



Università "Cardinale Giovanni Colombo" - Milano

A.A. 2024 - 2025

Corso di Archeoastronomia  
Docente: **Adriano Gaspani**

Lezione 11

La nozione di Tempo Sacro e di  
Tempo Profano

**Archeoastronomia:  
scienza multidisciplinare che  
si occupa di ricostruire  
l'idea del Cielo, del Cosmo e  
del Tempo delle antiche  
popolazioni**

L'Archeoastronomia trae le sue  
conclusioni dallo studio dei siti  
archeologici, dei reperti, dei  
documenti antichi, etc.  
che si pensa siano  
astronomicamente significativi

# La definizione fisica del Tempo

...non esiste una definizione unitaria: dipende da quale teoria cosmologica che si assume...

# Il trascorrere del tempo

$$(t - t_0) = \frac{3.17 \times 10^{-8}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{h \cdot G}{2 \cdot k_B \cdot c^5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{S_u(t)}} \cdot [S_u(t) - S_u(t_0)] \quad (\text{anni})$$

ma anche:

$$(t - t_0) = 3.17 \times 10^{-8} \cdot [R(t) - R(t_0)] \quad (\text{anni})$$

dove:

$S_u(t)$  = Entropia dell'Universo al tempo  $t$

$S_u(t_0)$  = Entropia dell'Universo al tempo  $t_0$

$R(t)$  = Raggio dell'Universo visibile al tempo  $t$  (anni luce)

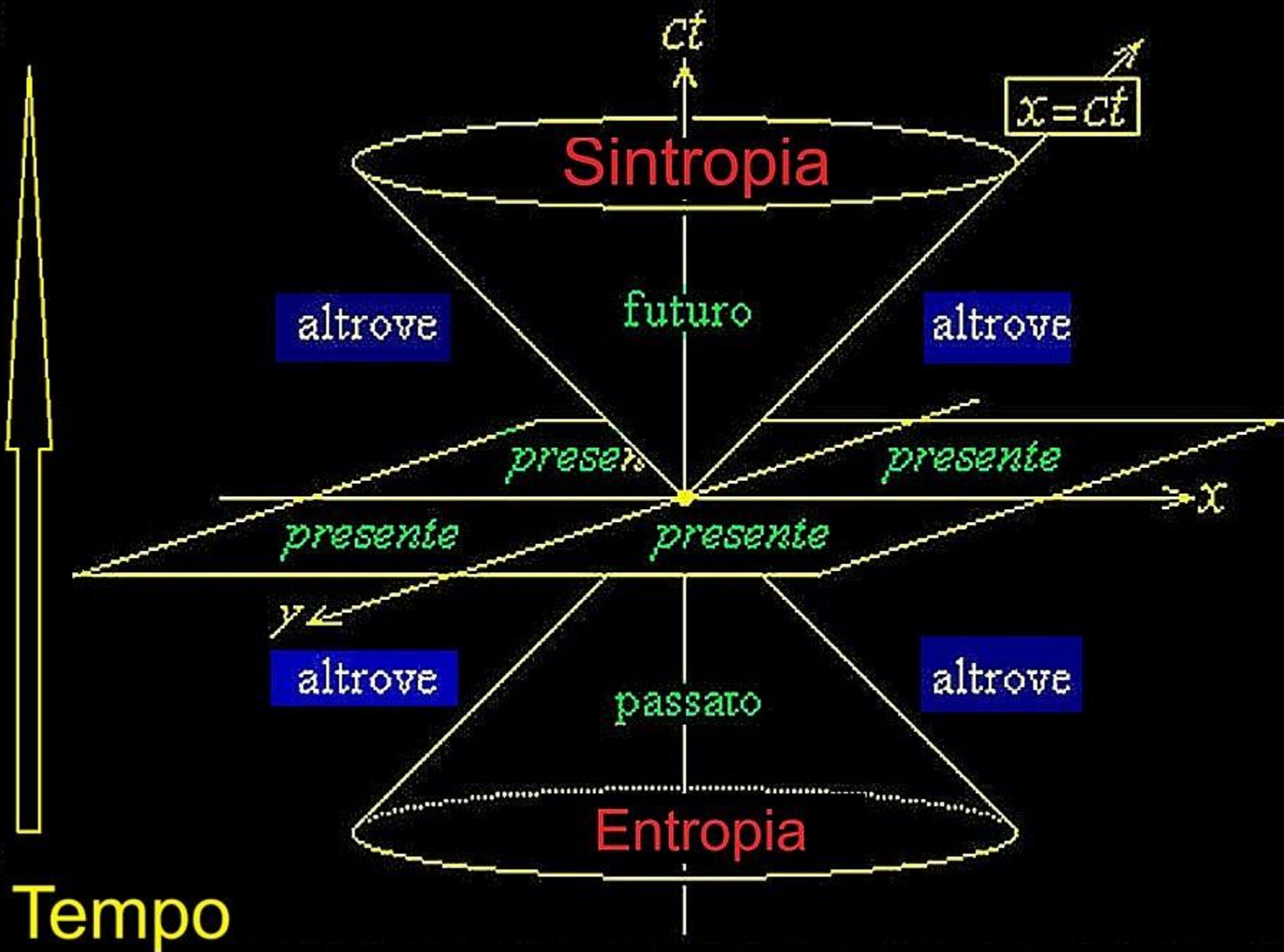
$R(t_0)$  = Raggio dell'Universo visibile al tempo  $t_0$  (anni luce)

$h$  = costante di Plank  $6.626\,070\,040(81) \times 10^{-34} \text{ J s}$

$G$  = costante di gravitazione universale  $6.674\,08(31) \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

$k_B$  = costante di Boltzmann  $1.380\,648\,52(79) \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

$c$  = velocità della luce nel vuoto  $299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$



# La percezione del Tempo

Ciascun tipo di essere vivente  
percepisce il tempo in maniera  
differente.

## Tempo proprio

# Tempo proprio

la cui percezione (non uniforme) sembra essere basata sulla lunghezza della vita di ciascun essere vivente



Storicamente, gli esseri umani hanno sviluppato due tipi di percezione dello scorrere del Tempo

Tempo Sacro:

Tempo Profano:

# Tempo Sacro:

Tempo ciclico basato sulla  
osservazione dei cicli celesti



Solari  
Lunari  
Stellari

# Tempo Profano:

LOGO

2025

S	T	Q	Q	S	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

S	T	Q	Q	S	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Tempo lineare basato sullo scorrere dei giorni, uno dopo l'altro...

e sull'accadere consecutivo degli eventi...

# Tempo Sacro:

diventa importante con la  
diffusione dell'agricoltura

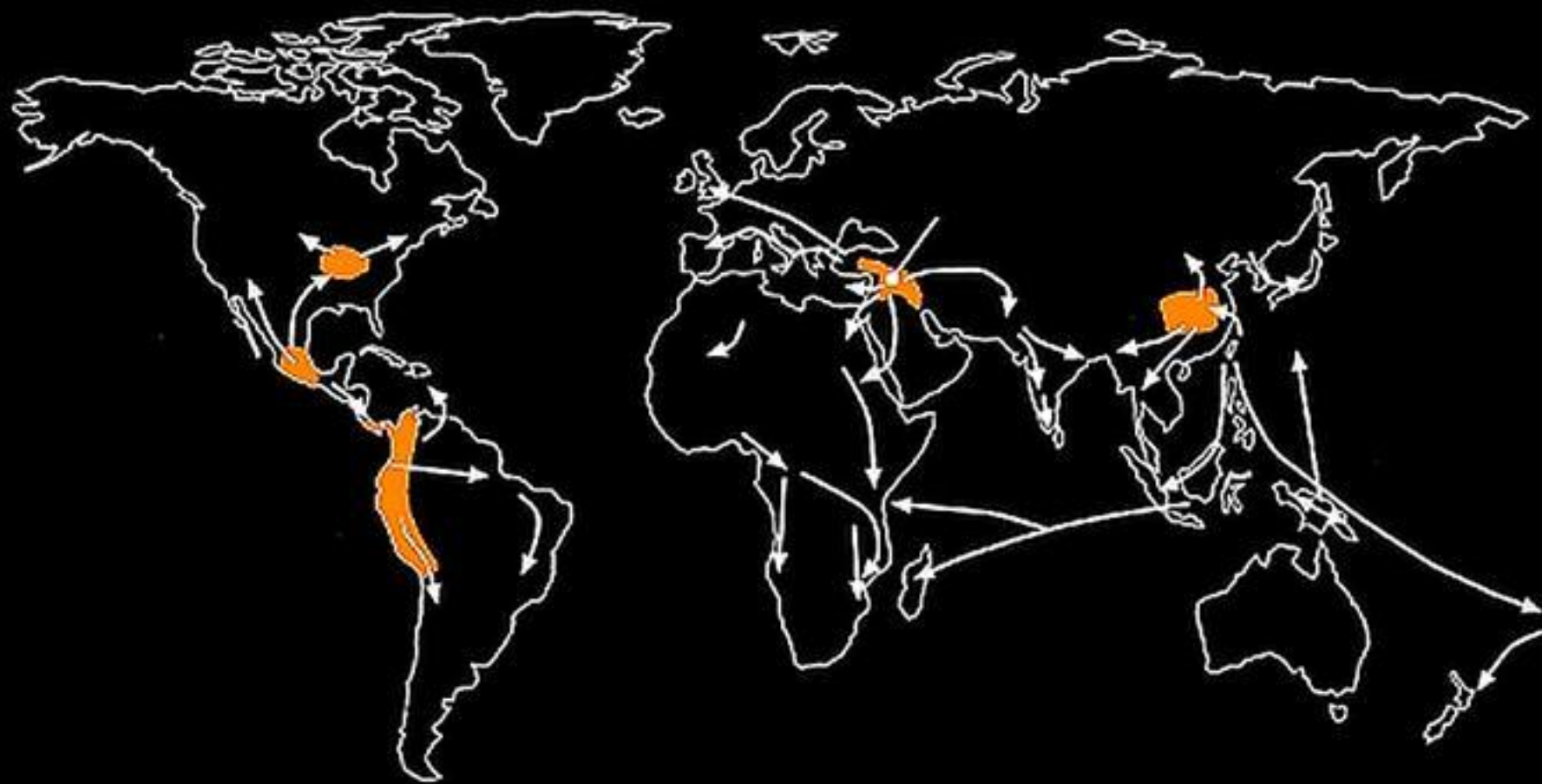


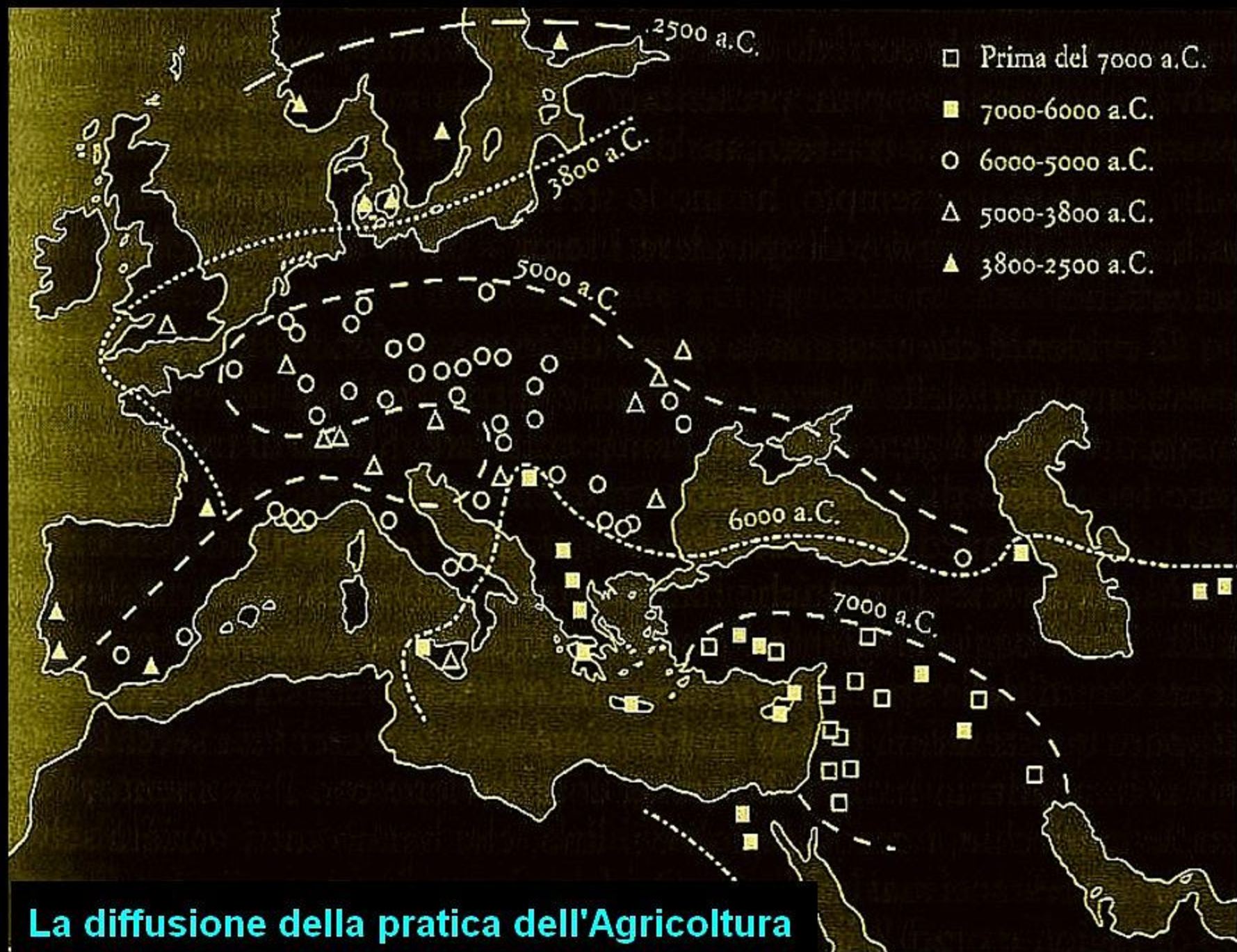
andamento stagionale  
ripetitivo a cadenza annuale  
(ciclico)

# Lo sviluppo dell'Agricoltura

Epoca	Periodo (storico)	Le rivoluzioni tecnologiche agrarie
LE ORIGINI DELL'AGRICOLTURA	paleolitico	La rivoluzione del fuoco - la cerealicoltura estensiva - la domesticazione di caprini e bovini
	neolitico	Nascita dell'agricoltura nel Vicino Oriente (Mezzaluna Fertile)
L'INTRODUZIONE DELL'ARATRO	3000-4000 a.C.	Introduzione dell'aratro e del carro
	1200 a.C.	La rivoluzione del ferro
	450-1400 d.C.	Ulteriore evoluzione dell'aratro

# Diffusione dell'Agricoltura nel mondo antico





**La diffusione della pratica dell'Agricoltura**

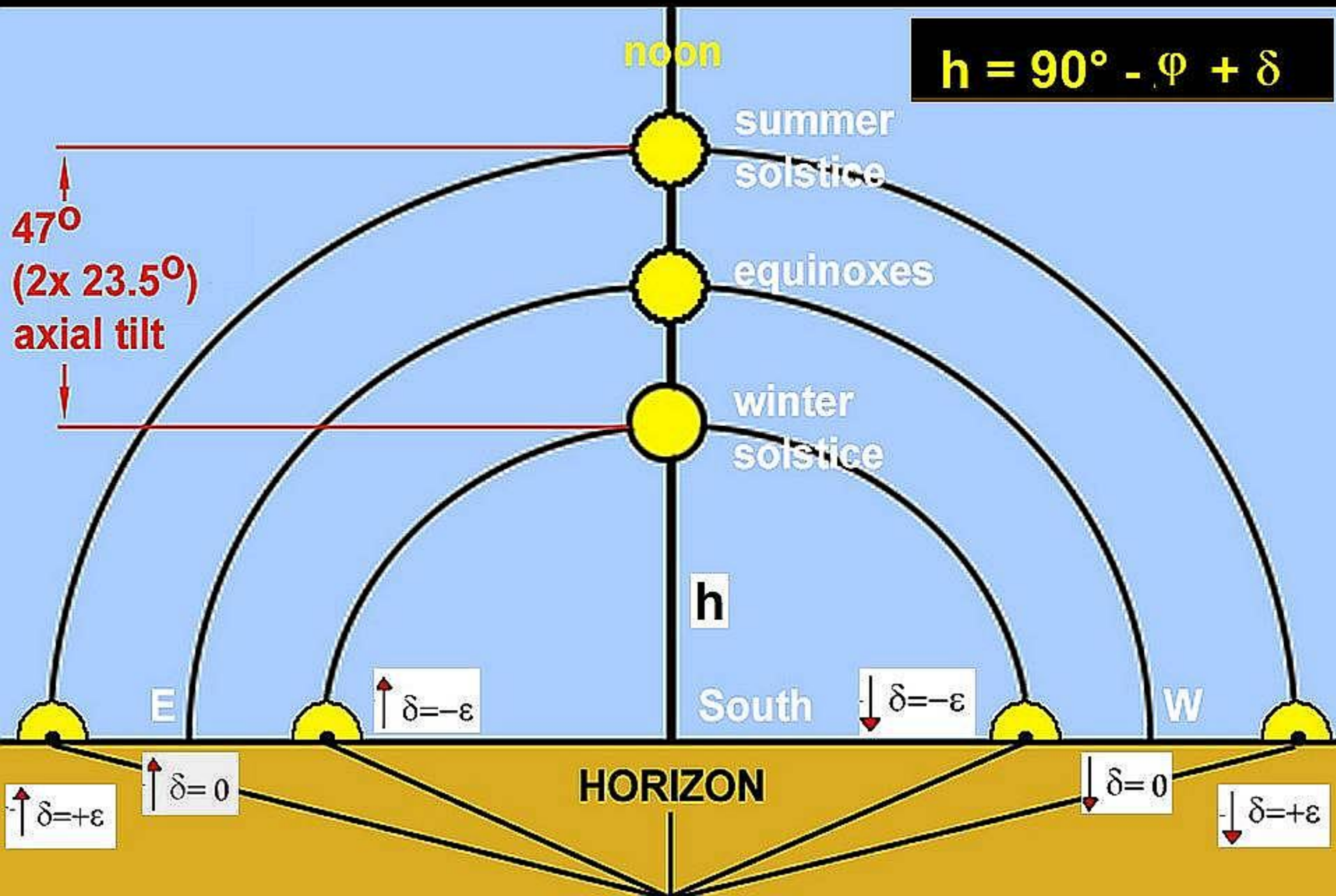




L'agricoltura e  
l'allevamento richiedono  
pianificazione a periodicità  
annuale

Il ciclo astronomico  
regolatore diventa quello  
solare

# Culminazione Solare



Una fondamentale domanda:

per gli antichi

Il Sole domani sorgerà?

due possibili risposte:

Si

-

No

...se la divinità lo permette,  
allora il Sole sorgerà...





