



Università della Terza Età "Cardinale
Giovanni Colombo" - Milano

A. A. 2022 - 2023

Corso di Archeoastronomia

Docente:

Adriano Gaspani

Tempo, Spazio, Cielo,
Eternità

**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

In questo caso:
le chiese cristiane antiche e
medioevali

Studio archeoastronomico di una chiesa medioevale

Punti di vista:

- o) Astronomico
- o) Geometrico
- o) Simbolico e Liturgico
- o) Storico
- o) Esoterico

Lo studio archeoastronomico delle chiese antiche non si pone il problema del perchè siano orientate astronomicamente, ma del come lo furono e con quali tecniche furono orientate

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



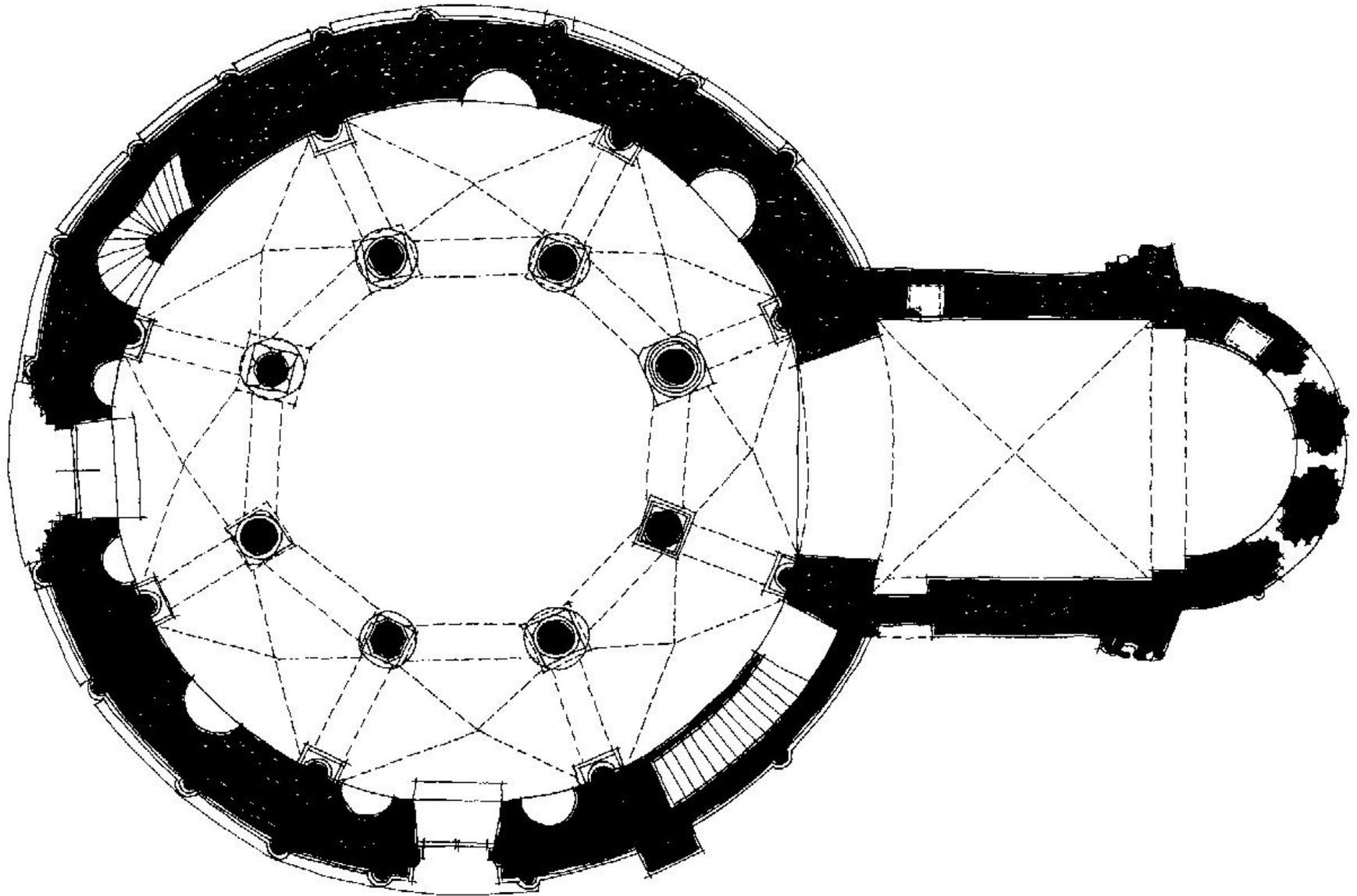
45°44'23.24" N 9°35'33.95" E 281 m elev



San Tomè in Almenno San Bartolomeo

PIANTA DEL PIANO TERRA

San Tomè



Asse della rotonda di San Tome'

