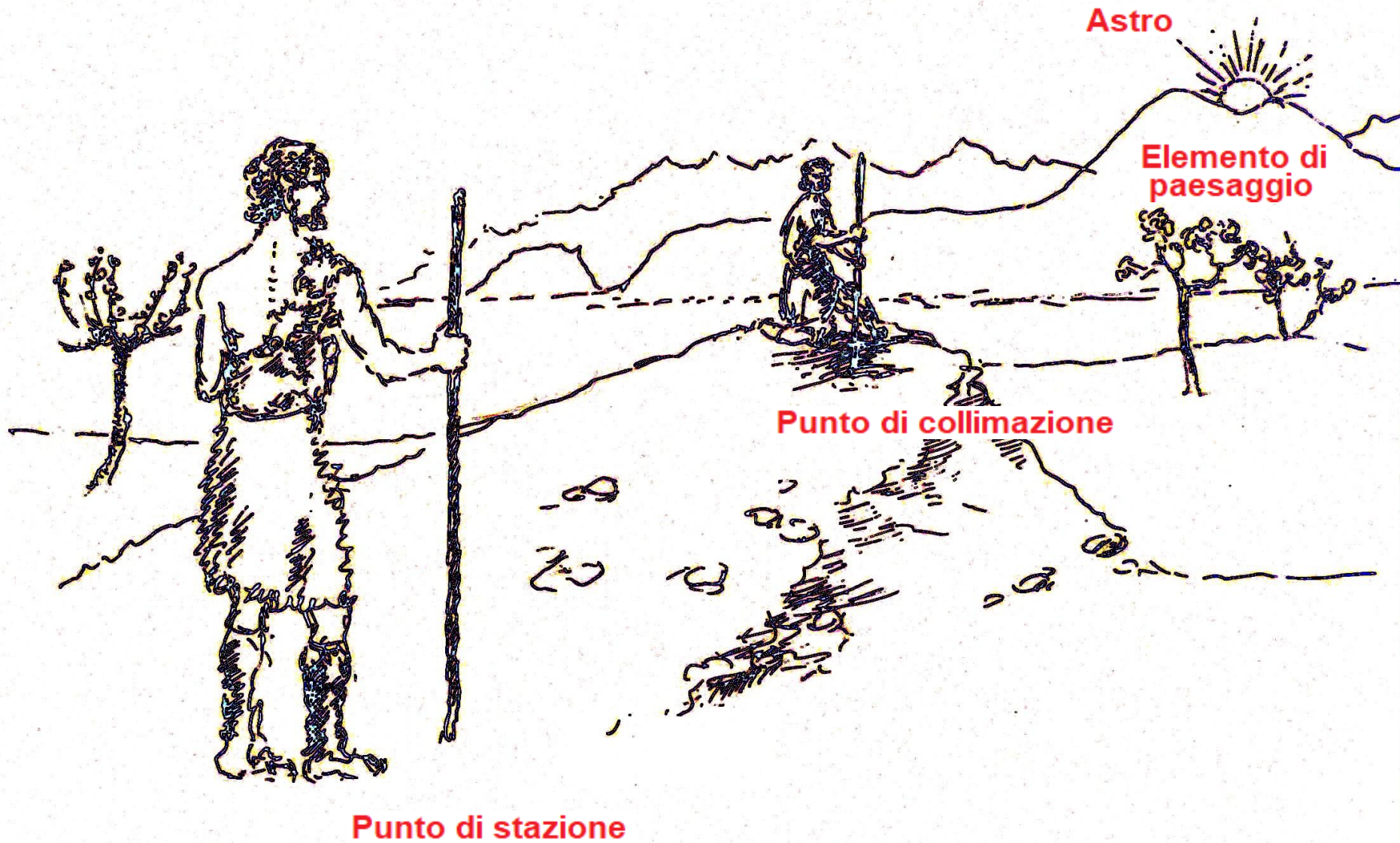




# Archeoastronomia

**Scienza multidisciplinare che ha l'obiettivo di ricostruire la concezione del Cielo del Cosmo e del Tempo delle antiche culture**

# Antichi allineamenti...





# Elementi di Astronomia

## Sistemi di Coordinate

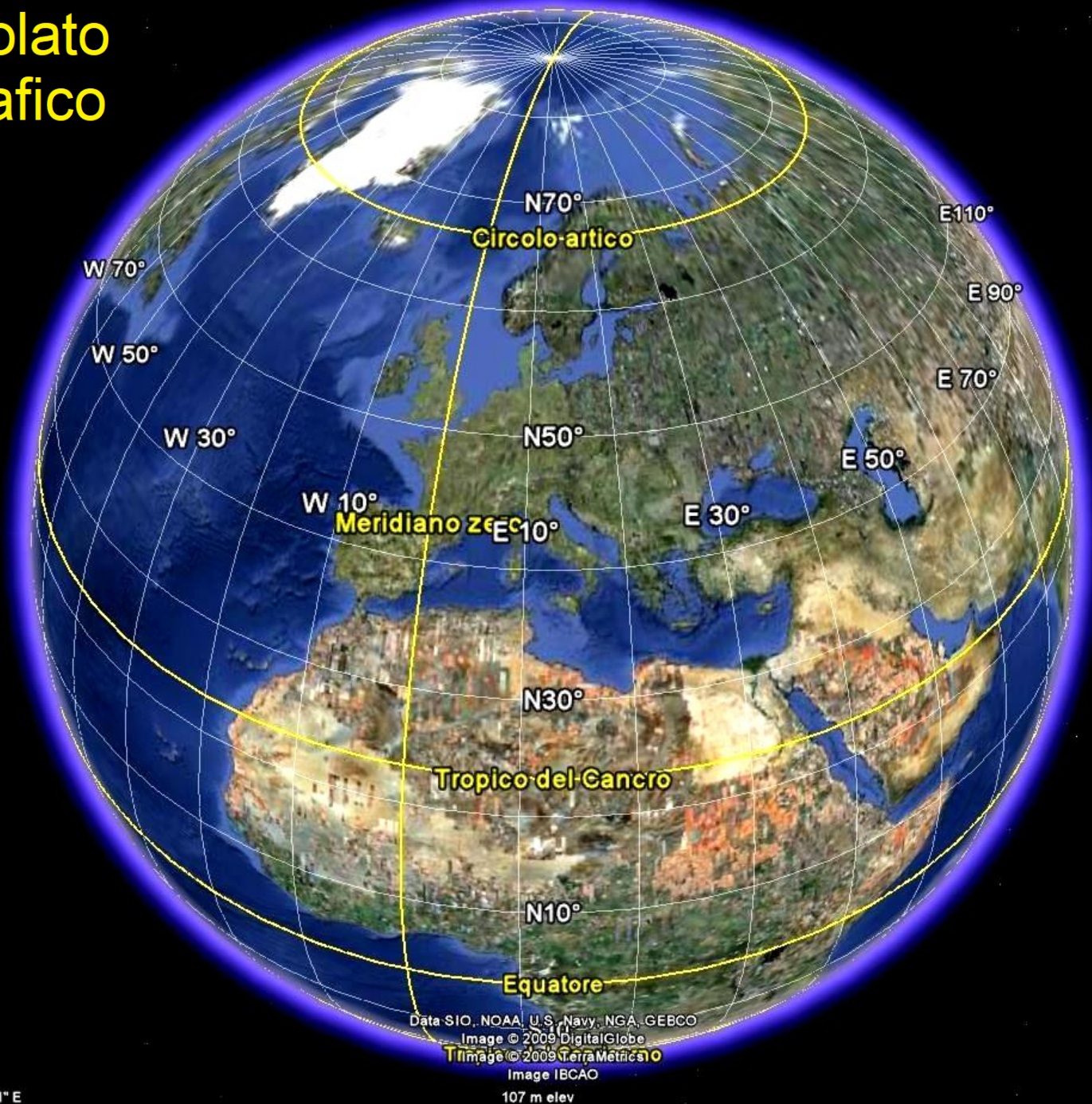




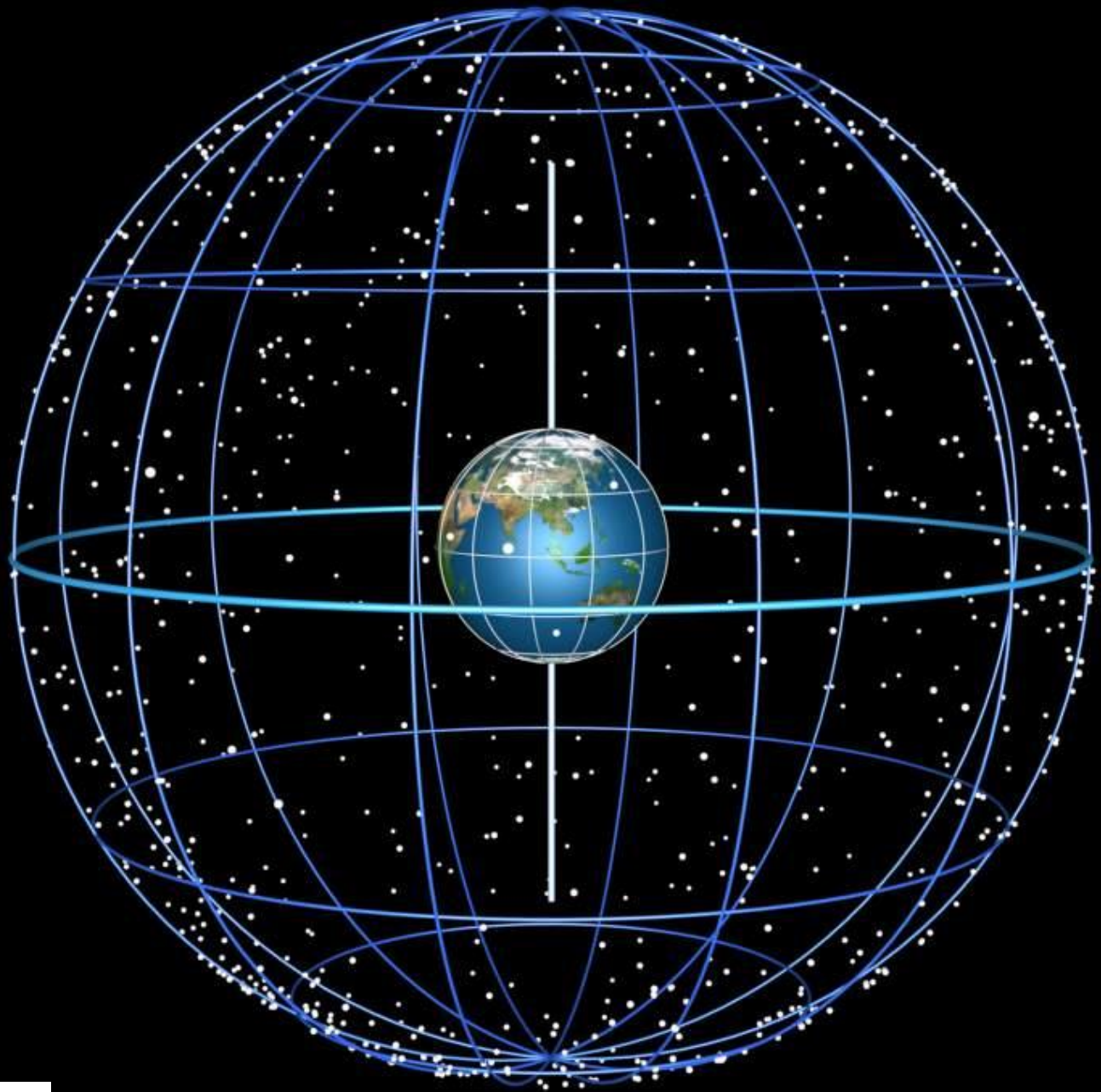
...la Terra

...Credetemi! Vi assicuro che è rotonda...

# Il reticolato geografico

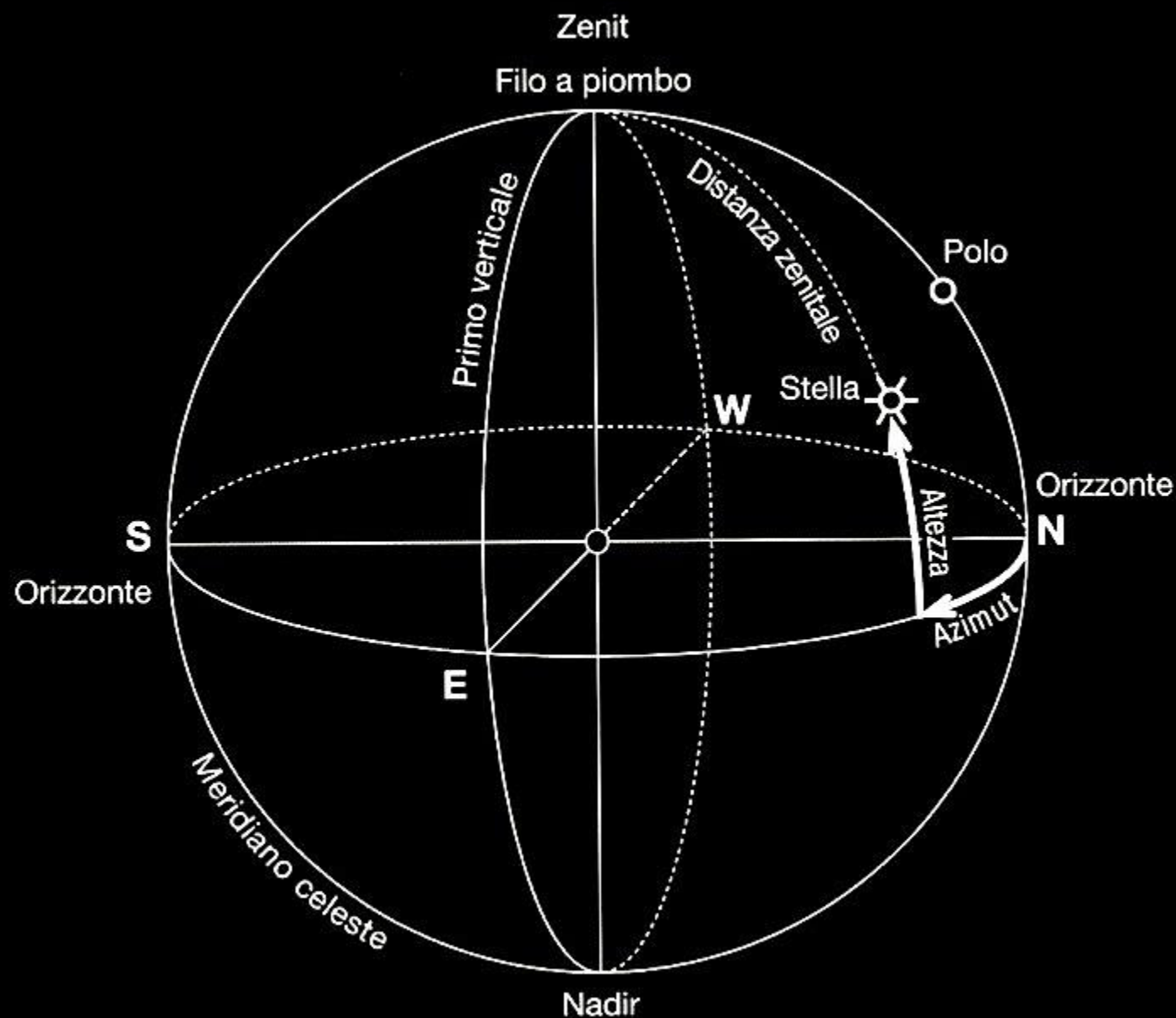






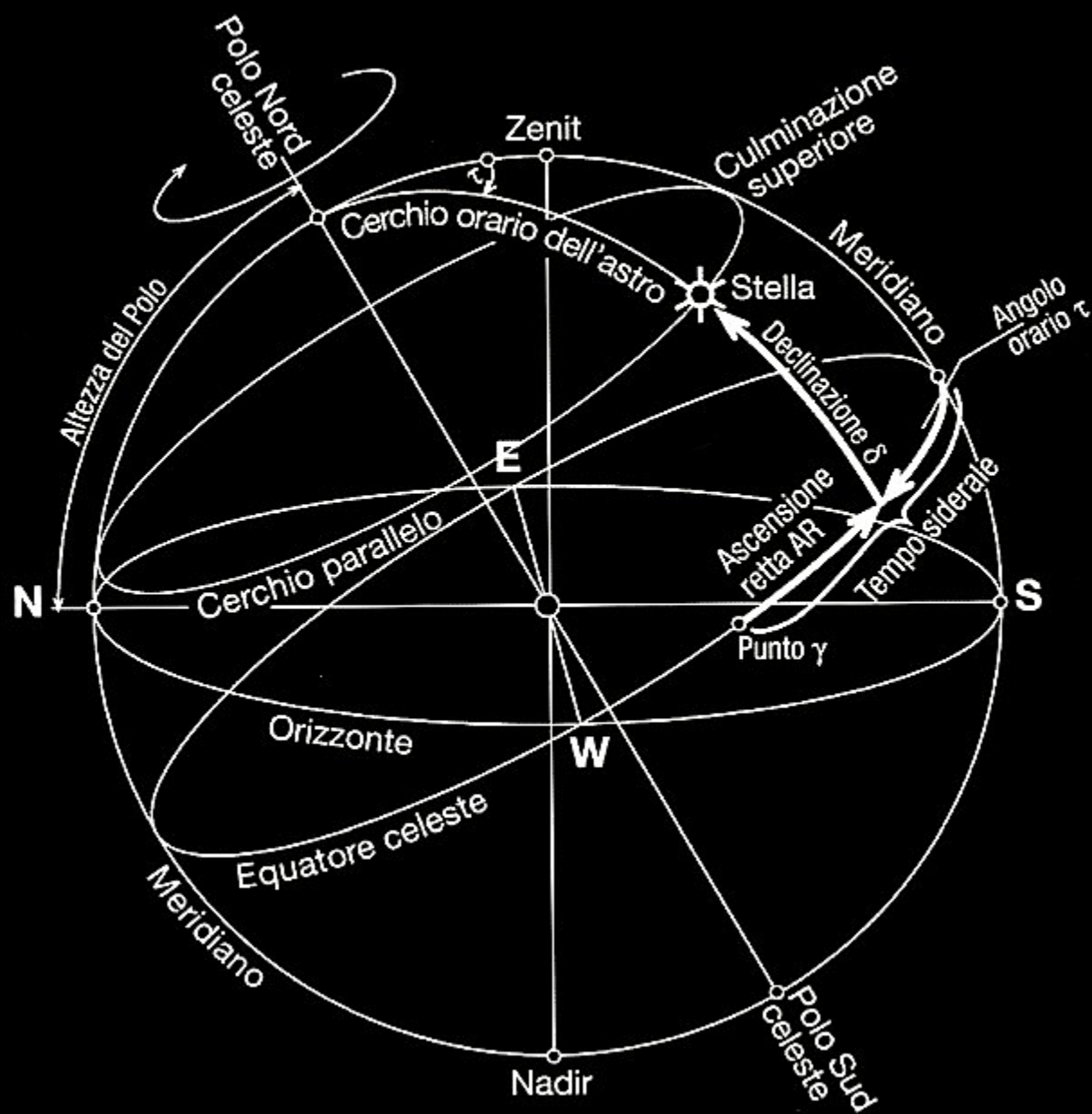
**Sfera Celeste**

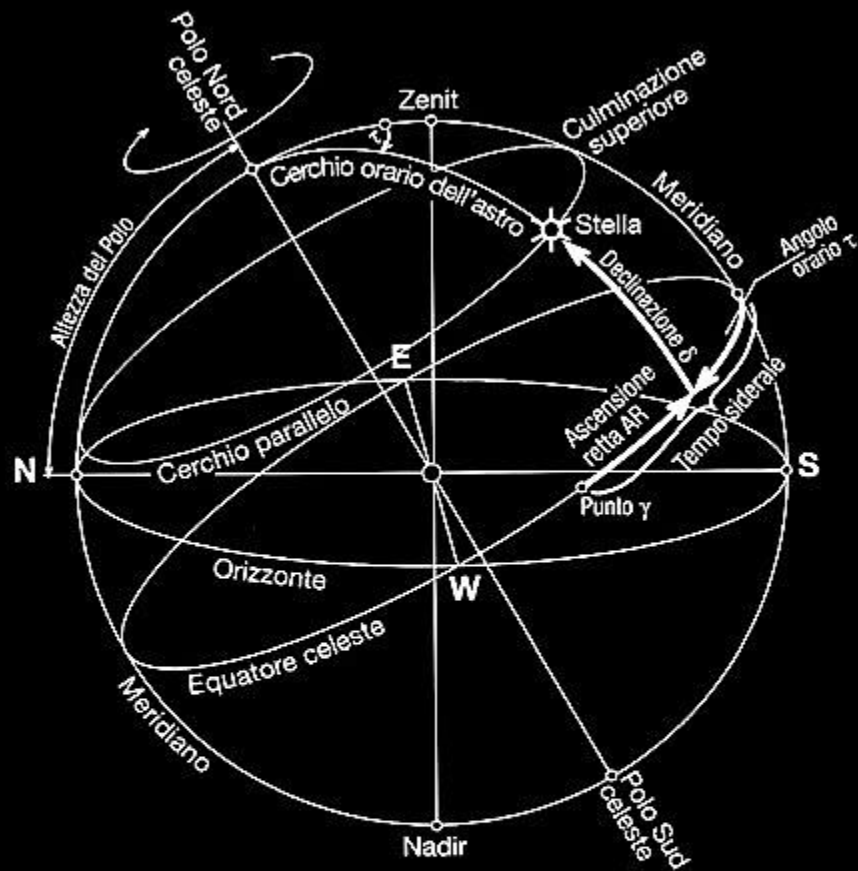
# Coordinate Altazimutali





# Coordinate Equatoriali





## Coordinate Equatoriali celesti

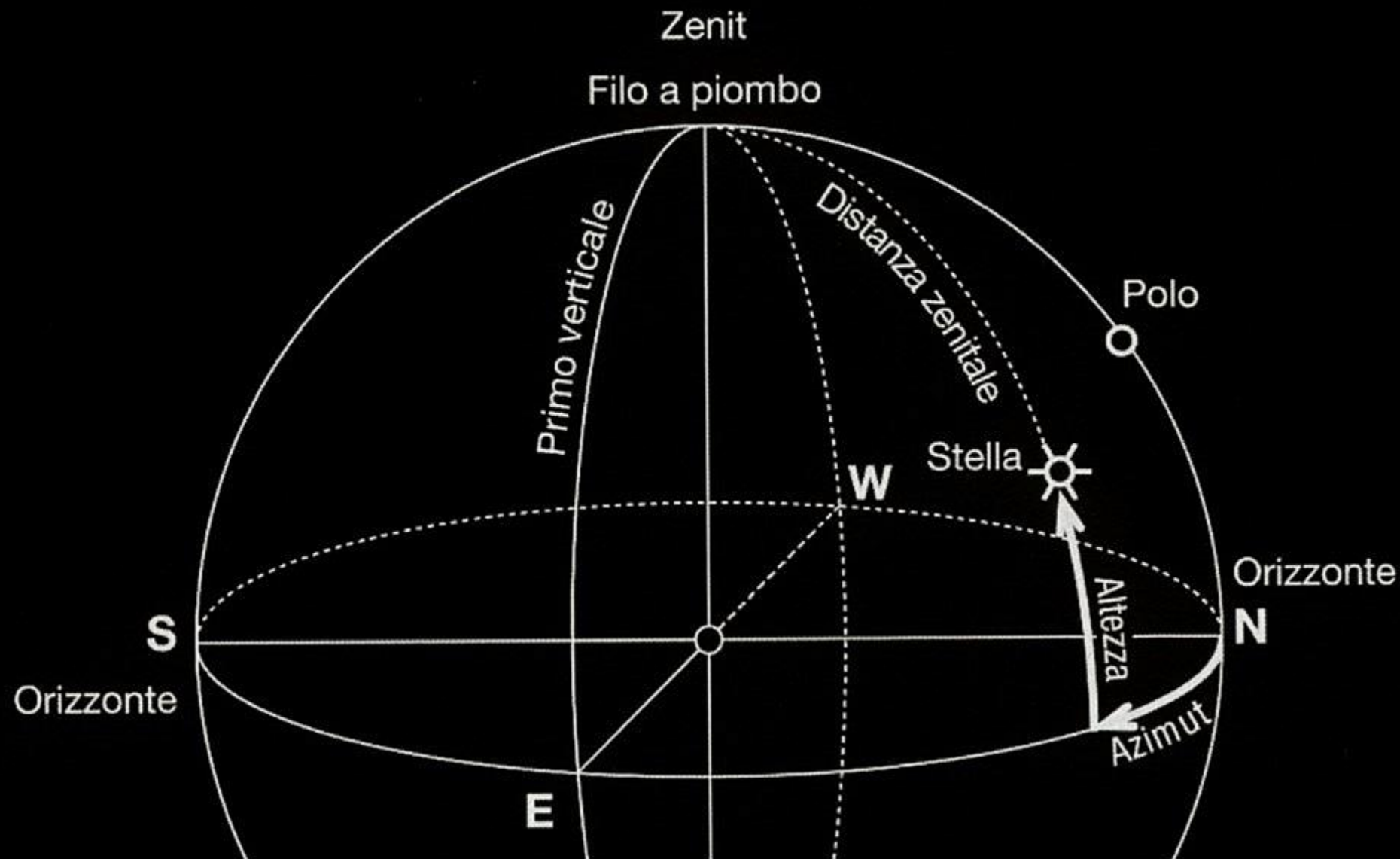


## Coordinate Geografiche terrestri

Inclinazione dell'asse della  
Terra:  $\varepsilon = 23^\circ,5$



# Altezza e Azimut

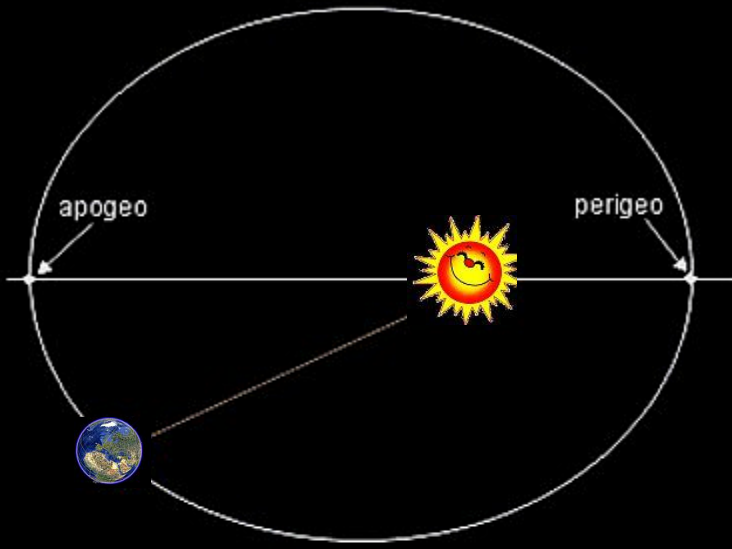


# Misura del Tempo basata sul Sole



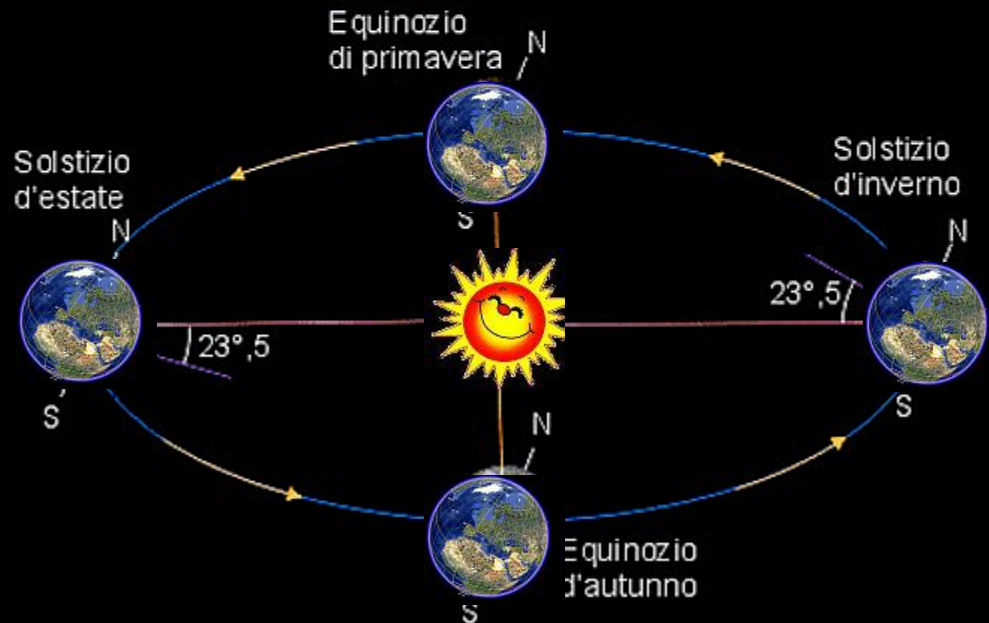
# Ciclo stagionale

Orbita della Terra intorno al Sole

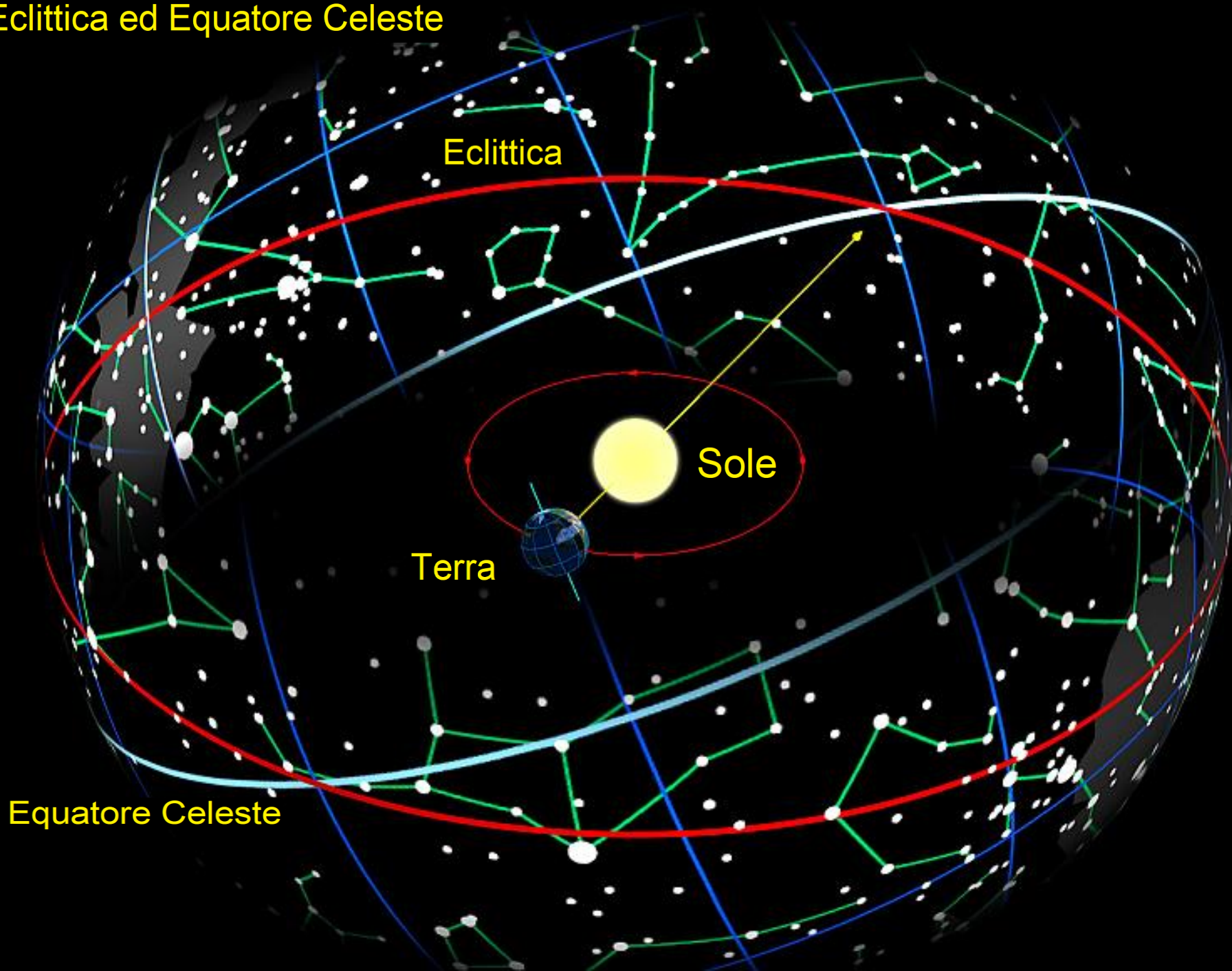


Solstizi ed Equinozi.