# Formula di Laplace

Supponiamo che un evento abbia solo due possibili esiti, indicati come "successo" ed "insuccesso". Sotto l'ipotesi che si sappia poco o niente *a priori* riguardo alla probabilità relativa degli esiti, Laplace derivò una formula per la probabilità che l'esito successivo sia un successo.

$$\text{Pr}(\text{il prossimo esito sia un successo}) = \frac{s + 1}{n + 2}$$

dove  $s$  è il numero dei successi osservati precedentemente ed  $n$  è il numero totale delle prove osservate. Tale formula viene ancora oggi utilizzata come una stima della probabilità di un evento se si conosce lo spazio degli eventi, ma si dispone solo di un piccolo numero di campioni.

# Allora:

probabilità a posteriori:

$$\Pr(\text{il sole sorga domani}) = \frac{d + 1}{d + 2},$$

$d$  = numero di volte che il Sole è  
sorto in passato

il punto di vista delle  
Culture antiche:

ogni giorno è  
indipendente dagli altri

allora:  $d=0$

# Quindi:

$$P(\text{☀} \uparrow) = \frac{0+1}{0+2} = \frac{1}{2}$$

probabilità a priori: 50%

...o sorgerà oppure no...

...poi nella tribù è presente un  
attento osservatore della  
natura che nota che anche ieri  
il Sole è sorto...



...ma anche il giorno prima,  
e quello prima ancora...

mumble, mumble...



Dopo una settimana:

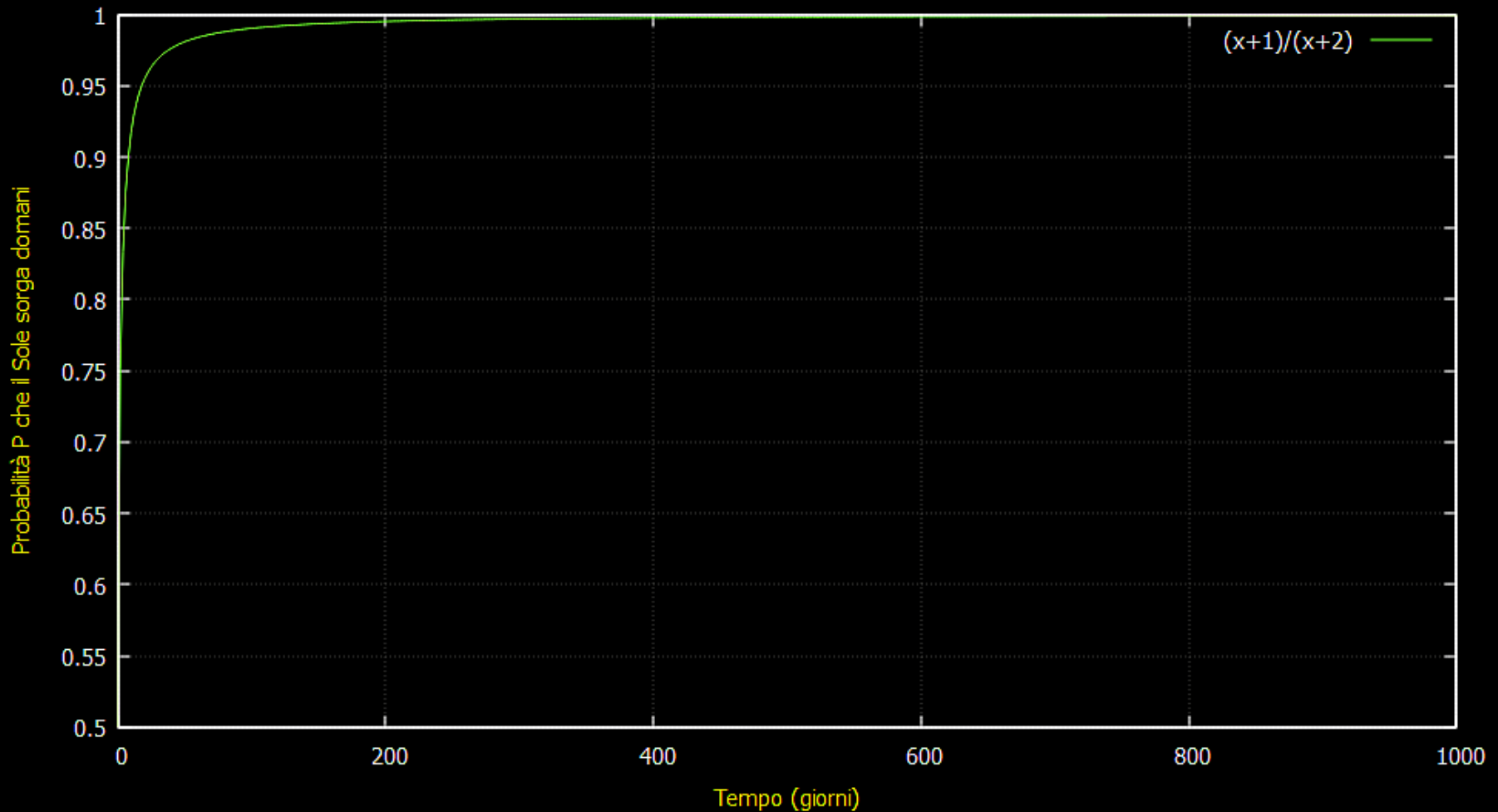
$$P(\text{☀️} \uparrow) = \frac{7+1}{7+2} = \frac{8}{9} = 0.89$$

Dopo un mese:

$$P(\text{☀️} \uparrow) = \frac{30+1}{30+2} = \frac{31}{32} = 0.97$$

etc...

$$\Pr(\text{il sole sorga domani}) = \frac{d + 1}{d + 2}$$



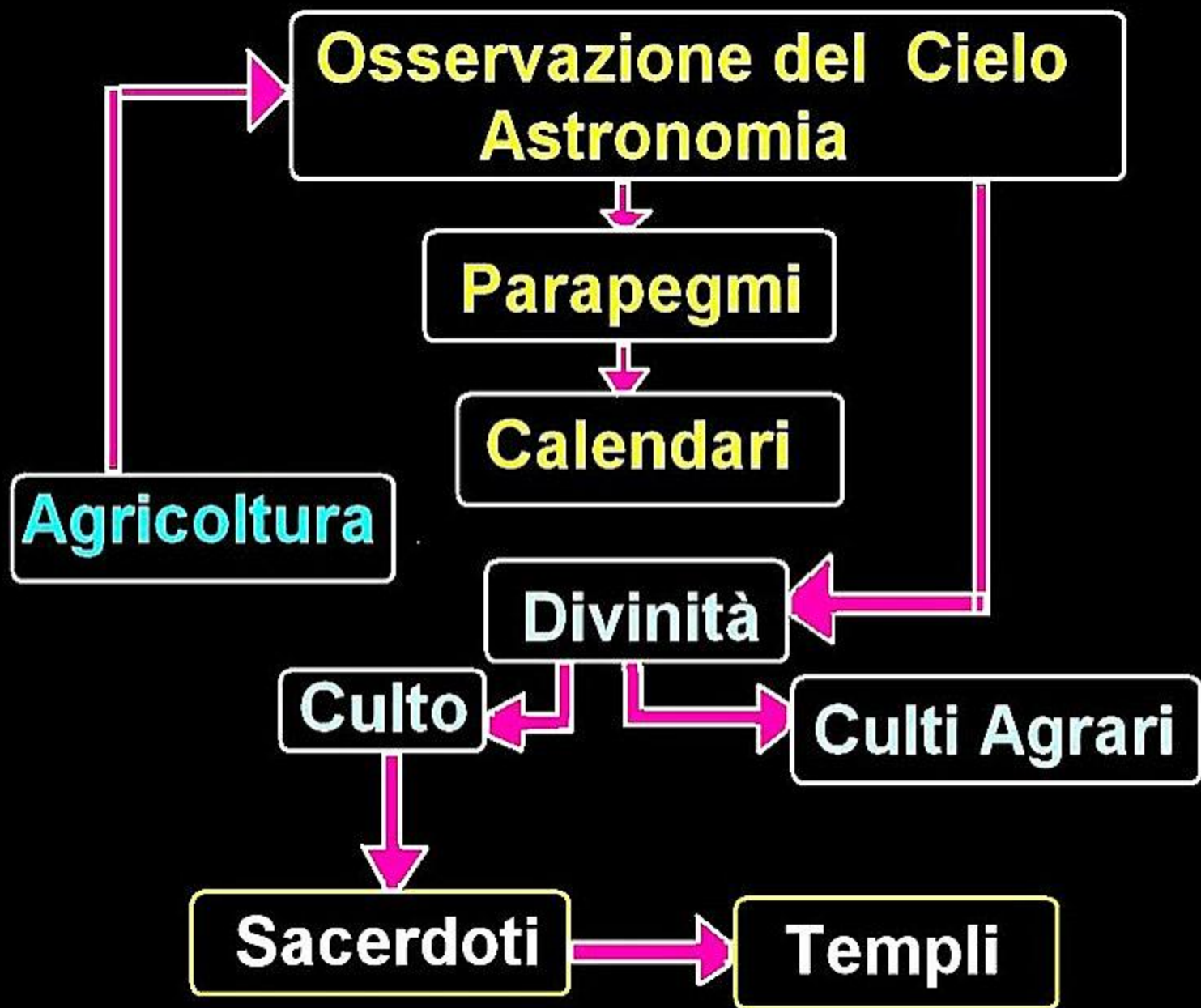
l'attento osservatore  
pronosticherà, con successo,  
che domani gli Dei faranno  
sorgere il Sole...



Così nasce la classe sacerdotale  
che si arroga il diritto di  
interpretare correttamente la  
volontà degli Dei...

...amministrando, così, il tempo sacro...

Il passo successivo è la  
sacralizzazione della  
scansione del Tempo  
attraverso le feste  
religiose inserite nel  
corso dell'anno

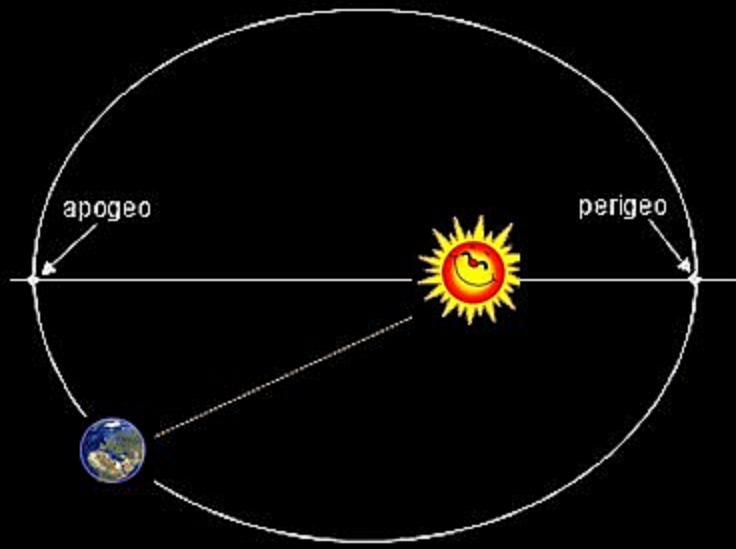


# a cosa serviva osservare il cielo?

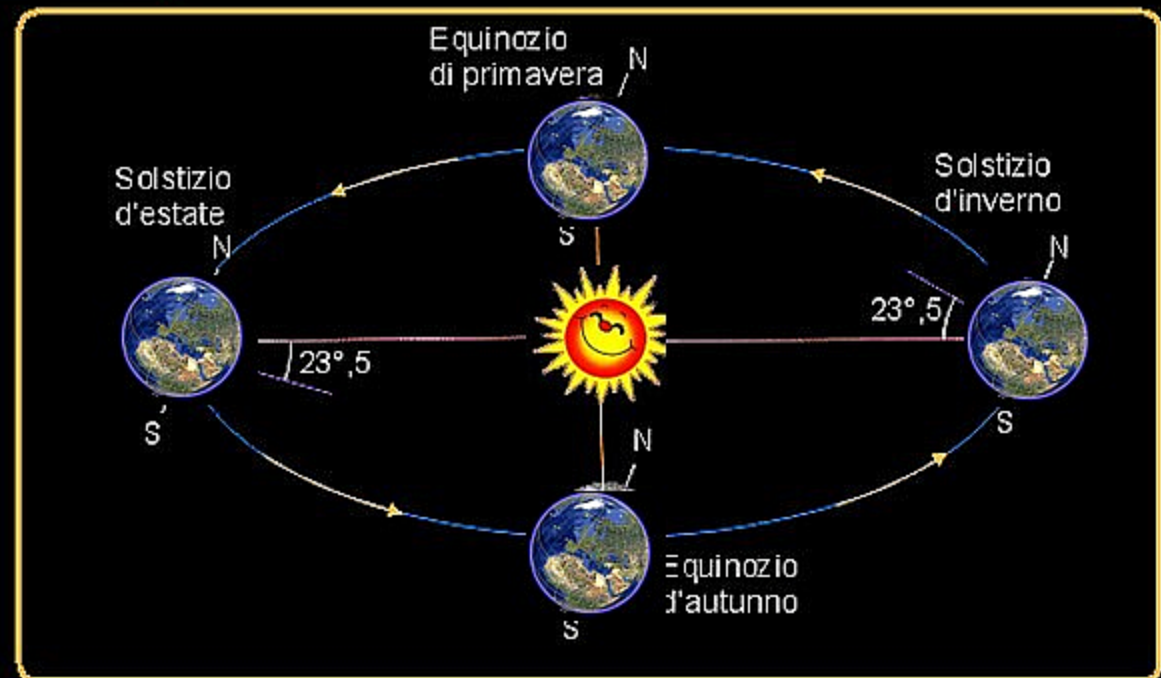


# Ciclo stagionale

Orbita della Terra intorno al Sole



Solstizi ed Equinozi.