Righello

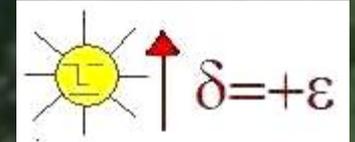
Linea Percorso

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

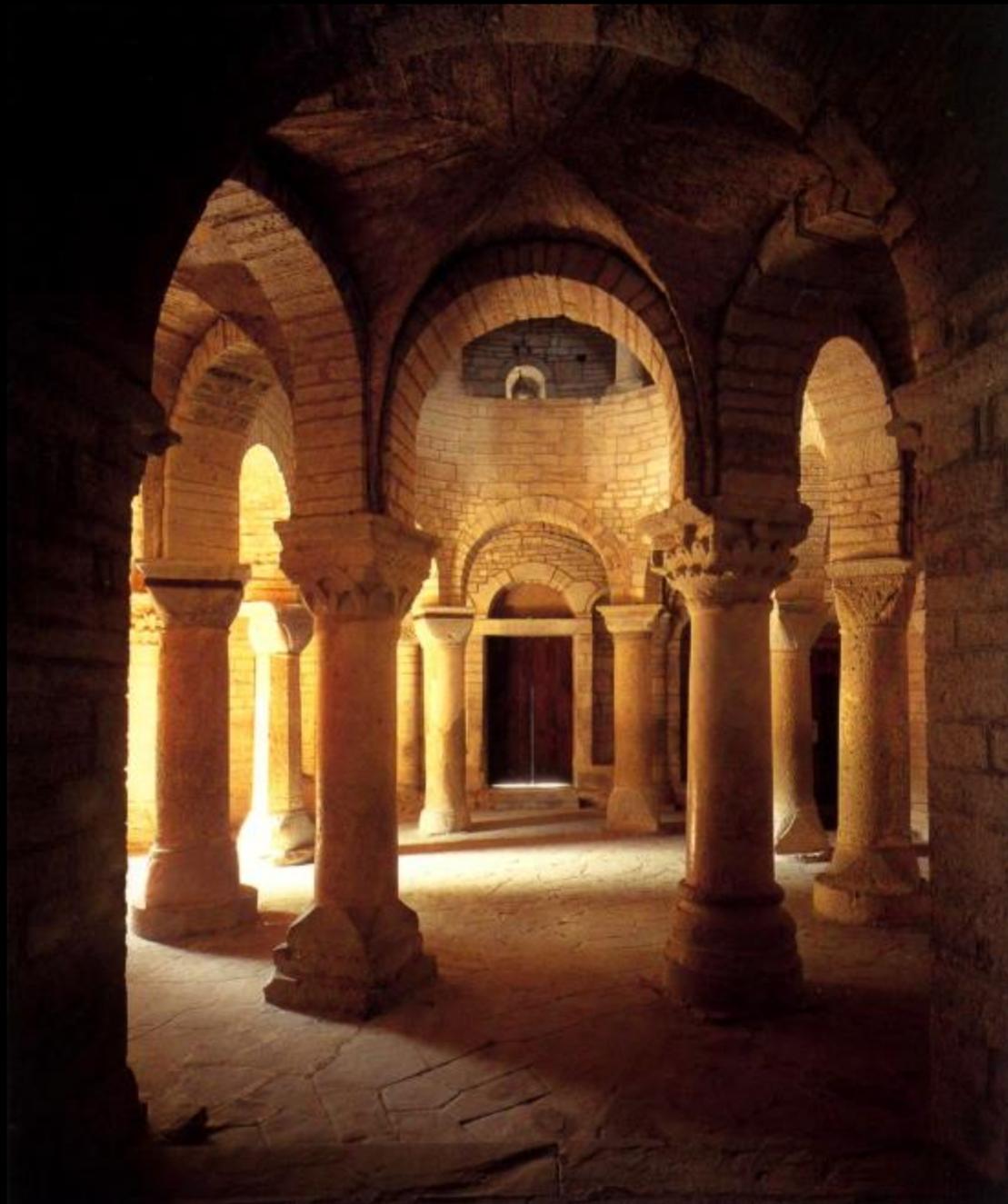
Salva Cancella



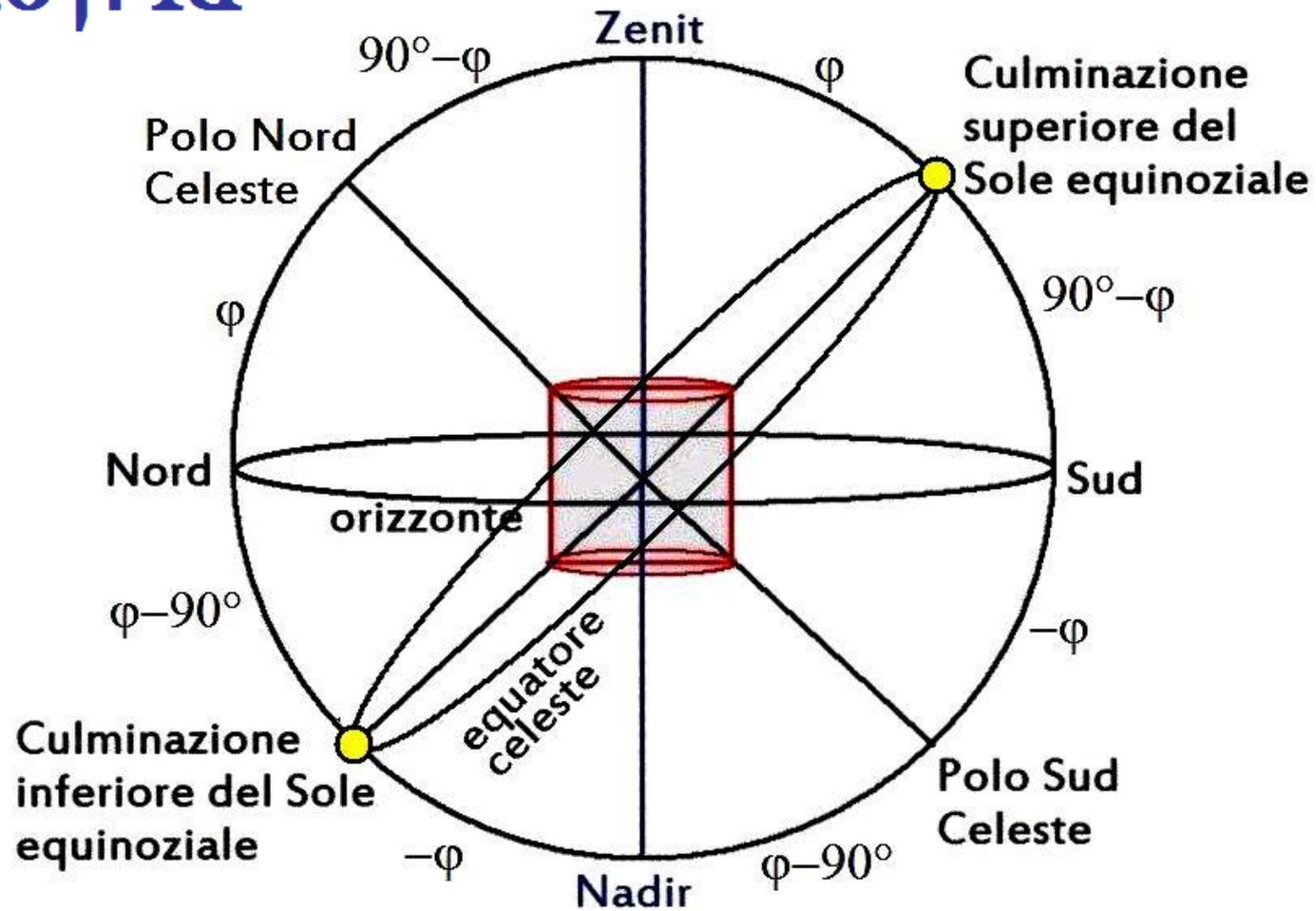
Sorge il Sole al solstizio d'estate dietro il Canto Alto