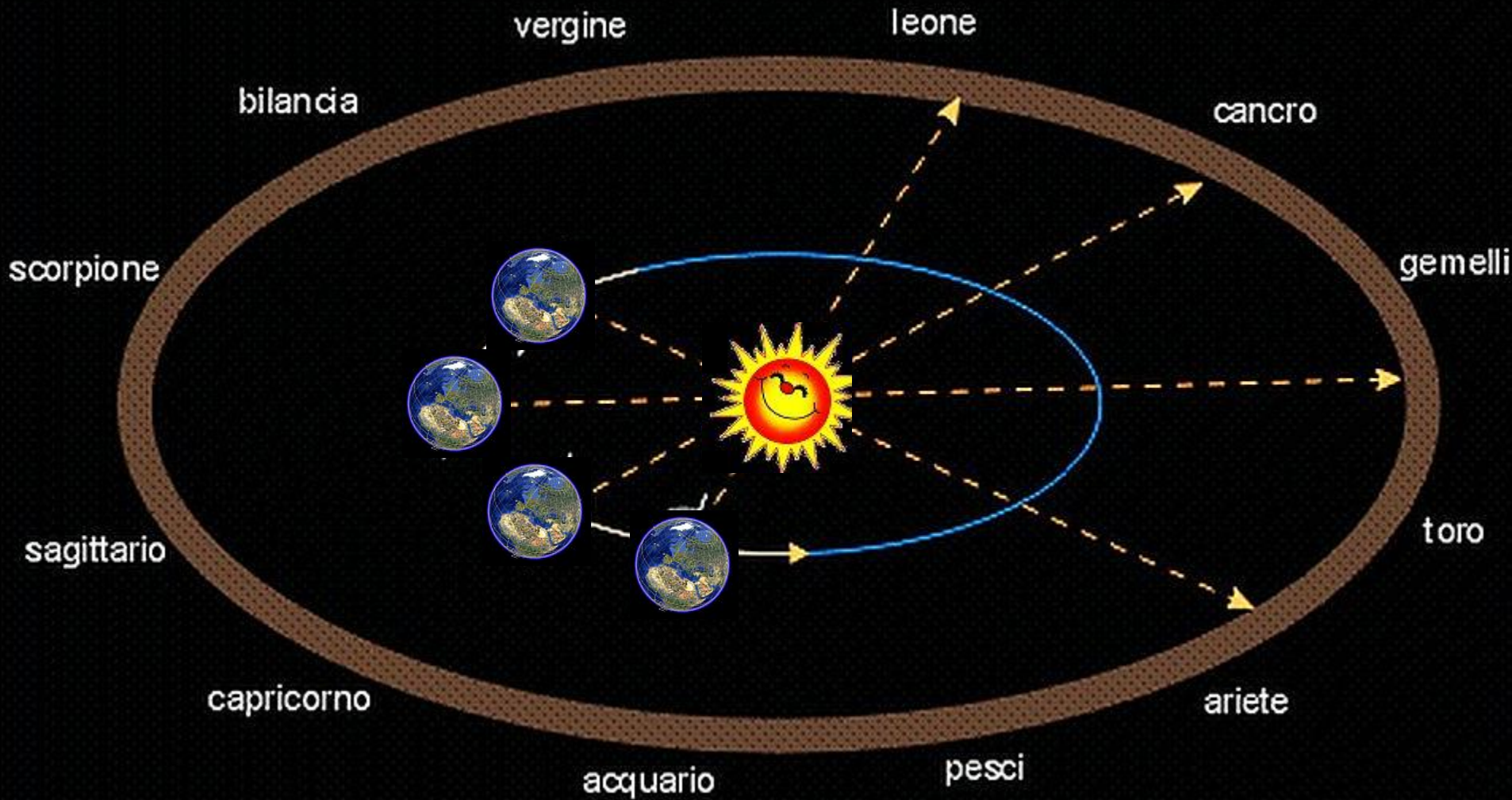
Stagioni  
convenzionali



# Eclittica ed Equatore Celeste

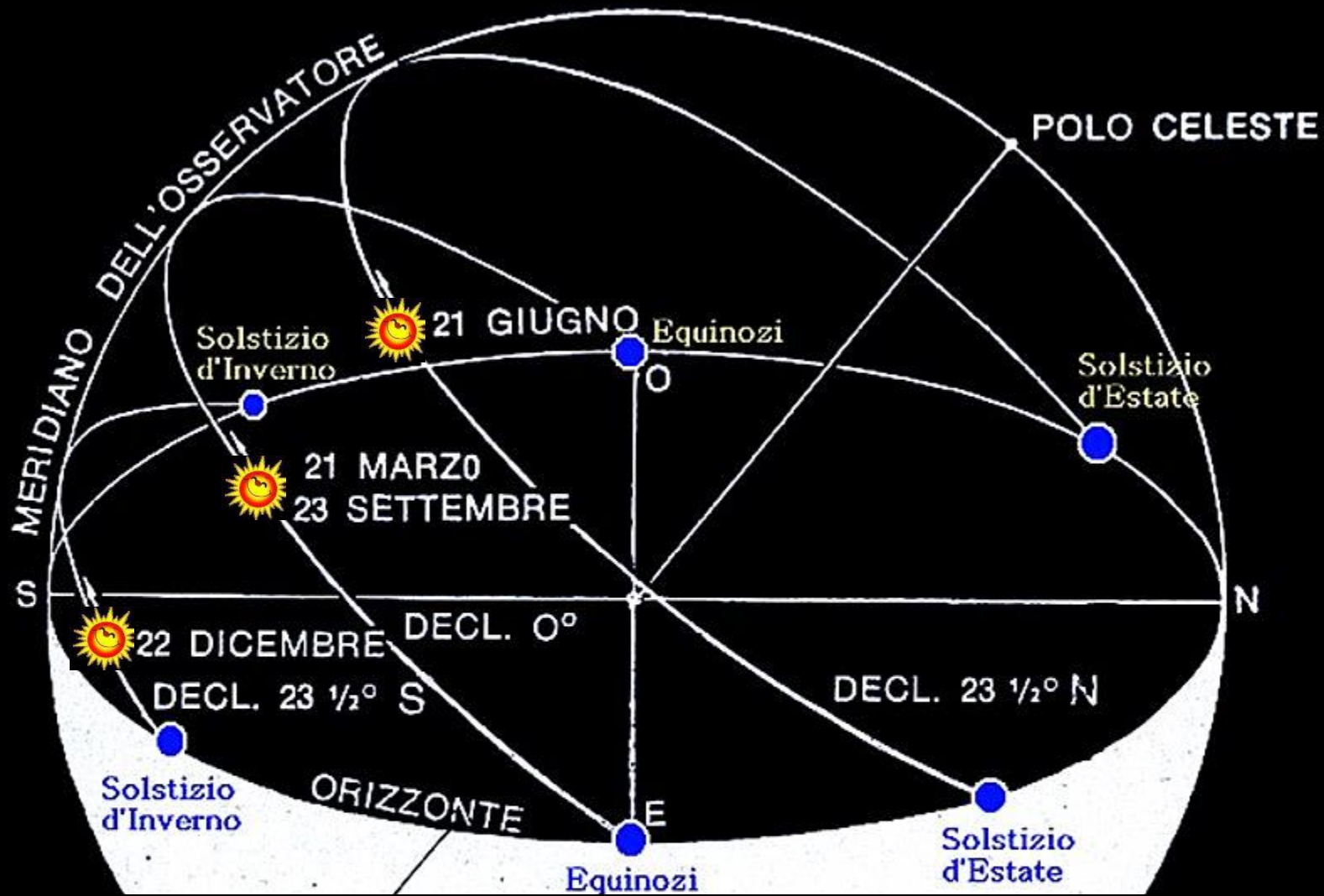


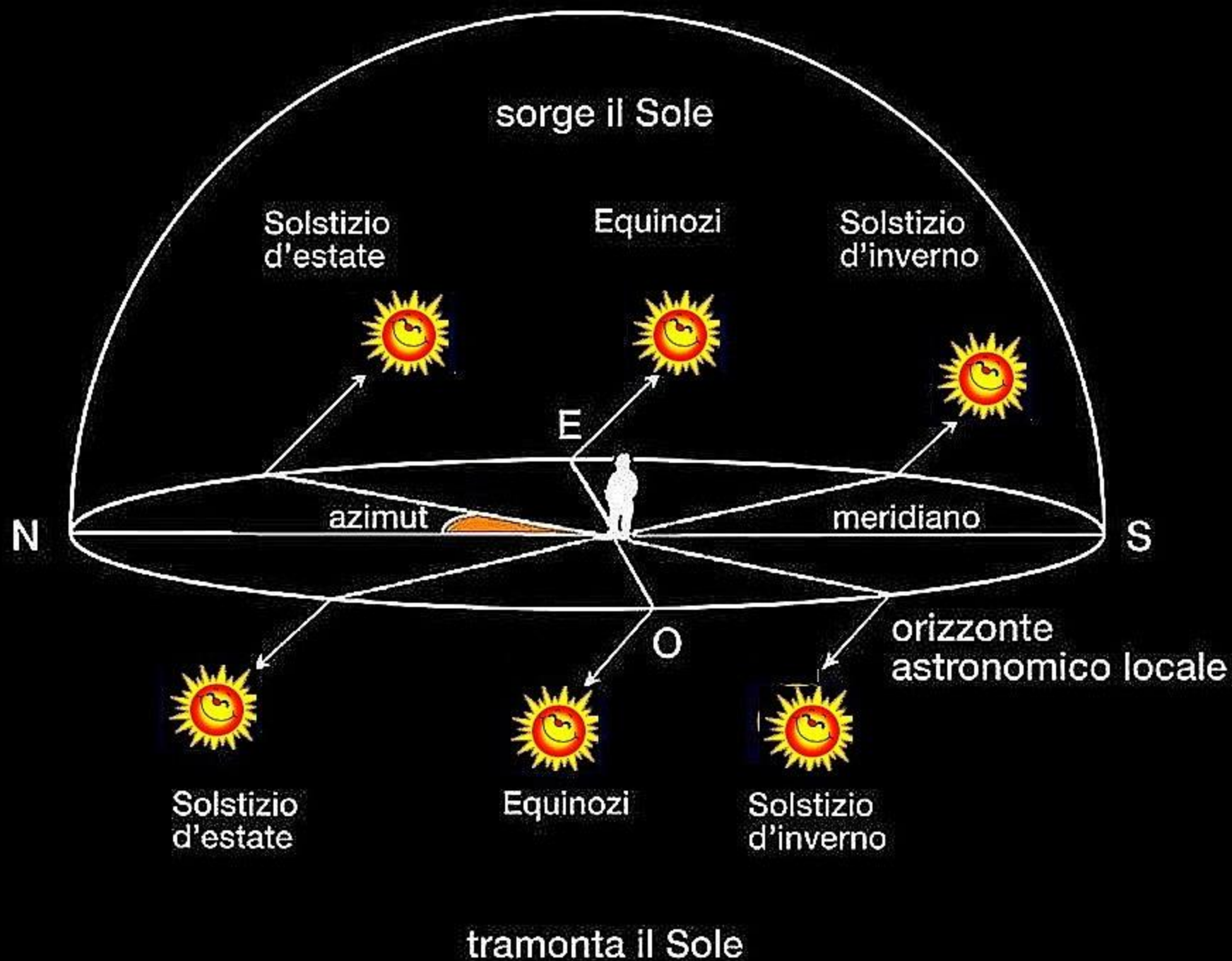
# Segni Zodiacali



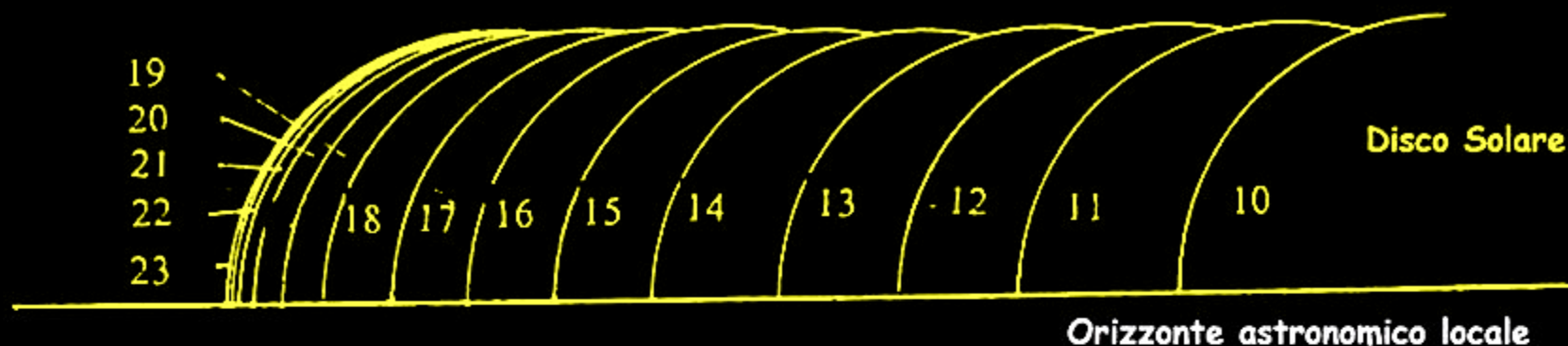




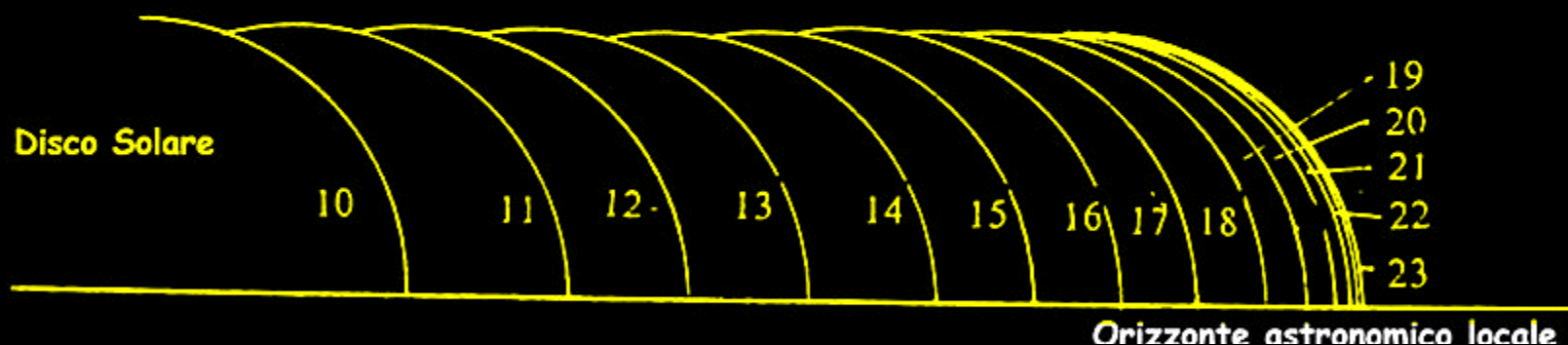








Il lento movimento giornaliero del Sole quando sorge all'orizzonte vicino al solstizio d'estate. Solo accurate osservazioni consentono di stabilire esattamente la data di questo evento con questo metodo. I numeri indicano i giorni di Giugno



Il lento movimento giornaliero del Sole quando sorge all'orizzonte vicino al solstizio invernale. Solo accurate osservazioni consentono di stabilire esattamente la data di questo evento con questo metodo (i numeri indicano i giorni di Dicembre).

# Variazione della declinazione del Sole ai solstizi

| Numero di giorni<br>dal solstizio | $\Delta\delta$ | Variazione dell'Azimut di Levata |                      |                      |                      |
|-----------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                   |                | $\varphi = 30^\circ$             | $\varphi = 40^\circ$ | $\varphi = 50^\circ$ | $\varphi = 60^\circ$ |
| $\pm 1$                           | 0',2           | 0',2                             | 0',3                 | 0',4                 | 0',5                 |
| $\pm 2$                           | 0,8            | 0,8                              | 1,1                  | 1,4                  | 2,3                  |
| $\pm 3$                           | 1,8            | 1,9                              | 2,5                  | 3,2                  | 5,1                  |
| $\pm 4$                           | 3,2            | 3,4                              | 4,4                  | 5,7                  | 9,2                  |
| $\pm 5$                           | 5,0            | 5,4                              | 7,0                  | 8,9                  | 14,3                 |
| $\pm 6$                           | 7,2            | 7,7                              | 10,0                 | 12,8                 | 20,6                 |
| $\pm 7$                           | 9,8            | 10,5                             | 13,6                 | 17,4                 | 28,0                 |

Variazione della Declinazione  $\Delta\delta$  e dell'Azimut di levata del Sole all'orizzonte astronomico locale nei 7 giorni precedenti e seguenti ai solstizi, a diverse latitudini geografiche.

# Azimut di sorgere del Sole ai solstizi a diverse epoche

| Epoca  | Latitudine: + 20° |         | Latitudine: 40° |         | Latitudine: + 60° |         |
|--------|-------------------|---------|-----------------|---------|-------------------|---------|
| – 4000 | 64°,24            | 115°,76 | 57°,77          | 122°,23 | 35°,22            | 144°,78 |
| – 3000 | 64,34             | 115,66  | 57,90           | 122,10  | 35,50             | 144,50  |
| – 2000 | 64,45             | 115,56  | 58,04           | 121,96  | 35,81             | 144,19  |
| – 1000 | 64,57             | 115,43  | 58,19           | 121,81  | 36,16             | 143,84  |
| 000    | 64,70             | 115,30  | 58,36           | 121,64  | 36,53             | 143,47  |
| + 1000 | 64,82             | 115,18  | 58,53           | 121,47  | 36,89             | 143,11  |
| + 2000 | 64,96             | 115,04  | 58,71           | 121,29  | 37,29             | 142,71  |

Azimut di sorgere del Sole ai solstizi a diverse latitudini geografiche dal –4000 al 2000.

Solstizio  
d'estate

Solstizio  
d'inverno

Solstizio  
d'estate

Solstizio  
d'inverno

Solstizio  
d'estate

Solstizio  
d'inverno



*Durata dell'arco notturno del Sole (durata della notte espressa in ore)*

| <div> <div>Latitudine<br/>(in gradi)</div> <div>Data</div> </div> | - 20 | - 10 | 0    | + 10 | + 20 | + 30 | + 40 | + 50 | + 60 | + 70 | + 80 |
|-------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15 gennaio                                                        | 10.9 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 13.1 | 13.7 | 14.5 | 15.7 | 17.6 | 24.0 | 24.0 |
| 15 febbraio                                                       | 11.4 | 11.7 | 12.0 | 12.3 | 12.6 | 13.0 | 13.5 | 14.1 | 15.1 | 17.2 | 24.0 |
| 15 marzo                                                          | 11.9 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.1 | 12.2 | 12.2 | 12.3 | 12.5 | 12.7 | 13.5 |
| 15 aprile                                                         | 12.5 | 12.2 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.2 | 10.9 | 10.4 | 9.7  | 8.2  | 1.5  |
| 15 maggio                                                         | 13.0 | 12.5 | 12.0 | 11.5 | 11.0 | 10.5 | 9.8  | 8.8  | 7.2  | 2.6  | 0.0  |
| 15 giugno                                                         | 13.2 | 12.6 | 12.0 | 11.4 | 10.8 | 10.1 | 9.2  | 7.9  | 5.6  | 0.0  | 0.0  |
| 15 luglio                                                         | 13.2 | 12.5 | 12.0 | 11.5 | 10.9 | 10.2 | 9.4  | 8.2  | 6.2  | 0.0  | 0.0  |
| 15 agosto                                                         | 12.7 | 12.3 | 12.0 | 11.7 | 11.3 | 10.9 | 10.4 | 9.6  | 8.5  | 6.1  | 0.0  |
| 15 settembre                                                      | 12.1 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.9 | 11.8 | 11.7 | 11.5 | 11.3 | 10.9 | 9.8  |
| 15 ottobre                                                        | 11.6 | 11.8 | 12.0 | 12.2 | 12.4 | 12.7 | 13.0 | 13.4 | 14.1 | 15.4 | 20.4 |
| 15 novembre                                                       | 11.1 | 11.5 | 12.0 | 12.5 | 12.9 | 13.5 | 14.2 | 15.2 | 16.8 | 21.0 | 24.0 |
| 15 dicembre                                                       | 10.8 | 11.4 | 12.0 | 12.6 | 13.2 | 13.9 | 14.8 | 16.1 | 18.4 | 24.0 | 24.0 |

# Equinozi e Solstizi

(prima del 1582)

## Equinozio di Primavera

$$Tep = \text{Marzo} (22,8 - 0,0078 \cdot \text{anno} + \dots)$$

## Solstizio d'Estate

$$Tse = \text{Giugno} (24,8 - 0,0078 \cdot \text{anno} + \dots)$$

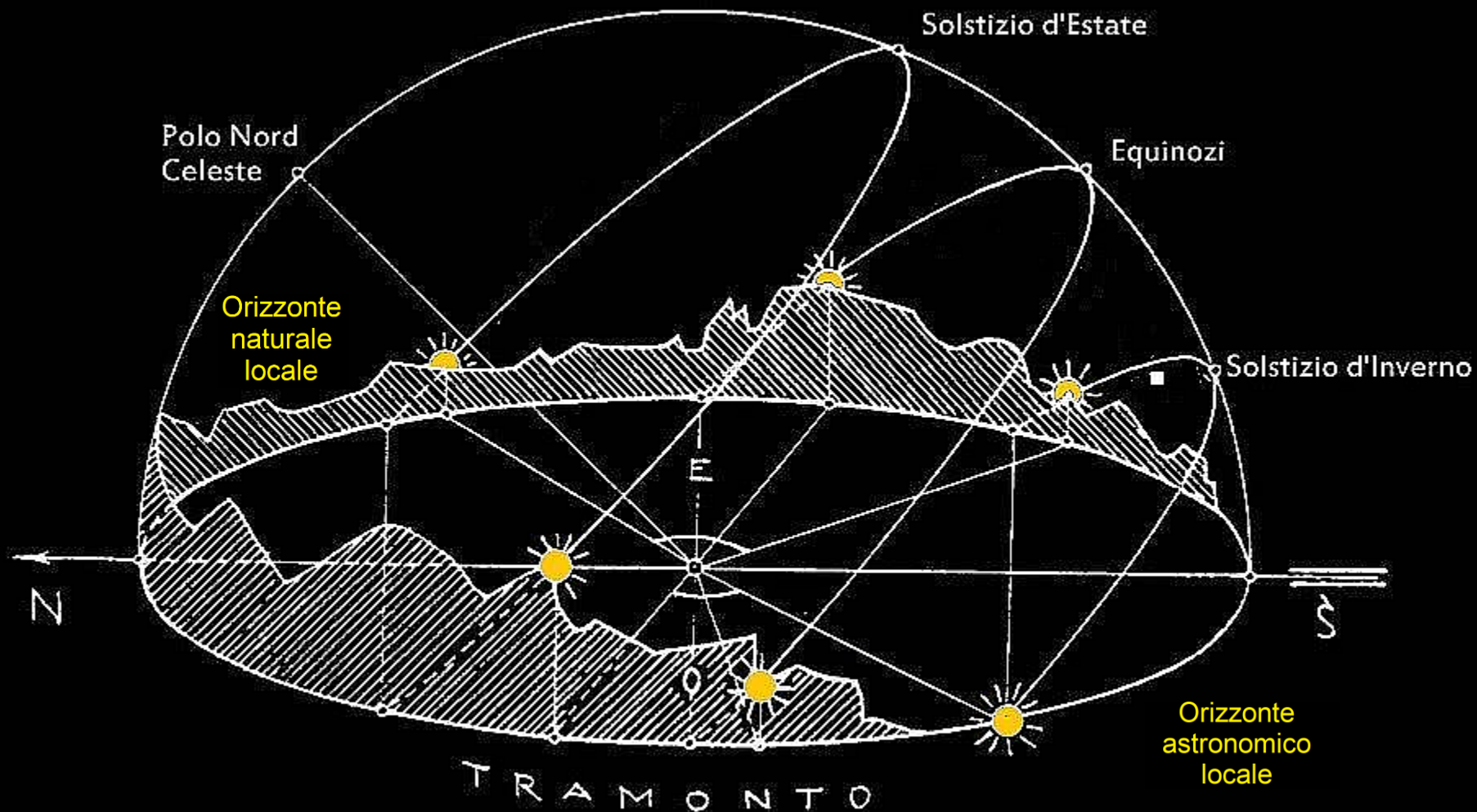
## Equinozio di Autunno

$$Tea = \text{Settembre} (25,2 - 0,0078 \cdot \text{anno} + \dots)$$

## Solstizio d'Inverno

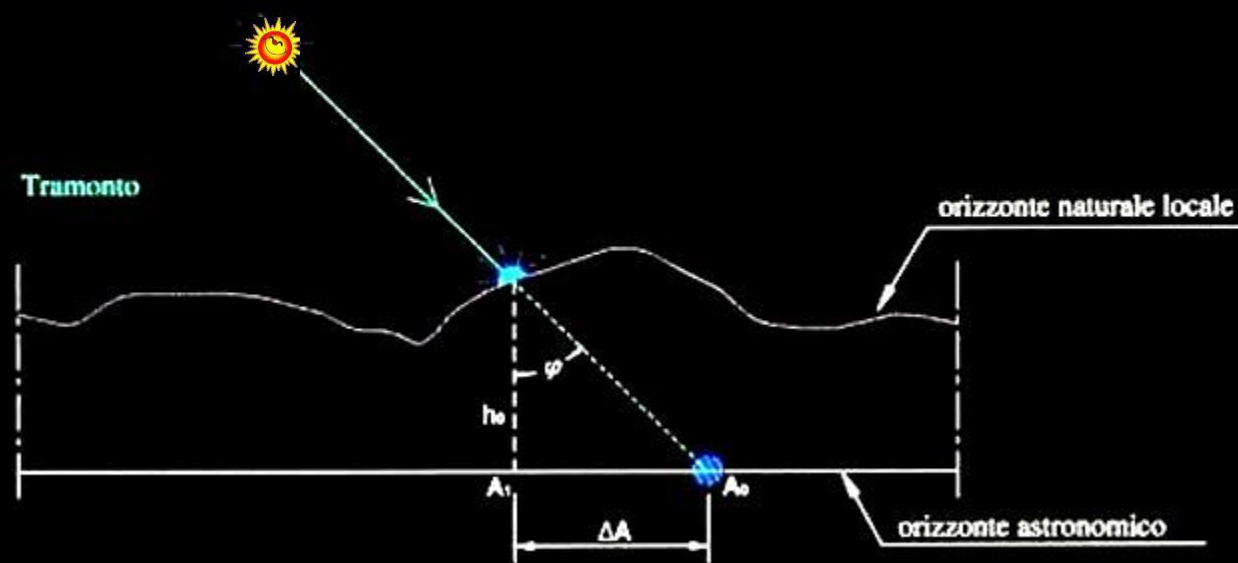
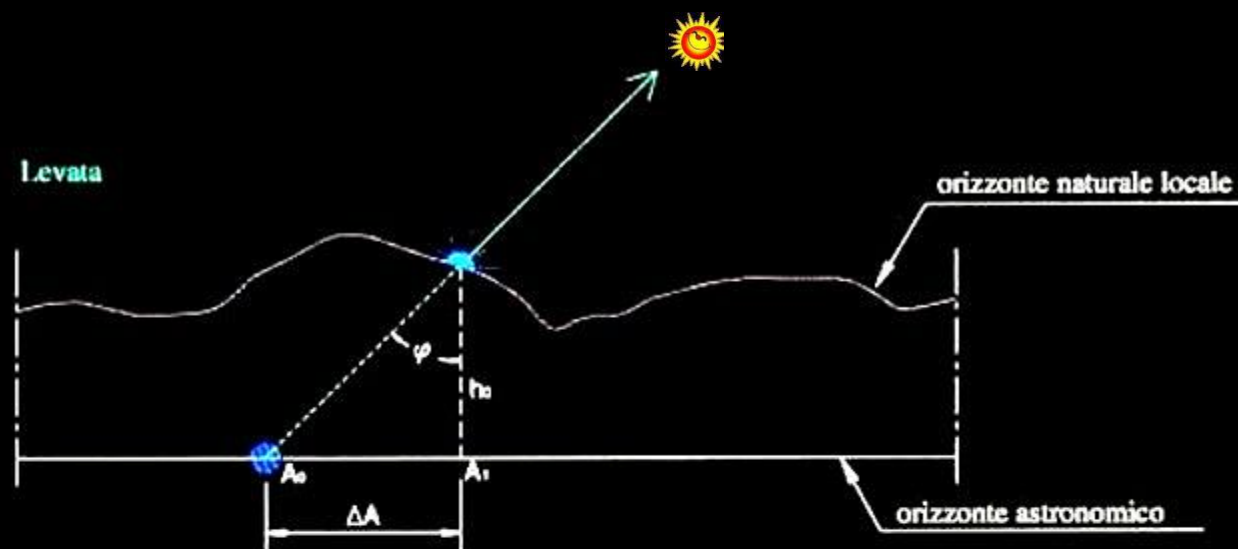
$$Tsi = \text{Dicembre} (22,9 - 0,0078 \cdot \text{anno} + \dots)$$

$$V(t) = (\underbrace{365,2422}_{\text{anno tropico solare}} - \underbrace{365,25}_{\text{anno giuliano di calendario}}) = -0,0078 \text{ giorni/anno}$$



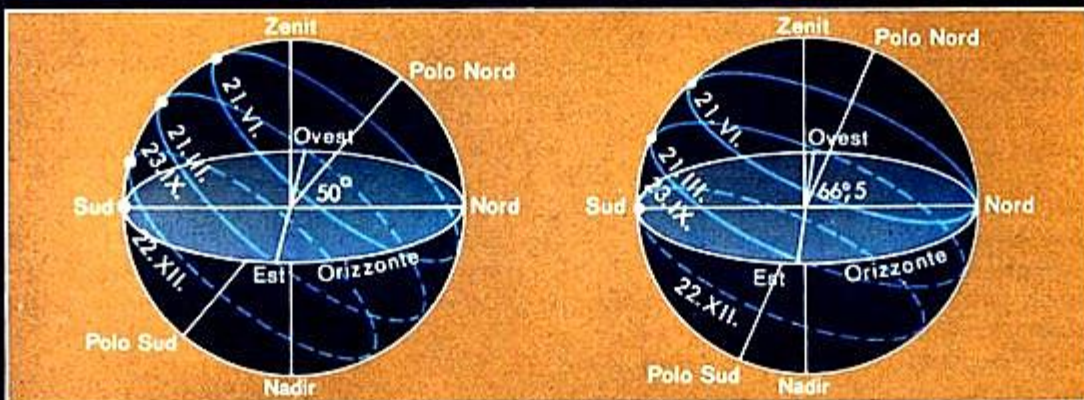
Traiettorie apparenti del Sole in una località alpina





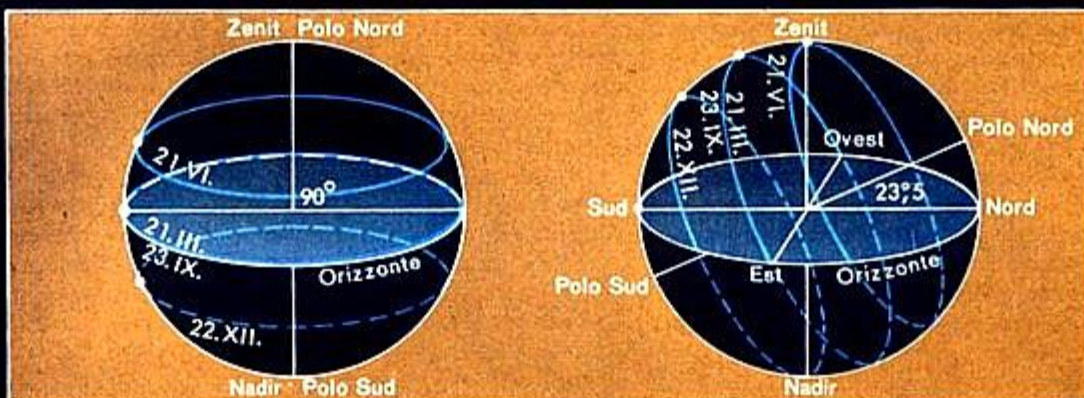
Lo spostamento in azimut dovuto all'altezza dell'orizzonte naturale locale  
 Alla levata l'azimut aumenta:  $A_0 < A_1$ ; Al tramonto l'azimut diminuisce:  $A_0 > A_1$ .