Stagioni  
convenzionali

Eqüinozio di Primavera



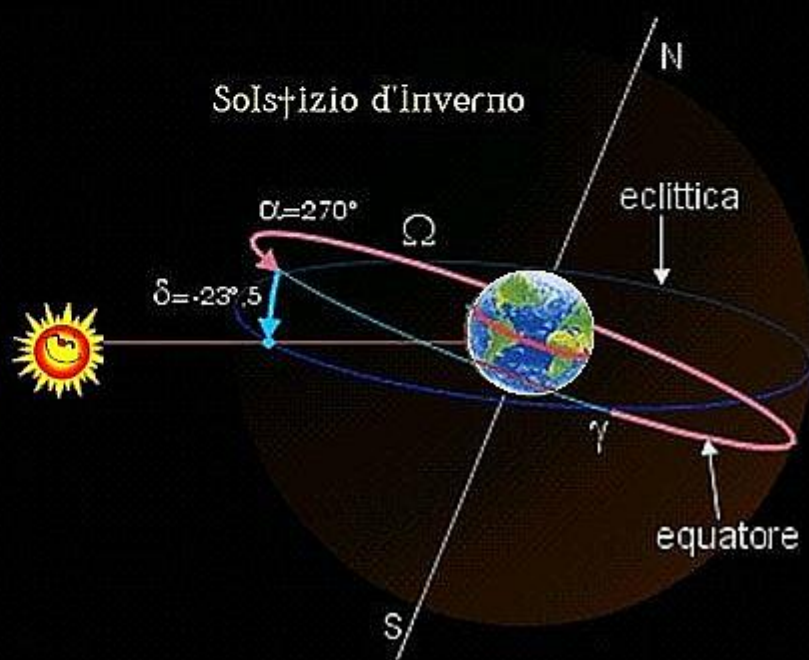
Solstizio d'Estate



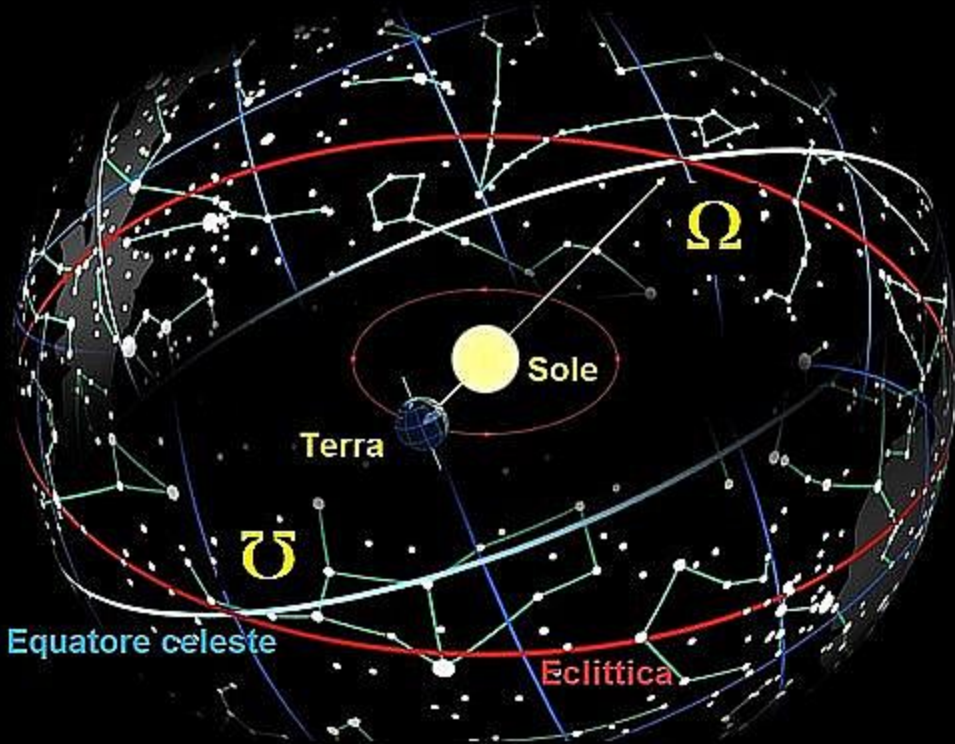
Eqüinozio d'Autunno



Solstizio d'Inverno

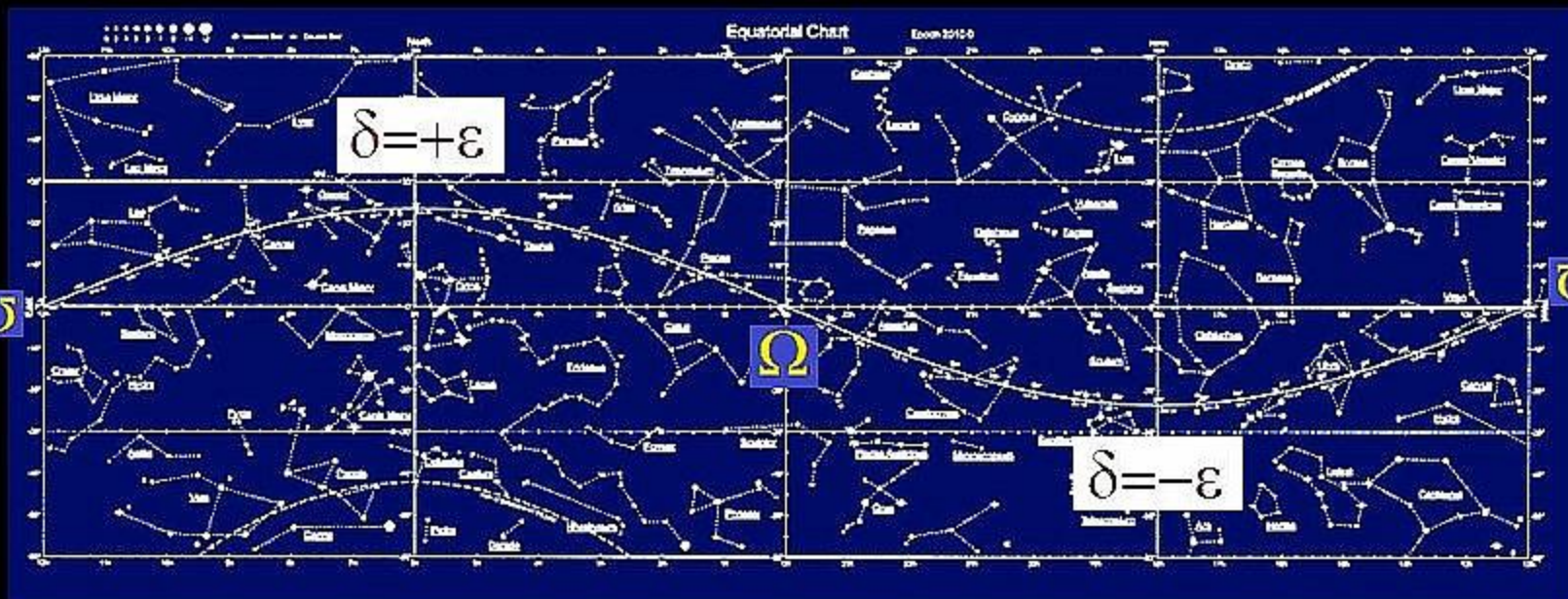


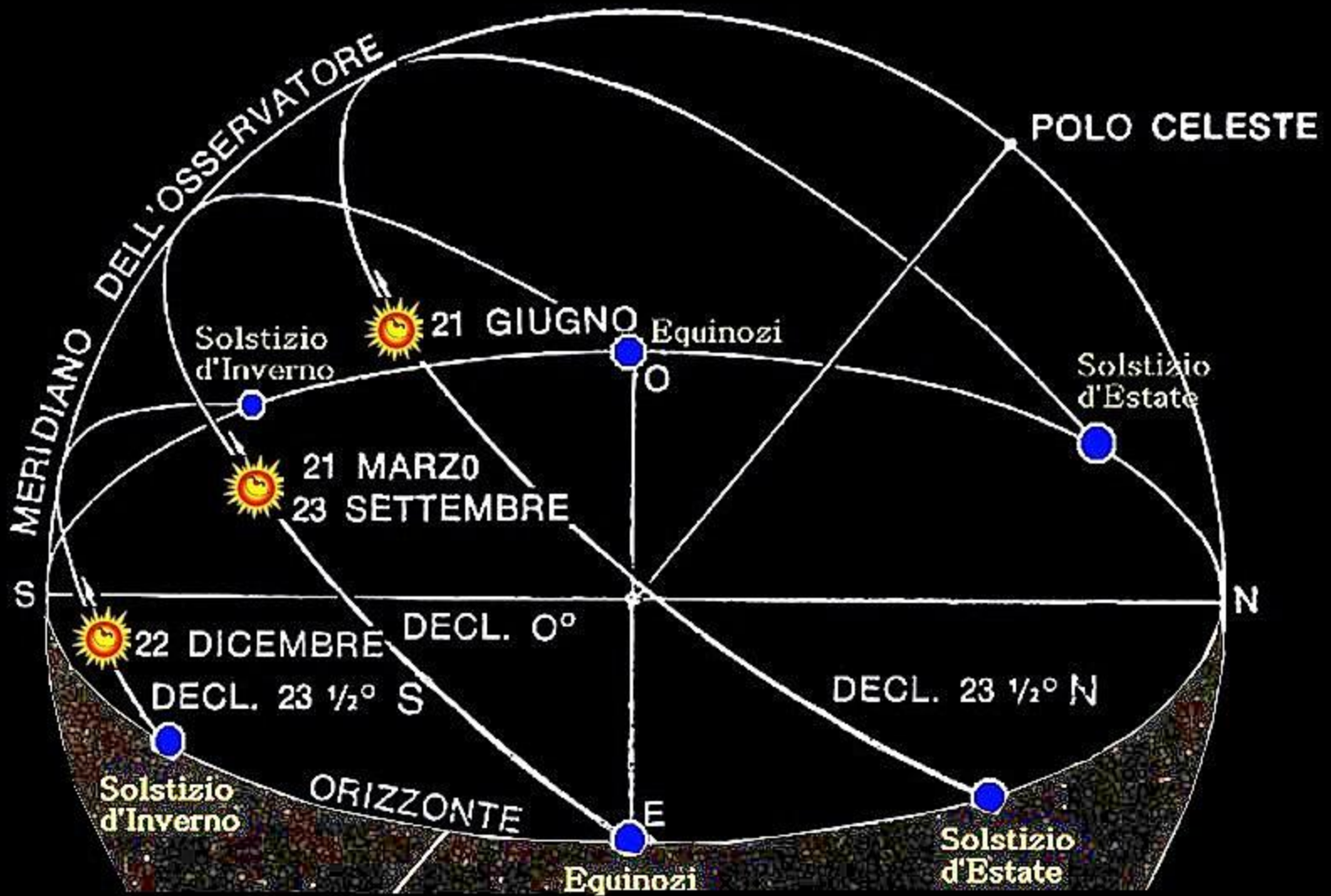




Traiettoria apparente del Sole  
sulla Sfera Celeste  
durante il corso dell'anno