San Jomé



Geometria



Cilindro generatore della geometria dell'alzato della Rotonda di San Tomè e suo significato astronomico. (φ è la latitudine geografica del luogo: a San Tome la latitudine è poco superiore ai 45°).

San Tomè in Alimetto San Bartolomeo



Tramonto
del Sole
agli
equinozi



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

raggi solari incidenti sulla
monofora

monofora

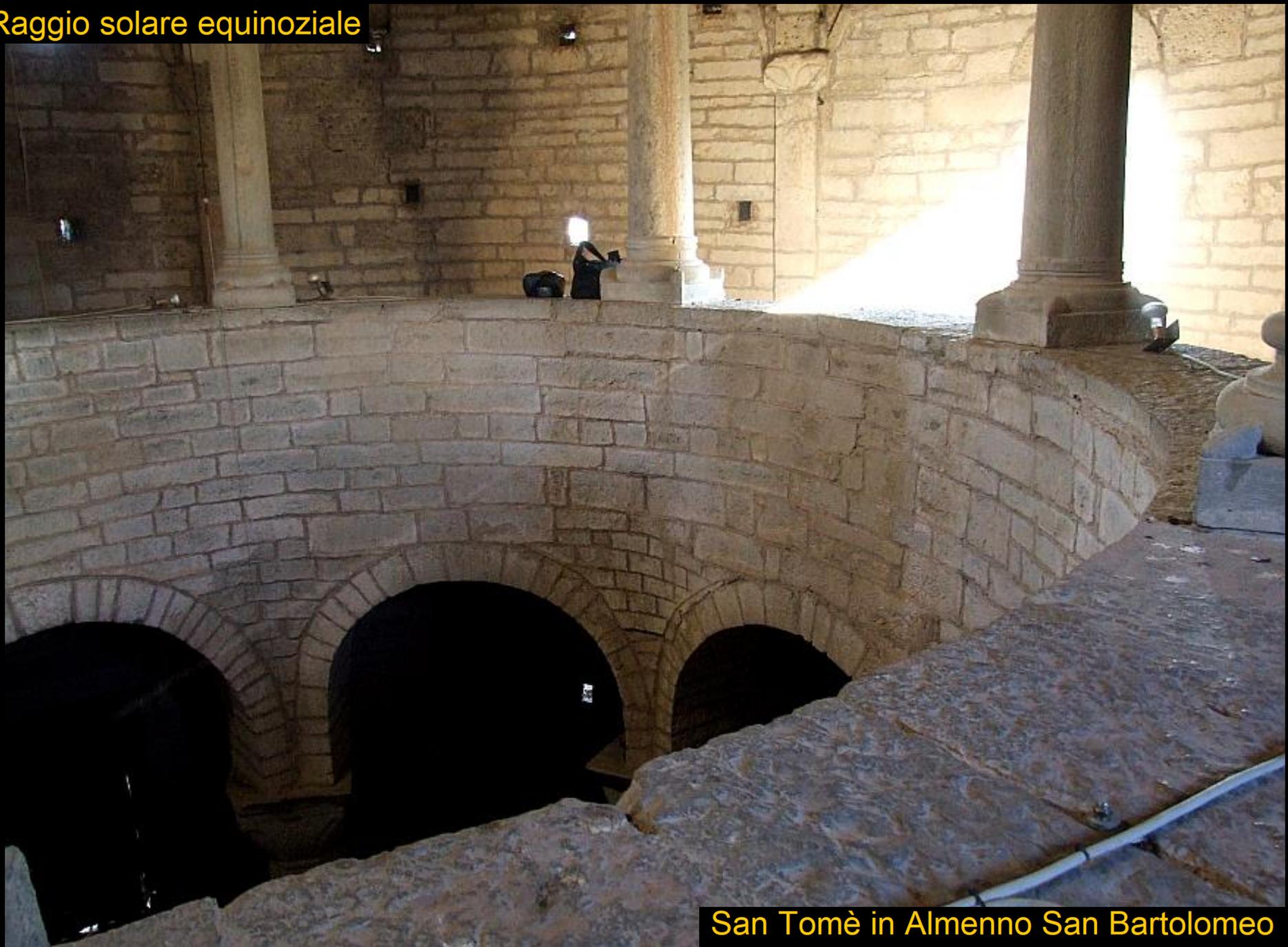
raggi solari trasmessi
dalla monofora

matroneo

Raggio solare
residuo

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

Raggio solare equinoziale



San Tomè in Almenno San Bartolomeo



San Tomè in Almenno San Bartolomeo

San Tomè in Almenno San Bartolomeo



**Le chiese antiche e medioevali
sono astronomicamente orientate
per *prescrizione***

Prescrizioni Liturgiche

*"Segregetur presbiteris locus
in parte domus ad orientem versa...
nam orientem versus oportet vos orare"*

("Didascalia", Siria, prima metà del III sec. d.C.)

Dagli atti del Concilio di Nicea (325 d.C.):

*«ecclesiarum situs plerimque talis erat,
ut fideles facie altare versa orantes orientem solem,
symbolum Christi qui est sol iustitia et lux mundi
intererentur»*

(Carolus Kozma de Papi, *“Liturgia sacra Cattolica,
exhibens sacrorum Ecclesiae Romano-Catholicae rituum. 4 ;
Origines, causas, significationes”* Manz, Ratisbonae, 1863).

*"...aedes riti oblunga
ad orientem versus,
navi similis"*

(Costituzioni Apostoliche, fine del IV sec. d.C.)