# Traiettorie apparenti del Sole a differenti latitudini geografiche



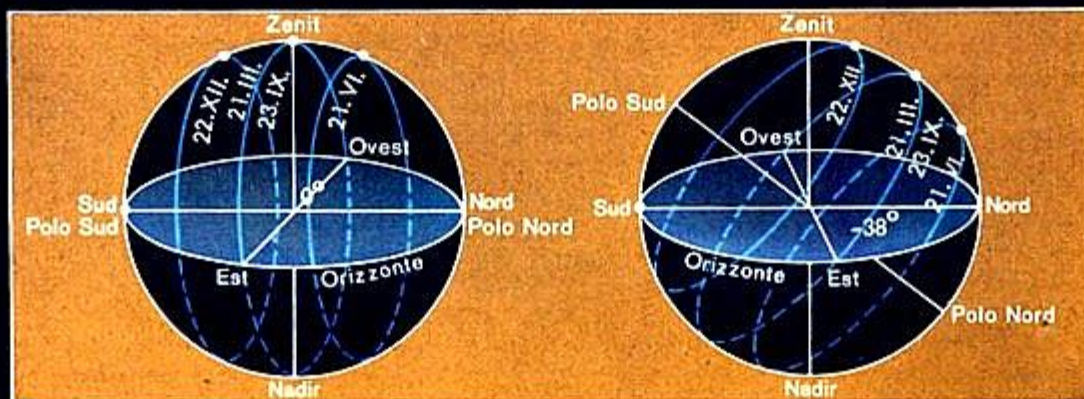
B) Orbita apparente del Sole per  $\varphi = 50^\circ$

C) Orbita apparente del Sole per  $\varphi = 66^\circ,5$



D) Orbita apparente del Sole per  $\varphi = 90^\circ$

E) Orbita apparente del Sole per  $\varphi = 23^\circ,5$



F) Orbita apparente del Sole per  $\varphi = 0^\circ$

G) Orbita apparente del Sole per  $\varphi = -38^\circ$   
( Melbourne )

# Misura del Tempo basata sulla Luna



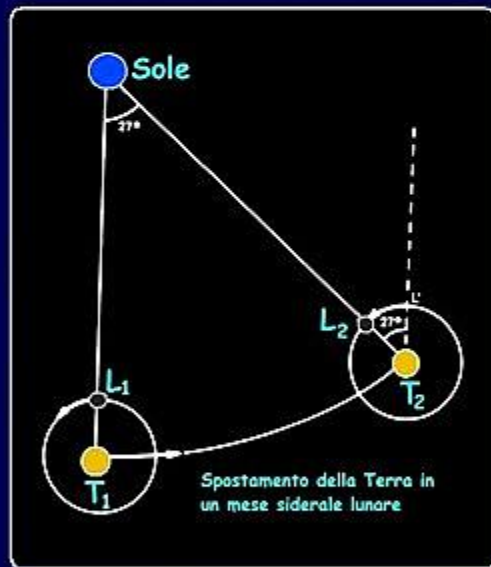
# Fasi della Luna



Ciclo Sinodico = 29.5306 giorni

# Periodicità della Luna

|                                               |                   |                    |   |   |
|-----------------------------------------------|-------------------|--------------------|---|---|
| - mese siderale:                              | 27,3216           | giorni solari medi |   |   |
| - mese sinodico:                              | 29,5306           | "                  | " | " |
| - mese draconitico:                           | 27,2122           | "                  | " | " |
| - mese anomalistico:                          | 27,5546           | "                  | " | " |
| - velocità angolare della luna:               | $13^{\circ},1764$ |                    |   |   |
| - scostamento della luna<br>rispetto al sole: | $12^{\circ},1908$ |                    |   |   |









**LUNA NUOVA**

Eta' della Luna = 0 giorni



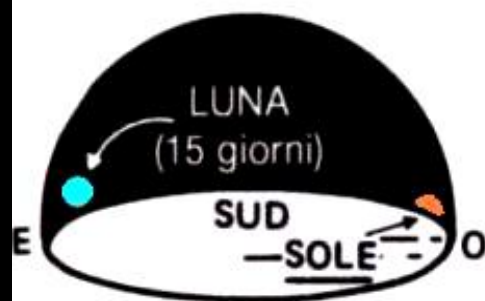
**LUNA CRESCENTE**

Eta' della Luna = 2 giorni



**PRIMO QUARTO** sorge a mezzogiorno e si trova in meridiano al tramonto del sole

Eta' della Luna = 7 giorni



**LUNA PIENA** è opposta al sole e visibile tutta la notte

Eta' della Luna = 15 giorni



**ULTIMO QUARTO** sorge a mezzanotte

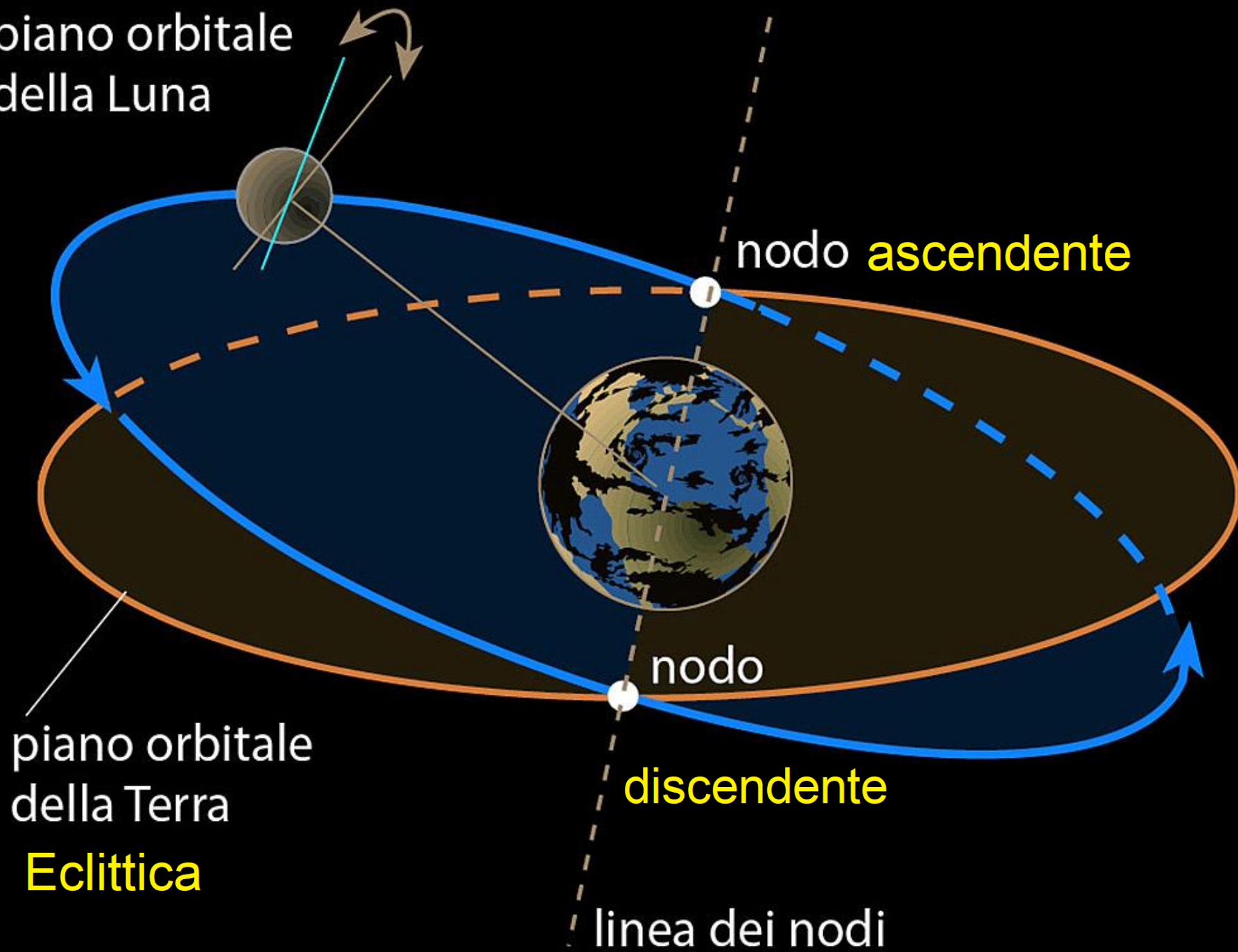
Eta' della Luna = 22 giorni



**LUNA NUOVA**

Eta' della Luna = 30 giorni

piano orbitale  
della Luna



# Nodi Lunari

L'orbita lunare giace in un piano che risulta inclinato di circa  $5.1^\circ$  rispetto a quello dell'Eclittica.

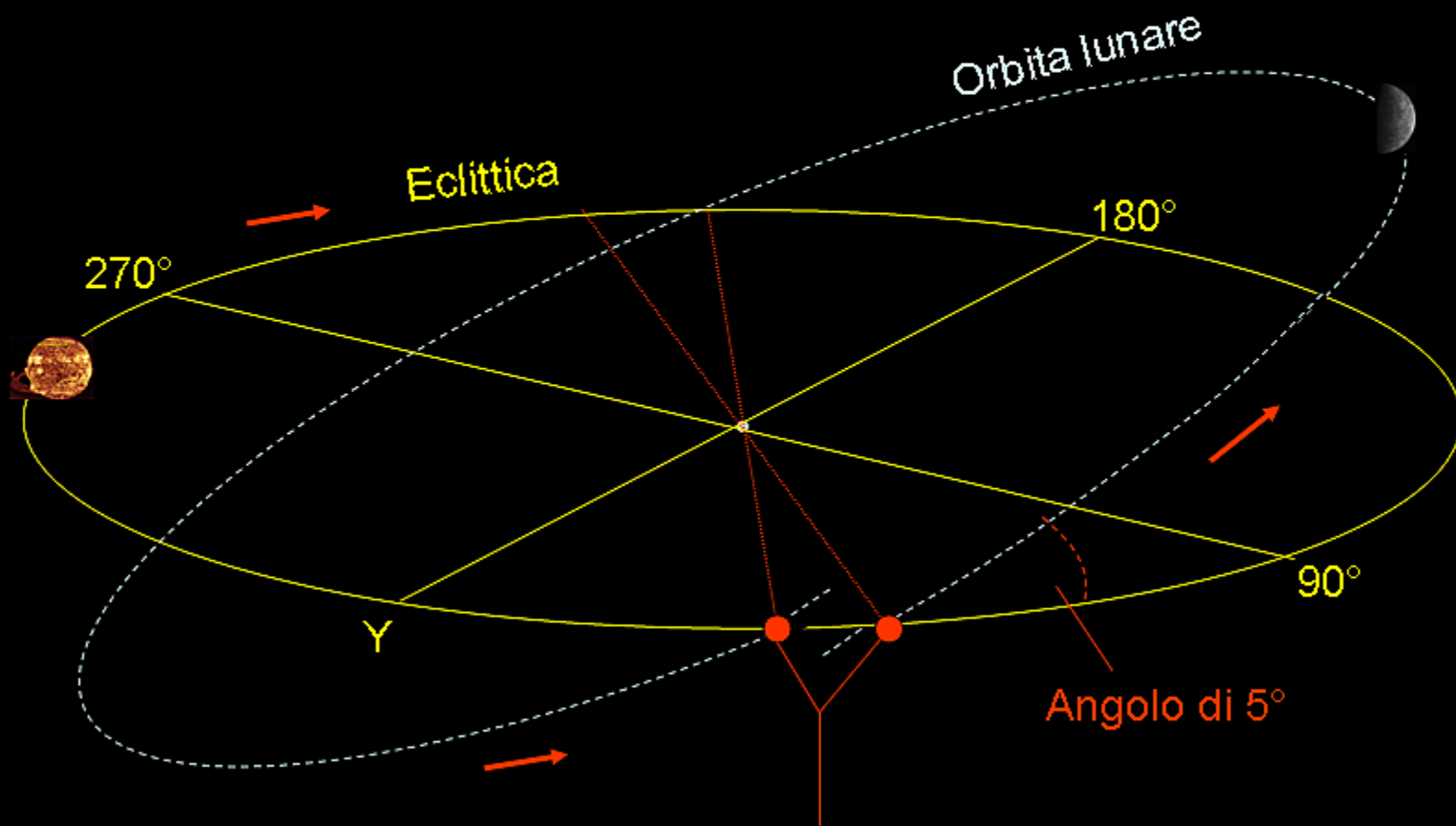
La linea di intersezione di questi due piani definisce due punti sulla Sfera Celeste:

il **Nodo Ascendente**, cioè il punto in cui l'orbita lunare interseca l'Eclittica durante il suo movimento dall'emisfero meridionale all'emisfero settentrionale,

il **Nodo Discendente**, cioè il punto in cui la Luna interseca il piano dell'eclittica passando dall'emisfero settentrionale all'emisfero meridionale.



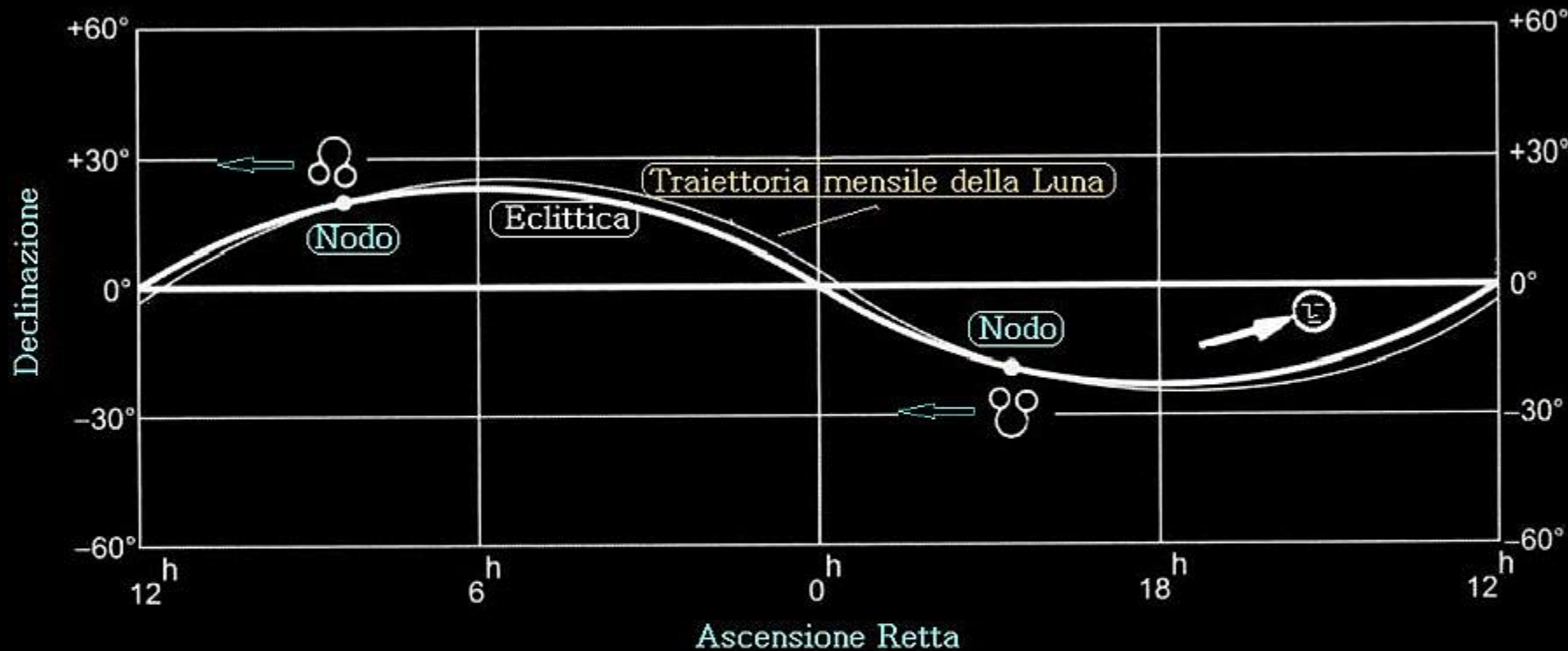
# Retrogradazione dei nodi lunari (P=18.61 anni)



Retrogradazione dei nodi

$$360^\circ / 18.61 \text{ anni} = 19.3^\circ / \text{anno}$$

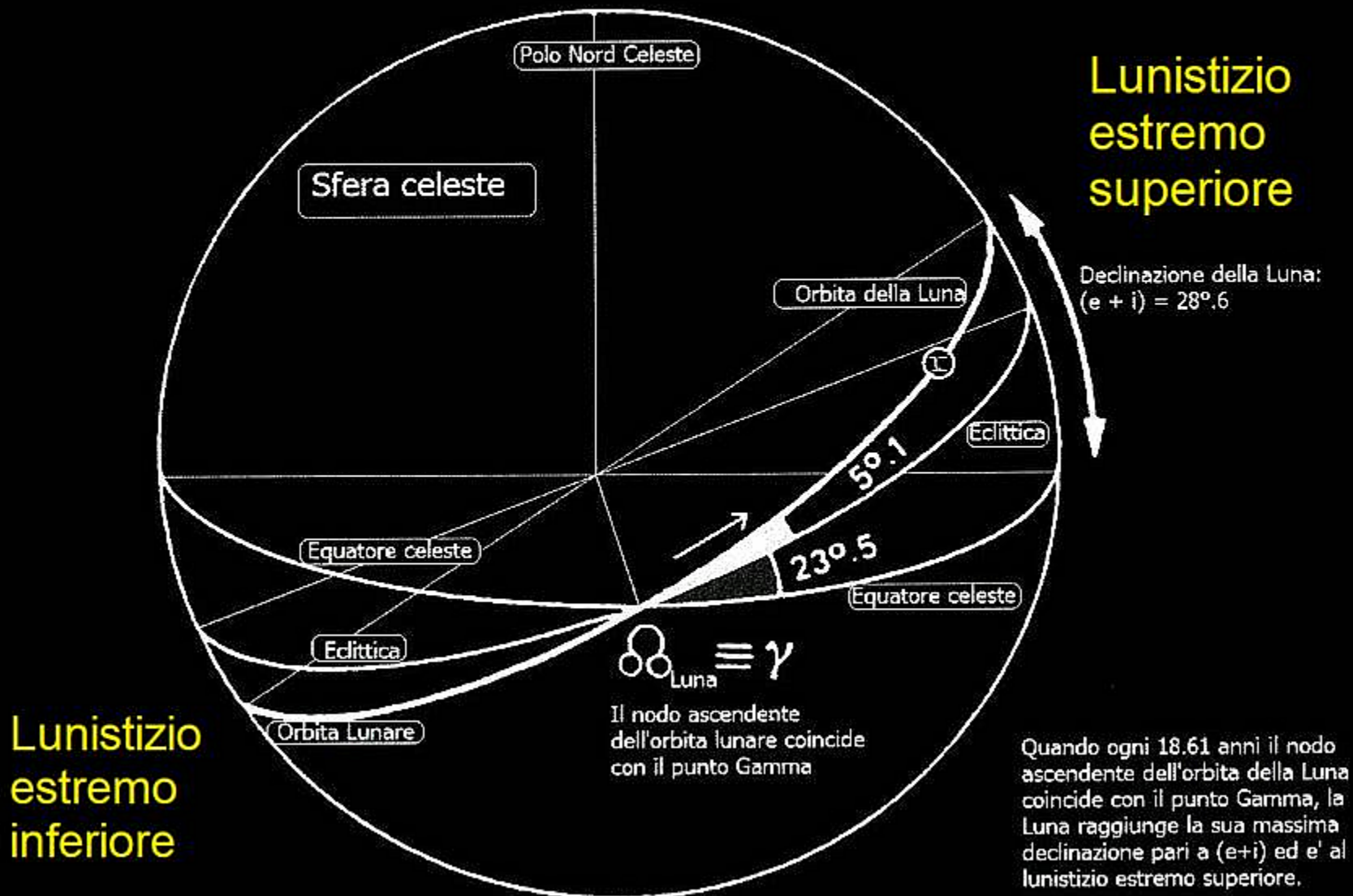
# Nodi Lunari



I nodi lunari "**retrogradano**" cioè si muovono in direzione opposta a quella del moto orbitale della Luna

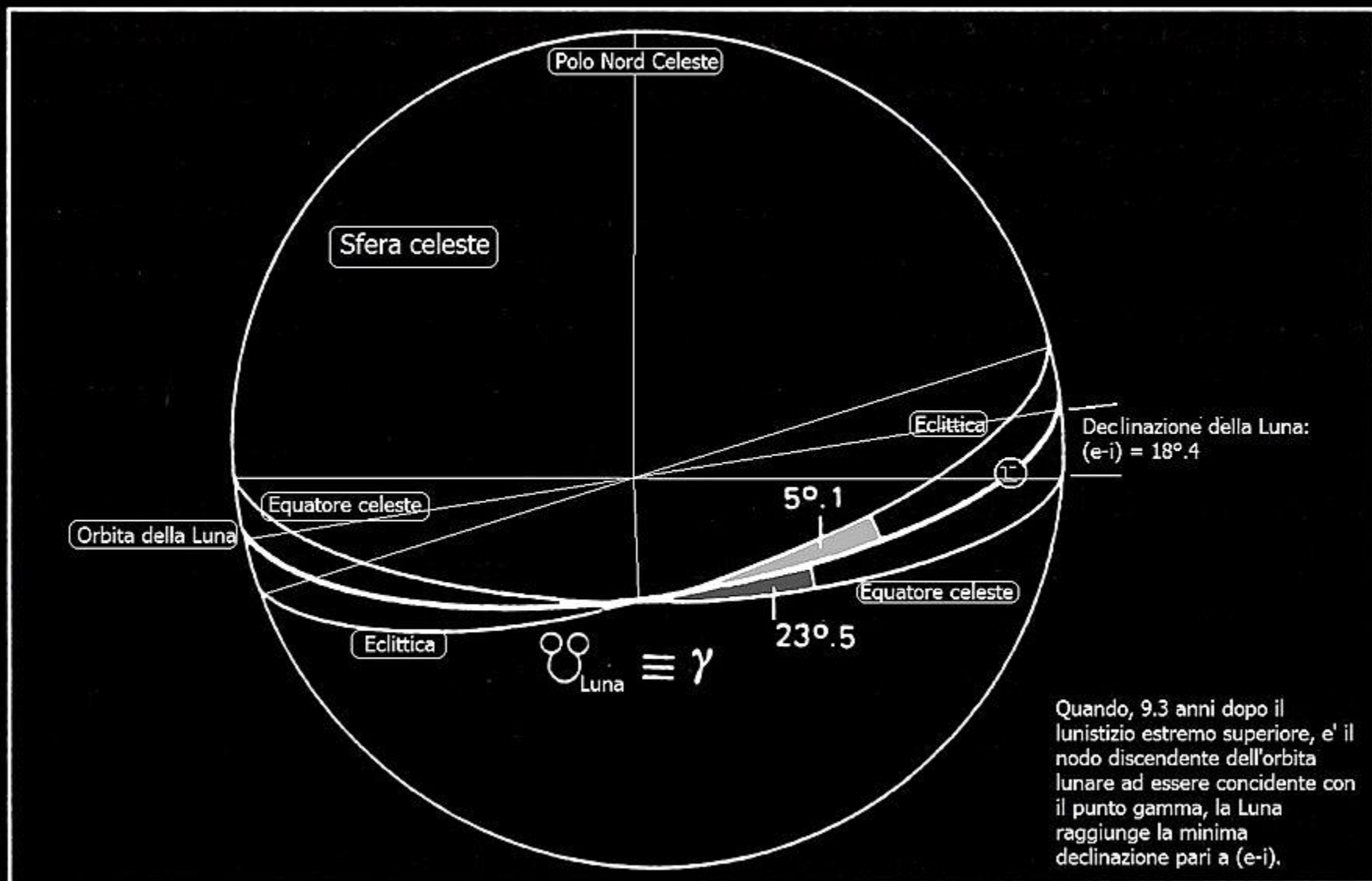
Periodo di retrogradazione: 18.61 anni solari

# La Luna ai Lunistizi estremi

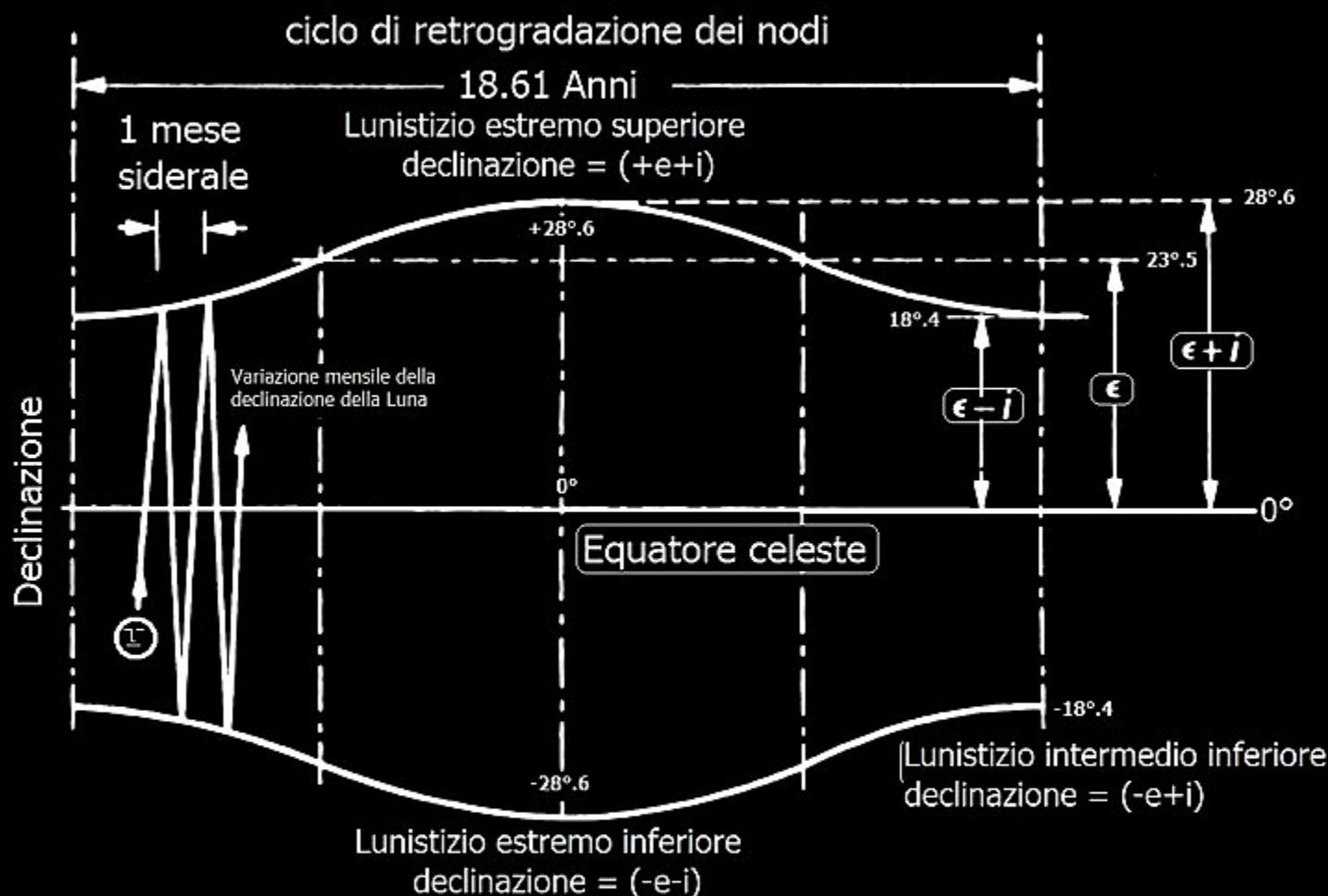




# Lunistizi intermedi



# Variazione della declinazione geocentrica della Luna durante il ciclo di retrogradazione dei nodi (18,61 anni)



Variatione periodica della declinazione della Luna in 18.6 anni solari tropici corrispondente ad 1 ciclo di retrogradazione dei nodi. Ogni mese siderale lunare la declinazione della Luna oscilla entro gli estremi stabiliti dalla posizione dei nodi in quel mese ed indicati, nella figura, dalle due curve simmetriche poste una sopra ed una sotto la linea dell'equatore celeste. I valori di massima e minima declinazione lunare sono soggetti anche ad una variazione periodica con un periodo pari a 173.3 giorni a causa della variazione dell'inclinazione della sua orbita.

# Declinazione lunistiziale della Luna

| Epoca  | $\epsilon$ | $\epsilon + i$ | $\epsilon - i$ |
|--------|------------|----------------|----------------|
| - 4000 | 24°,11     | 29°,26         | 18°,96         |
| - 3500 | 24°,07     | 29°,22         | 18°,92         |
| - 3000 | 24°,02     | 29°,17         | 18°,87         |
| - 2500 | 23°,98     | 29°,13         | 18°,83         |
| - 2000 | 23°,92     | 29°,07         | 18°,77         |
| - 1500 | 23°,87     | 29°,02         | 18°,72         |
| - 1000 | 23°,81     | 28°,96         | 18°,66         |
| - 500  | 23°,76     | 28°,91         | 18°,61         |
| 000    | 23°,69     | 28°,84         | 18°,54         |
| + 500  | 23°,63     | 28°,78         | 18°,48         |
| + 1000 | 23°,57     | 28°,72         | 18°,42         |
| + 1500 | 23°,50     | 28°,65         | 18°,35         |
| + 2000 | 23°,44     | 28°,59         | 18°,29         |