$$\varepsilon = 23.5^\circ$$





**Traiettorie apparenti del Sole a 45° di latitudine geografica nord**

sorge il Sole

Solstizio  
d'estate

Equinozi

Solstizio  
d'inverno

N

azimut

E

meridiano

S



Solstizio  
d'estate



Equinozi

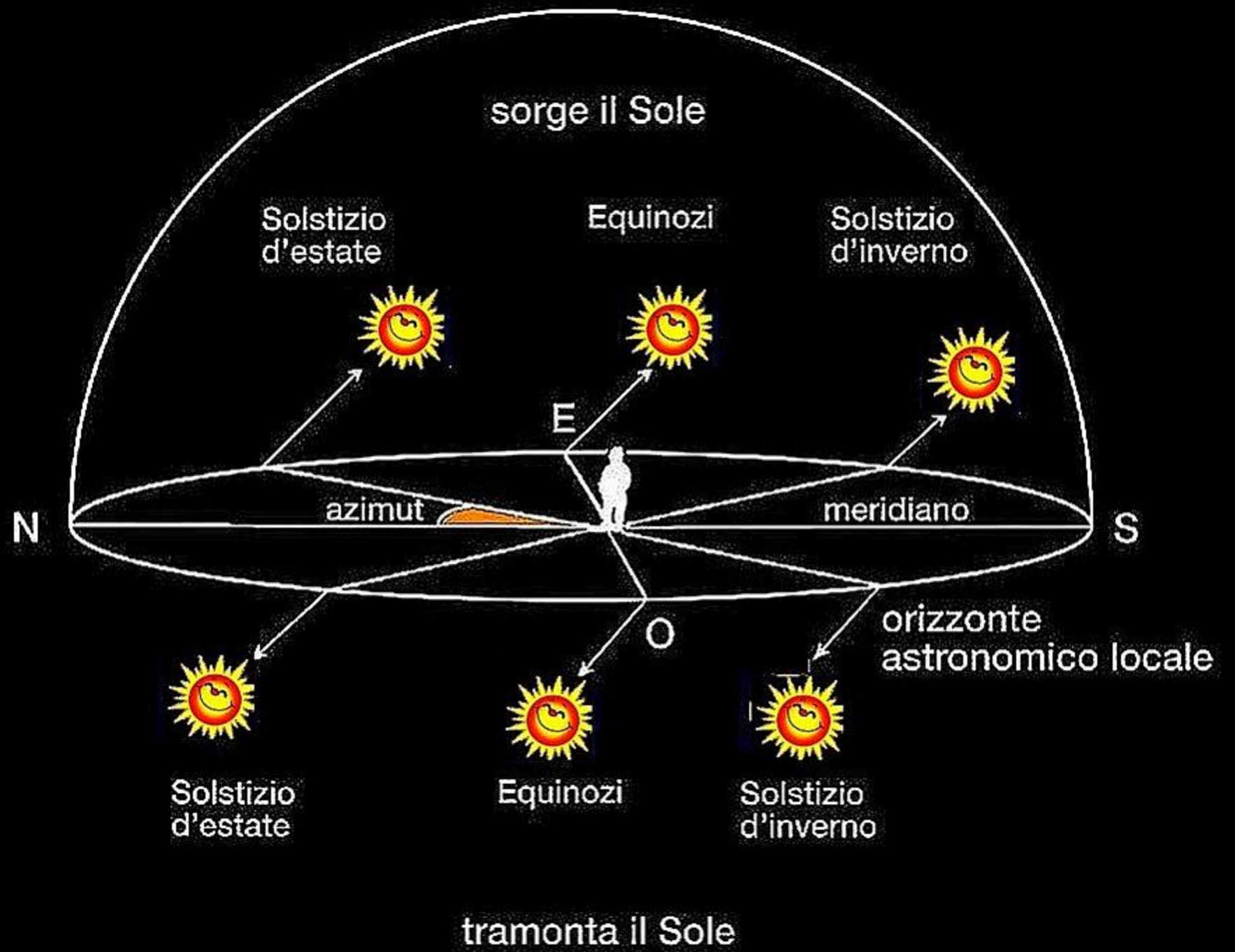


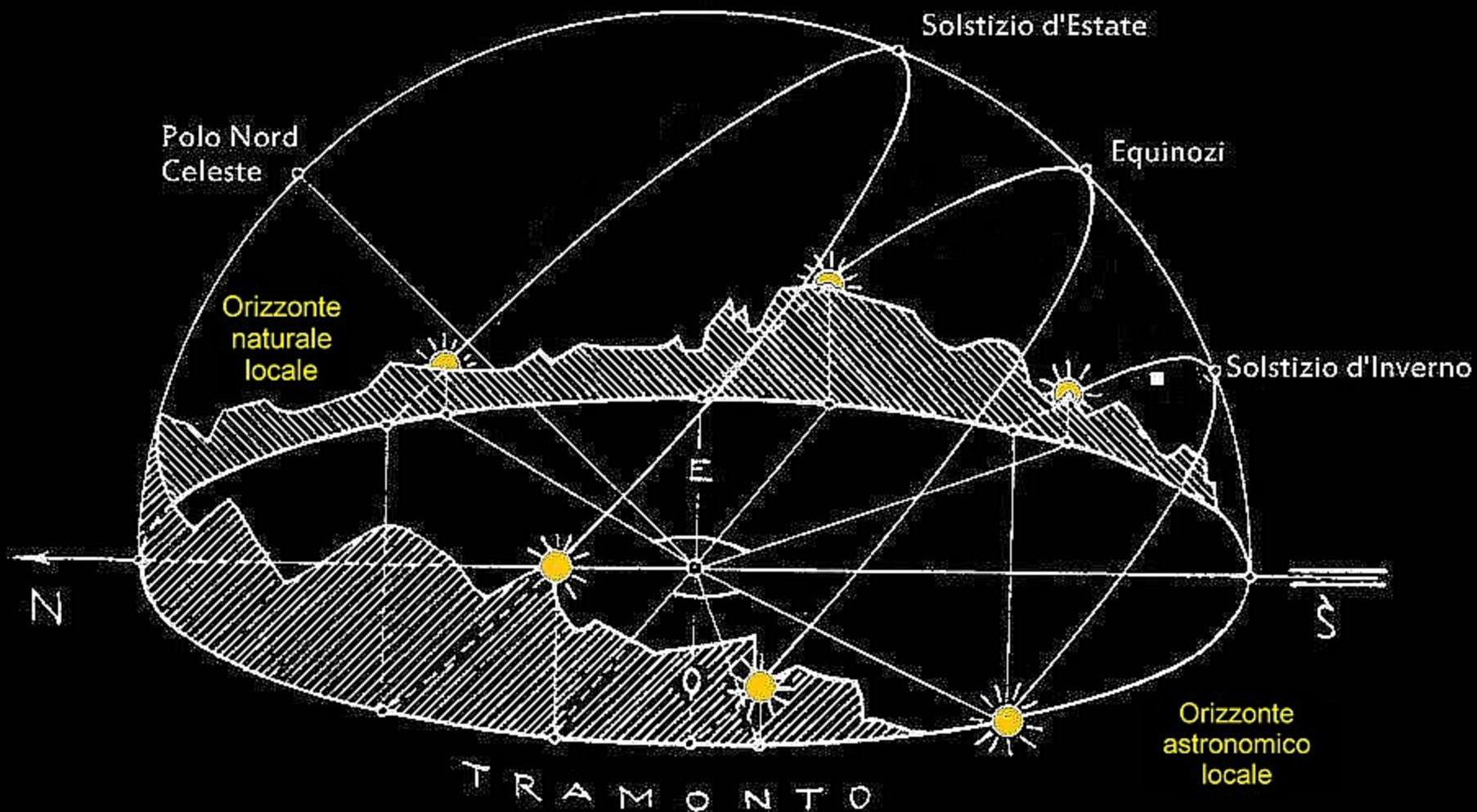
Solstizio  
d'inverno

orizzonte  
astronomico locale

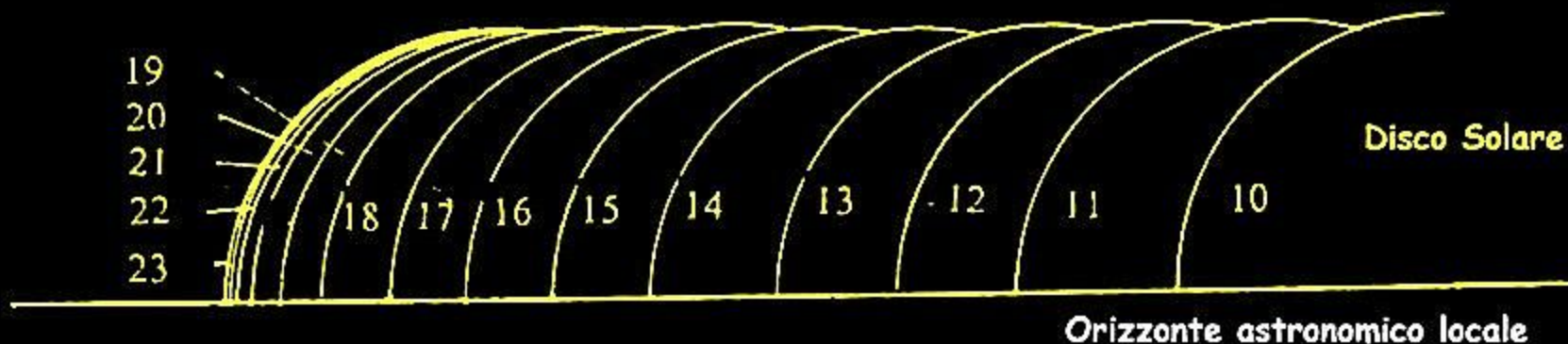
O

tramonta il Sole

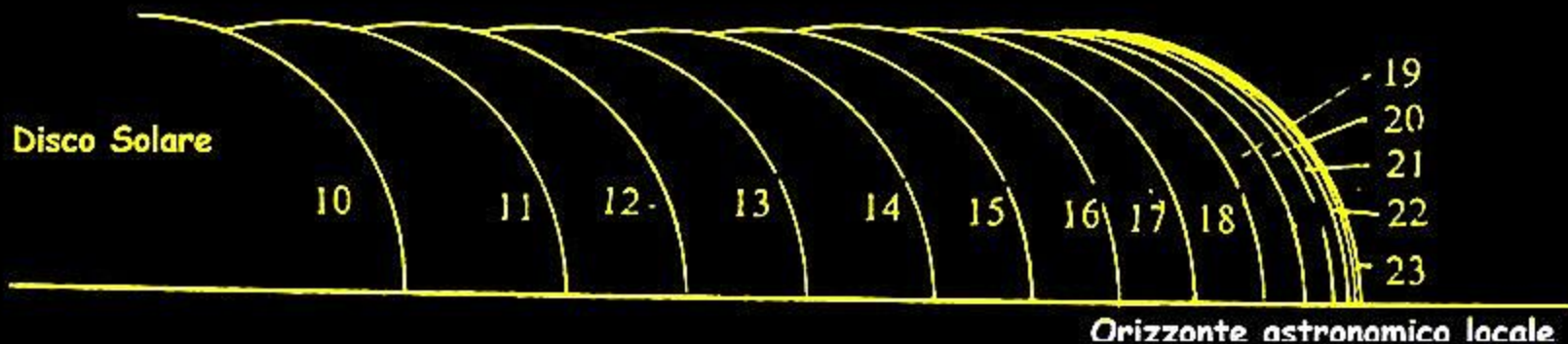




Traiettorie apparenti del Sole in una località alpina

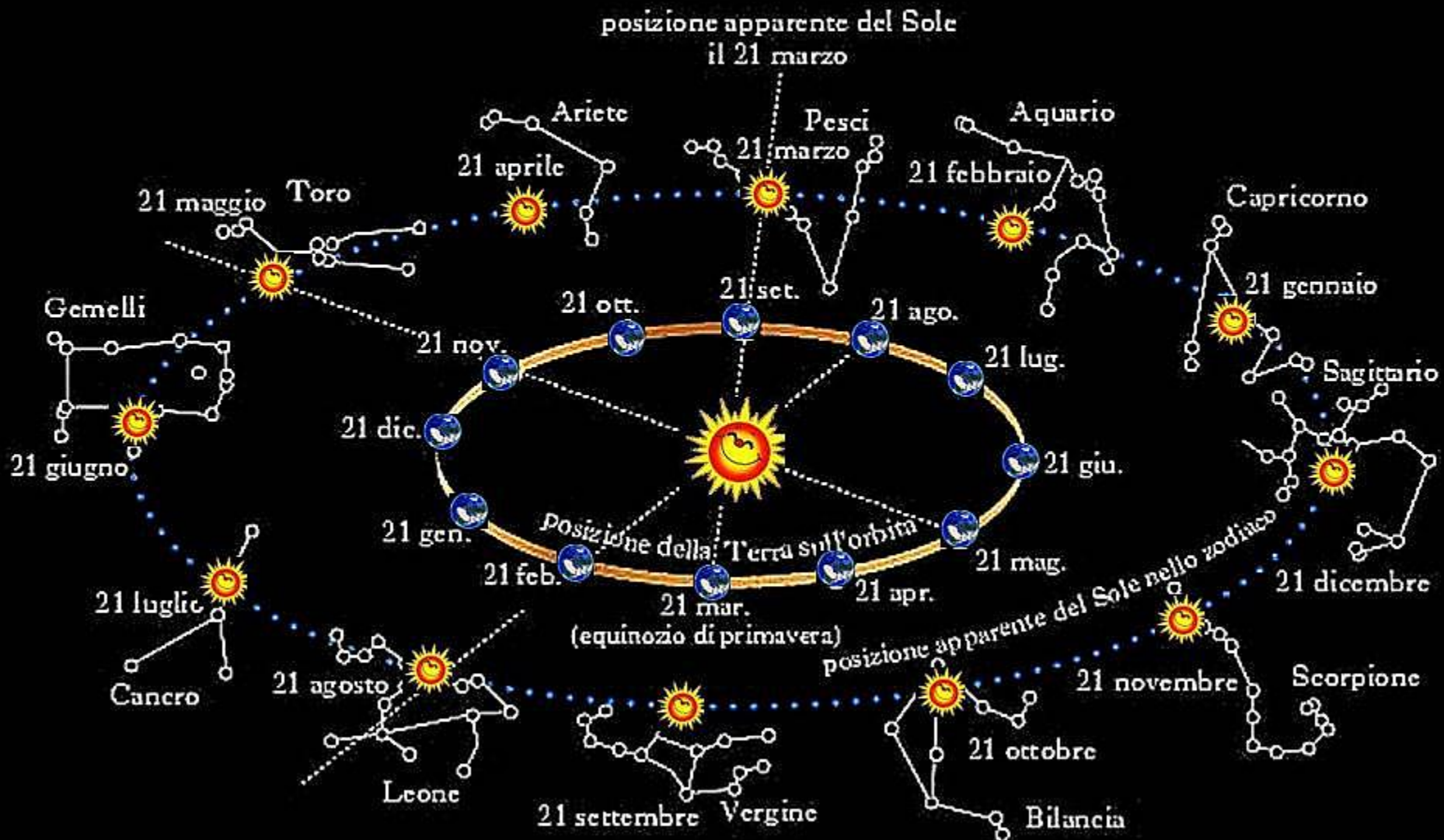


Il lento movimento giornaliero del Sole quando sorge all'orizzonte vicino al solstizio d'estate. Solo accurate osservazioni consentono di stabilire esattamente la data di questo evento con questo metodo. I numeri indicano i giorni di Giugno



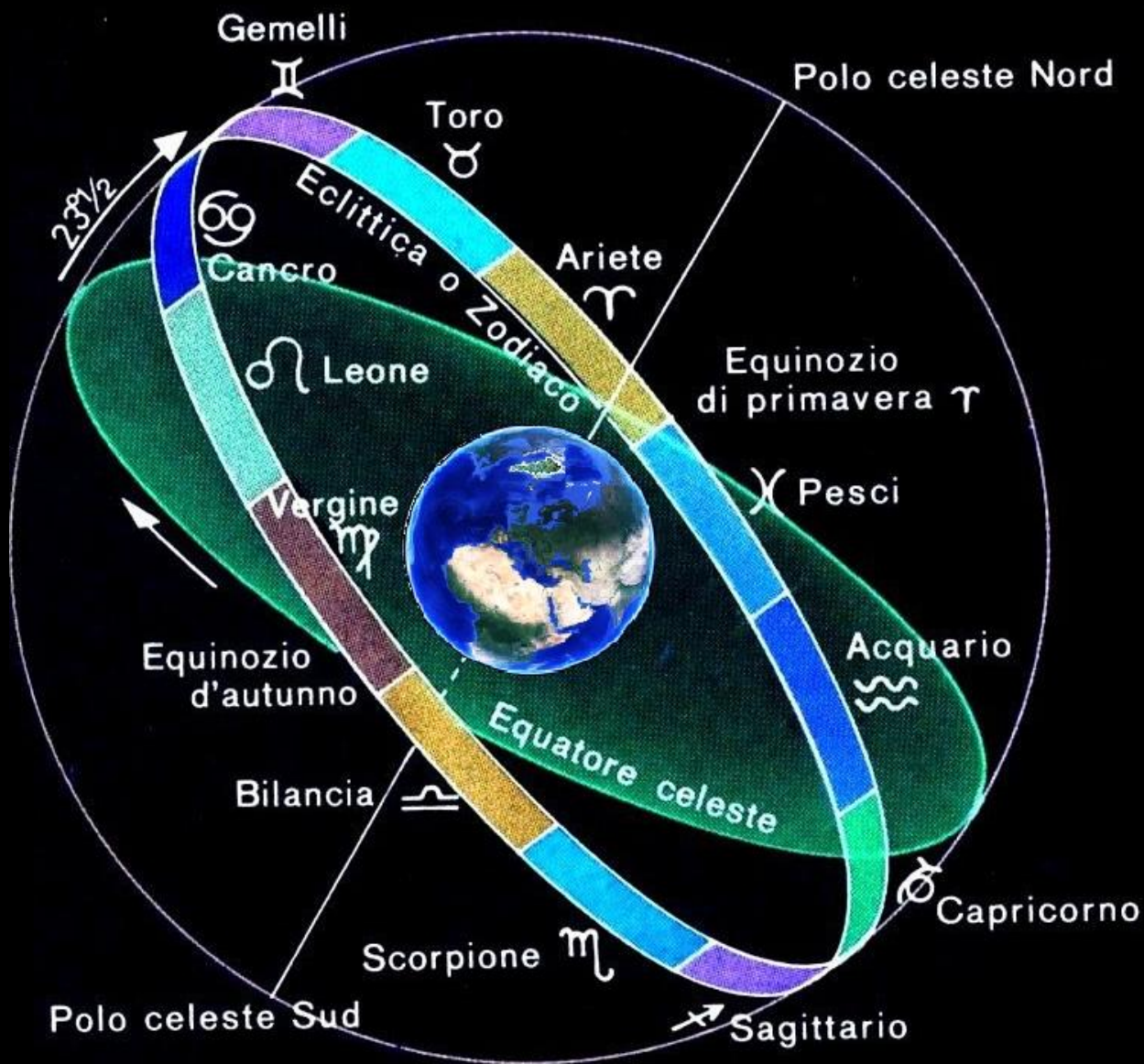
Il lento movimento giornaliero del Sole quando sorge all'orizzonte vicino al solstizio invernale. Solo accurate osservazioni consentono di stabilire esattamente la data di questo evento con questo metodo (i numeri indicano i giorni di Dicembre).