Lunistizi superiori

Lunistizi inferiori

$$\delta = +\varepsilon + i$$

$$\delta = +\varepsilon - i$$

$$\delta = -\varepsilon + i$$

$$\delta = -\varepsilon - i$$

E

N

S

O

$$\delta = +\varepsilon + i$$

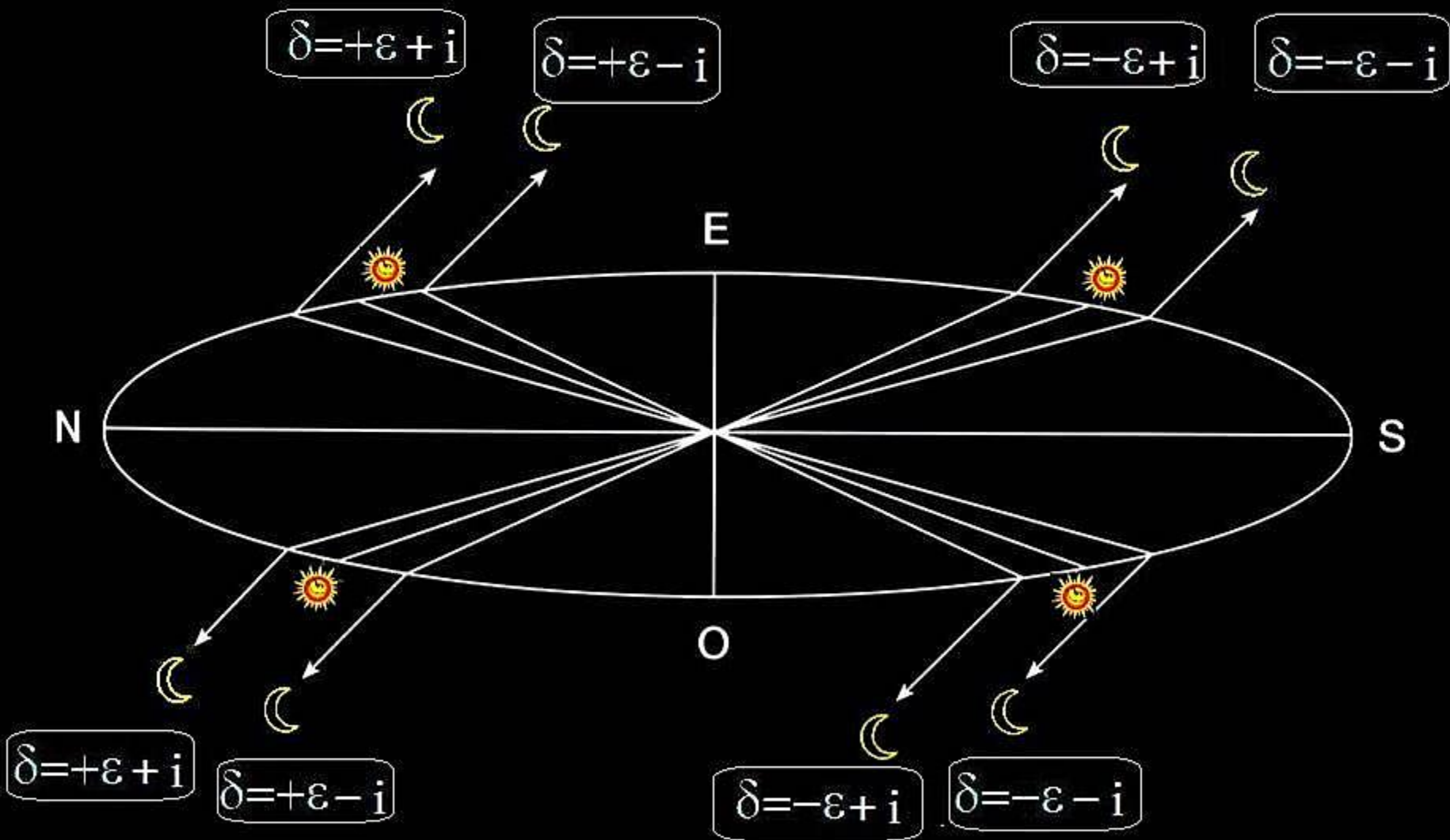
$$\delta = +\varepsilon - i$$

$$\delta = -\varepsilon + i$$

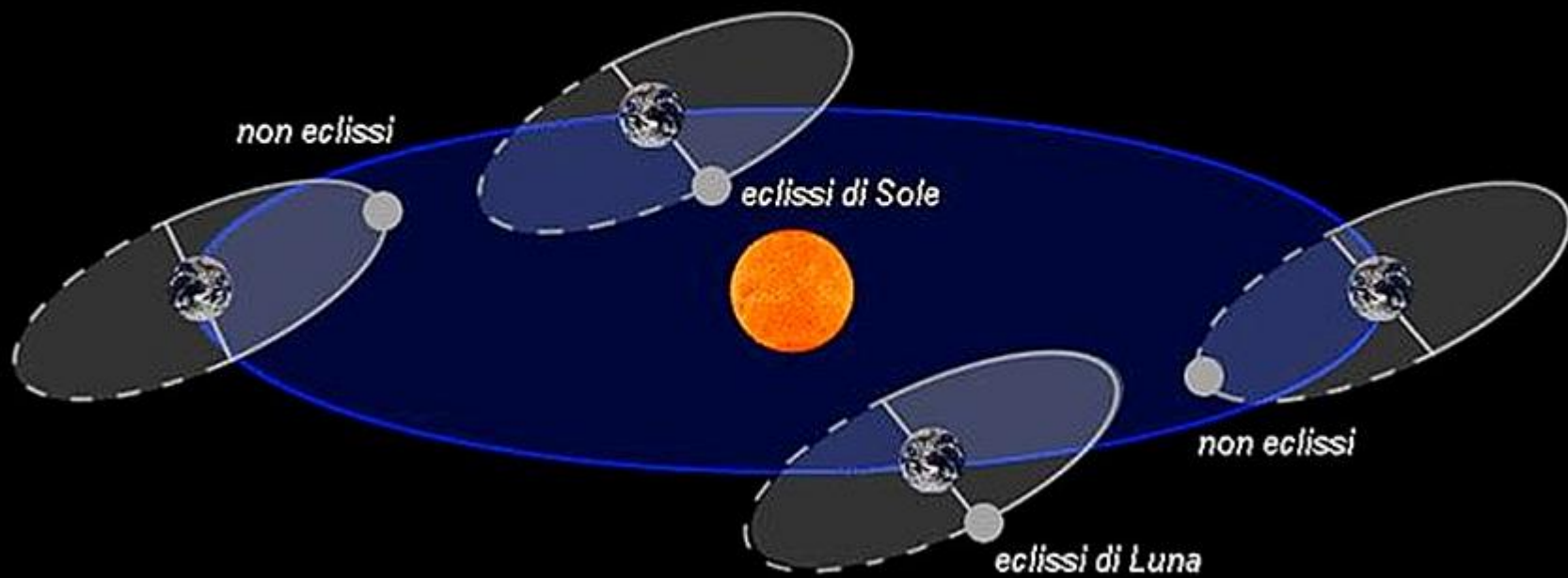
$$\delta = -\varepsilon - i$$

Lunistizi superiori

Lunistizi inferiori



# Meccanismo delle Eclissi



# Regole di eclisse

( + ) al  = **Eclisse di Sole**  
Novilunio

( + ) al  = **Eclisse di Sole**  
Novilunio

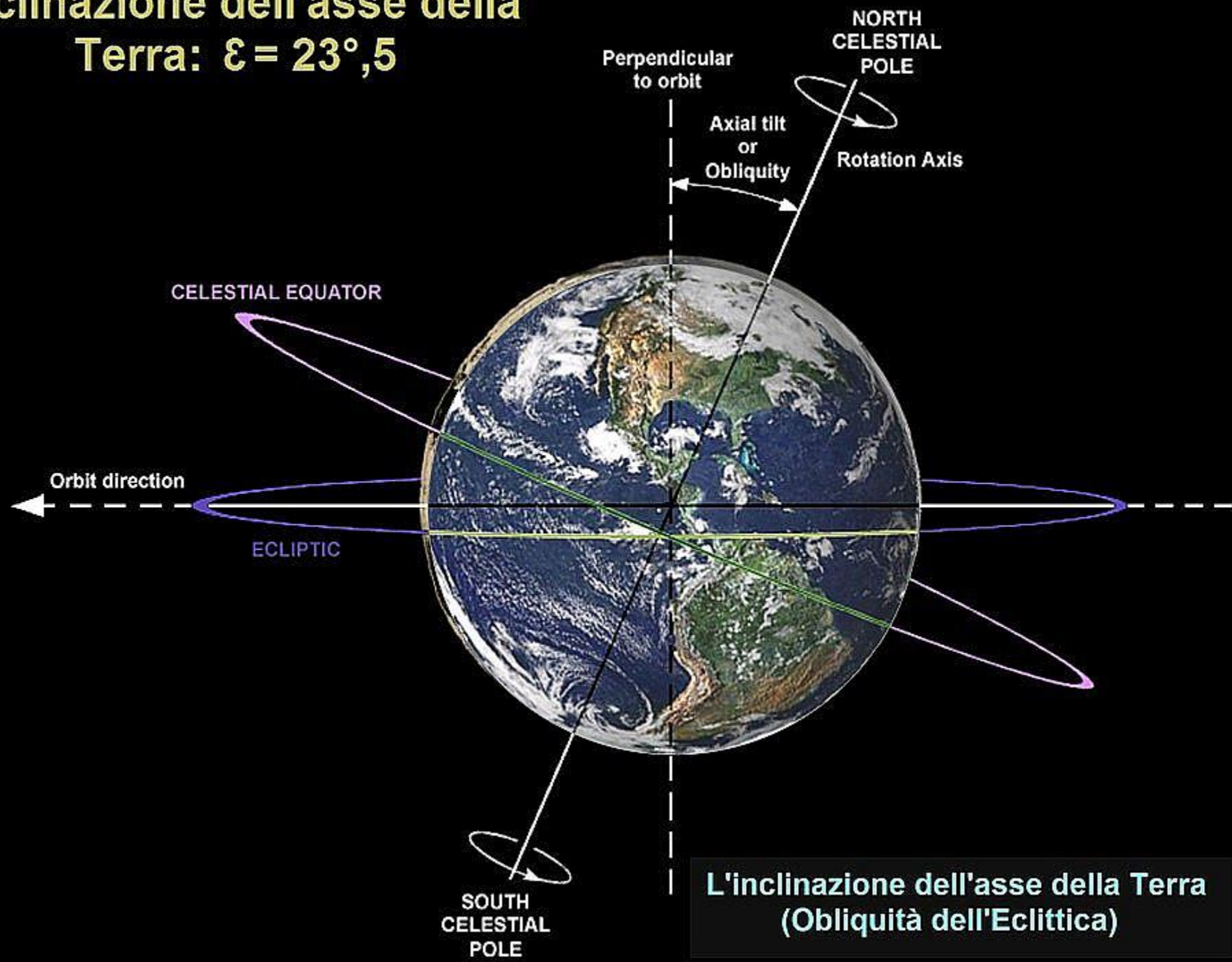
( al ) + ( al ) = **Eclisse di Luna**  
Plenilunio

( al ) + ( al ) = **Eclisse di Luna**  
Plenilunio



Misura del tempo  
basata sulle stelle

# Inclinazione dell'asse della Terra: $\varepsilon = 23^{\circ},5$

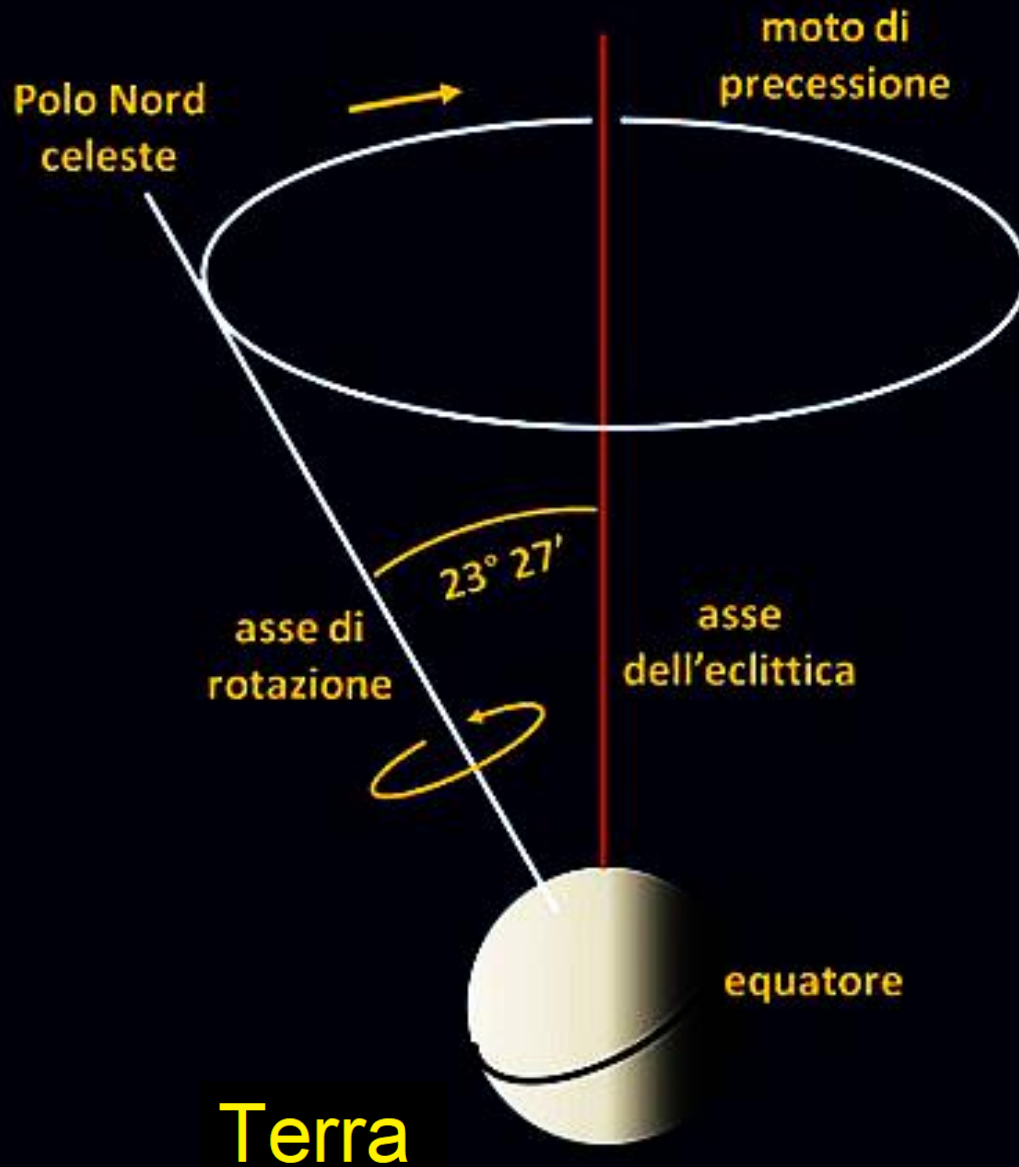


# La Precessione Lunisolare

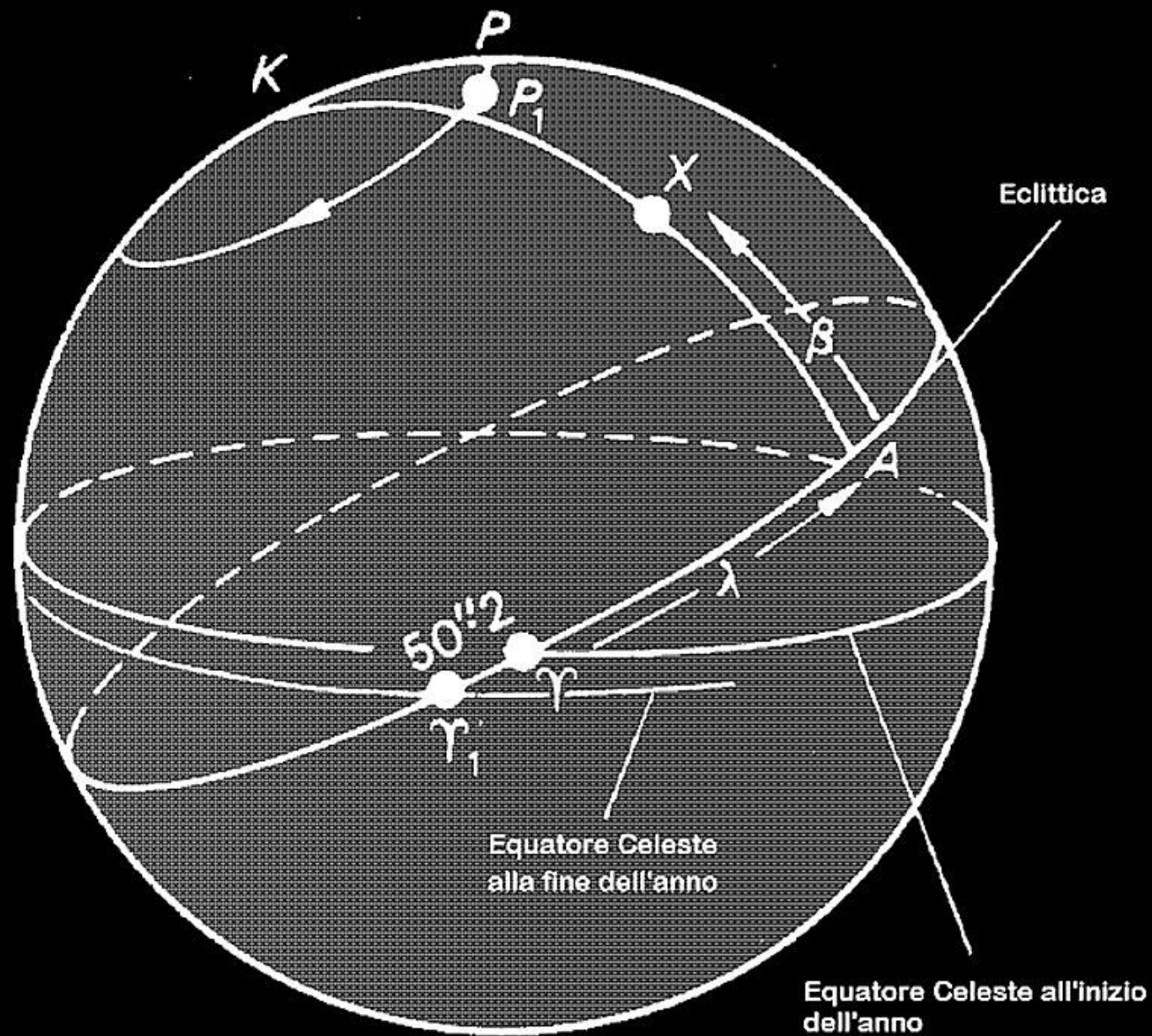
l'asse terrestre ruota esso stesso attorno ad una retta perpendicolare al piano orbitale, con un periodo di circa 26 000 anni.



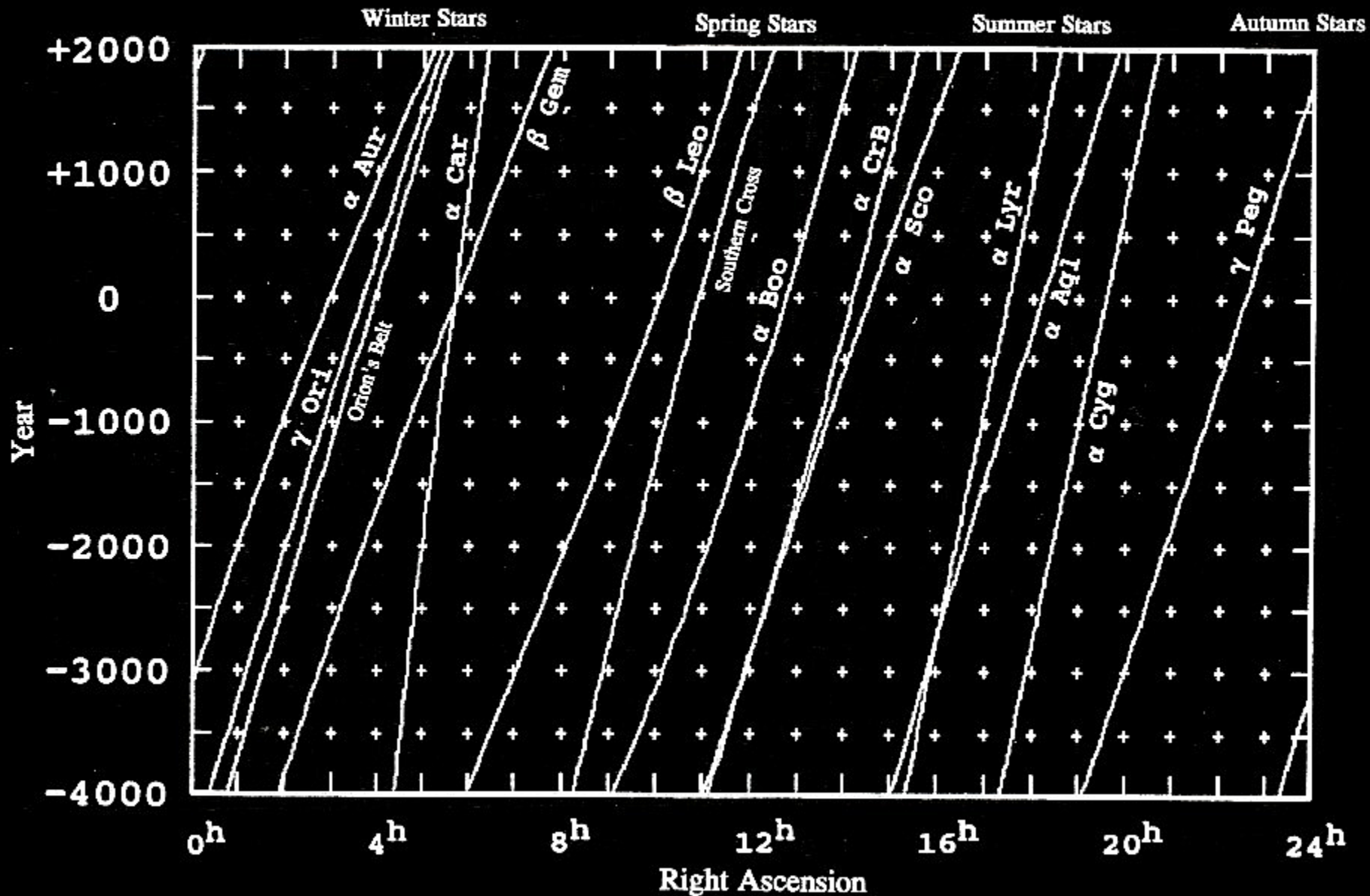
# La Precessione Lunisolare



# La Precessione Lunisolare

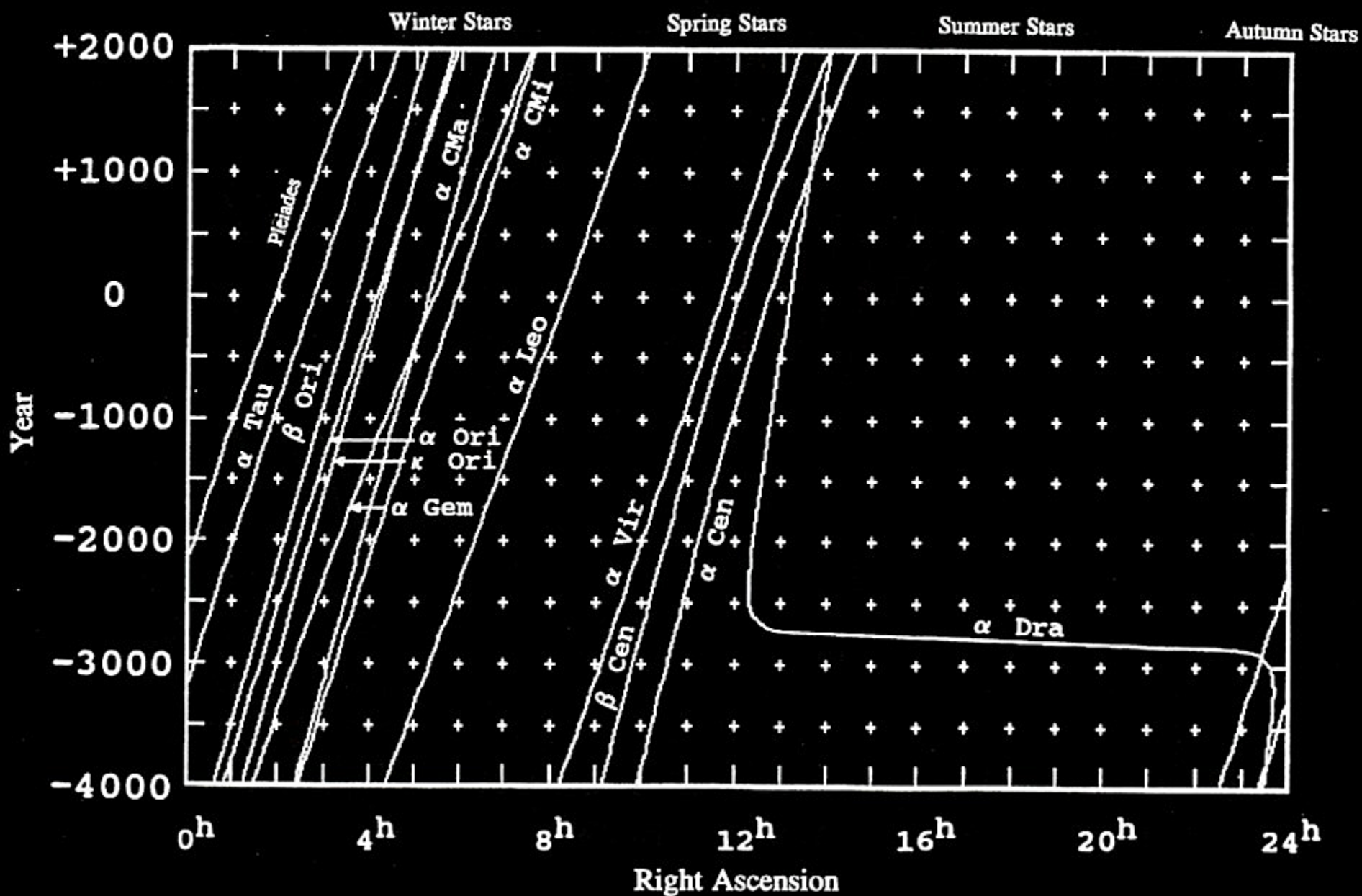


# Variazione dell'Ascensione Retta delle Stelle

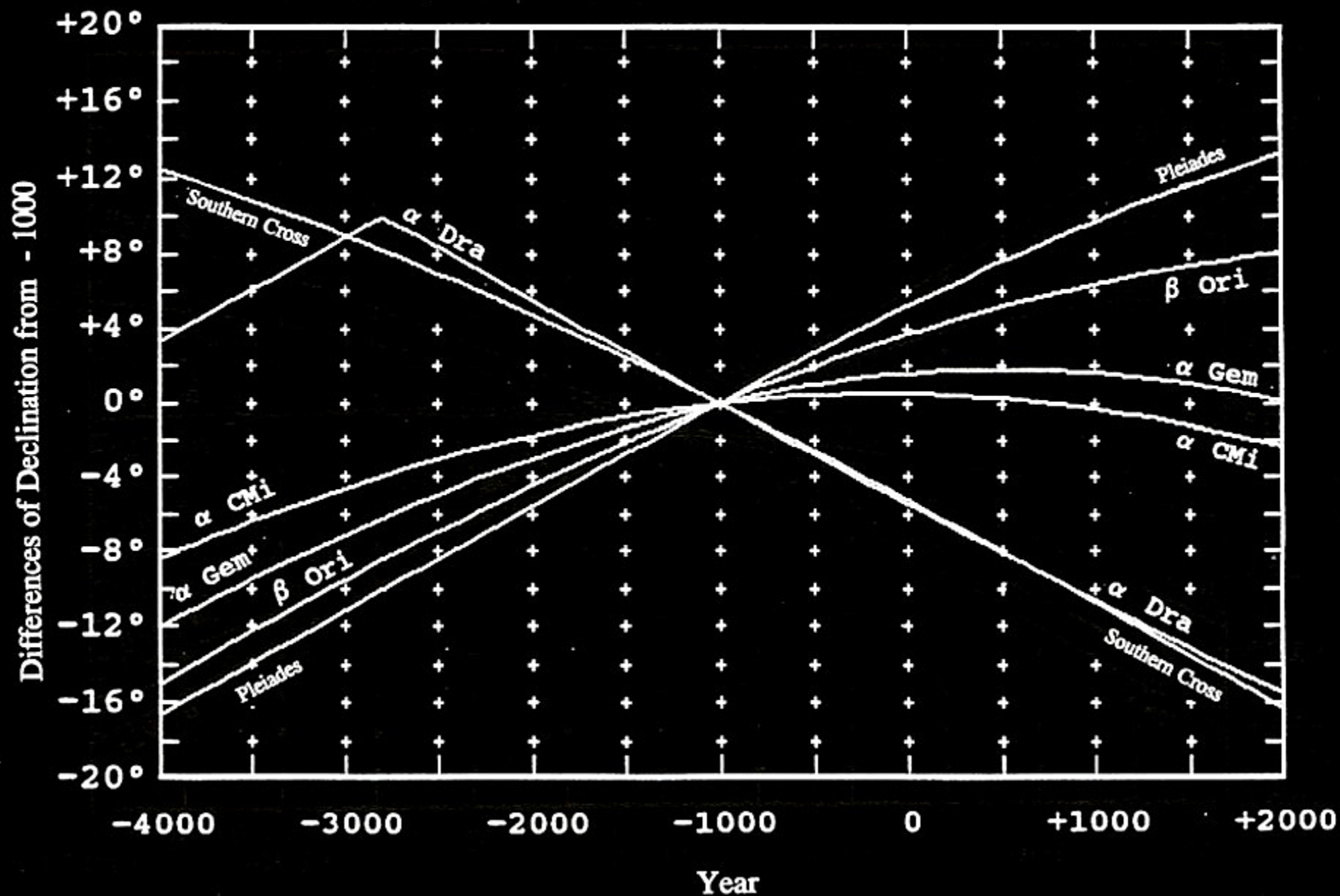




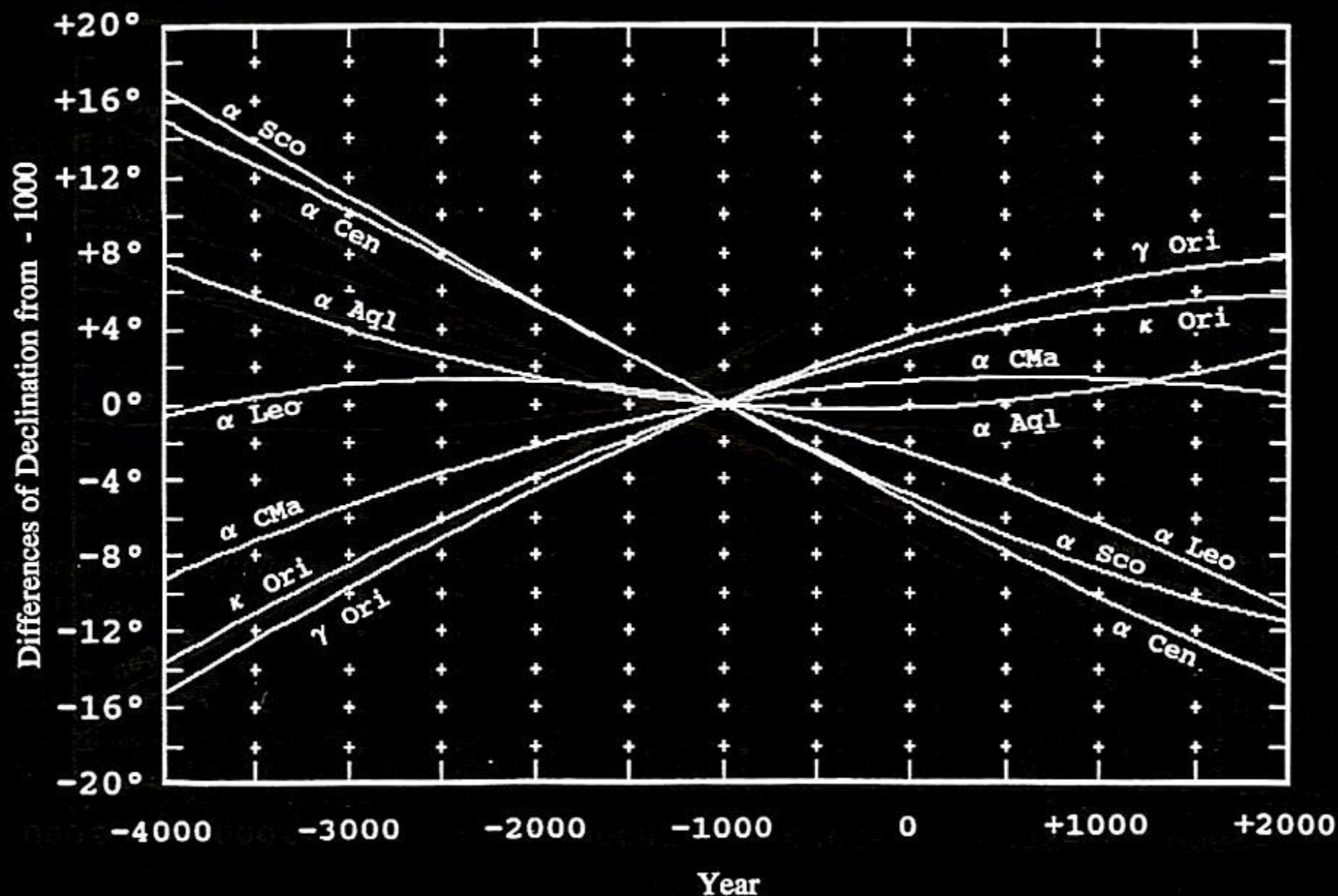
## Variazione dell'Ascensione Retta delle Stelle