# Proiezione del Sole tra le costellazioni zodiacali



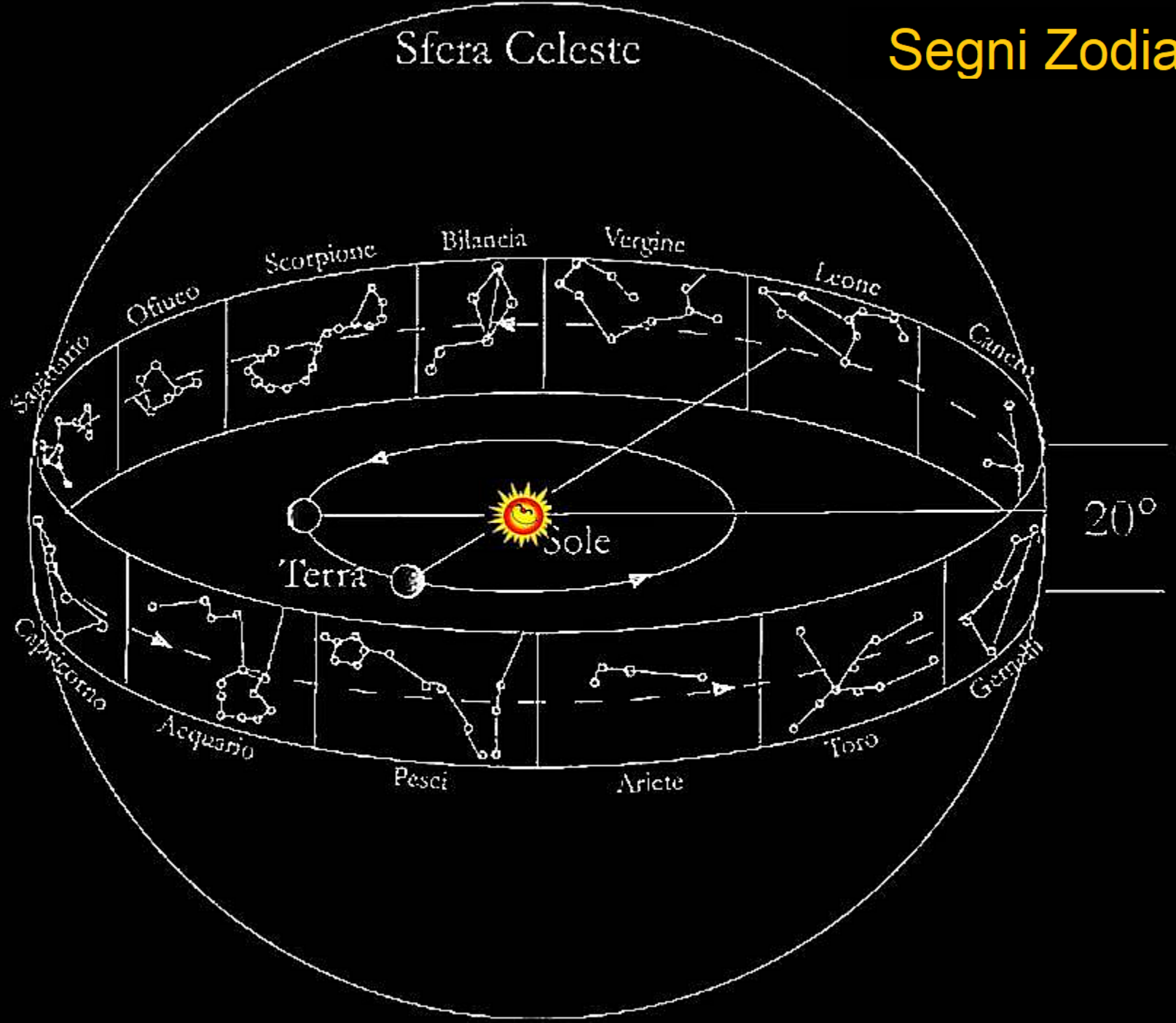
# Segni Zodiacali

ampiezza:  
Longitudine Ecl. : 30°  
Latitudine Ecl. : 20°



# Sfera Celeste

# Segni Zodiacali



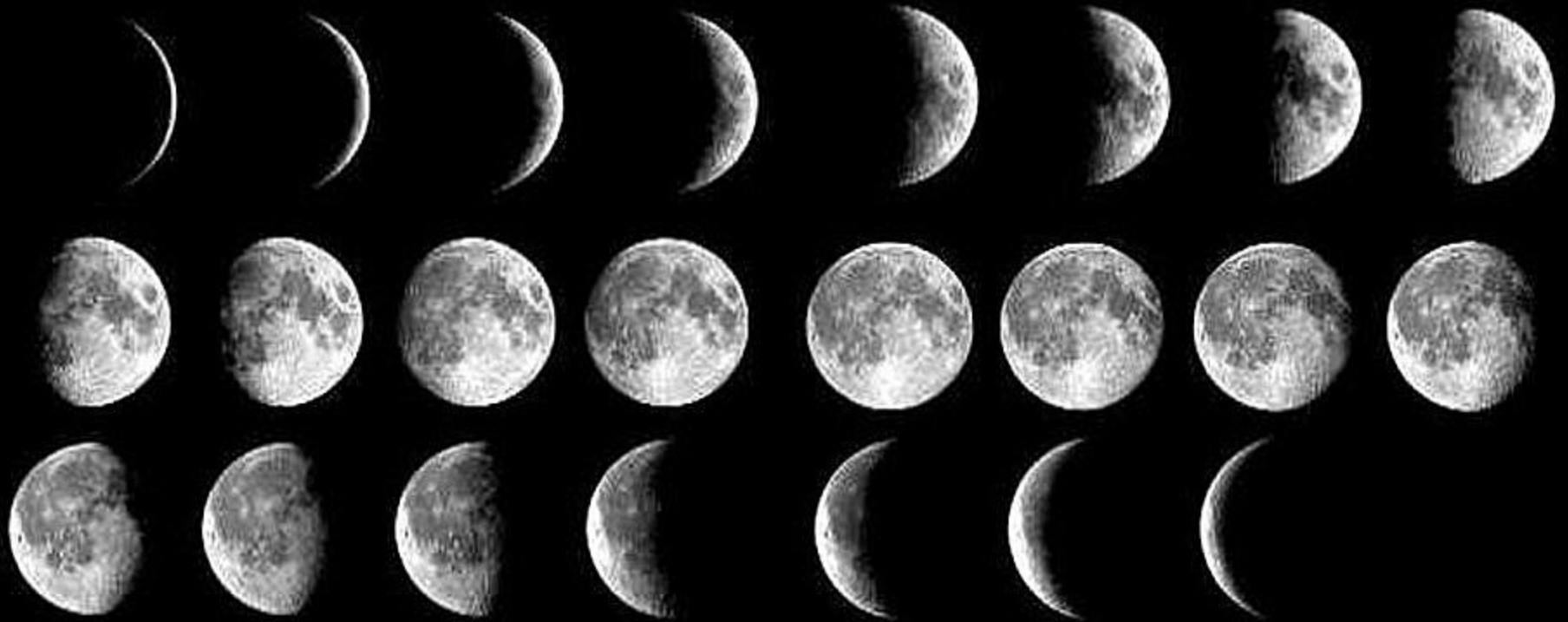
23°





# I Cicli Lunari

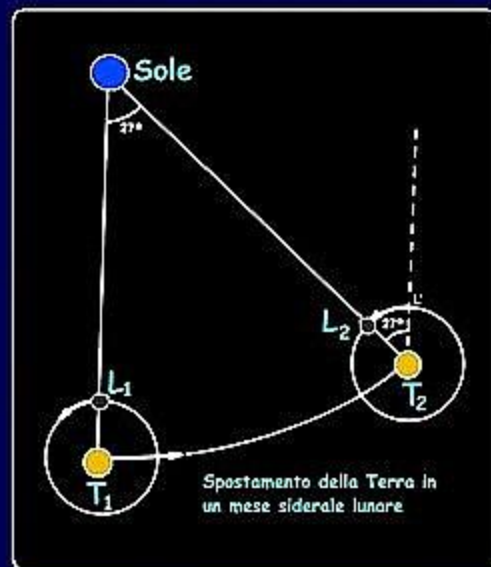
# Fasi della Luna

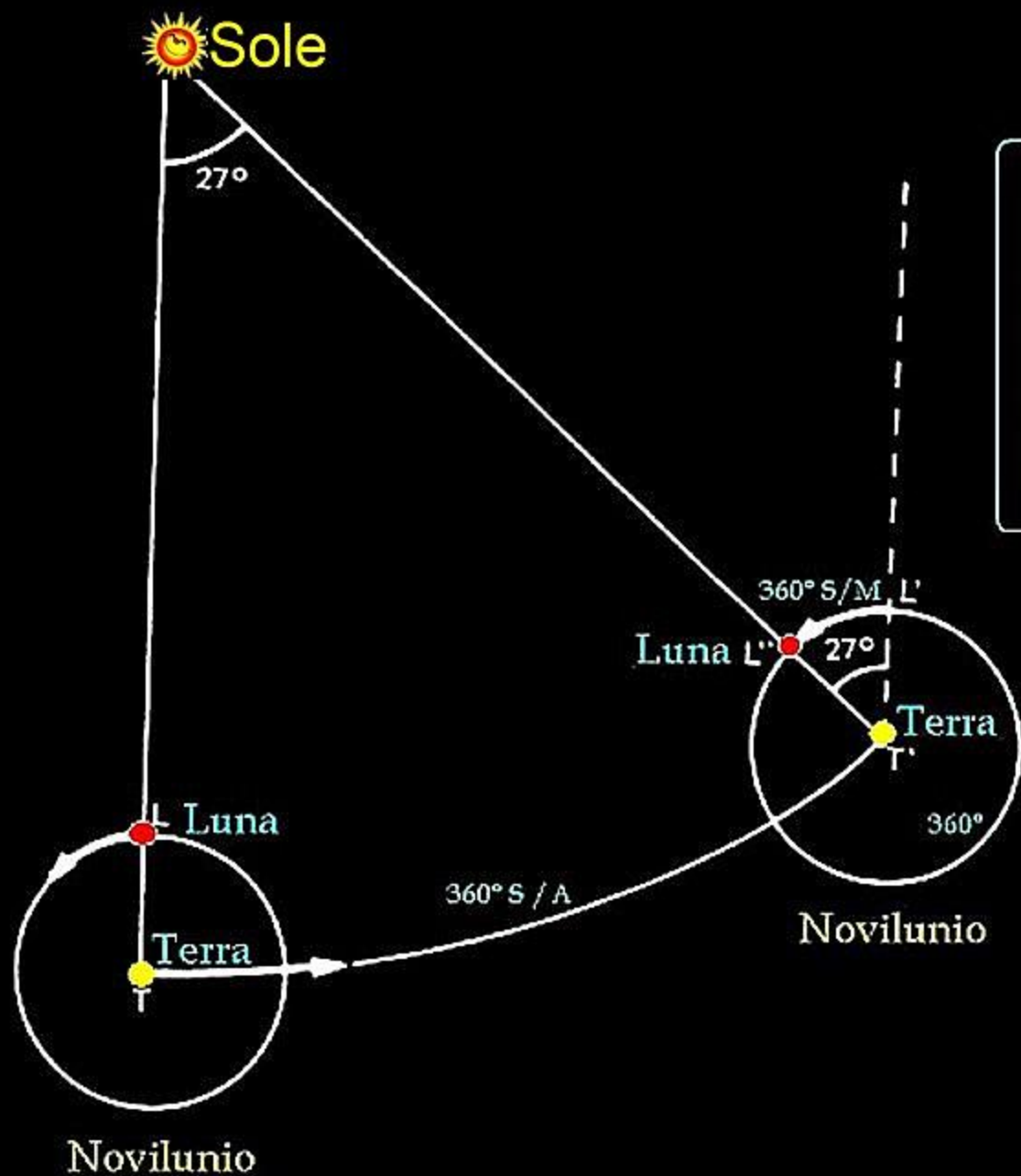


Ciclo Sinodico = 29.5306 giorni

# 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 rispetto al sole:	$12^{\circ},1908$			





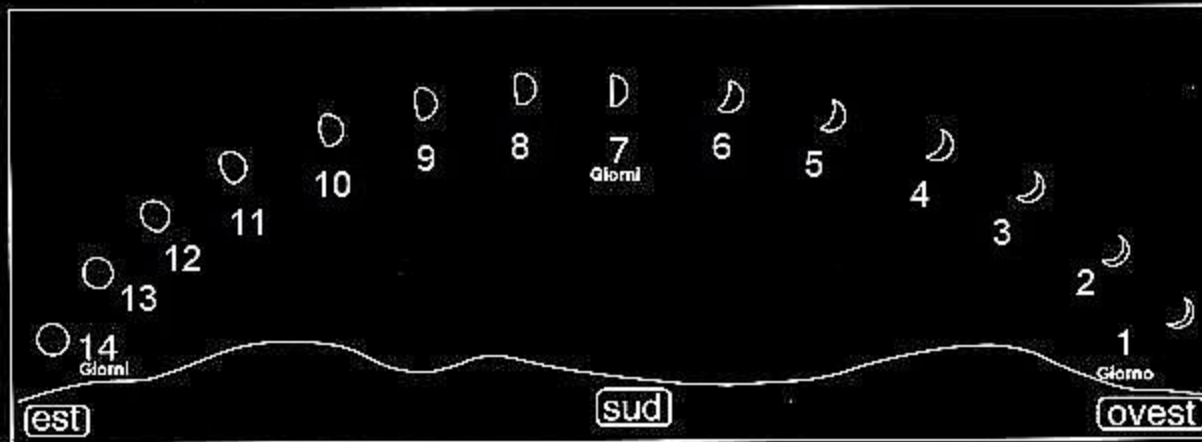
$$\frac{360^\circ}{M} S = \frac{360^\circ}{A} S + 360^\circ$$

$$S = \frac{M A}{A - M}$$

$A = 365^d.25 ; M = 27^d.3216$

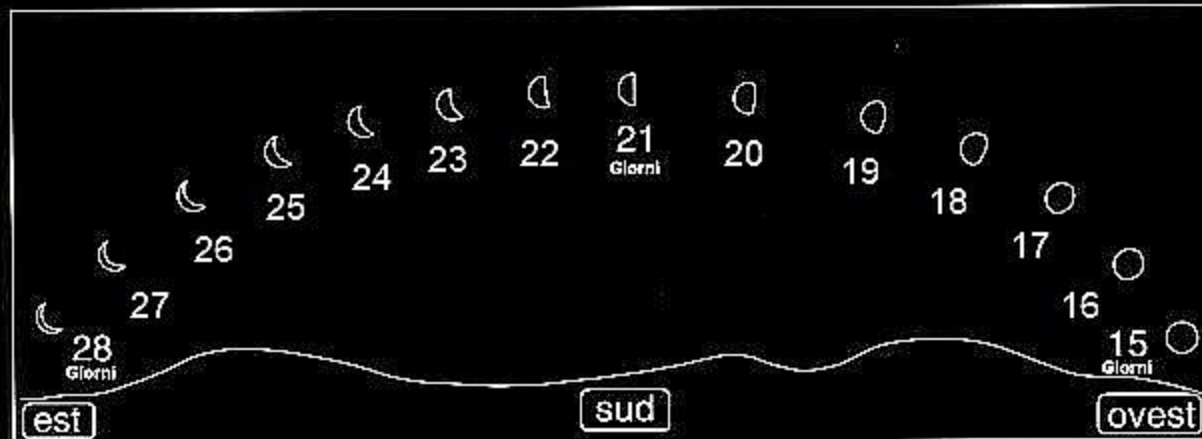
$$S = 29^d.5305$$

# Visibilità della Luna



**Visibilità della Luna durante la prima metà del mese sinodico lunare:  
aspetto e posizione della Luna nel cielo al tramonto del Sole**

**i numeri indicano l'Età della Luna (in giorni)**



**Visibilità della Luna durante la seconda metà del mese sinodico lunare:  
aspetto e posizione della Luna nel cielo all'alba**