# Variazione della Declinazione delle Stelle

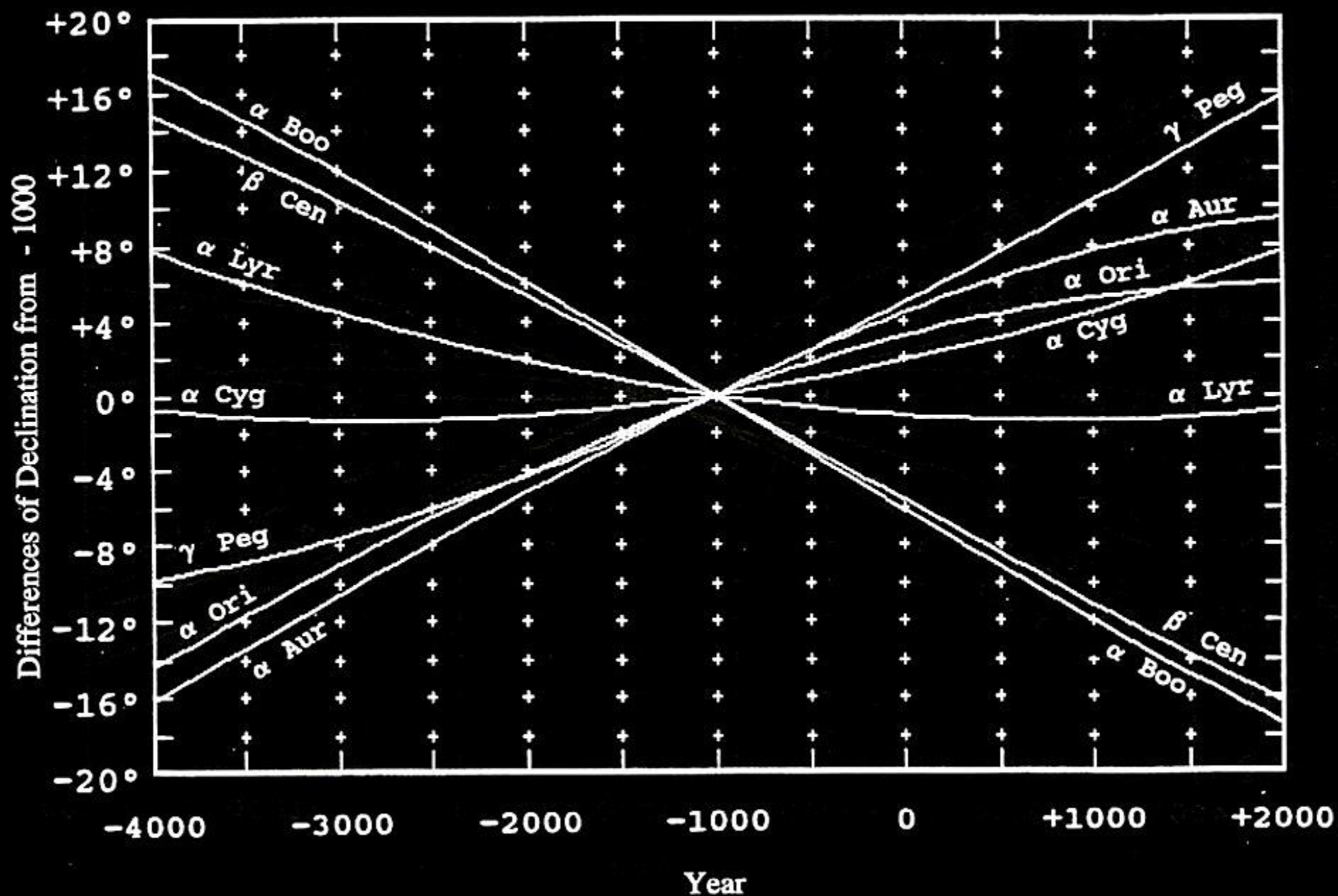


# Variazione della Declinazione delle Stelle

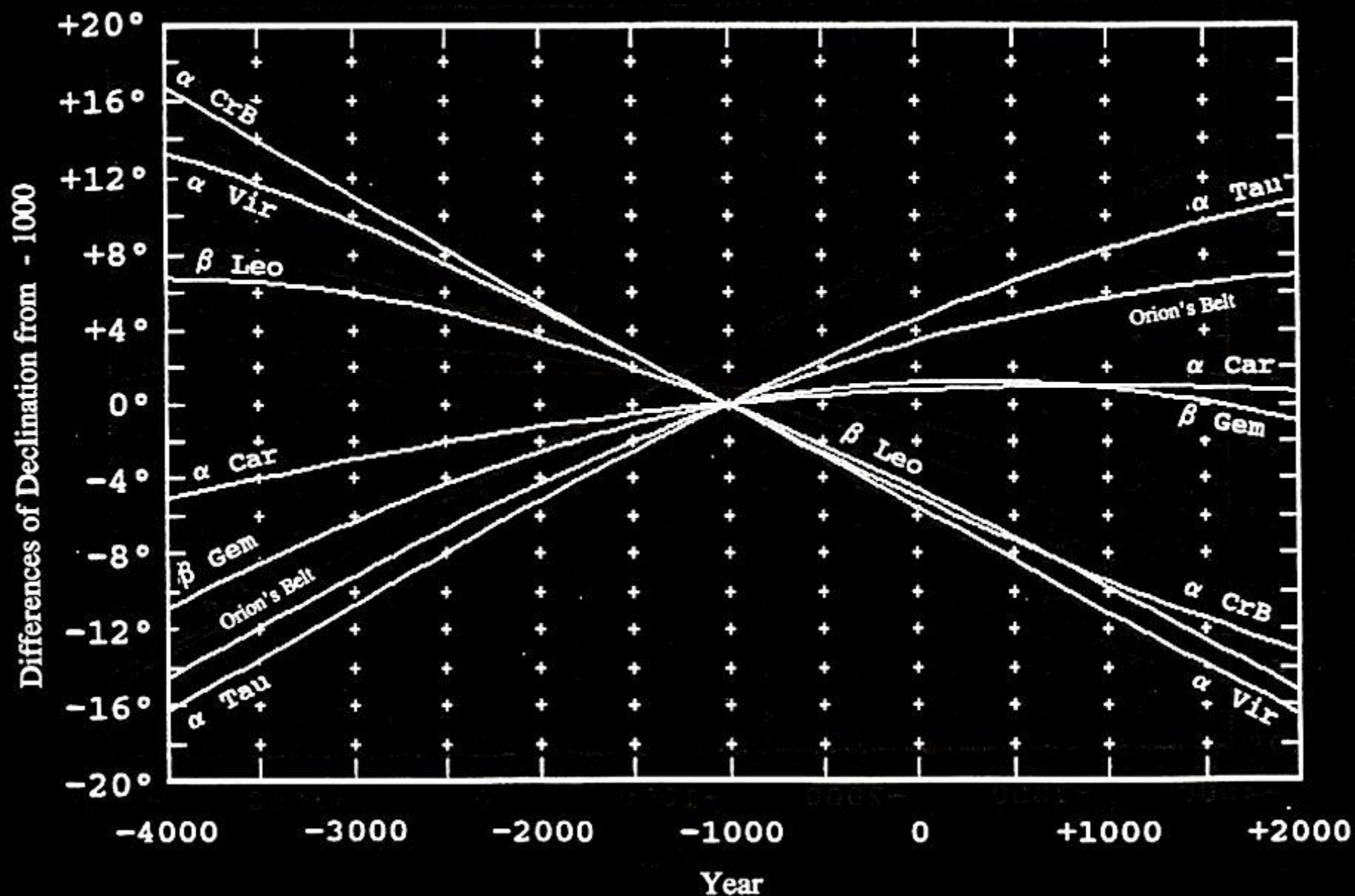




# Variazione della Declinazione delle Stelle



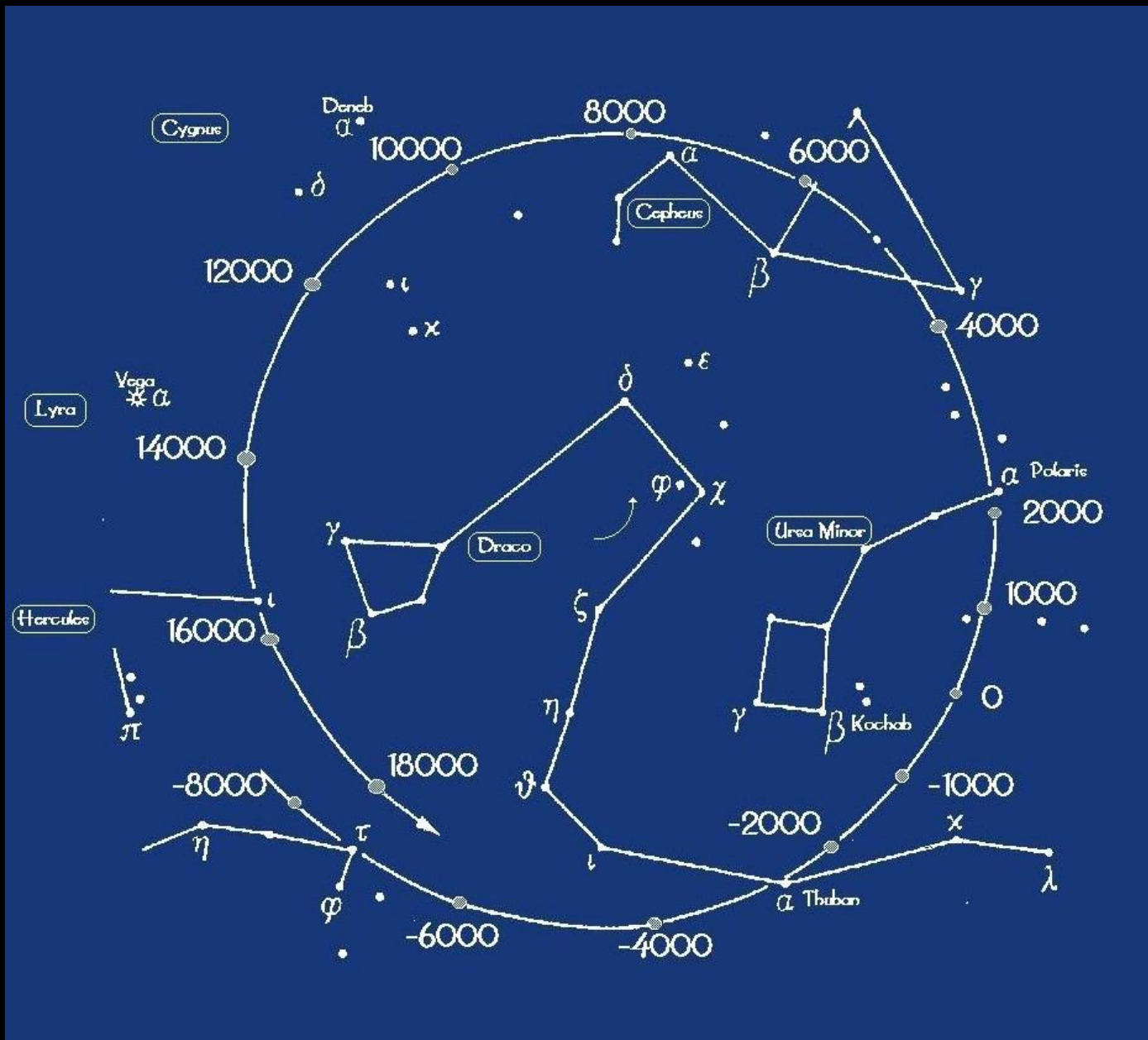
# Variazione della Declinazione delle Stelle



# Coordinate Equatoriali riferite all'anno -1000

| Star                                        |                  | Declination | Star                                         |                  | Declination |
|---------------------------------------------|------------------|-------------|----------------------------------------------|------------------|-------------|
| Name                                        | Magnitude        | for -1000   | Name                                         | Magnitude        | for -1000   |
| $\alpha$ Aql<br>(Altair)                    | 0.8 <sup>m</sup> | 5.95°       | $\alpha$ Leo<br>(Regulus)                    | 1.4 <sup>m</sup> | 22.85°      |
| $\alpha$ Aur<br>(Capella)                   | 0.1              | 36.53       | $\beta$ Leo<br>(Denebola)                    | 2.1              | 29.89       |
| $\alpha$ Boo<br>(Arcturus)                  | 0.0              | 36.64       | $\alpha$ Lyr<br>(Vega)                       | 0.0              | 39.57       |
| $\alpha$ CMa<br>(Sirius)                    | -1.5             | -17.18      | $\alpha$ Ori<br>(Betelgeuse)                 | 0.5              | 1.42        |
| $\alpha$ CMi<br>(Procyon)                   | 0.4              | 7.57        | $\beta$ Ori<br>(Rigel)                       | 0.1              | -16.26      |
| $\alpha$ Car<br>(Canopus)                   | -0.7             | -53.37      | $\gamma$ Ori<br>(Bellatrix)                  | 1.6              | -1.50       |
| $\alpha$ Cen                                | -0.3             | -46.12      | Orion's Belt<br>(mean of the<br>three stars) |                  | -7.77       |
| $\beta$ Cen                                 | 0.6              | -44.09      | $\kappa$ Ori                                 | 2.1              | -15.51      |
| $\alpha$ CrB<br>(Gemma)                     | 2.2              | 39.91       | $\gamma$ Peg<br>(Algenib)                    | 2.8              | -0.70       |
| Southern<br>Cross (center of<br>quadrangle) |                  | -43.33      | $\alpha$ Sco<br>(Antares)                    | 1.0              | -14.87      |
| $\alpha$ Cyg<br>(Deneb)                     | 1.3              | 37.55       | $\alpha$ Tau<br>(Aldebaran)                  | 0.9              | 5.67        |
| $\alpha$ Dra<br>(Thuban)                    | 3.7              | 79.94       | Pleiades<br>( $\eta$ Tau)                    |                  | 10.77       |
| $\alpha$ Gem<br>(Castor)                    | 0.8              | 31.79       | $\alpha$ Vir<br>(Spica)                      | 1.0              | 5.35        |
| $\beta$ Gem<br>(Pollux)                     | 1.1              | 28.98       |                                              |                  |             |





**Traiettoria del Polo Nord Celeste**



# Levata Eliaca

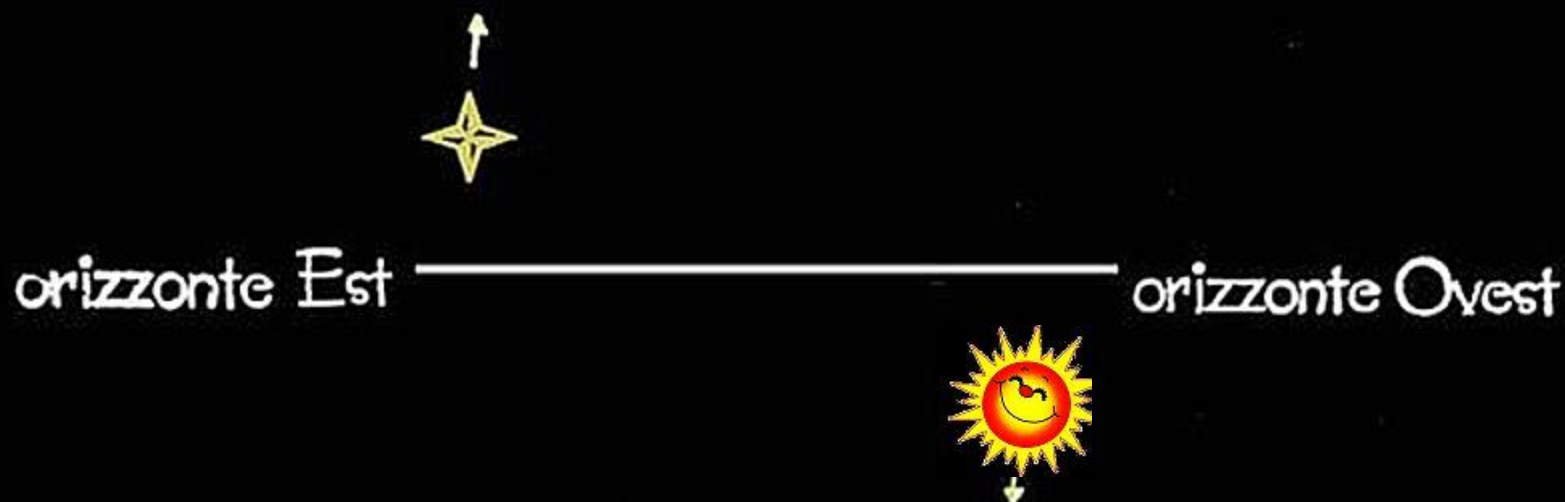
- o) La Levata Eliaca di una stella si riferisce al primo giorno di visibilita' dell'oggetto prima del sorgere del Sole.





# Levata Acronica

- o) La Levata Acronica di una stella si riferisce al primo sorgere dell'oggetto, all'orizzonte Est appena dopo il tramonto del Sole.



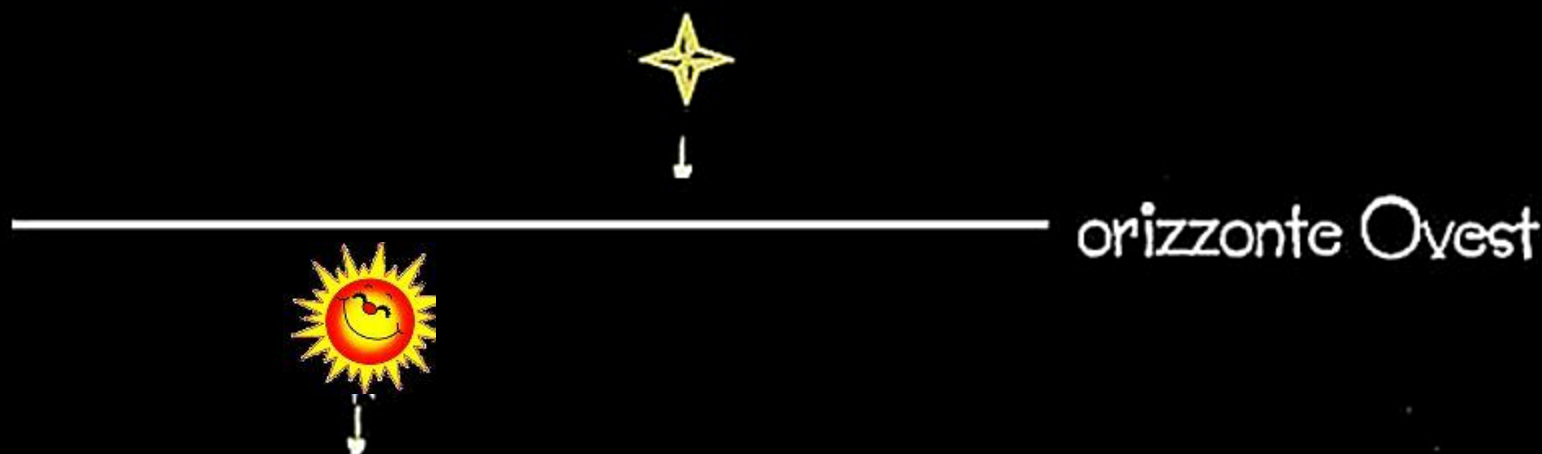
# Tramonto Acrónico

- o) Il Tramonto Acrónico di una stella si riferisce al tramontare dell'oggetto, all'orizzonte Ovest appena prima del sorgere del Sole.



# Tramonto Eliaco

- o) Il Tramonto Eliaco di una stella si riferisce al primo giorno di visibilita' dell'oggetto appena dopo il tramonto del Sole.



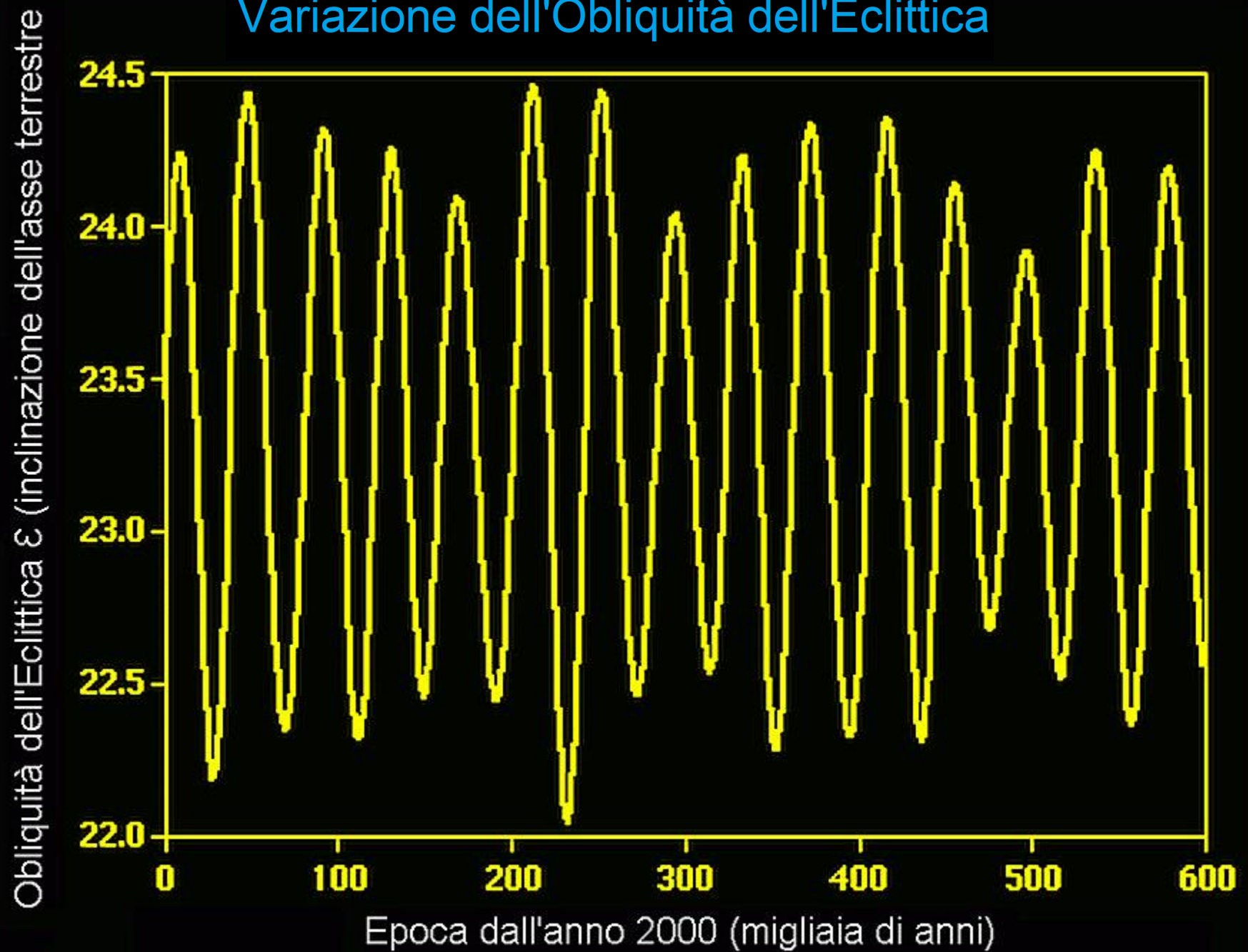


| stella            | ld.           | cos | Roma  |       | Milano |       | Firenze |       | Napoli |       | Cagliari |       | Palermo |       |
|-------------------|---------------|-----|-------|-------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|----------|-------|---------|-------|
|                   |               |     | L.E.  | T.E.  | L.E.   | T.E.  | L.E.    | T.E.  | L.E.   | T.E.  | L.E.     | T.E.  | L.E.    | T.E.  |
| Aldebaran         | $\alpha$      | Tau | 28.06 | 11.05 | 1.07   | 10.05 | 29.06   | 11.05 | 26.06  | 11.05 | 26.06    | 12.05 | 25.06   | 13.05 |
| Algol             | $\beta$       | Per | 14.04 | 20.05 | 26.03  | 25.05 | 6.04    | 22.05 | 18.04  | 19.05 | 22.04    | 18.05 | 25.04   | 17.05 |
| Alnilam           | $\varepsilon$ | Ori | 25.07 | 9.05  | 29.07  | 6.05  | 27.07   | 7.05  | 24.07  | 9.05  | 23.07    | 11.05 | 22.07   | 12.05 |
| Alphard           | $\alpha$      | Hya | 13.09 | 18.06 | 15.09  | 12.06 | 14.09   | 15.06 | 12.09  | 20.06 | 12.09    | 22.06 | 11.09   | 24.06 |
| Alphecca          | $\alpha$      | Crb | 29.10 | 15.12 | 25.10  | 20.12 | 27.10   | 18.12 | 29.10  | 13.12 | 31.10    | 12.12 | 1.11    | 10.12 |
| Alpheratz         | $\alpha$      | And | 2.03  | 31.03 | 22.02  | 2.04  | 26.02   | 1.04  | 4.03   | 30.03 | 6.03     | 29.03 | 9.03    | 29.03 |
| Altair            | $\alpha$      | Aql | 4.01  | 24.01 | 1.01   | 26.01 | 2.01    | 25.01 | 4.01   | 23.01 | 6.01     | 23.01 | 6.01    | 22.01 |
| Antares           | $\alpha$      | Sco | 20.12 | 3.11  | 22.12  | 30.10 | 21.12   | 1.11  | 20.12  | 4.11  | 19.12    | 5.11  | 19.12   | 7.11  |
| Arturo            | $\alpha$      | Boo | 17.10 | 20.11 | 14.10  | 25.11 | 15.10   | 22.11 | 17.10  | 18.11 | 18.10    | 17.11 | 19.10   | 15.11 |
| Bellatrix         | $\gamma$      | Ori | 18.07 | 12.05 | 21.07  | 9.05  | 19.07   | 10.05 | 17.07  | 12.05 | 16.07    | 13.05 | 15.07   | 14.05 |
| Betelgeuse        | $\alpha$      | Ori | 21.07 | 20.05 | 23.07  | 18.05 | 22.07   | 19.05 | 20.07  | 21.05 | 19.07    | 22.05 | 19.07   | 23.05 |
| Capella           | $\alpha$      | Aur | 1.05  | 11.07 | circ   | circ  | circ    | circ  | 9.05   | 5.07  | 14.05    | 2.07  | 19.05   | 29.06 |
| Castore           | $\alpha$      | Gem | 21.07 | 4.07  | 20.07  | 4.07  | 20.07   | 4.07  | 20.07  | 4.07  | 21.07    | 4.07  | 21.07   | 4.07  |
| Deneb             | $\alpha$      | Cyg | 26.11 | 20.03 | circ   | circ  | 15.11   | 30.03 | 30.11  | 16.03 | 4.12     | 12.03 | 8.12    | 10.03 |
| Denebola          | $\beta$       | Leo | 24.09 | 9.09  | 24.09  | 9.09  | 24.09   | 9.09  | 24.09  | 8.09  | 25.09    | 8.09  | 25.09   | 9.09  |
| El Nath           | $\beta$       | Tau | 28.06 | 30.05 | 30.06  | 30.05 | 29.06   | 30.05 | 28.06  | 30.05 | 27.06    | 31.05 | 27.06   | 31.05 |
| Fomalhaut         | $\alpha$      | Psa | 15.05 | 30.01 | 28.05  | 27.01 | 22.05   | 29.01 | 11.05  | 31.01 | 7.05     | 1.02  | 3.05    | 1.02  |
| Hamal             | $\alpha$      | Ari | 8.05  | 17.04 | 10.05  | 17.04 | 9.05    | 17.04 | 8.05   | 17.04 | 8.05     | 17.04 | 7.05    | 17.04 |
| Menkalinan        | $\beta$       | Aur | 1.06  | 11.07 | circ   | circ  | 20.05   | 23.07 | 4.06   | 7.07  | 7.06     | 5.07  | 10.06   | 2.07  |
| Pleiadi (Alcyone) | $\eta$        | Tau | 13.06 | 5.05  | 17.06  | 4.05  | 15.06   | 5.05  | 12.06  | 5.05  | 11.06    | 5.05  | 11.06   | 5.05  |
| Polluce           | $\beta$       | Gem | 26.07 | 2.07  | 26.07  | 30.06 | 26.07   | 1.07  | 26.07  | 2.07  | 26.07    | 3.07  | 26.07   | 3.07  |
| Procyone          | $\alpha$      | CMi | 11.08 | 9.06  | 13.08  | 5.06  | 12.08   | 7.06  | 10.08  | 10.06 | 10.08    | 12.06 | 9.08    | 13.06 |
| Rasalhague        | $\alpha$      | Oph | 4.12  | 28.12 | 1.12   | 31.12 | 2.12    | 30.12 | 4.12   | 27.12 | 6.12     | 26.12 | 6.12    | 26.12 |
| Regolo            | $\alpha$      | Leo | 5.09  | 24.07 | 6.09   | 20.07 | 6.09    | 22.07 | 5.09   | 25.07 | 5.09     | 27.07 | 5.09    | 28.07 |
| Rigel             | $\beta$       | Ori | 23.07 | 3.05  | 27.07  | 29.04 | 25.07   | 1.05  | 21.07  | 3.05  | 20.07    | 5.05  | 19.07   | 6.05  |
| Scheat            | $\beta$       | Peg | 8.02  | 17.03 | 1.02   | 19.03 | 5.02    | 18.03 | 10.02  | 16.03 | 13.02    | 15.03 | 15.02   | 14.03 |
| Shaula            | $\lambda$     | Sco | 23.01 | 2.11  | 31.01  | 22.10 | 27.01   | 28.10 | 21.01  | 4.11  | 19.01    | 6.11  | 17.01   | 8.11  |
| Sirio             | $\alpha$      | CMa | 13.08 | 16.05 | 17.08  | 12.05 | 15.08   | 14.05 | 12.08  | 18.05 | 11.08    | 19.05 | 9.08    | 21.05 |
| Spica             | $\alpha$      | Vir | 31.10 | 14.09 | 31.10  | 8.09  | 31.10   | 11.09 | 30.10  | 15.09 | 30.10    | 17.09 | 30.10   | 18.09 |
| Vega              | $\alpha$      | Lyr | 15.11 | 11.02 | 7.11   | 17.02 | 11.11   | 14.02 | 17.11  | 8.02  | 19.11    | 6.02  | 22.11   | 3.02  |

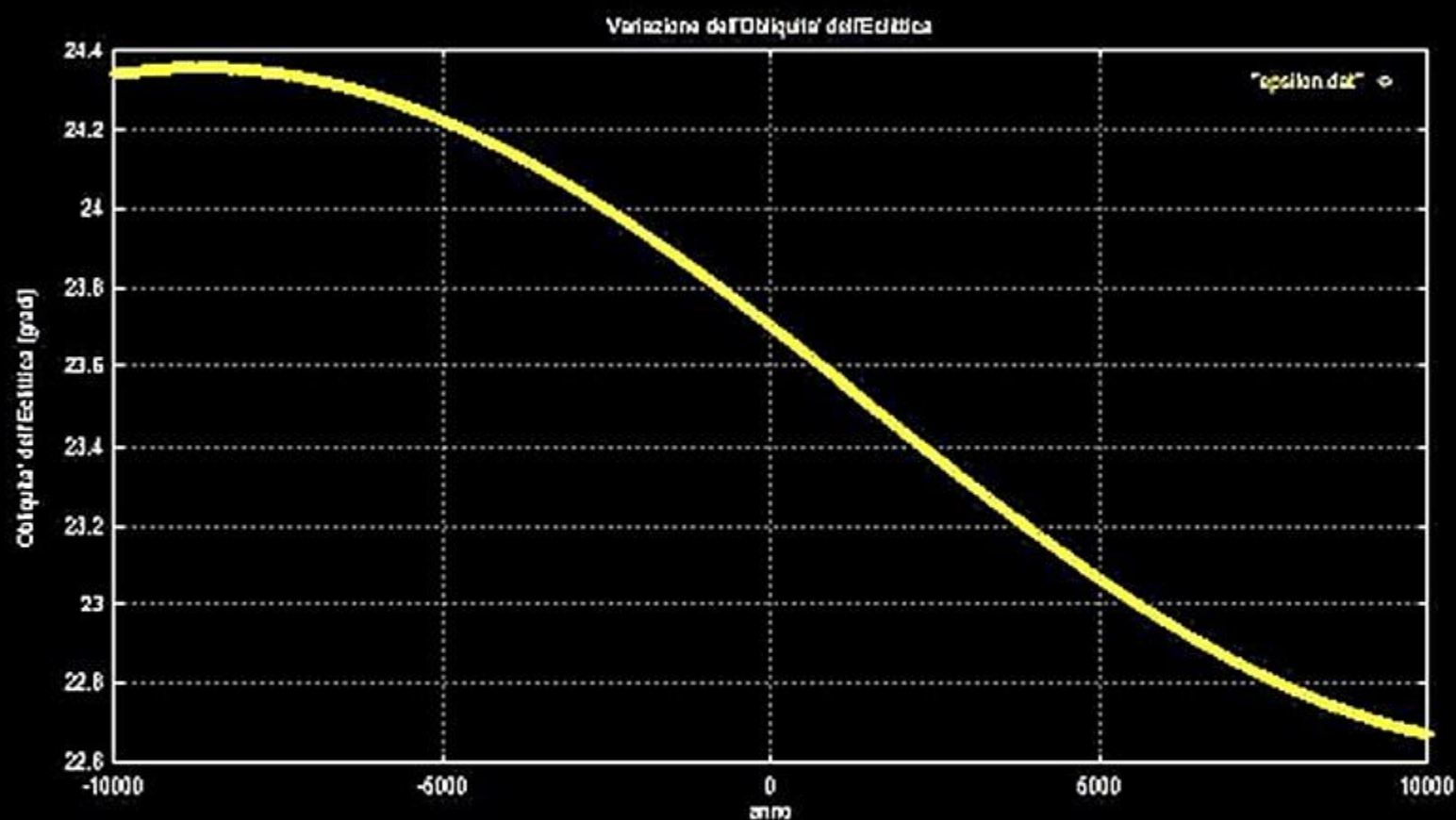
L.E. = levata eliaca mattutina

giorno.mese

## Variazione dell'Obliquità dell'Eclittica

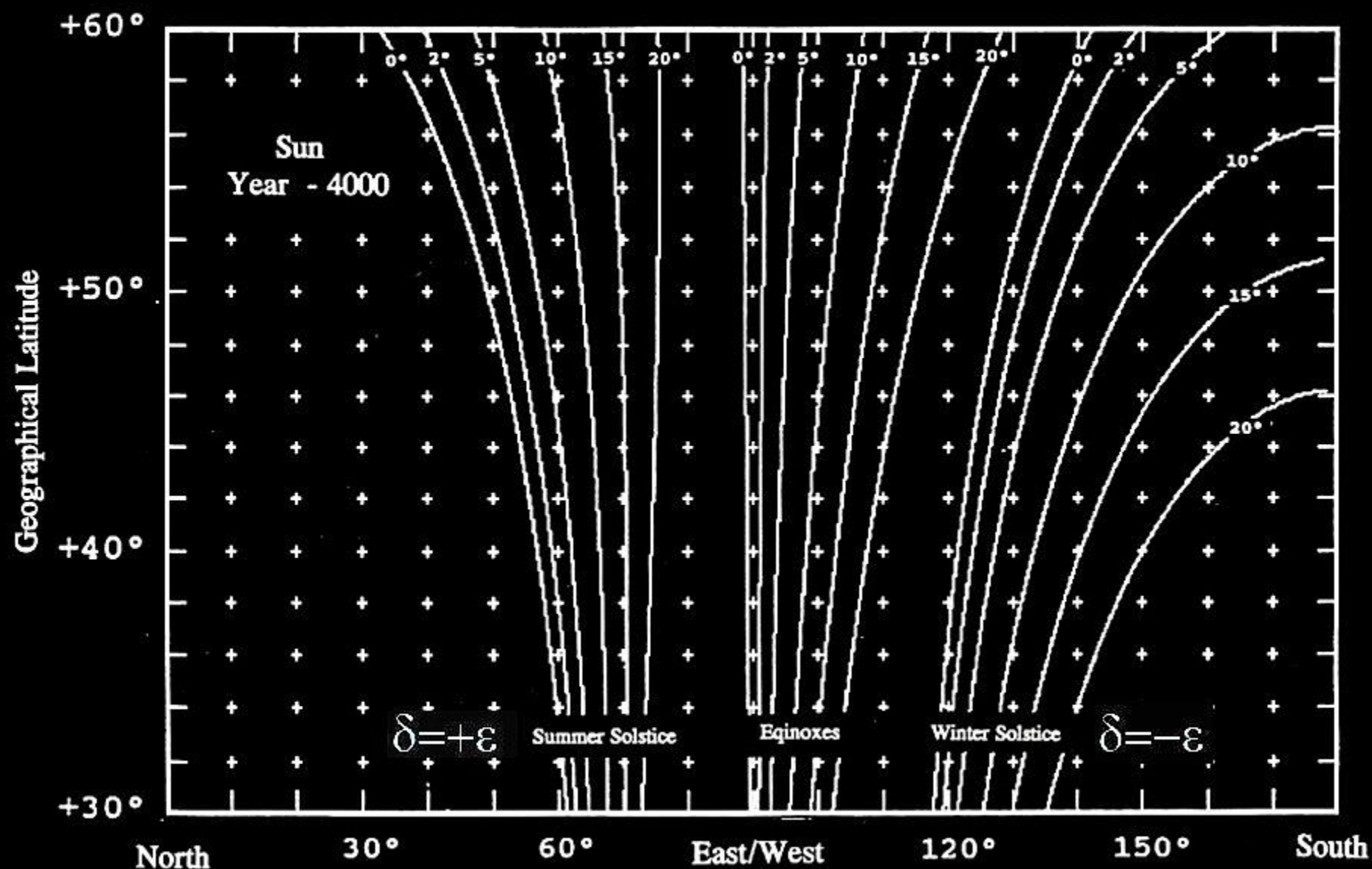






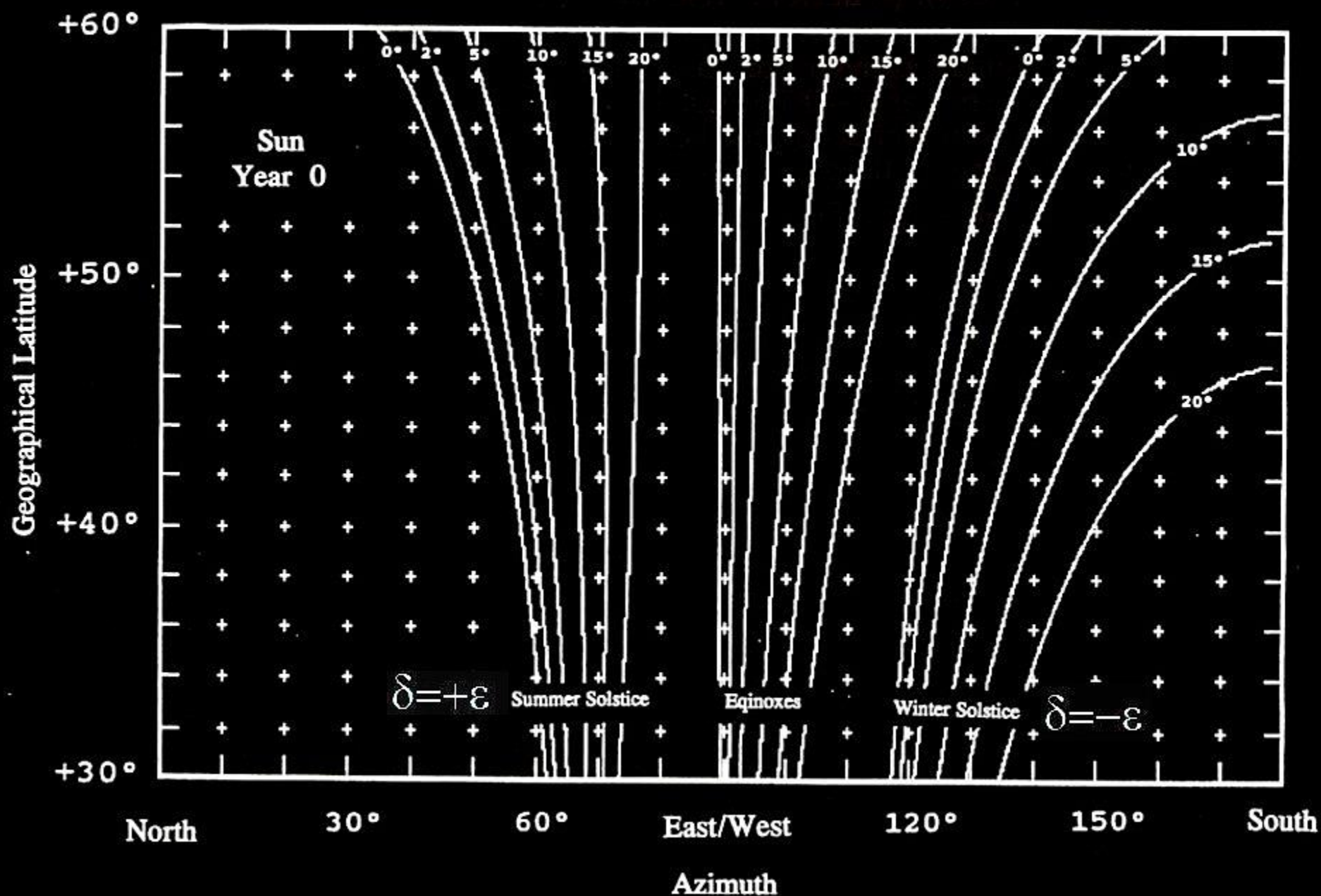
Variazione dell'inclinazione dell'orbita della Terra tra gli anni -10000 e 10000.

# Azimut Astronomico di sorgere/tramontare del Sole

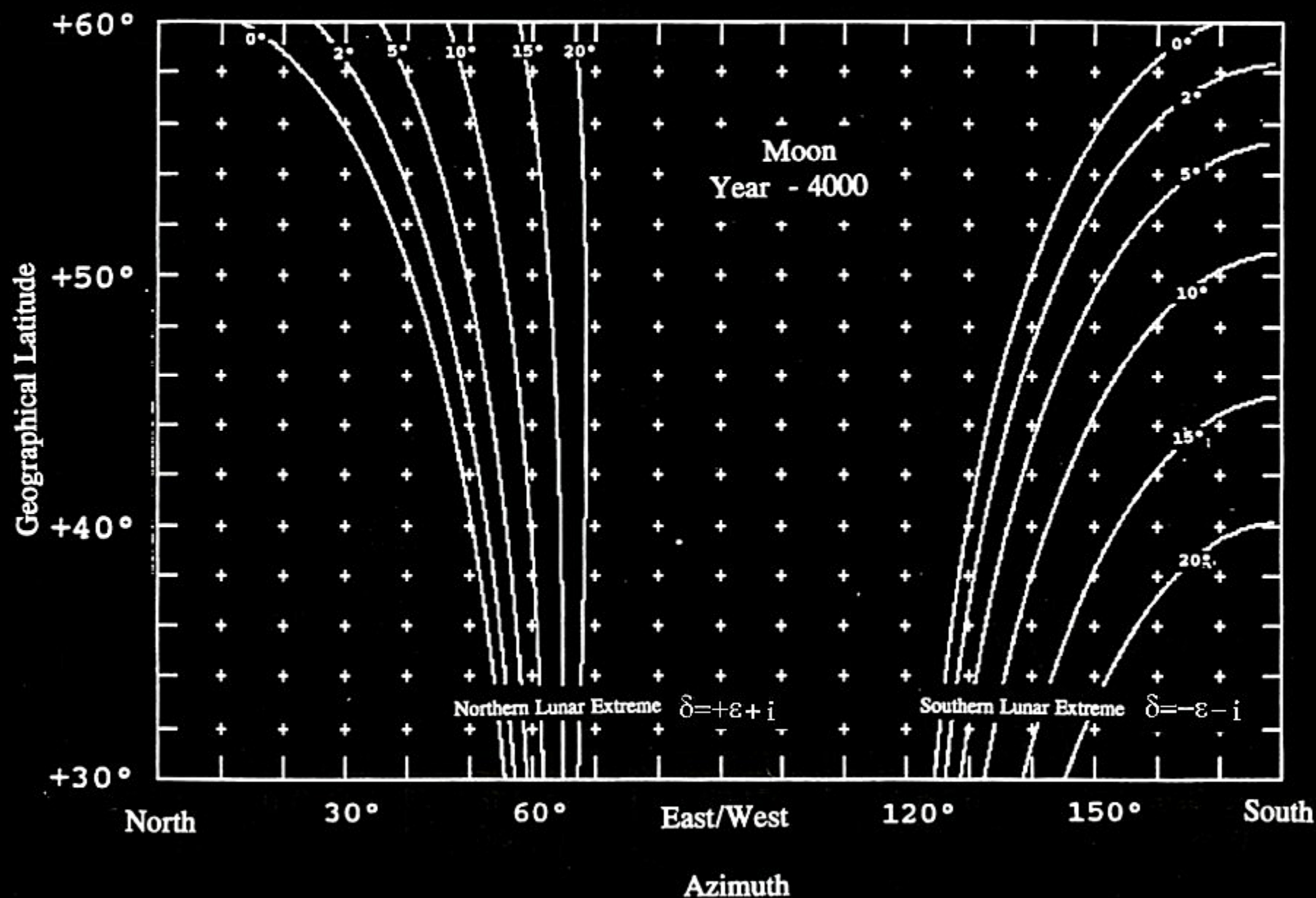




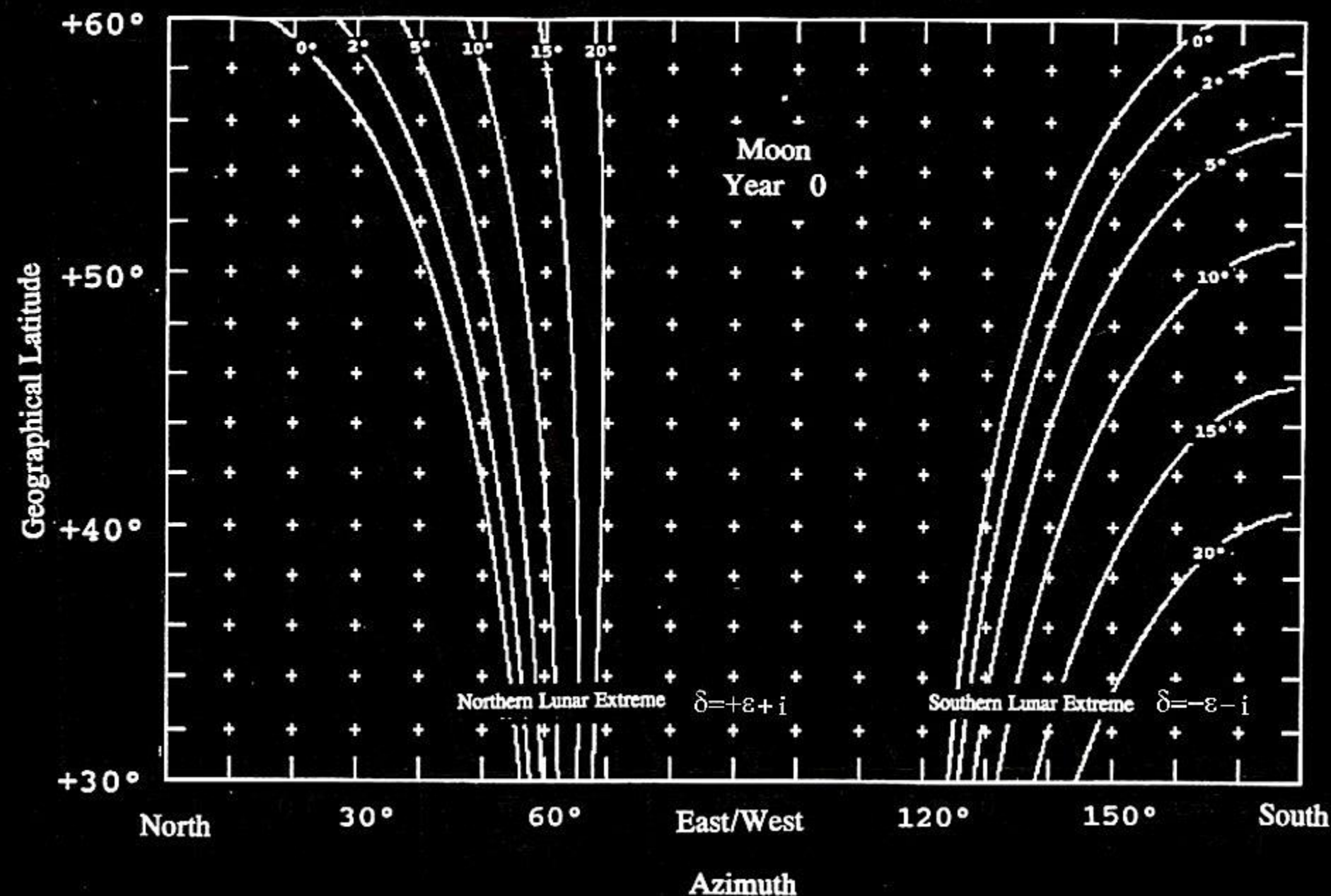
# Azimut Astronomico di sorgere/tramontare del Sole



# Azimut Astronomico di sorgere/tramontare della Luna

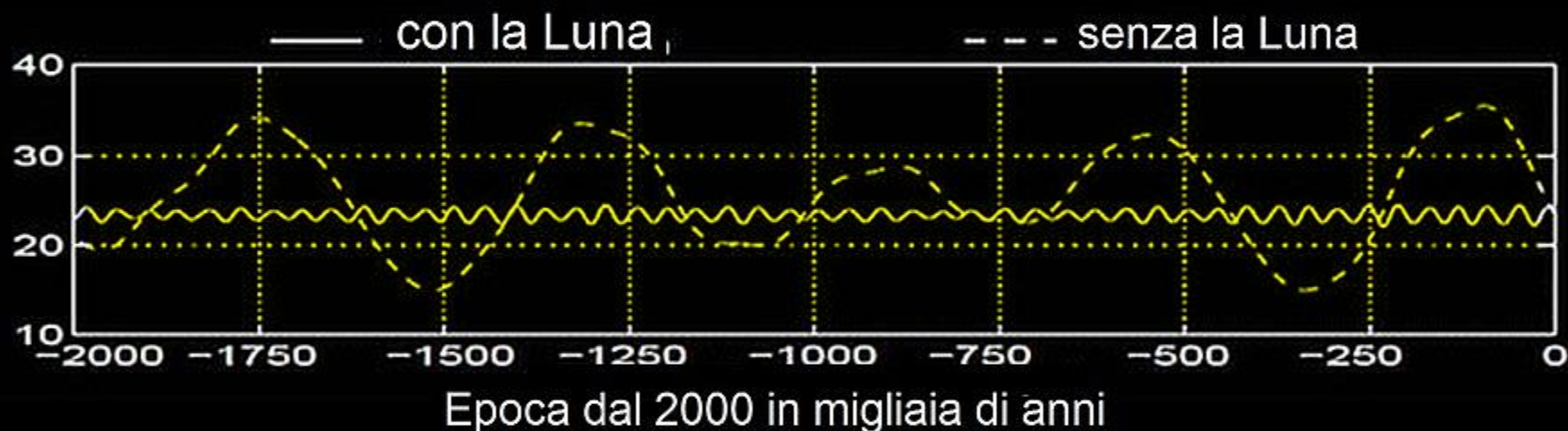


# Azimut Astronomico di sorgere/tramontare della Luna

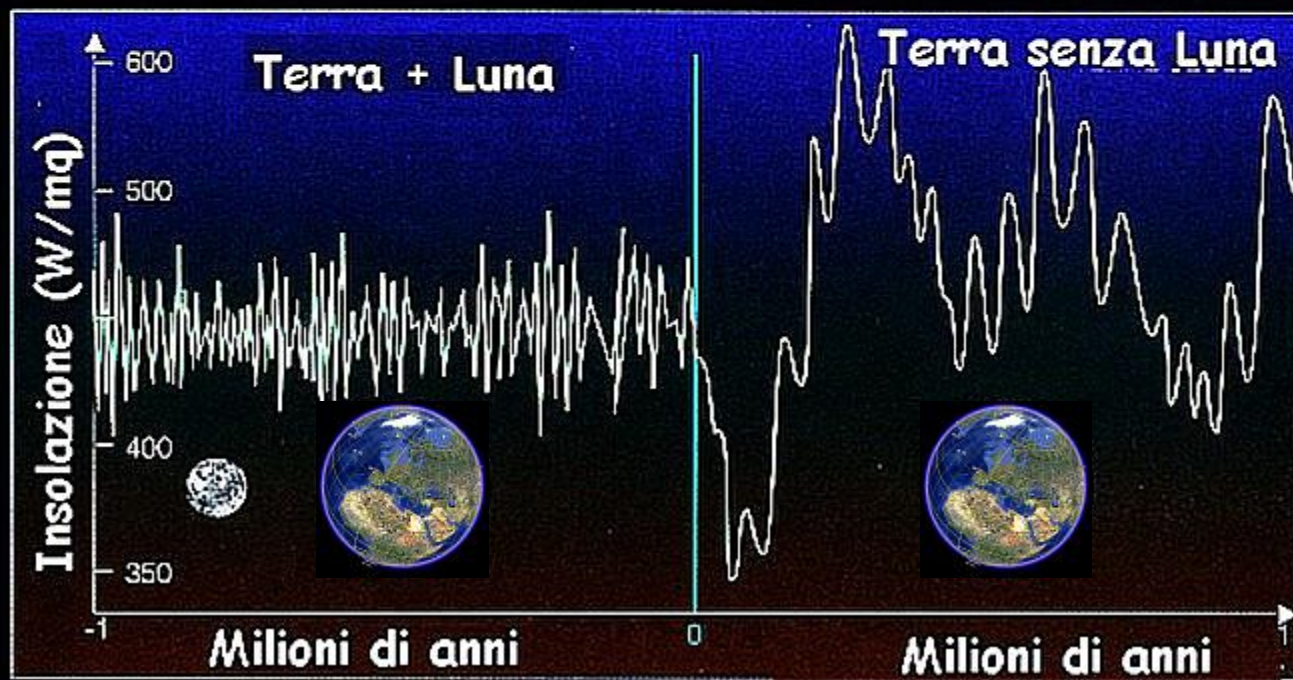




# L'inclinazione dell'asse della Terra (Obliquità dell'Eclittica)



**Periodo di variazione dell'Obliquità  
dell'Eclittica: 41013 anni**





**Precessione:** varia la posizione di sorgere e tramontare delle stelle all'orizzonte astronomico locale.

**Variazione dell'obliquità dell'eclittica:** varia la posizione di sorgere e di tramontare del Sole e della Luna all'orizzonte astronomico locale



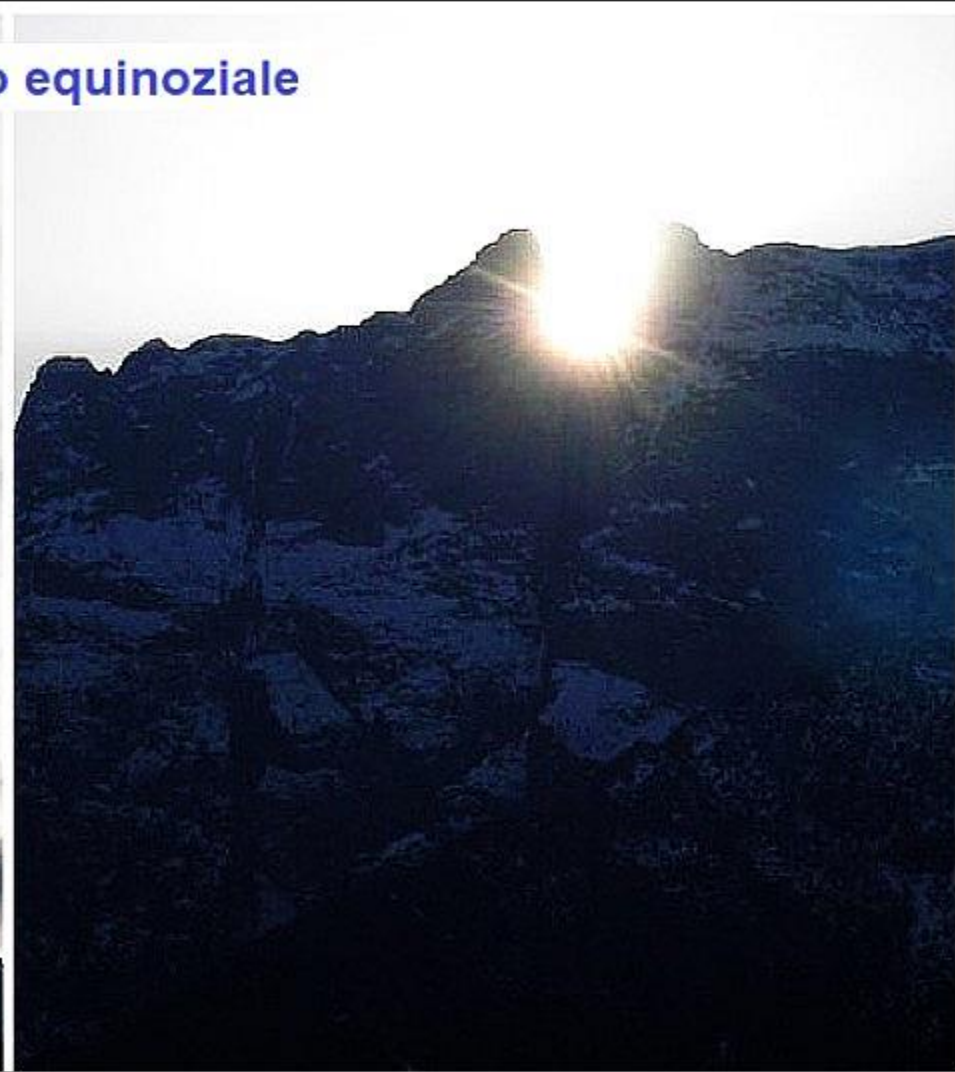
# **Lo Spirito della Montagna**

# Monte Concarena



# Pizzo Badile Camuno e Monte Concarena agli equinozi

Tramonto equinoziale



**Pizzo Badile Camuno**

**Monte Concarena**





Monte Concarena

Tramonto del Sole  
agli equinozi

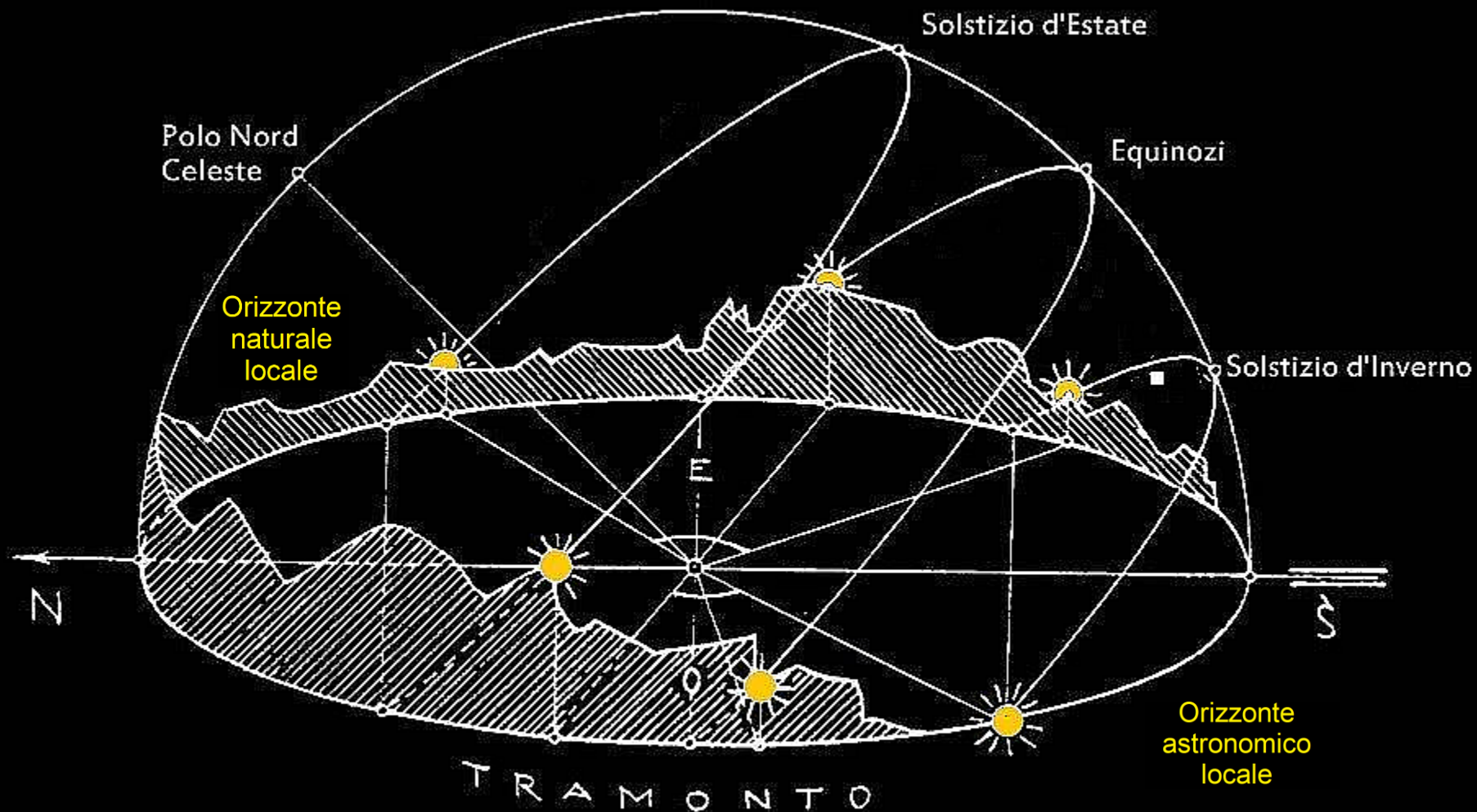


Monte Concarena

Tramonto del Sole  
agli equinozi

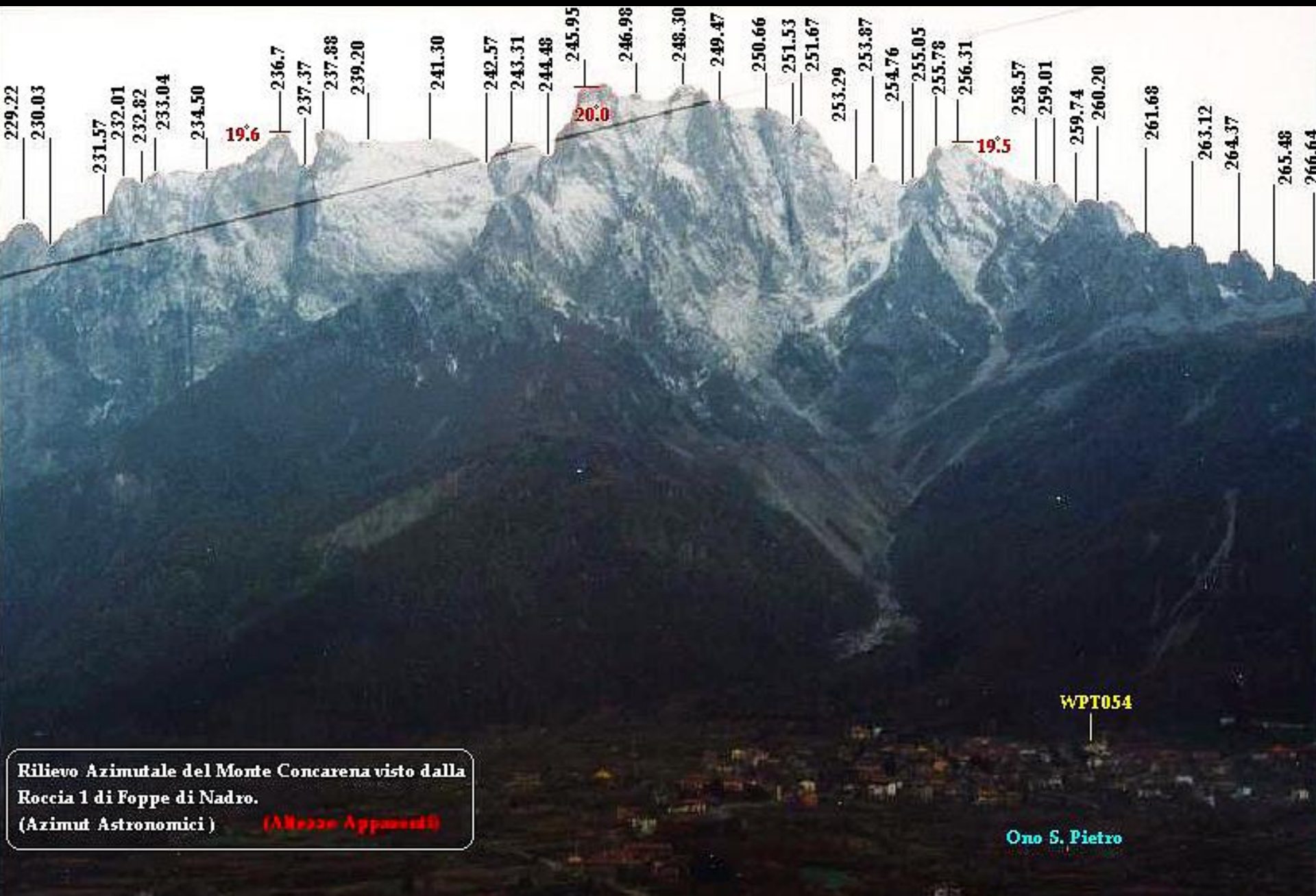
# **La misura del tempo presso i Camuni**





**Sorgere e tramontare del Sole in una località alpina**

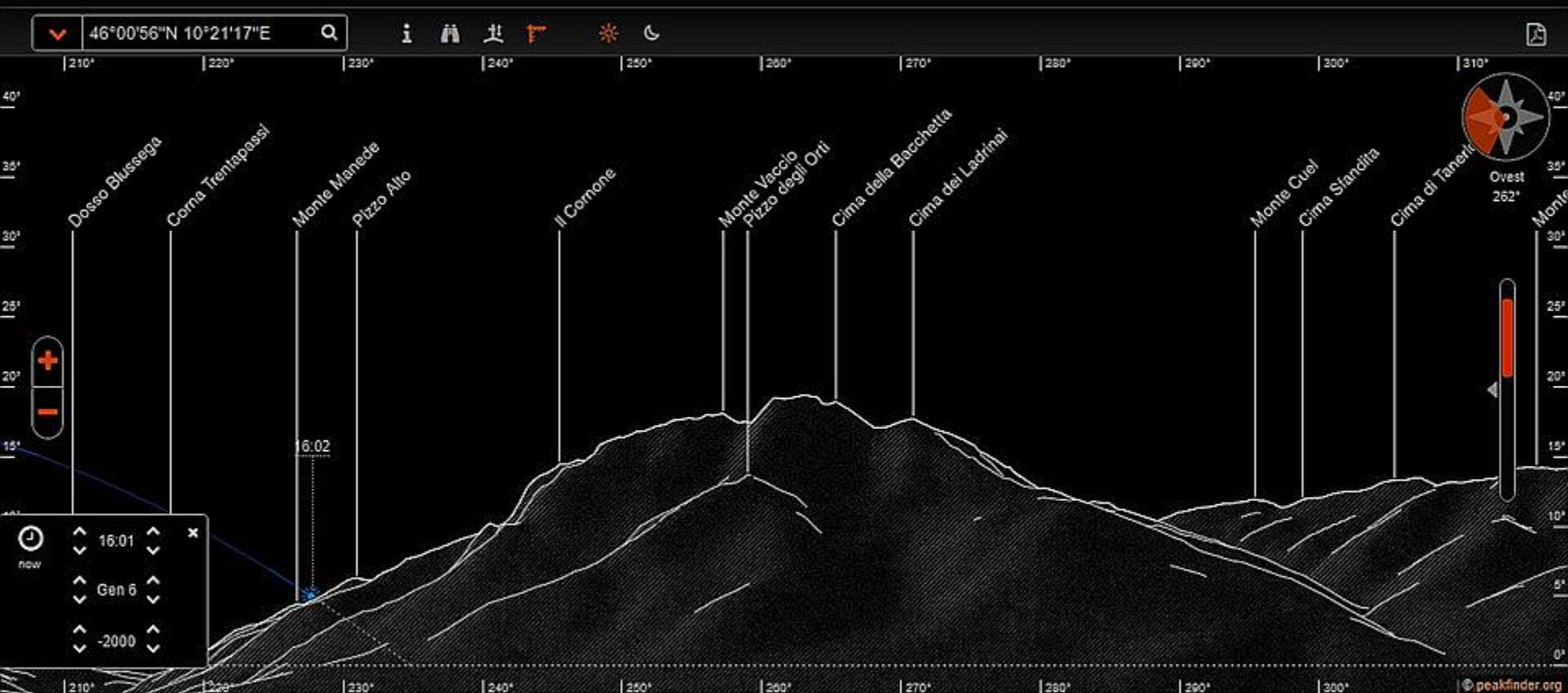
# Monte Concarena



Rilievo Azimutale del Monte Concarena visto dalla  
Roccia 1 di Foppe di Nadro.  
(Azimut Astronomici) (Altezza Approssimativa)