**i numeri indicano l'Età della Luna (in giorni)**

# Eta' della Luna

$$Q = m + d + e$$

*Q = Eta' della Luna contata in giorni dal Novilunio*

*m = numero d'ordine del mese contato da Marzo*

*d = numero d'ordine del giorno*

*e = Epatta*

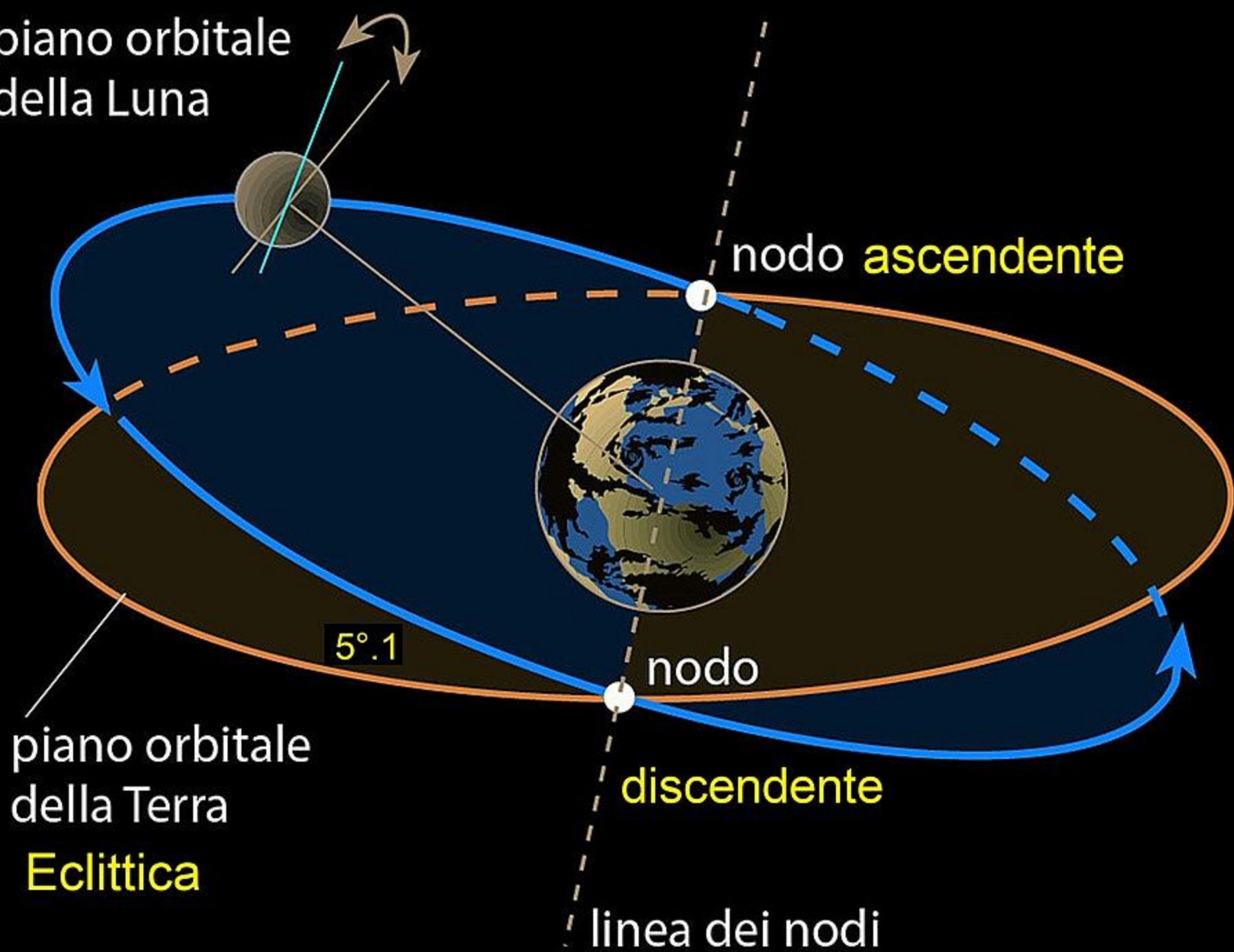
*Novilunio : Q=0 (oppure Q=30)*

*Primo quarto : Q=7*

*Plenilunio: Q=14*

*Ultimo quarto: Q=21*

piano orbitale  
della Luna



nodo **ascendente**

$5^{\circ}.1$

piano orbitale  
della Terra  
**Eclittica**

nodo

**discendente**

linea dei nodi

# 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.



Lunistizi superiori

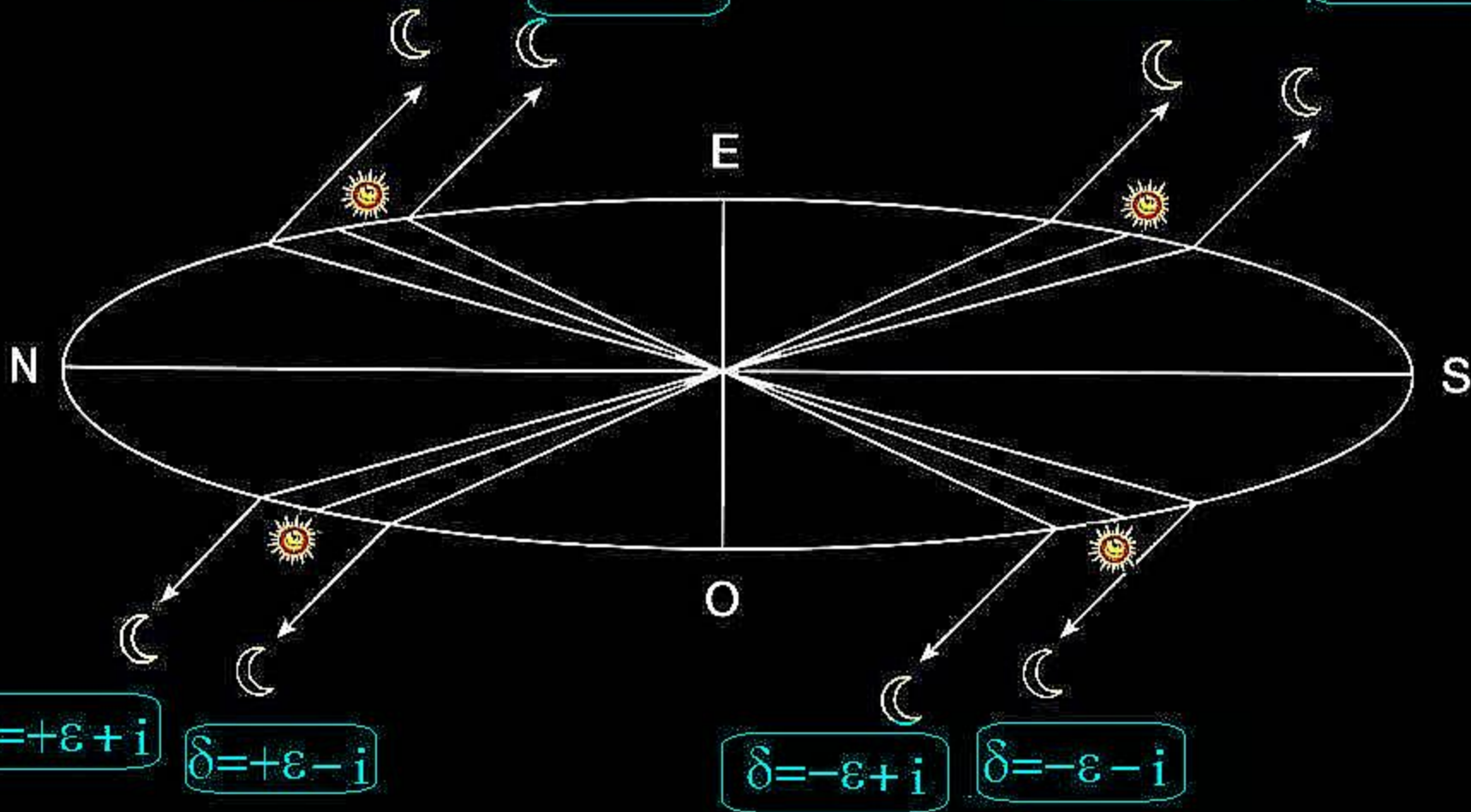
Lunistizi inferiori

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

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

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

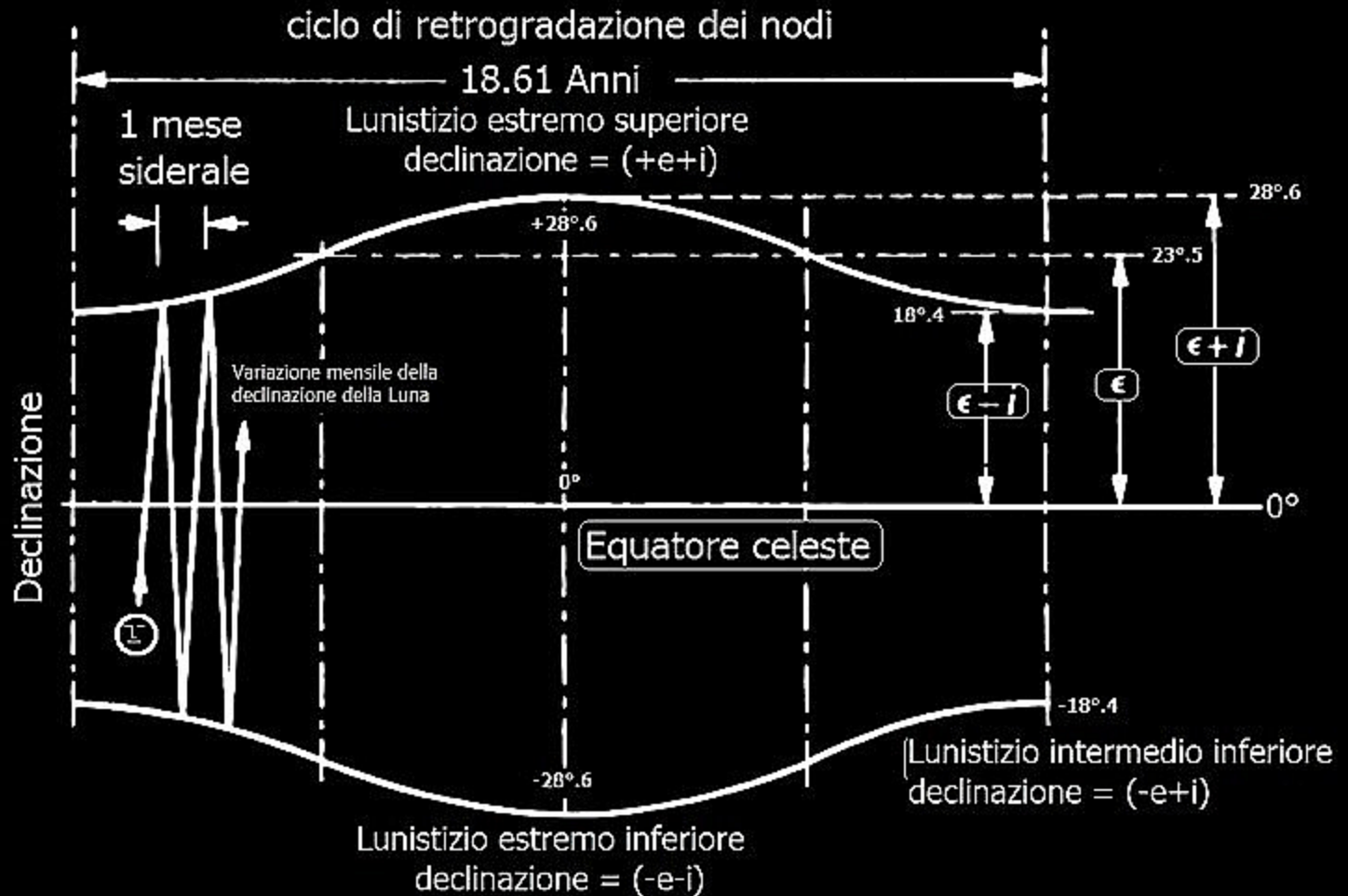
$$\delta = -\varepsilon - i$$



Lunistizi superiori

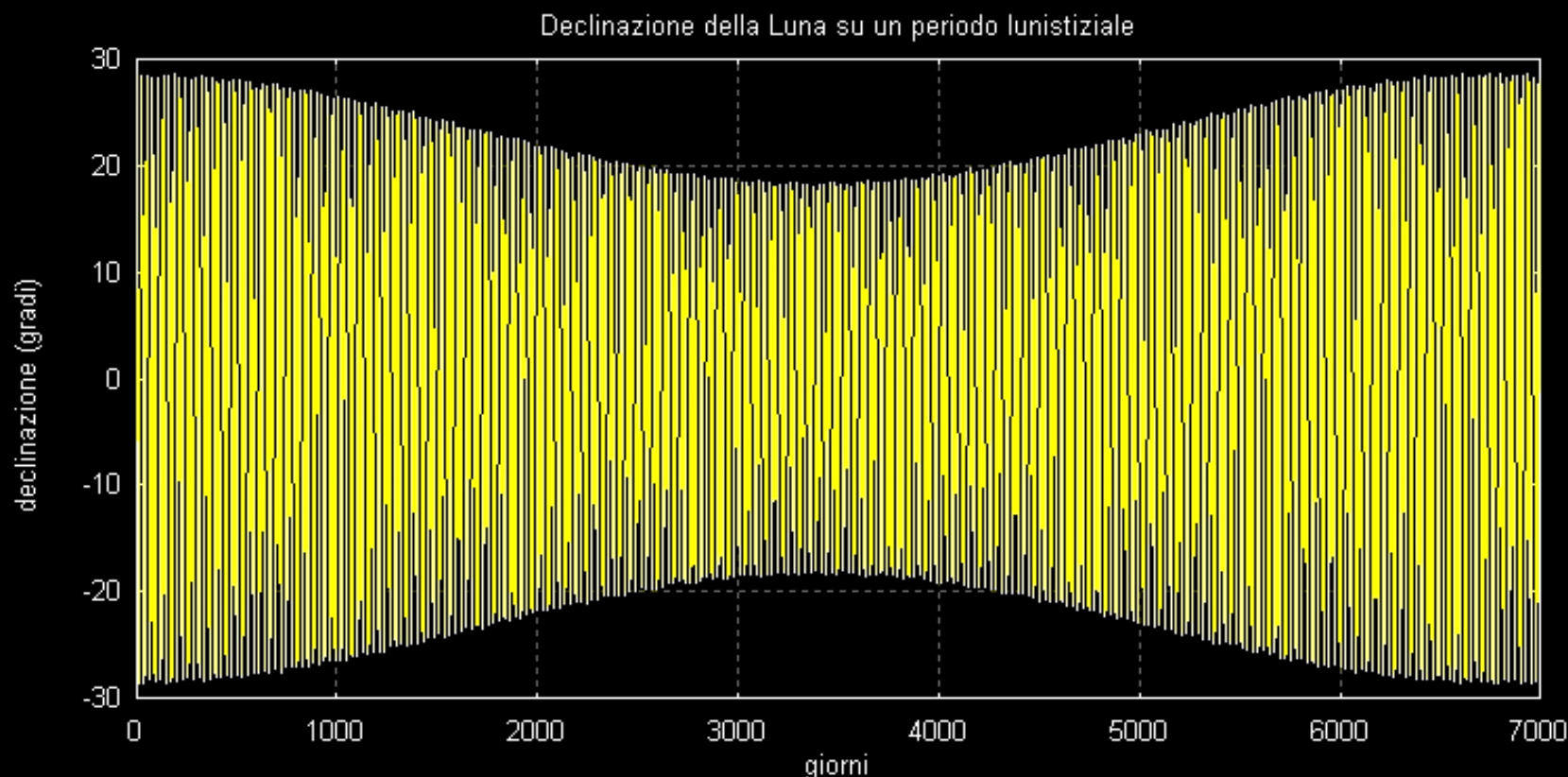
Lunistizi inferiori

# 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.

# La declinazione geocentrica della Luna su un periodo lunistiziale di 18.61 anni solari tropici

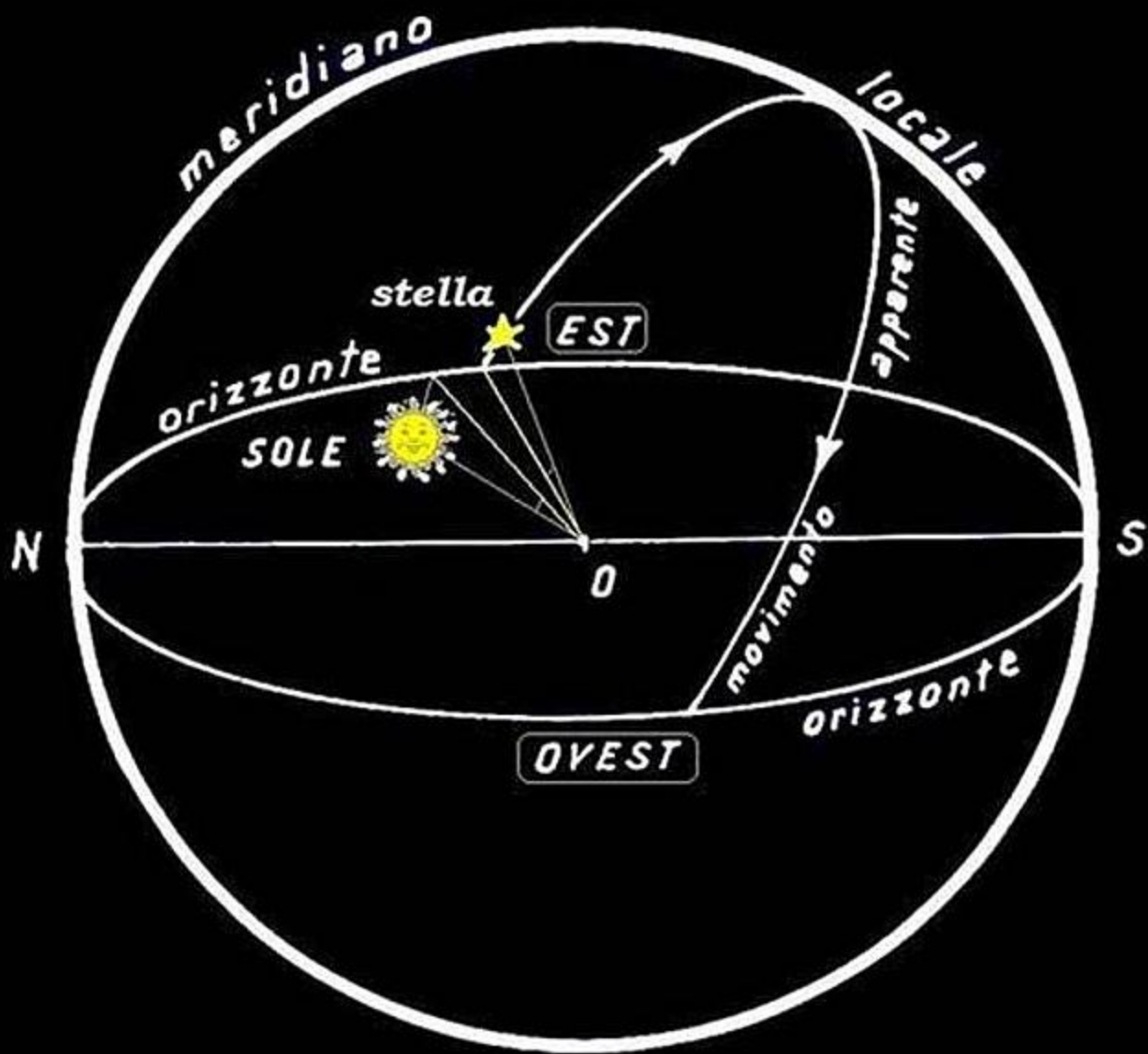


Se le funzioni trigonometriche sono calcolate in radianti allora si ha:

$$\text{Decl} = (23.45 + 5.145 \cdot \cos(0.000925 \cdot x) + 0.145 \cdot \cos(0.036256 \cdot x)) \cdot \cos(0.230915 \cdot x)$$

# Le Stelle

Fenomeni Stellari Eliaci  
e Acronici

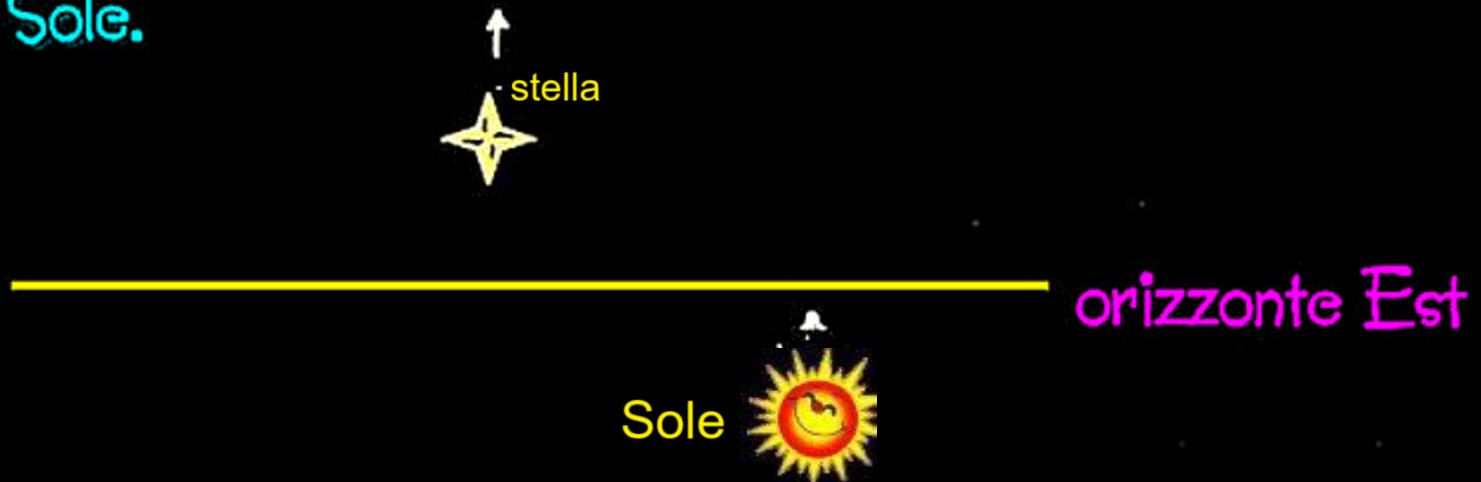


Levata Eliaca

# Fenomeni stellari importanti

## Levata Eliaca

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



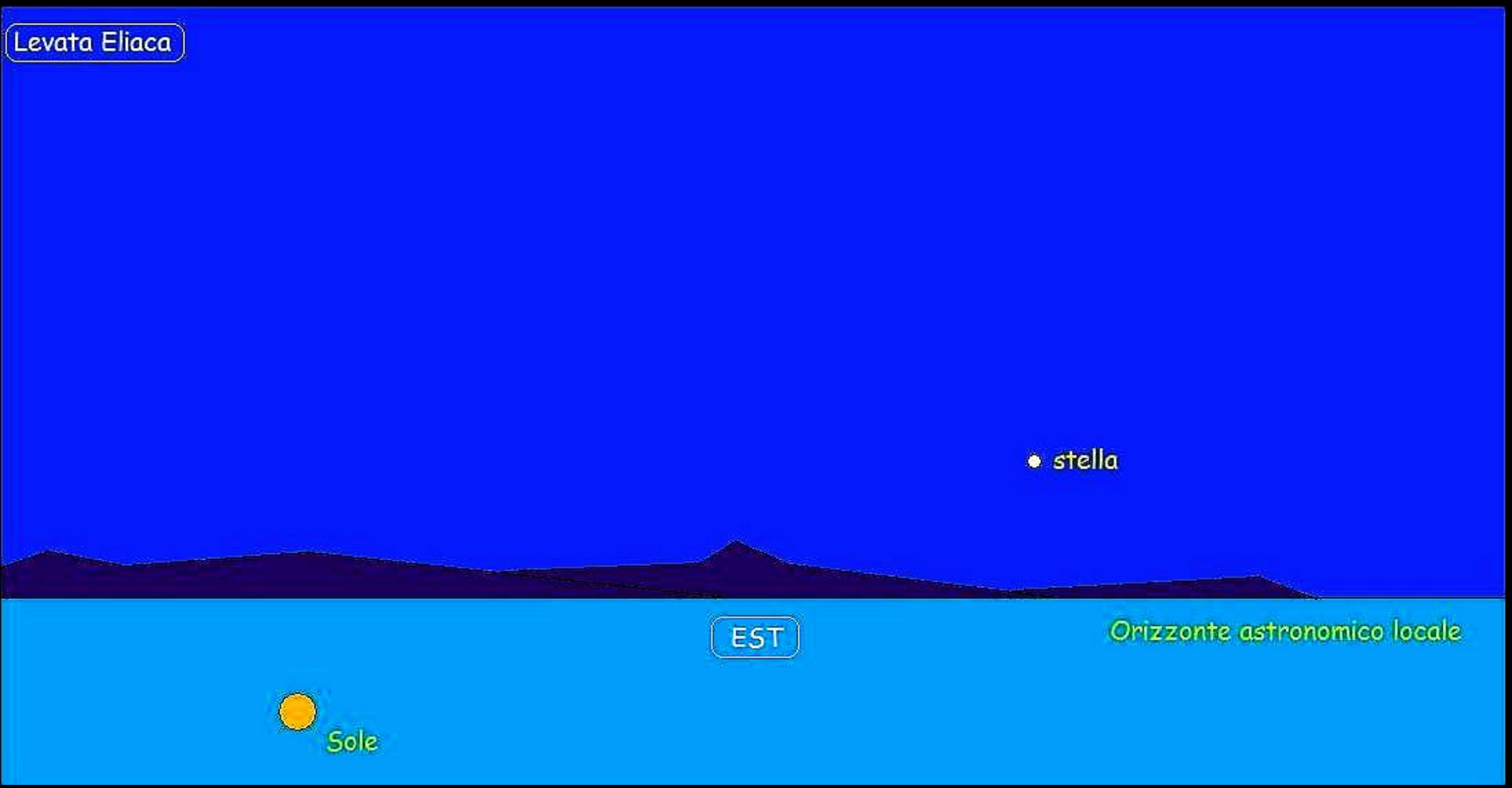
Levata Eliaca

• stella

EST

Orizzonte astronomico locale

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.