# Solstizio d'Inverno

# Tramontare

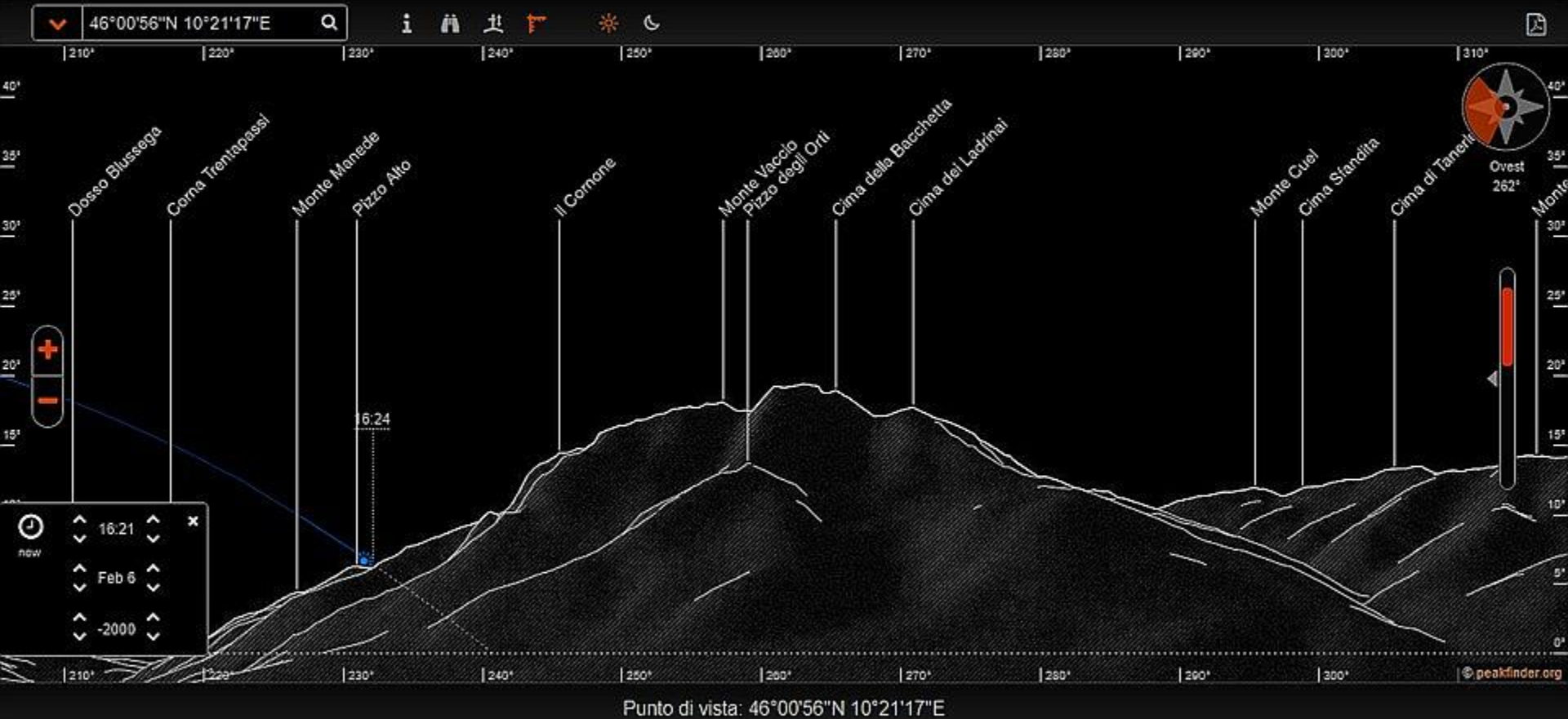


Punto di vista: 46°00'56"N 10°21'17"E

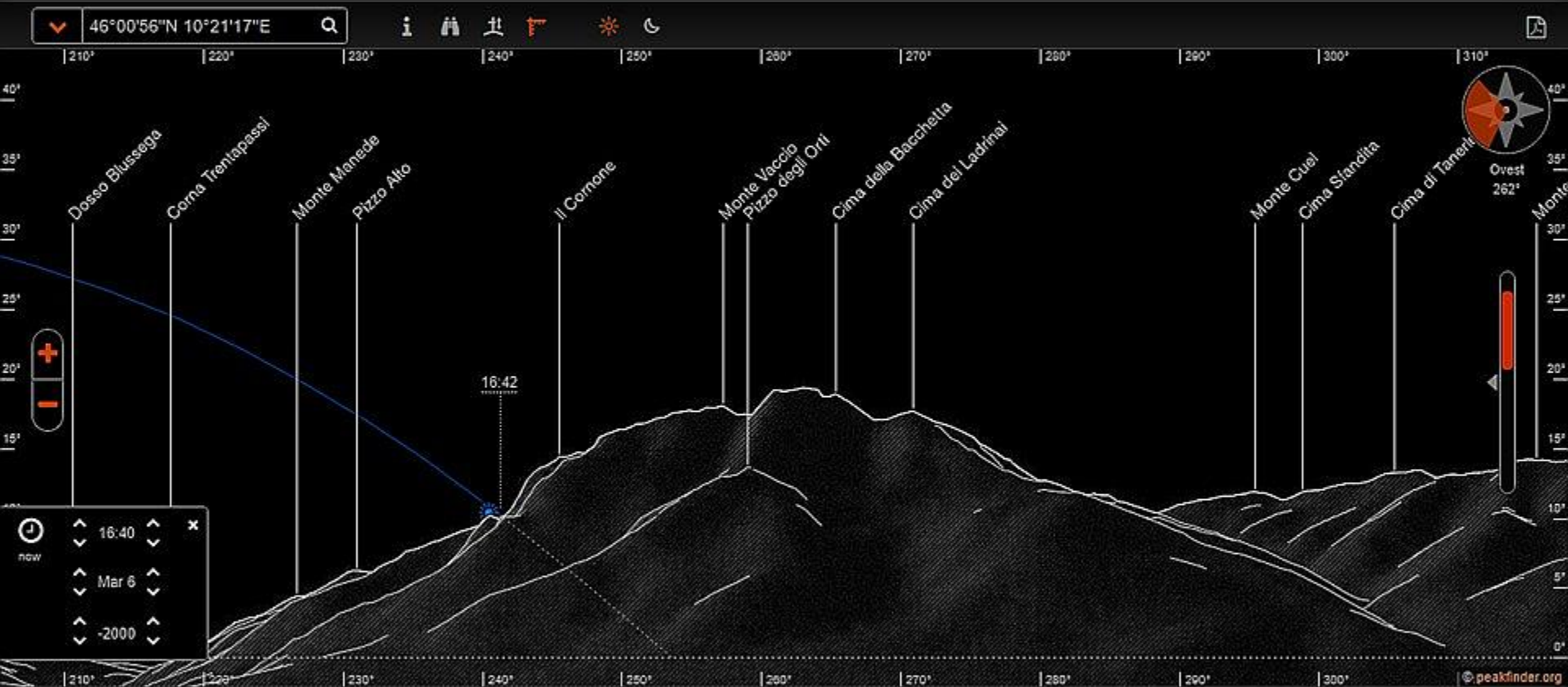


# Tramontare

ar

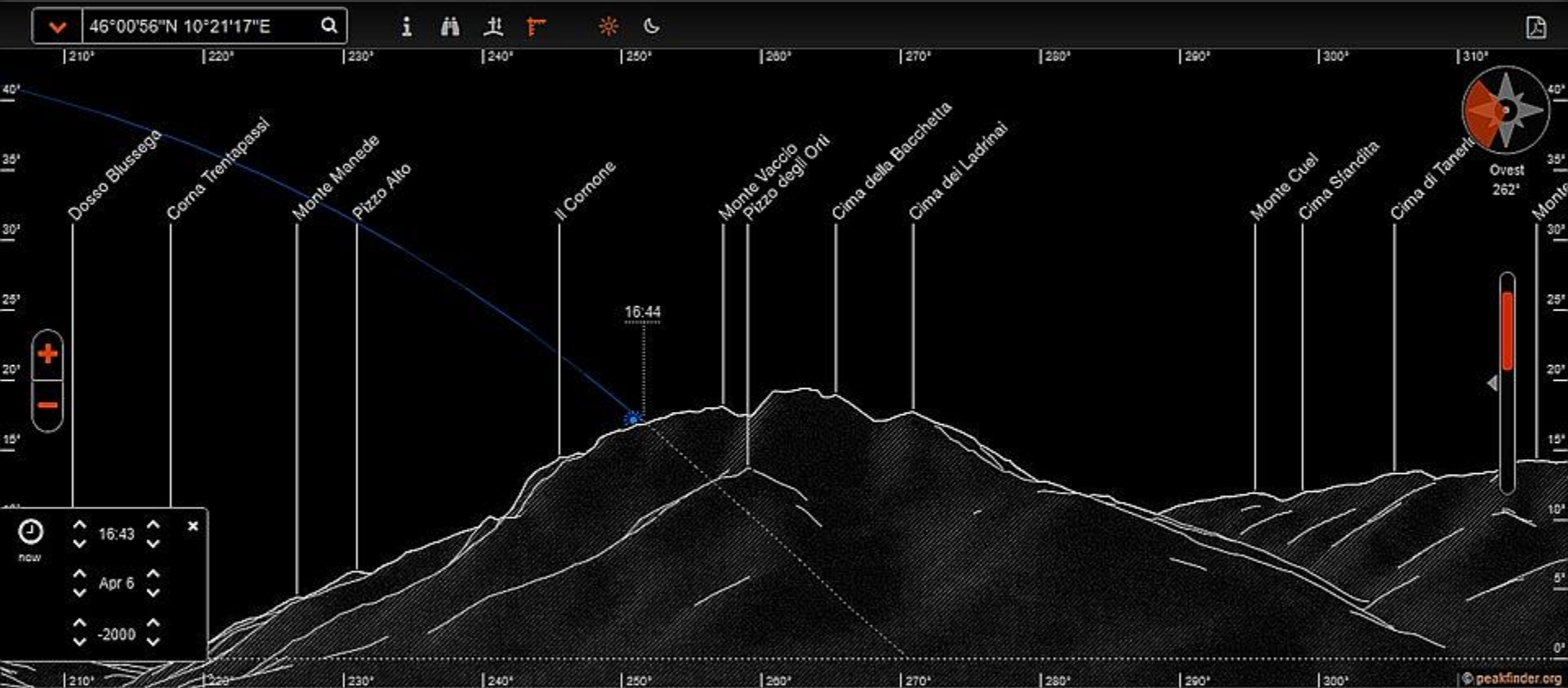


# Tramontare



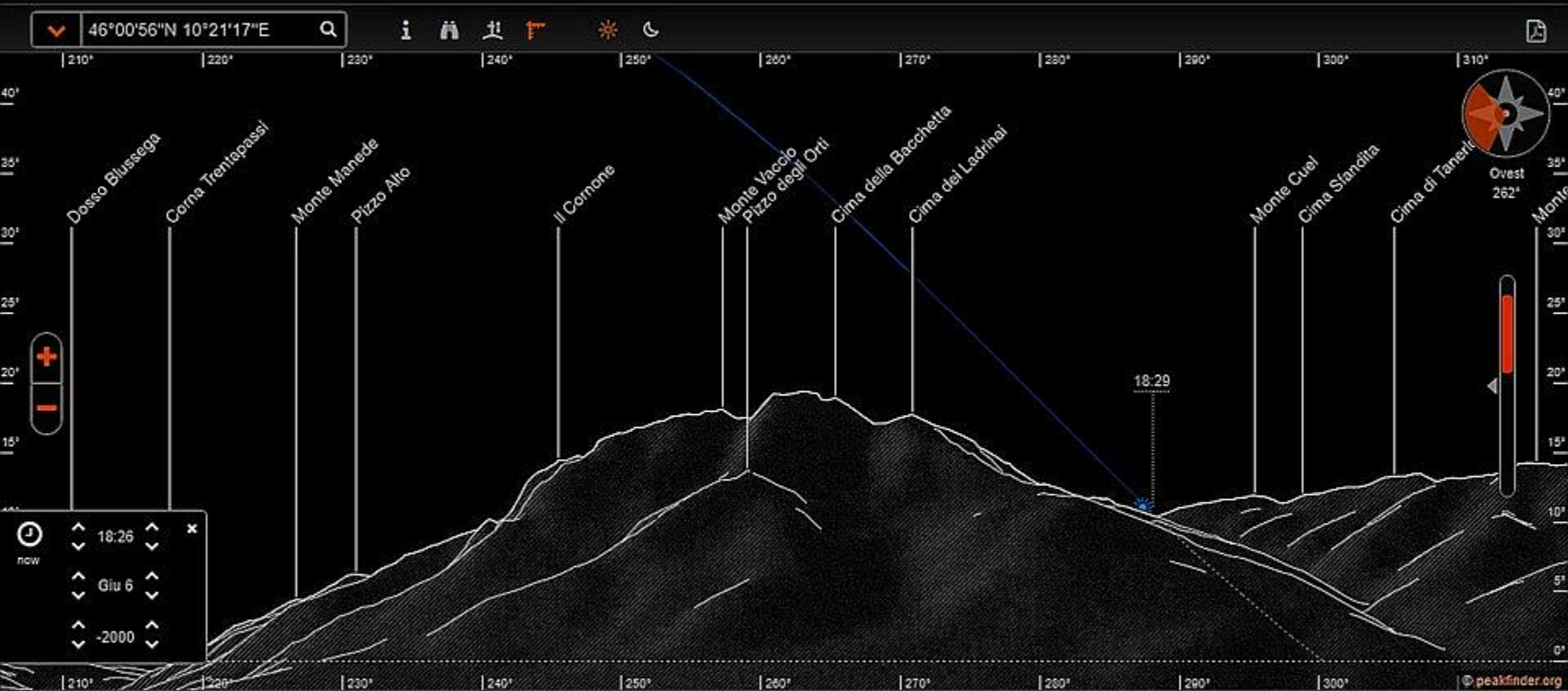
Punto di vista:  $46^{\circ}00'56''\text{N } 10^{\circ}21'17''\text{E}$