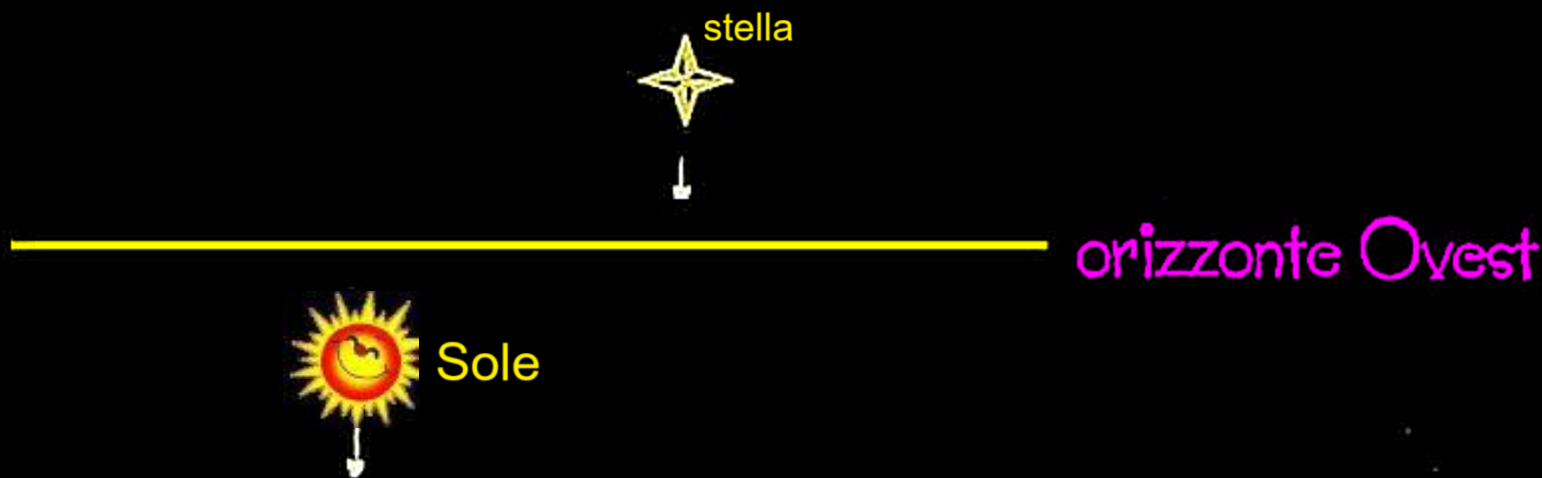
# Tramonto Acrónico

- 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.



Tramonto eliaco

• stella

Orizzonte astronomico locale



Sole

OVEST

Codifica del Tempo Sacro

Qualche esempio...

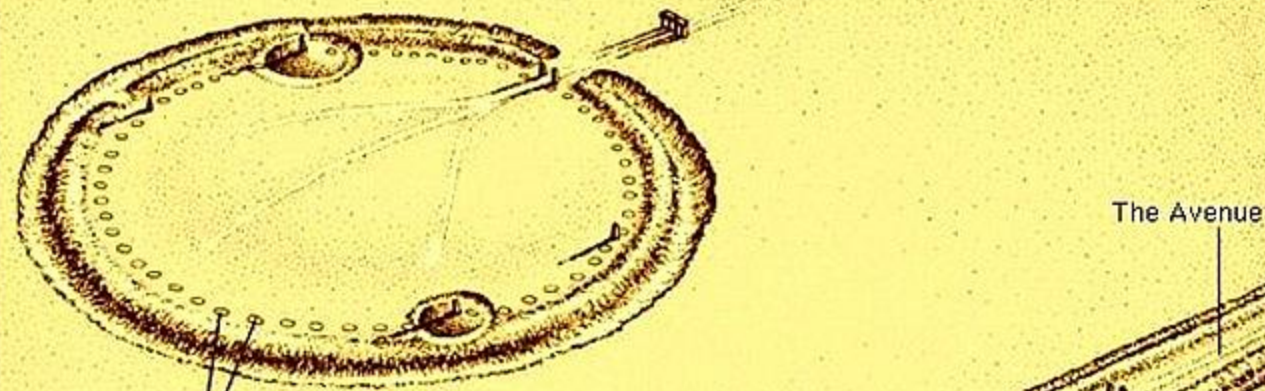
Un esempio  
classico...



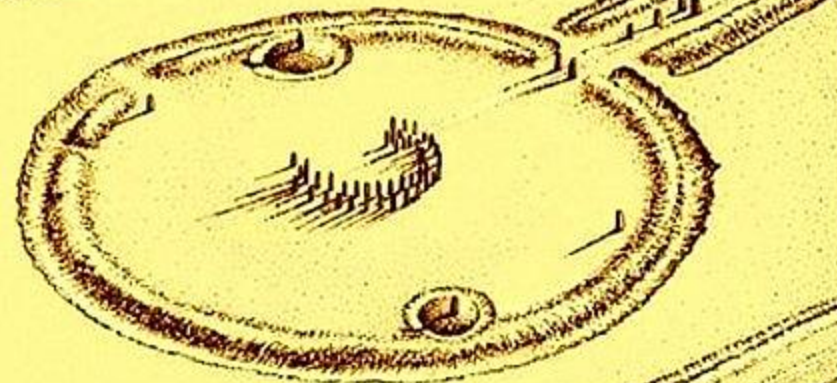
Stonehenge

3000 a.C. -1600 a.C.

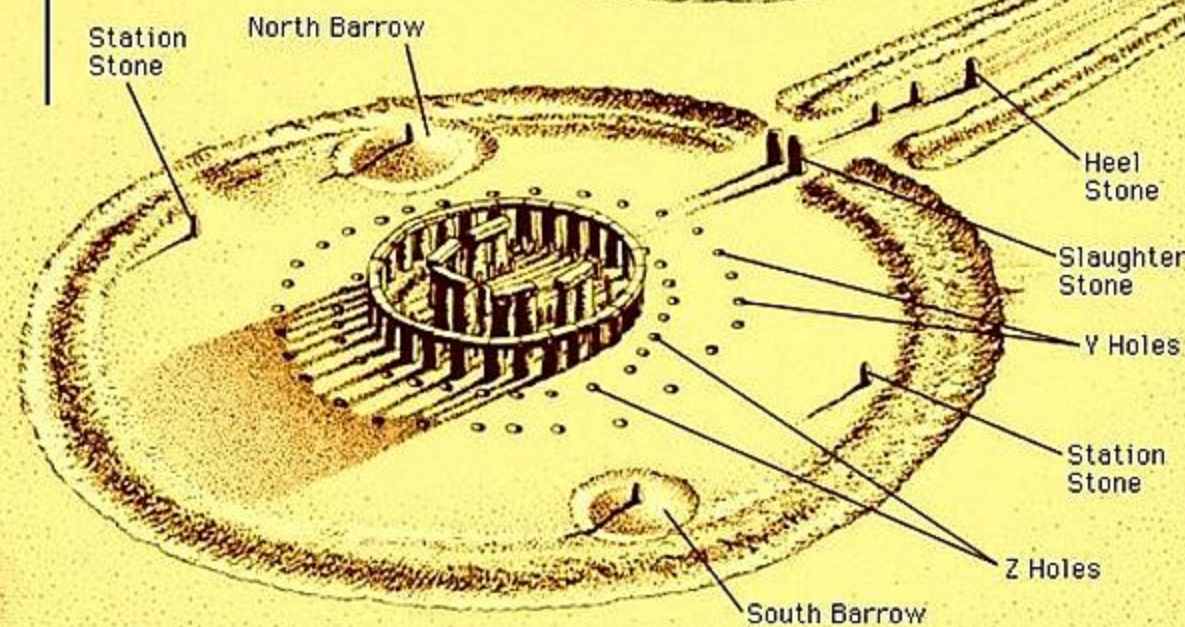
per i vivi



Fase I



Fase II



Fase III

# Stonehenge

**Righello**

Linea Percorso

Misura la distanza tra due punti sul suolo

Lunghezza: 401,10 Metri

Direzione: 49,54 gradi

Navigazione con il mouse

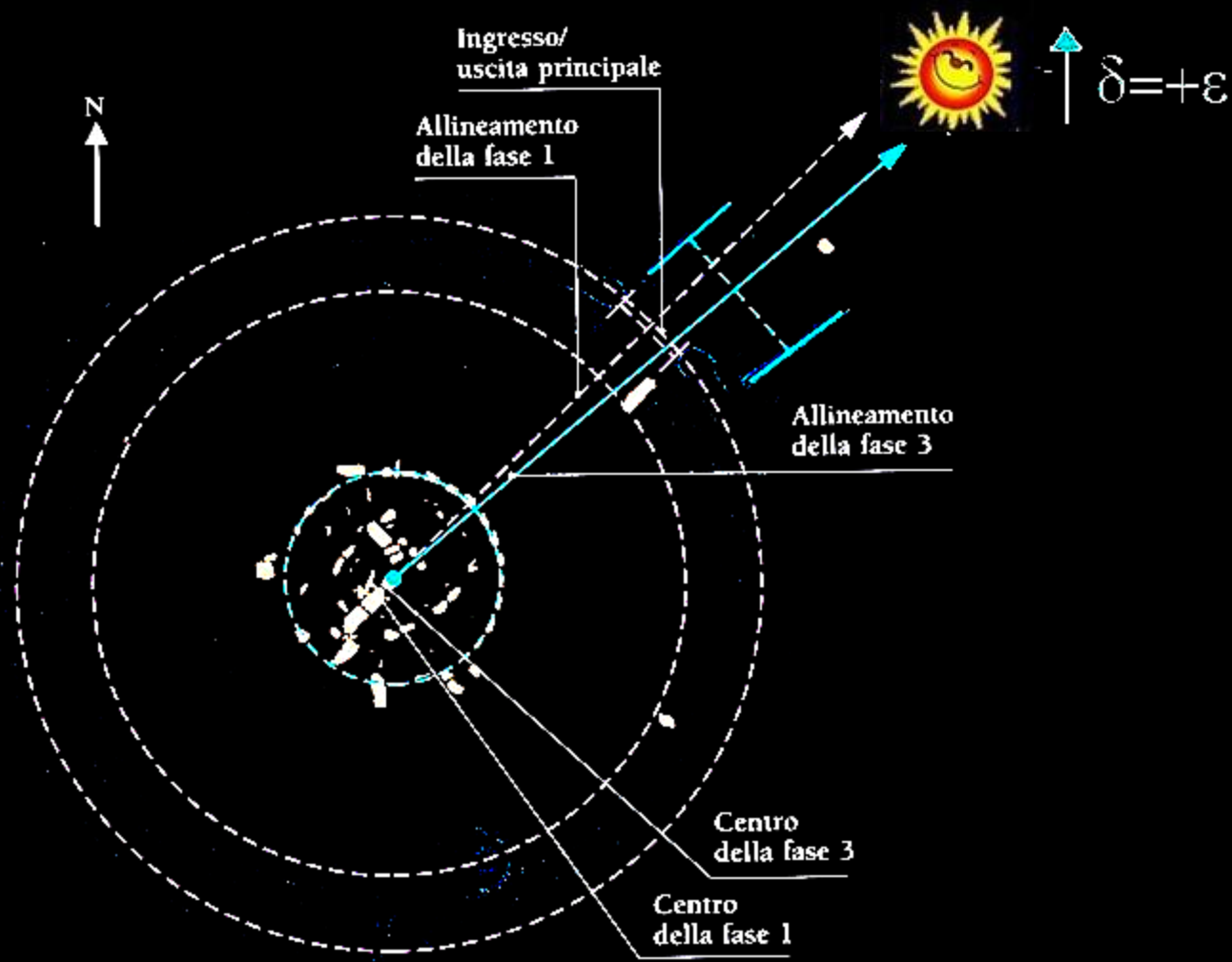
Salva Cancella

Azimut:  $Az=49.5^\circ$

© 2011 Infoterra Ltd & Bluesky

©2010 Google

92 m



Stonehenge

### **Allineamento con l'alba**

Con il suo ingresso principale verso nordest, Stonehenge probabilmente doveva allinearsi con l'alba del solstizio d'estate. Il monumento di pietra della fase 3 perfezionò l'allineamento.



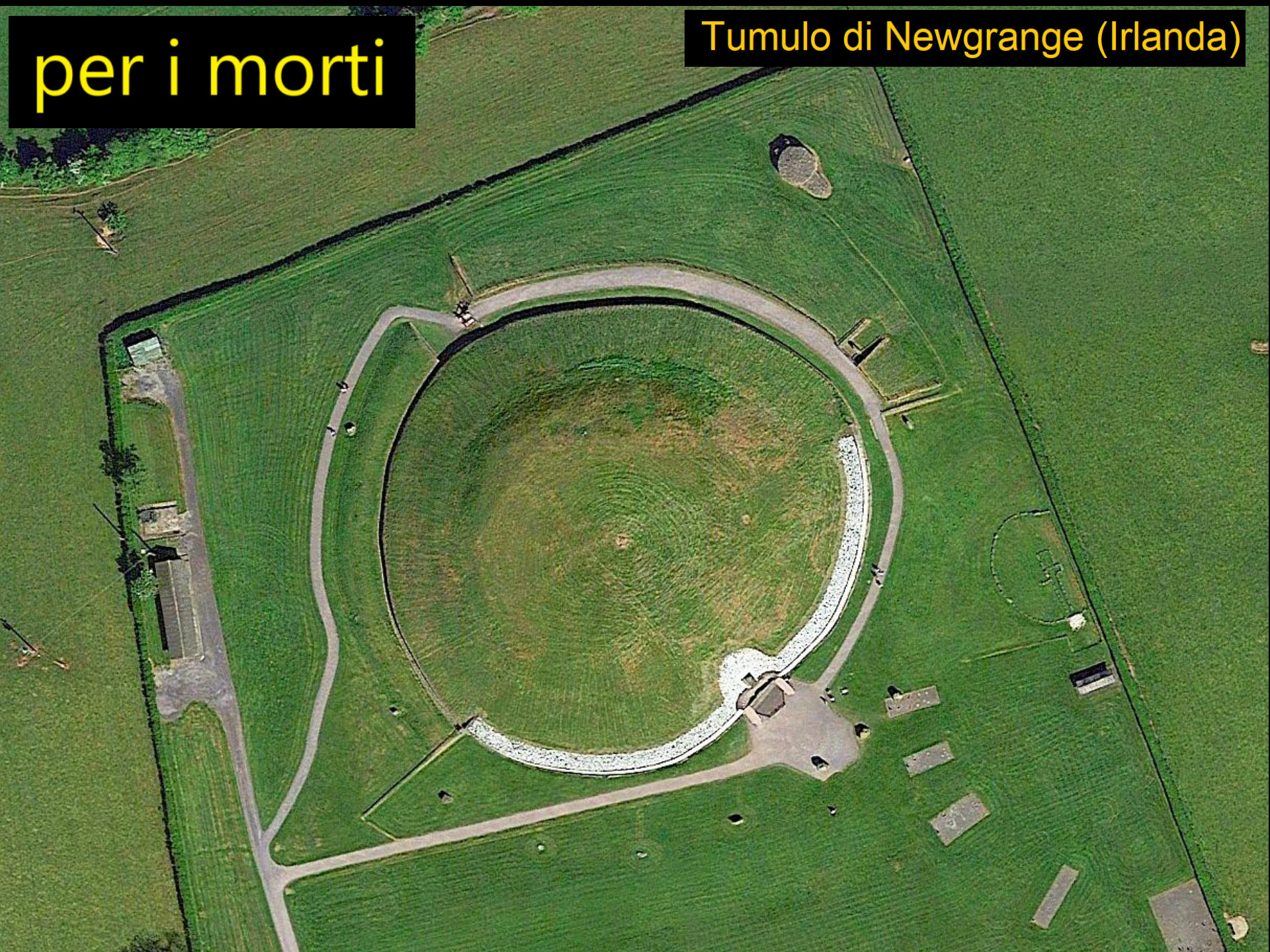


Tumulo di Newgrange (Irlanda)

3200 a.C.

per i morti

Tumulo di Newgrange (Irlanda)



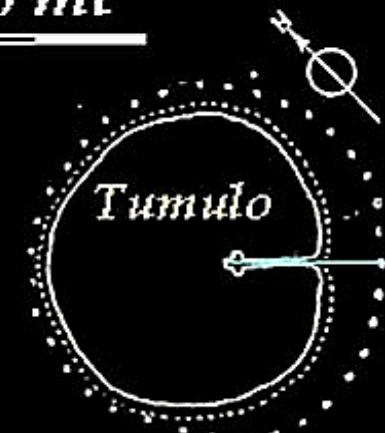
# Tumulo di Newgrange (Irlanda)



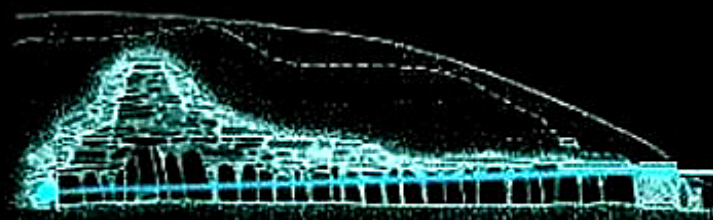
# Newgrange

## Levata del Sole al Solstizio d'Inverno

60 mt



*circolo di pietre*



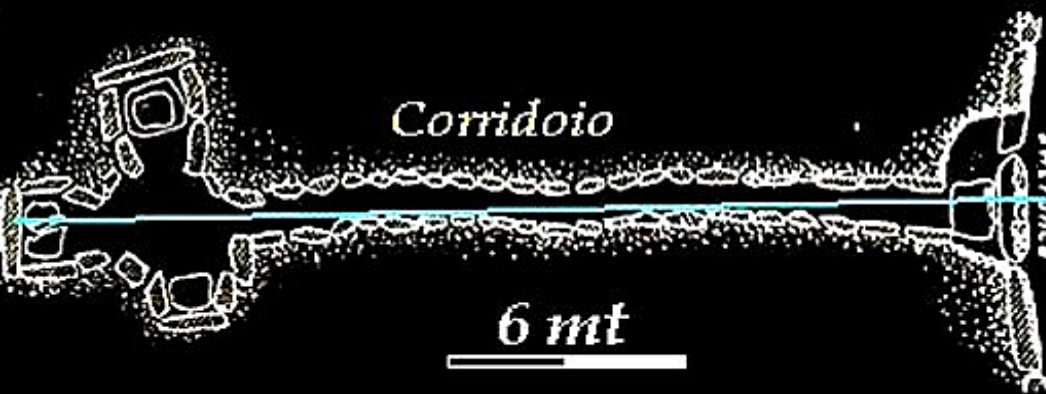
*Sezione*



$\delta = -\epsilon$



$\delta = -\epsilon$



6 mt



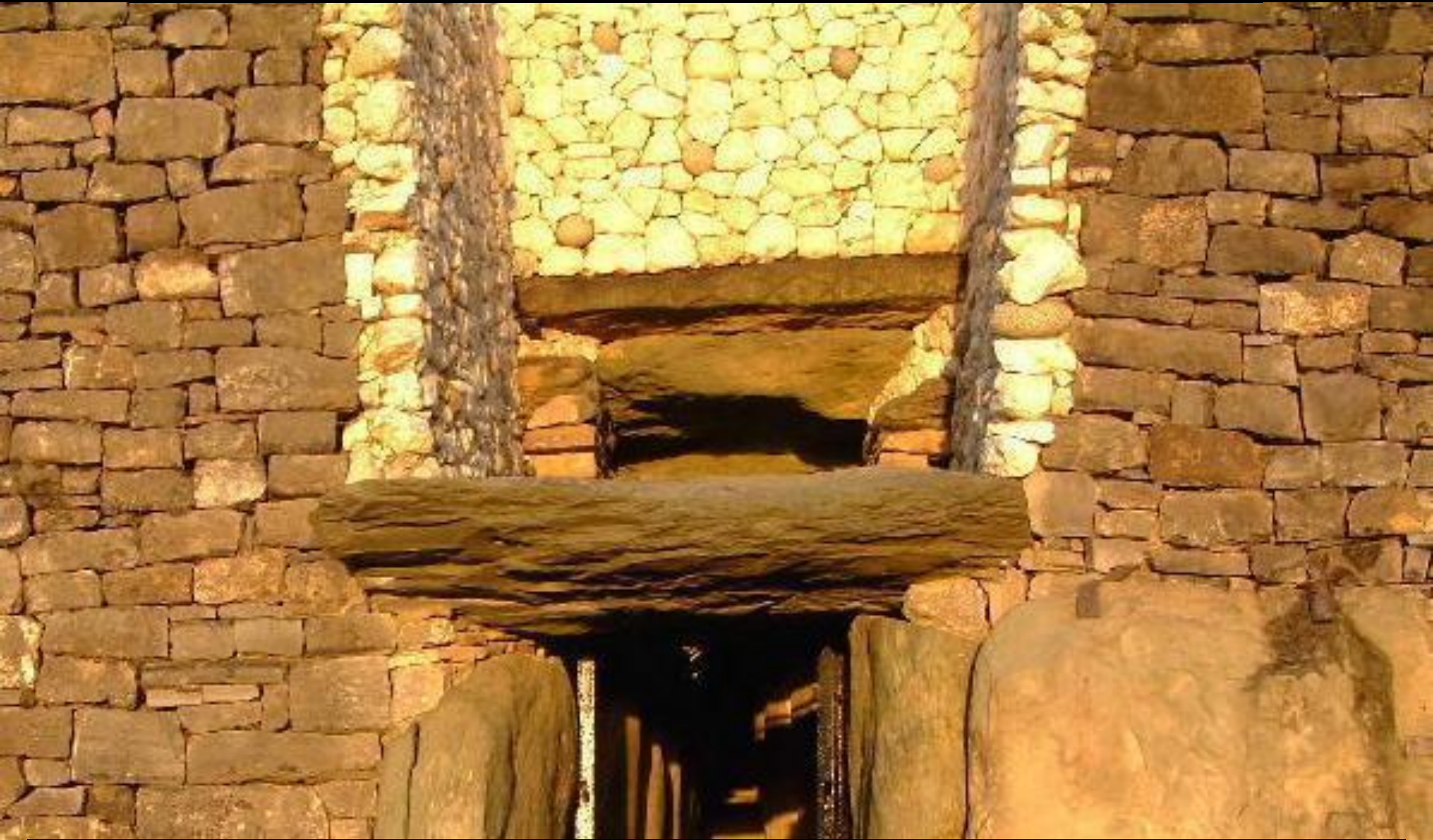
$\delta = -\epsilon$

# Tumulo di Newgrange (Irlanda)



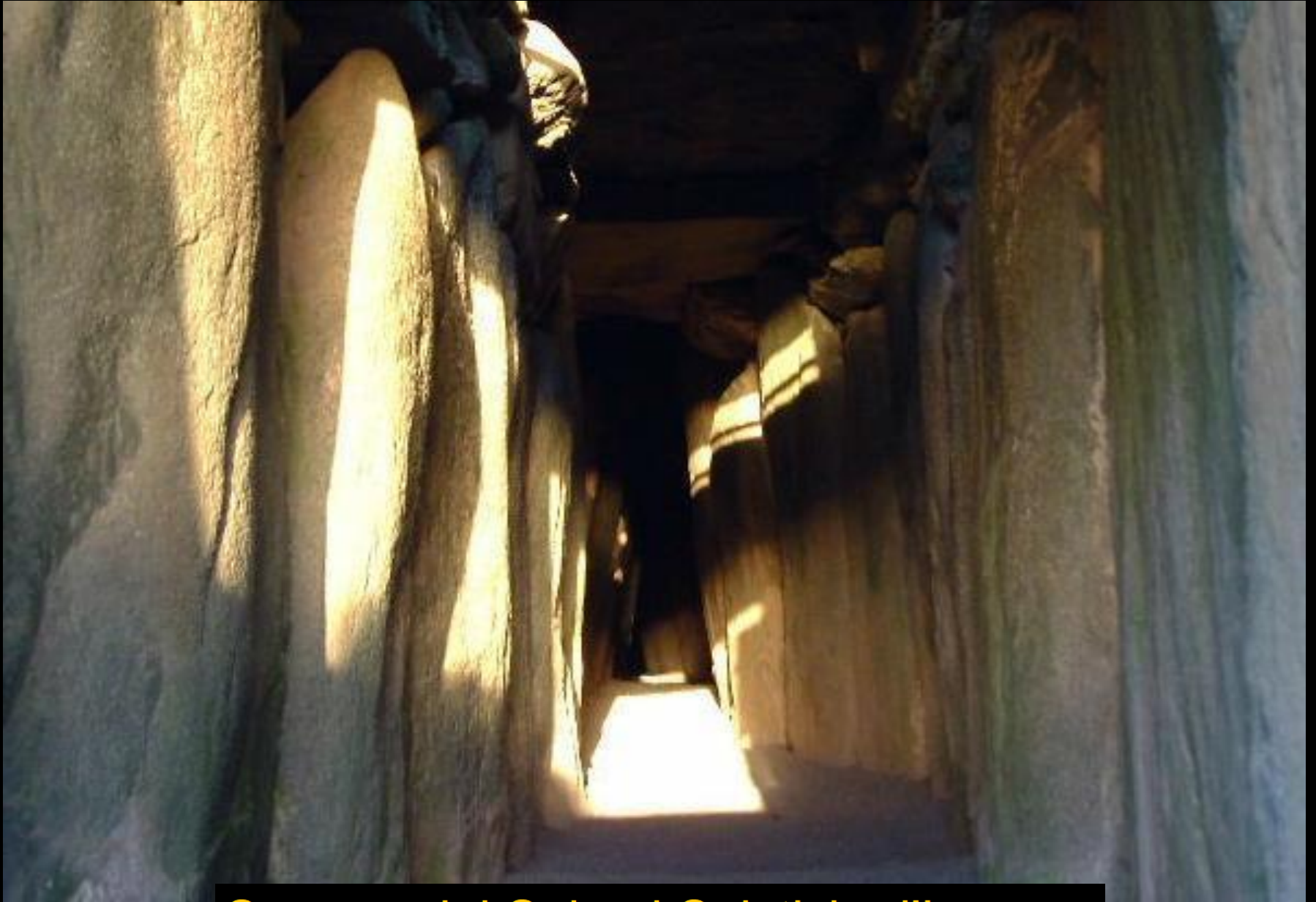
Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno

# Tumulo di Newgrange (Irlanda)



Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno

# Tumulo di Newgrange (Irlanda)



Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno



# Un altro esempio: le chiese cristiane antiche e medioevali

...la loro orientazione  
astronomica in  
corrispondenza di  
particolari date  
astronomiche del  
calendario liturgico

# Orientazione Astronomica delle Chiese Medioevali



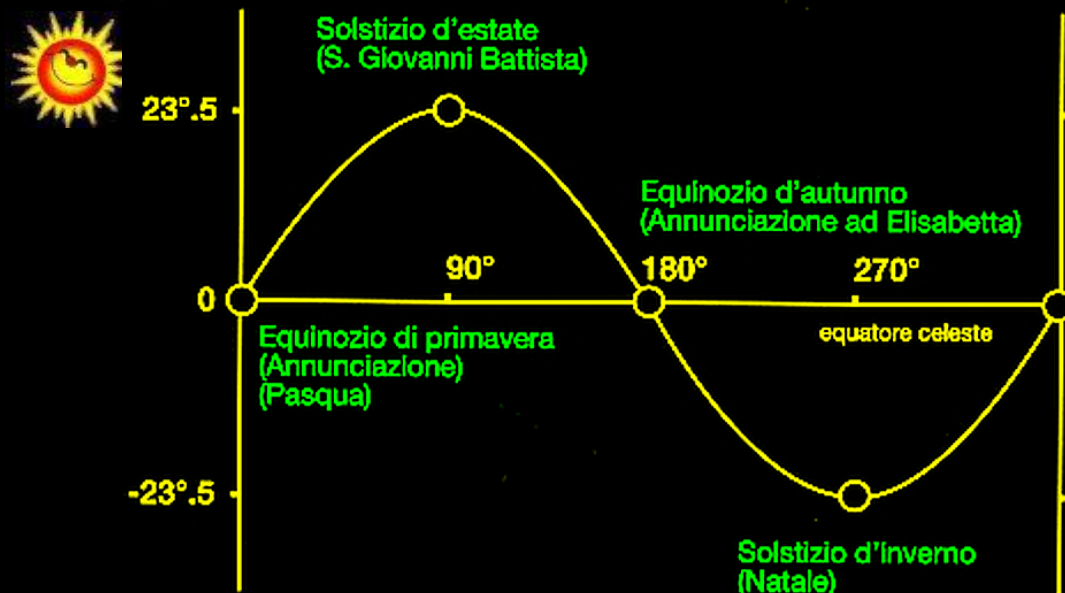
Az = Azimut astronomico dell'asse della chiesa rispetto alla direzione settentrionale della linea del meridiano astronomico locale

L'Azimut Astronomico di orientazione di una Chiesa

# Calendario Liturgico

Evento Astronomico	Data Giuliana	Ricorrenza Liturgica
Solstizio d'inverno	25 Dicembre	Natale
Equinozio di Primavera	25 Marzo	Annunciazione
Solstizio d'estate	24 Giugno	San Giovanni Battista
Equinozio d'autunno	21 Settembre	San Matteo apostolo

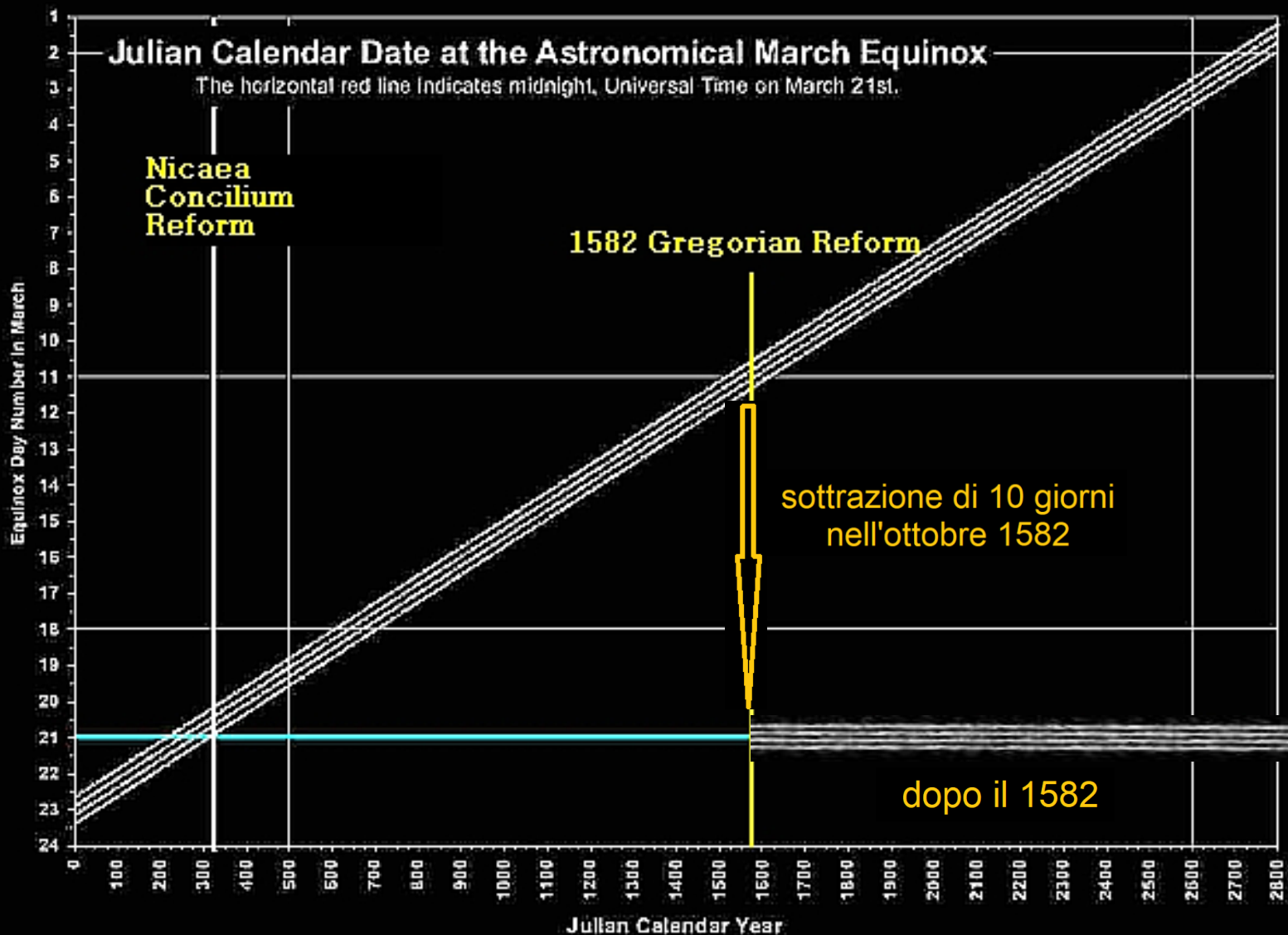
Declinazione del Sole  
sulla Sfera Celeste



un altro interessante aspetto è lo studio delle **ierofanie** (proiezioni luminose) e del loro particolare significato liturgico e del loro simbolismo

a particolari date  
astronomiche del  
calendario liturgico

# Data dell'Equinozio di Primavera secondo il Calendario Giuliano



# Equinozi e Solstizi

(prima del 1582)

## Equinozio di Primavera

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

## Solstizio d'Estate

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

## Equinozio di Autunno

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

## Solstizio d'Inverno

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

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



45°44'23.24" N 9°35'33.95" E 281 m elev



San Tomè in Almenno San Bartolomeo

# Asse della rotonda di San Tome'

**Righello**

Linea   Percorso

Misura la distanza tra due punti sul suolo

Lunghezza mappa:	45,15	Metri
Lunghezza terreno:	45,61	
Direzione:	66,22	gradi

Navigazione con il mouse

Salva   Cancella



Sorge il Sole al solstizio d'estate dietro il Canto Alto



# San Tomè in Alimetto San Bartolomeo



Tramonto  
del Sole  
agli  
equinozi

Sole

$Az = 248^\circ$   
 $ho = 19^\circ$

raggi solari incidenti sulla  
monofora

monofora

raggi solari trasmessi  
dalla monofora

matroneo

Raggio solare  
residuo

Meccanismo di generazione del  
fascio solare equinoziale in San  
Tome' in Almenno.



San Tomè in Almenno San Bartolomeo

San Tomè in Almenno San Bartolomeo



Tutti i siti sacri di tutte le religioni del mondo sono astronomicamente orientati sul sorgere o tramontare del Sole in particolari giorni dell'anno...

La liturgia di tutte le religioni del mondo è calibrata su particolari eventi astronomici...