# Tramontare





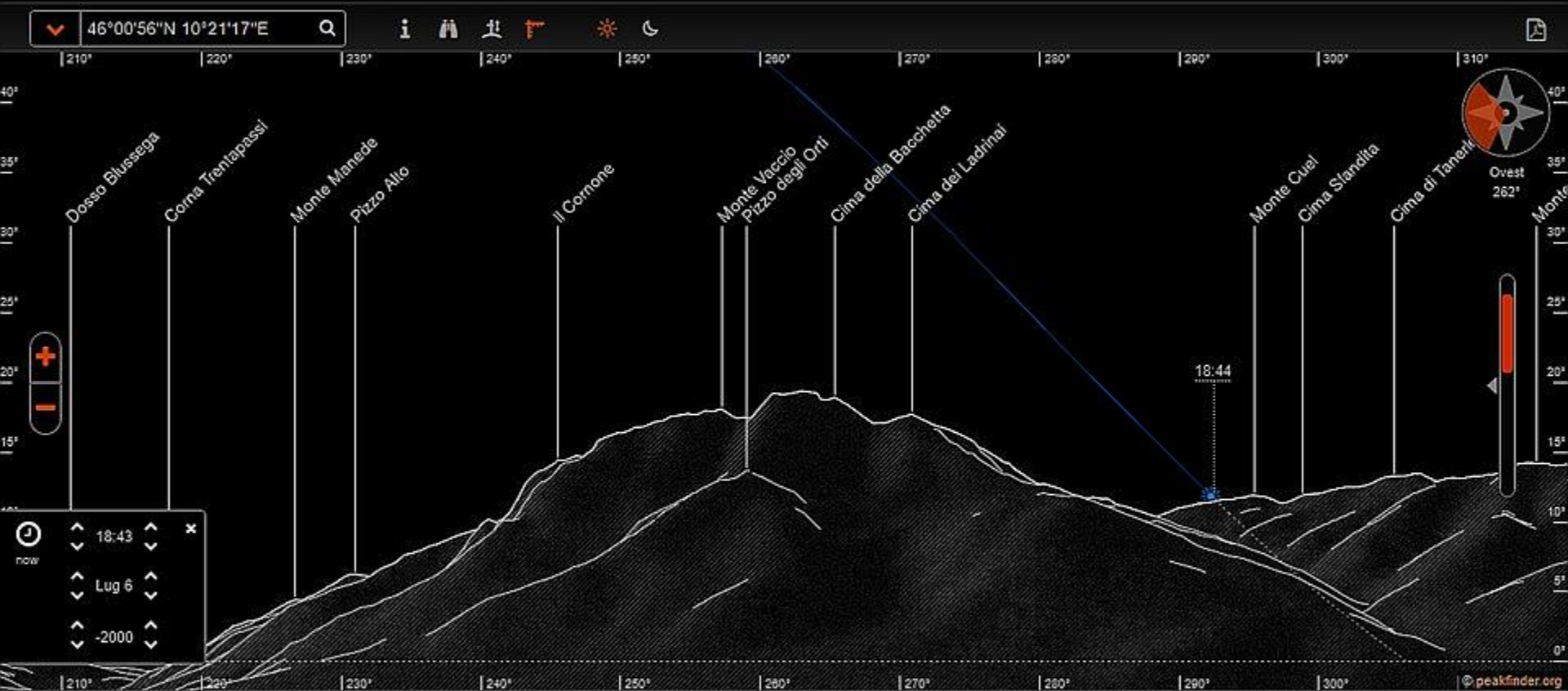
# Tramontare



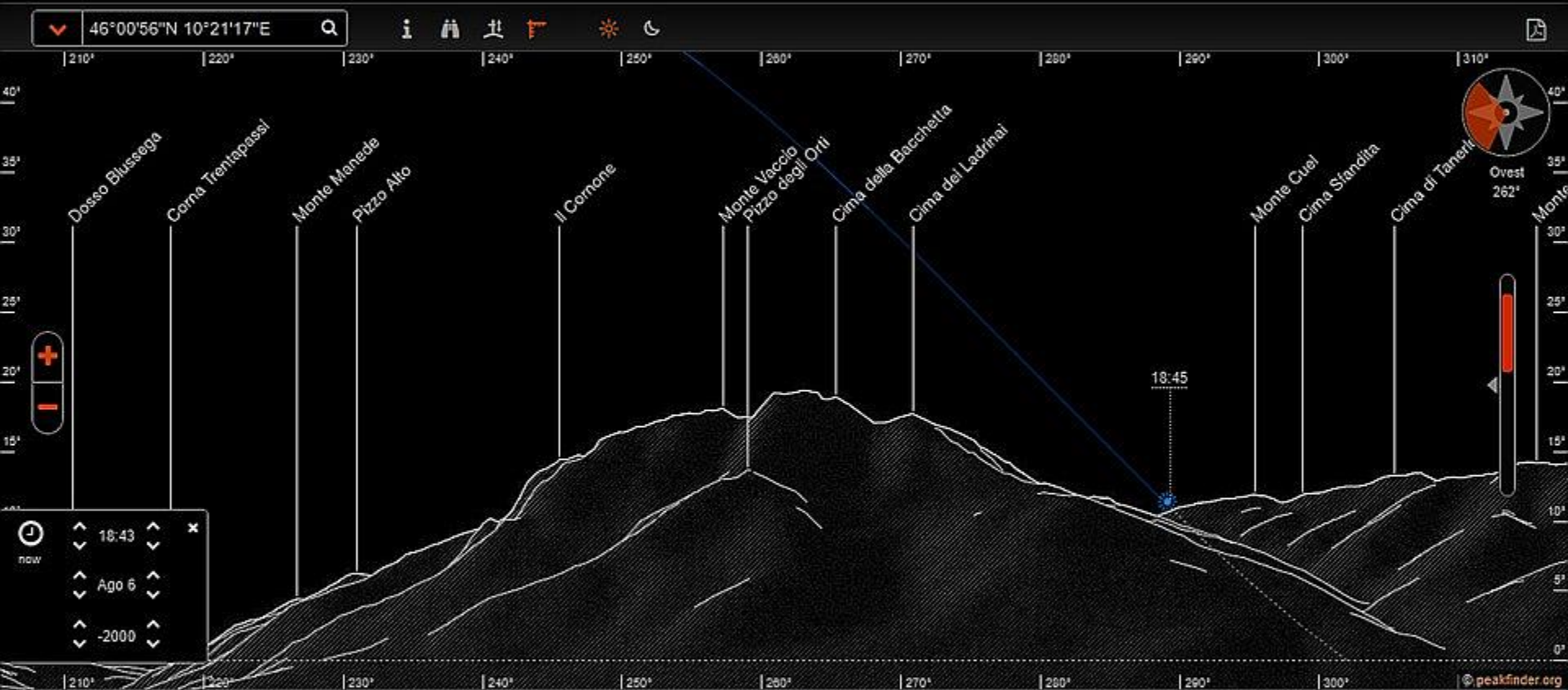
Punto di vista: 46°00'56"N 10°21'17"E

# Solstizio d'Estate

# Tramontare



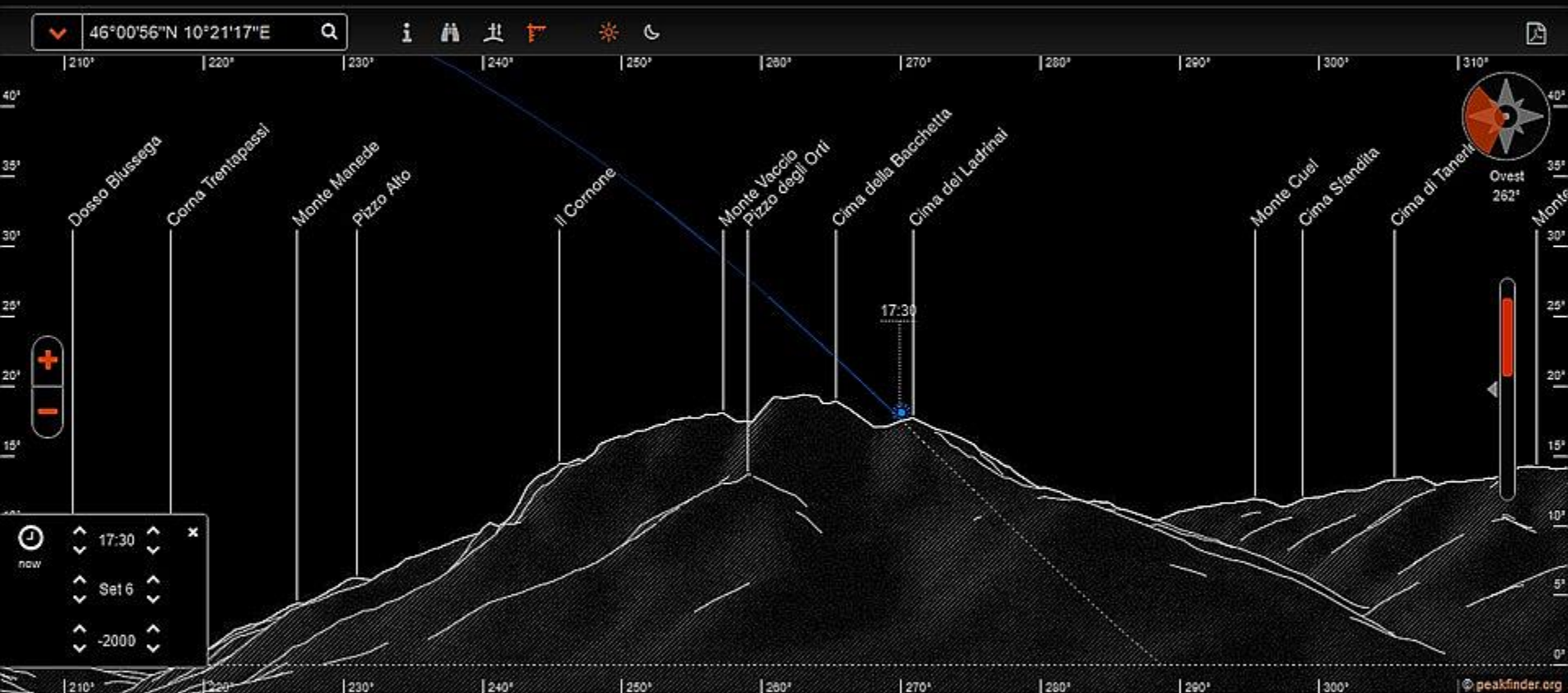
# Tramontare

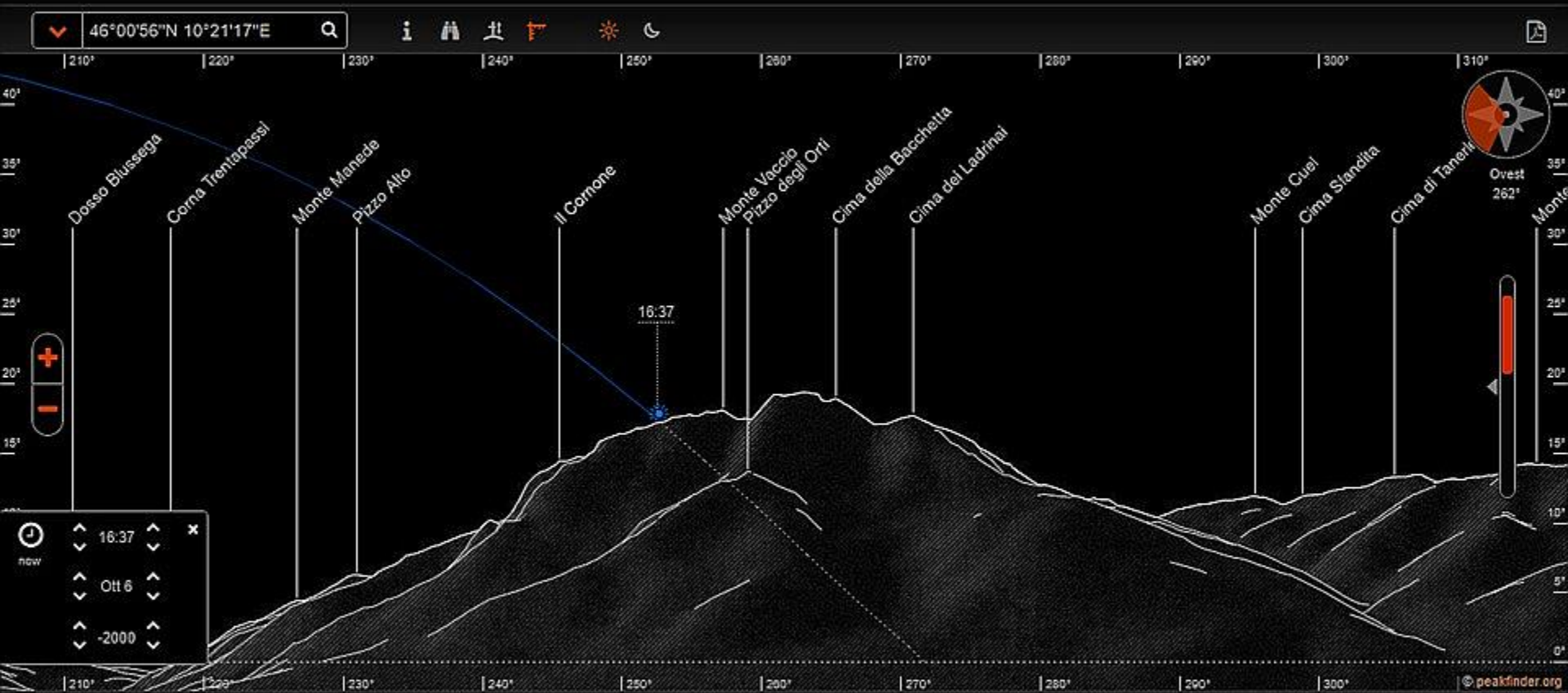


Punto di vista: 46°00'56"N 10°21'17"E



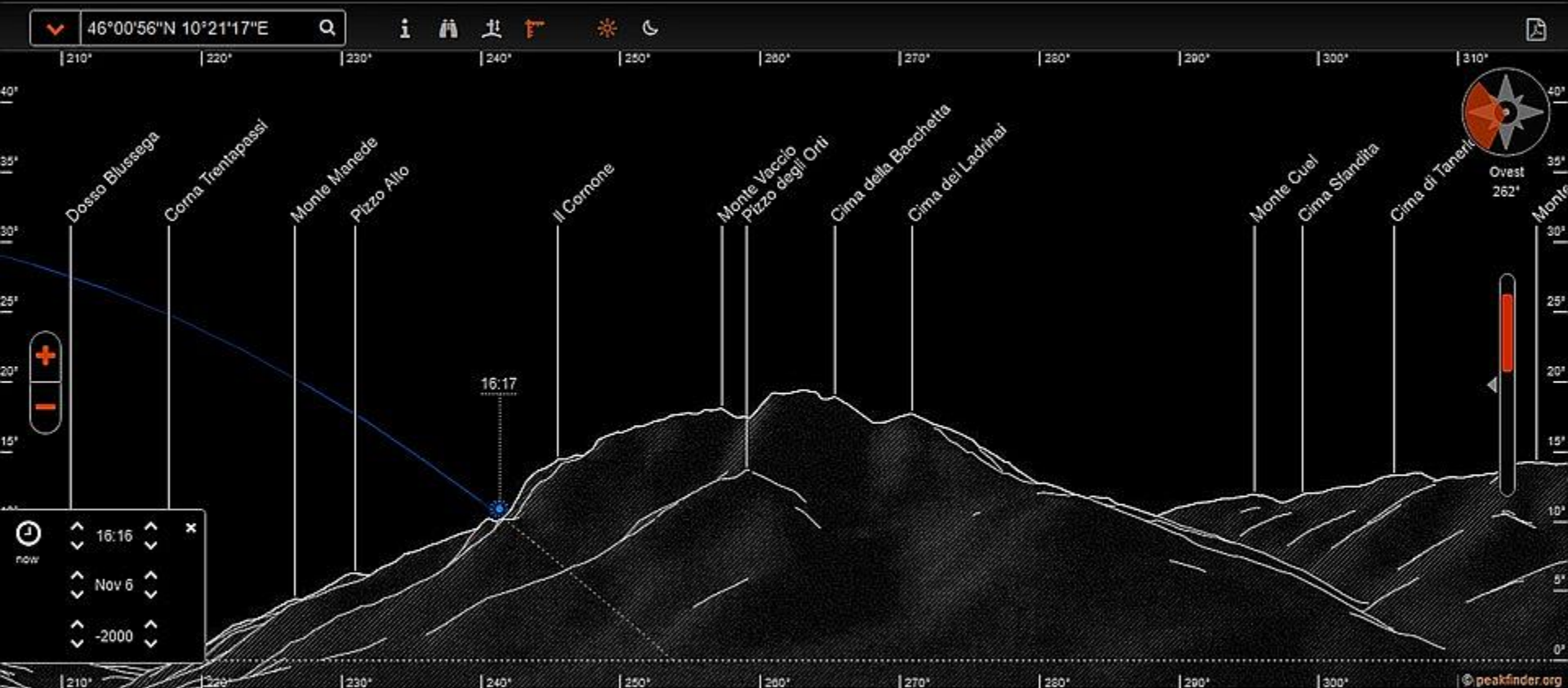
# Tramontare



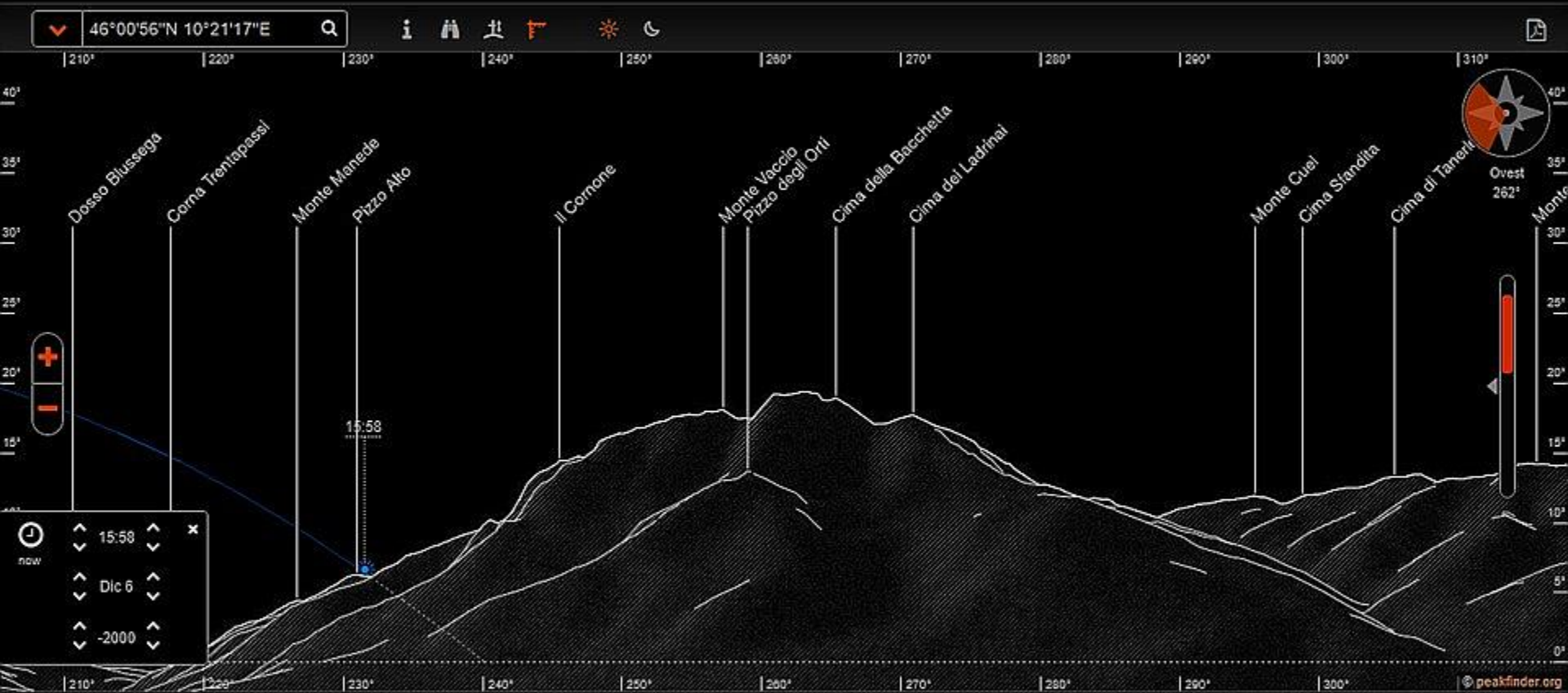


Punto di vista: 46°00'56"N 10°21'17"E

# Tramontare







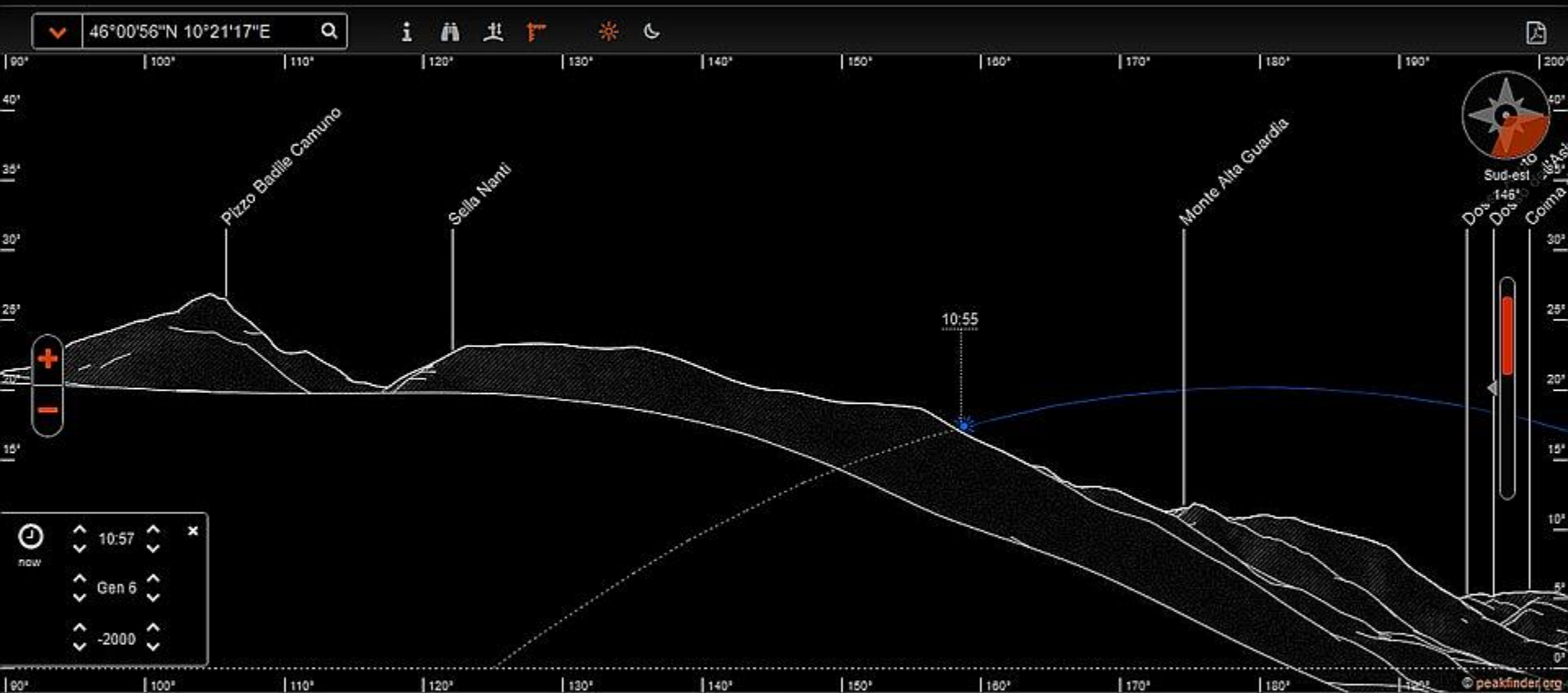
Punto di vista: 46°00'56"N 10°21'17"E

# Pizzo Badile Camuno



# Solstizio d'Inverno

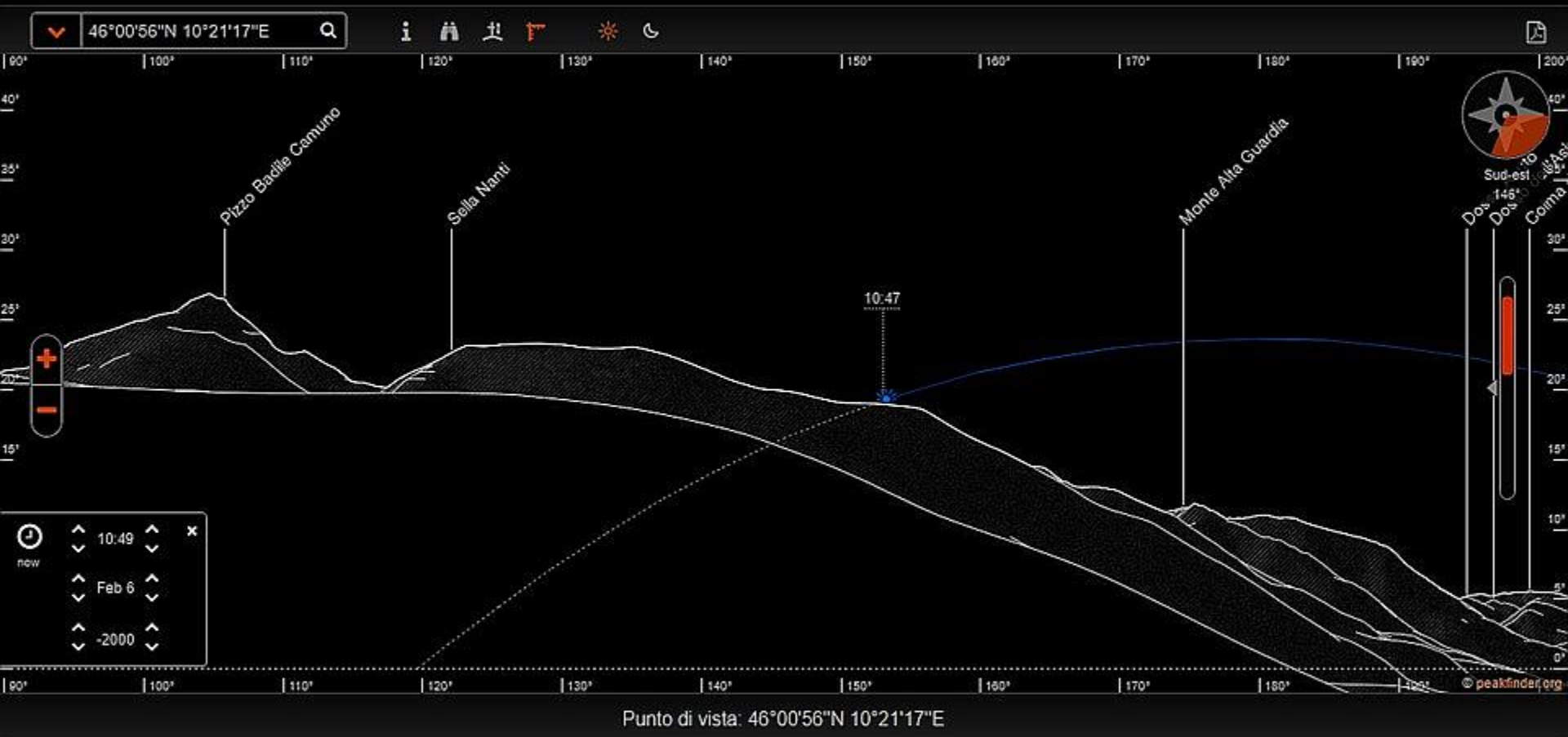
# Sorgere



Punto di vista:  $46^{\circ}00'56''\text{N } 10^{\circ}21'17''\text{E}$

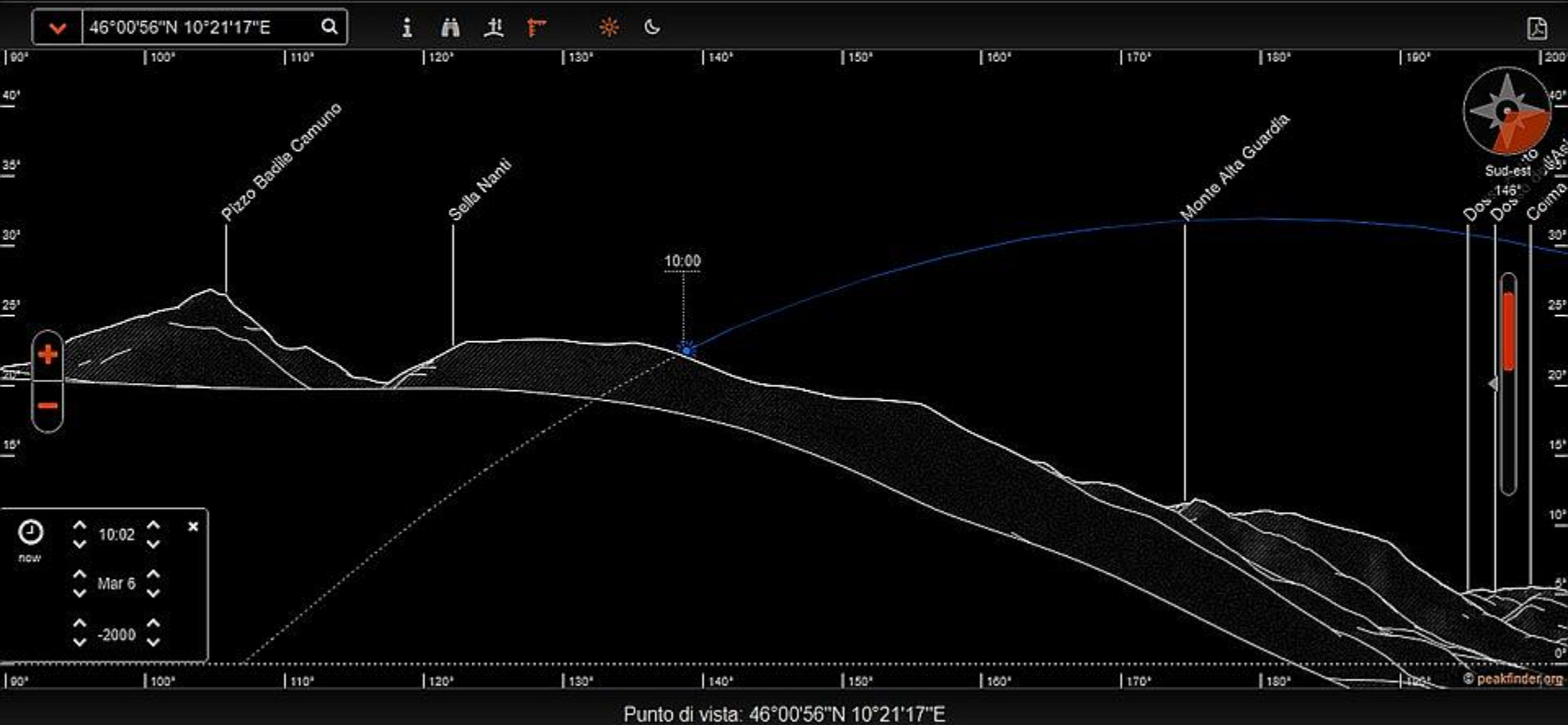


# Sorgere





ar



# Sorgere



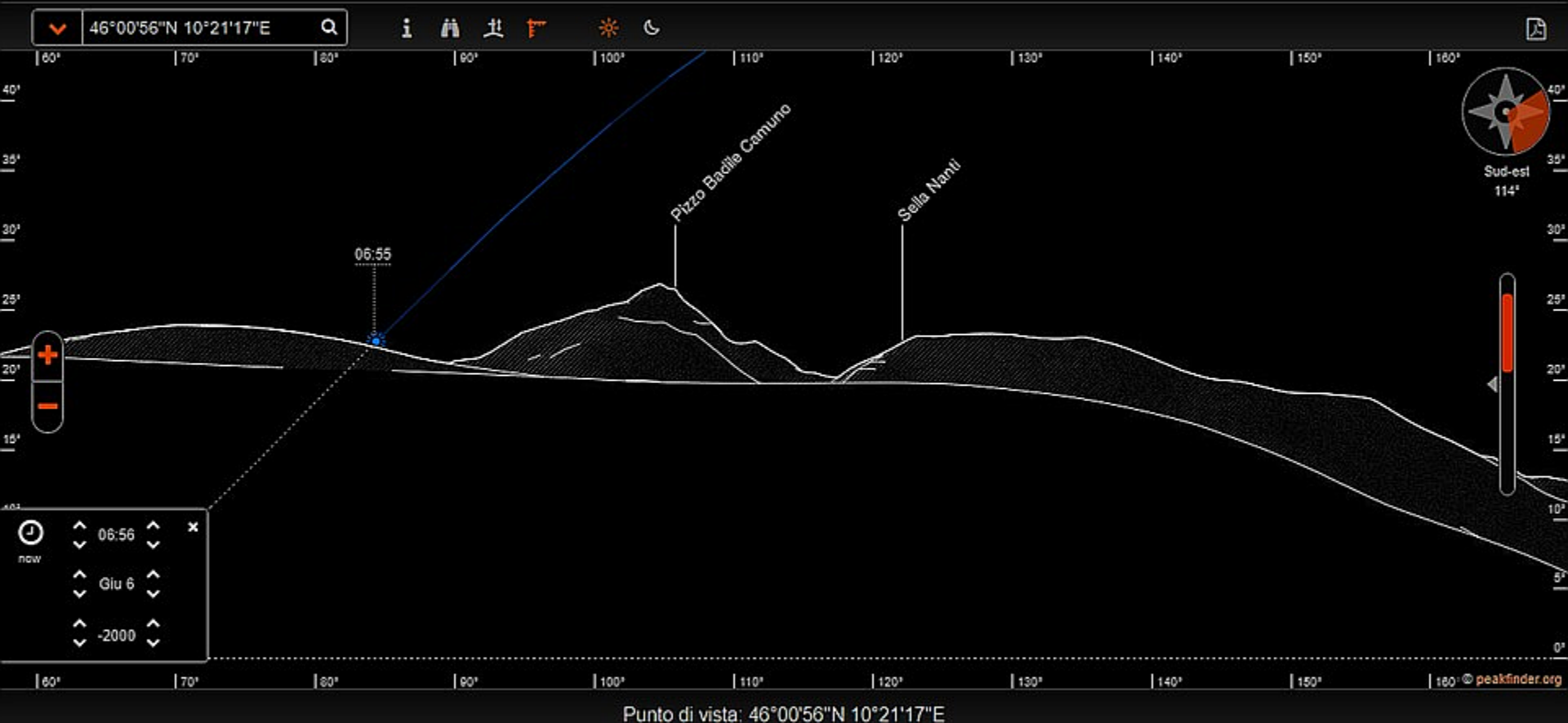


# Sorgere



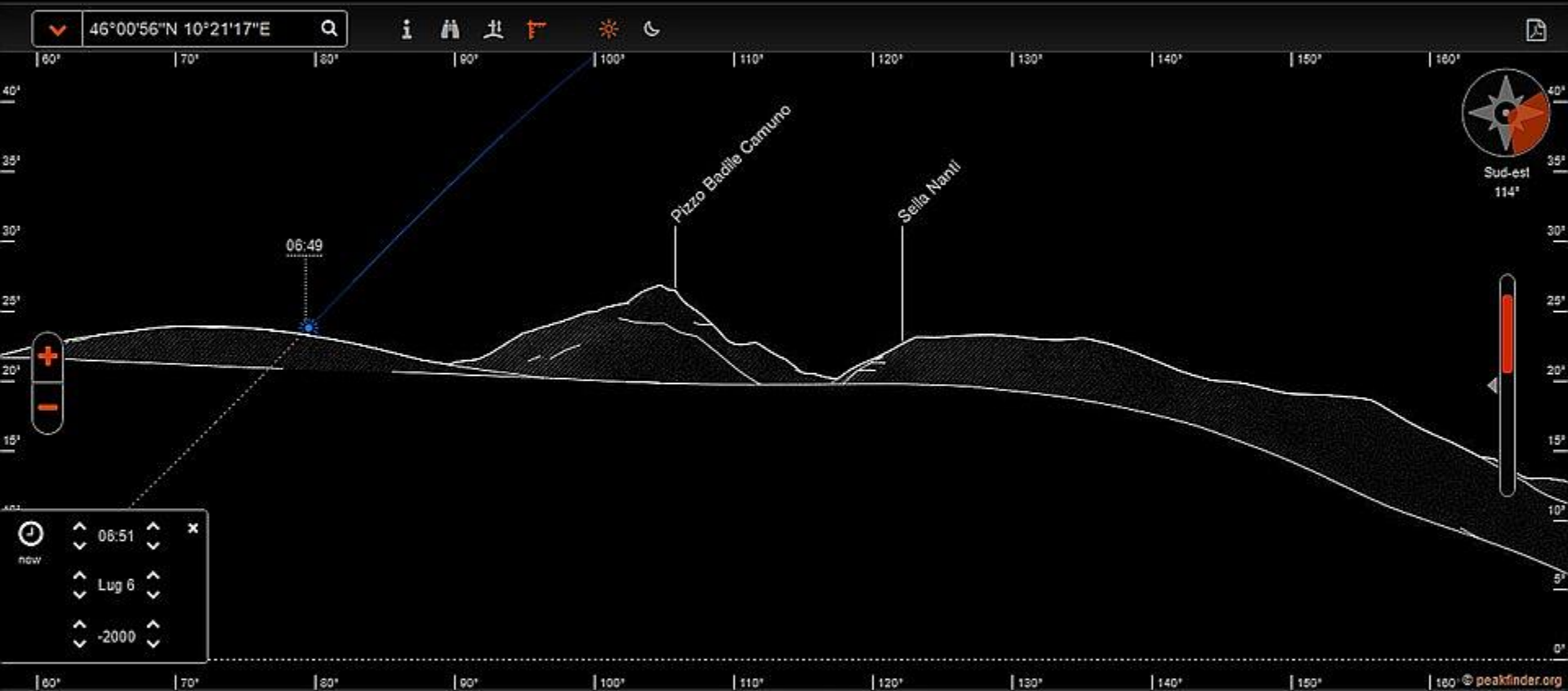
Punto di vista: 46°00'56"N 10°21'17"E

# Sorgere



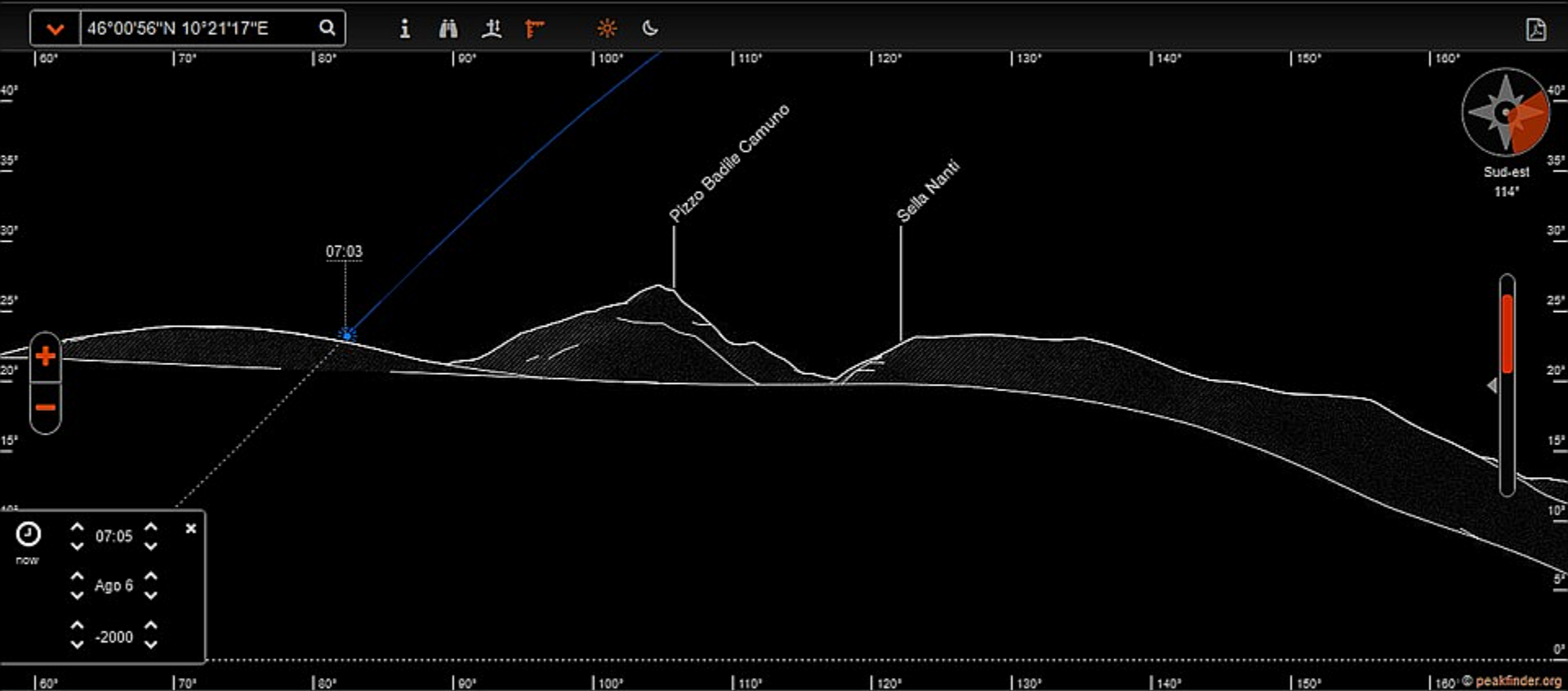
# Solstizio d'Estate

# Sorgere

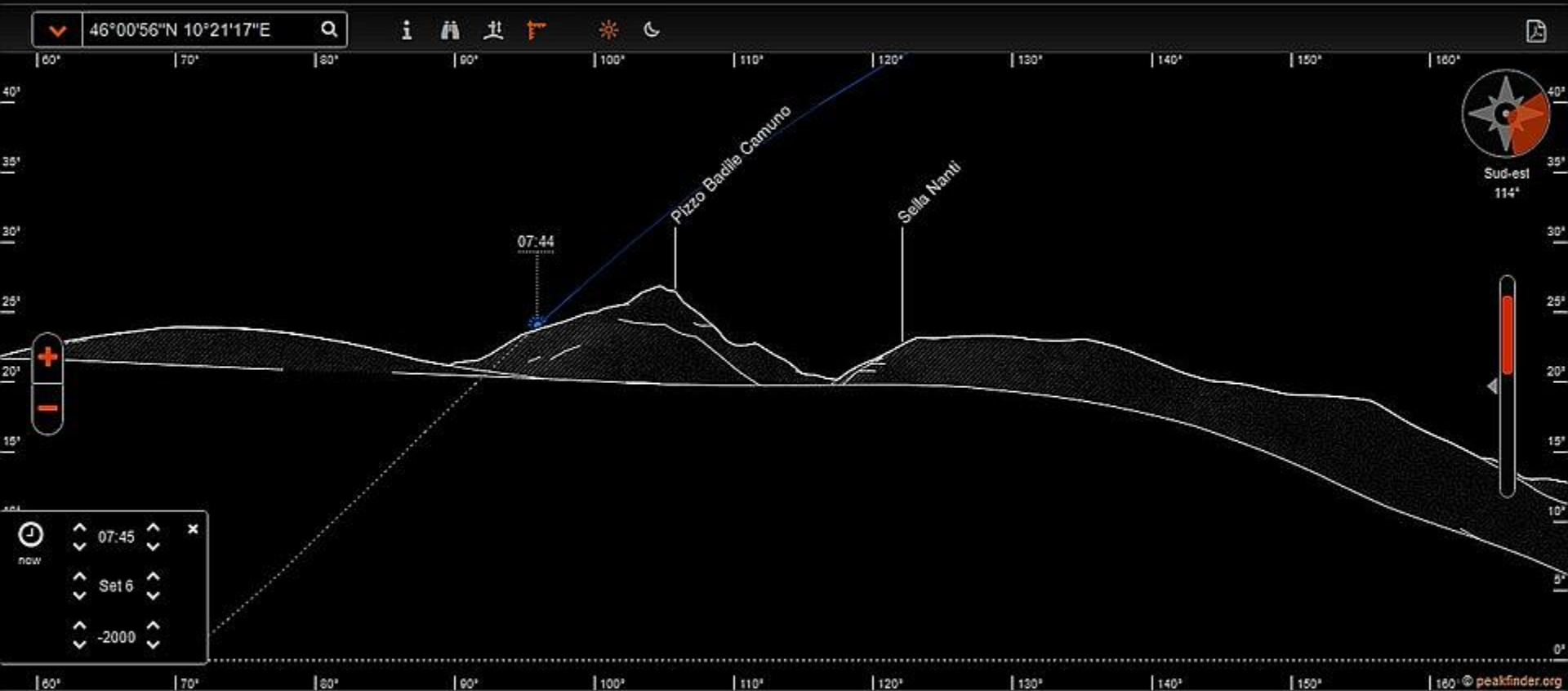




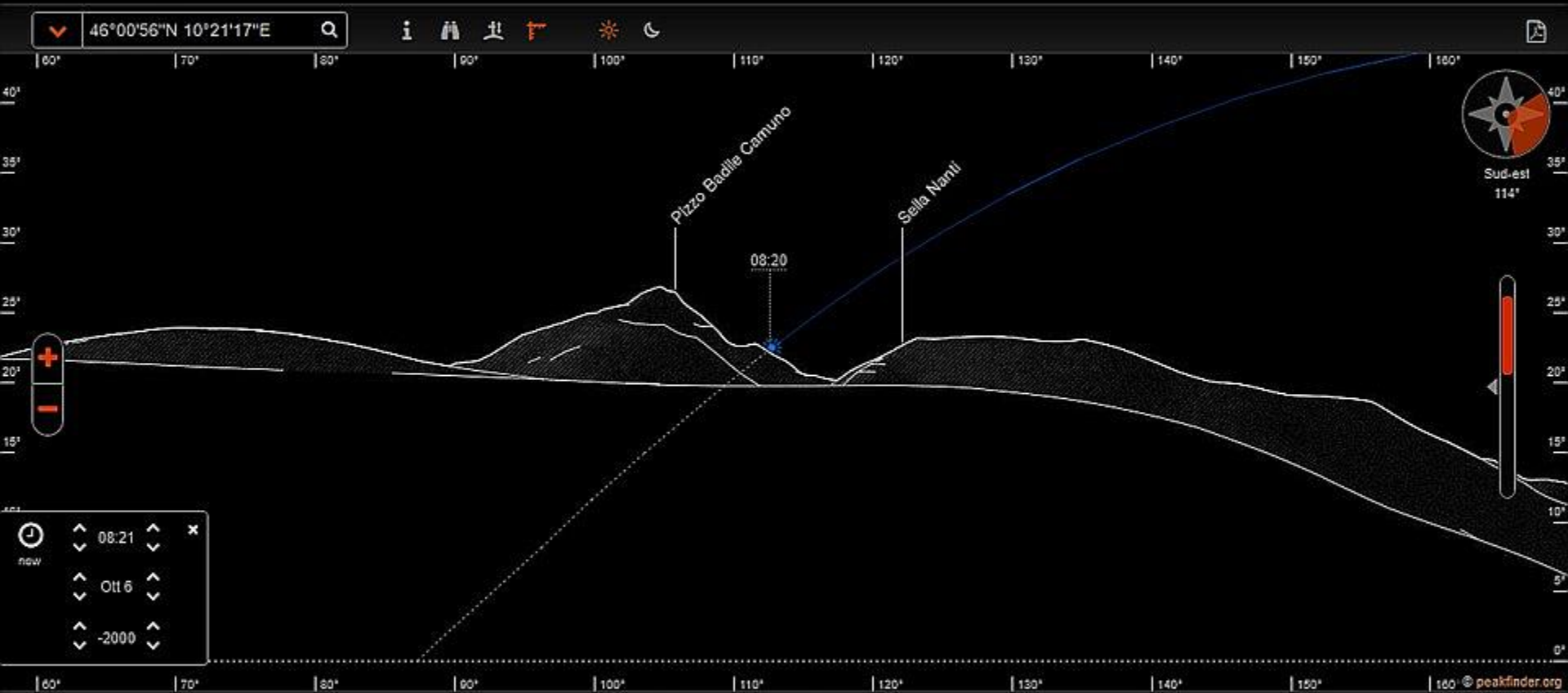
# Sorgere



# Sorgere

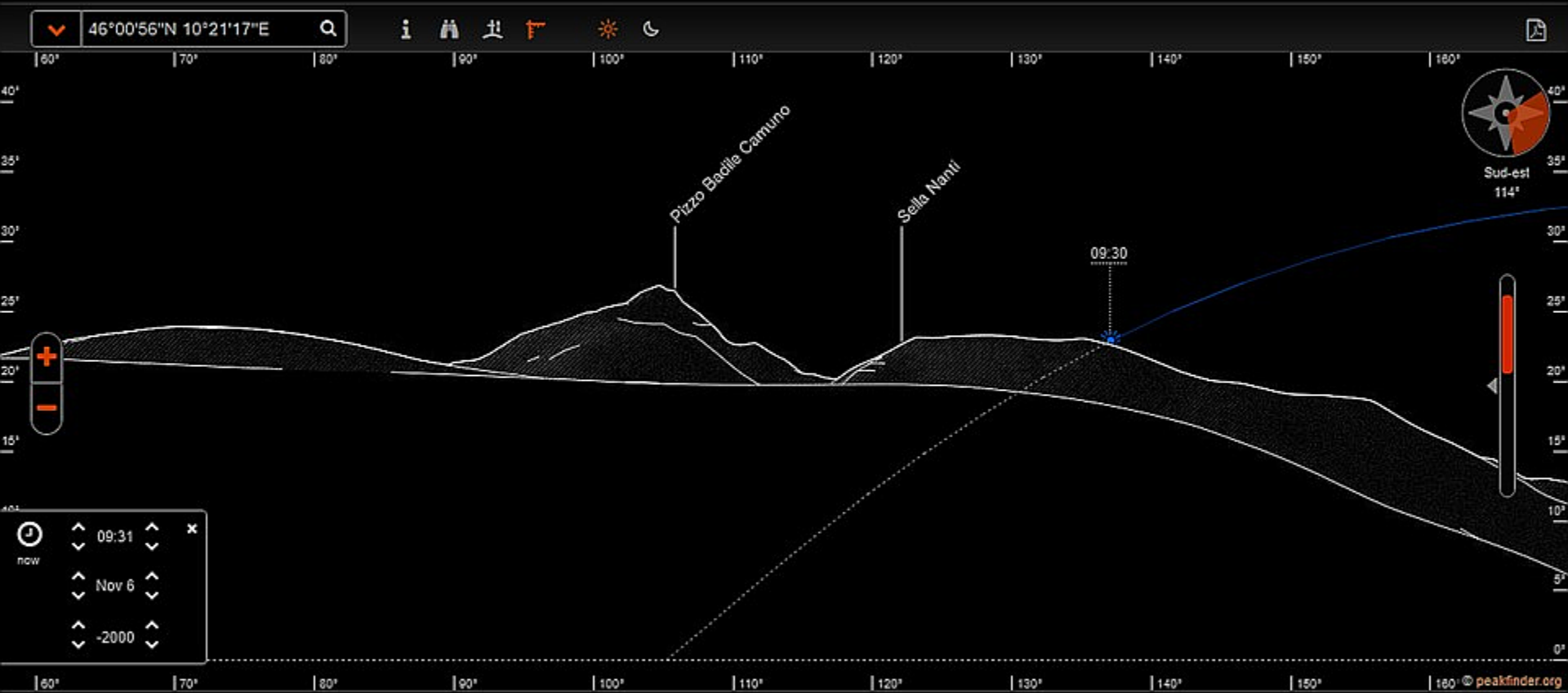


# Sorgere

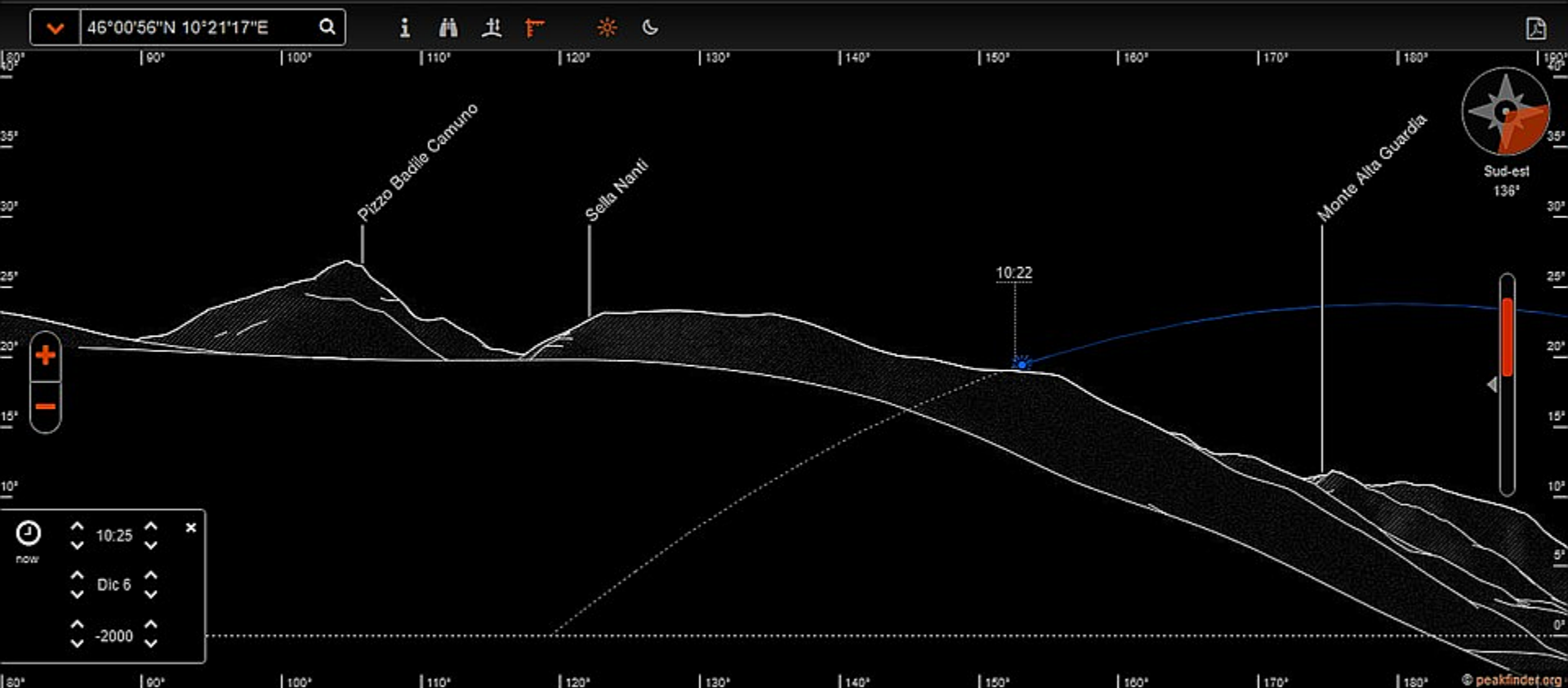




# Sorgere



# Sorgere





**Grazie per  
l'attenzione!**