Direzione Nord del
Meridiano Astronomico
Locale

Orientazione Astronomica delle Chiese Medioevali

Orientazione canonica:
Sorgere del Sole agli Equinozi

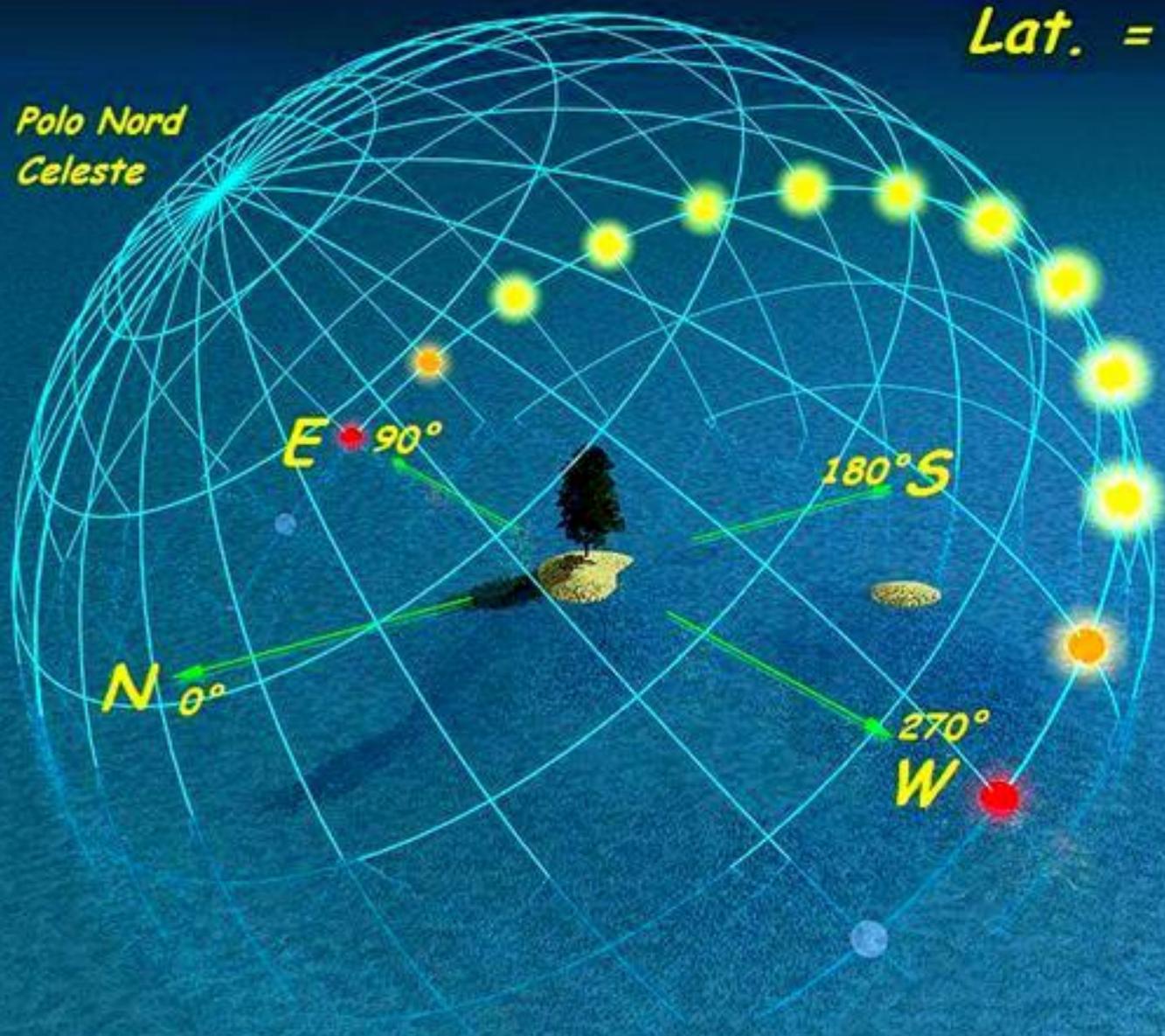


Az = Azimut astronomico dell'asse della chiesa rispetto alla direzione settentrionale della linea del meridiano astronomico locale

$$Az = 90^\circ$$

Lat. = 45°

*Polo Nord
Celeste*



Traiettoria apparente del Sole agli Equinozi

...ma qualcuno disubbidisce...

..quindi si rilevano altri tipi di orientazione astronomica...

...sorgere del Sole ai solstizi e più raramente sorgere della Luna ai lunistizi oppure sorgere di qualche importante stella

Architettura dei Templari

Noi e "Loro"

I costruttori medioevali

Orientavano astronomicamente trasponendo regole simboliche ricche di significato esoterico condiviso.

Non riuscendo ad eseguire calcoli astronomici utilizzavano la Geometria.

Gli archeoastronomi moderni

Dispongono di strumenti topografici accurati, tecniche di misura efficaci, dell'Astronomia Sferica e di computers per eseguire i calcoli.

Ma....

**Non conoscono il codice
astronomico degli architetti
medioevali....**

Studio archeoastronomico delle chiese antiche

punto di partenza:

misura dell'azimut di orientazione
dell'asse della navata e degli assi delle
monofore

Il rilievo archeoastronomico delle chiese antiche



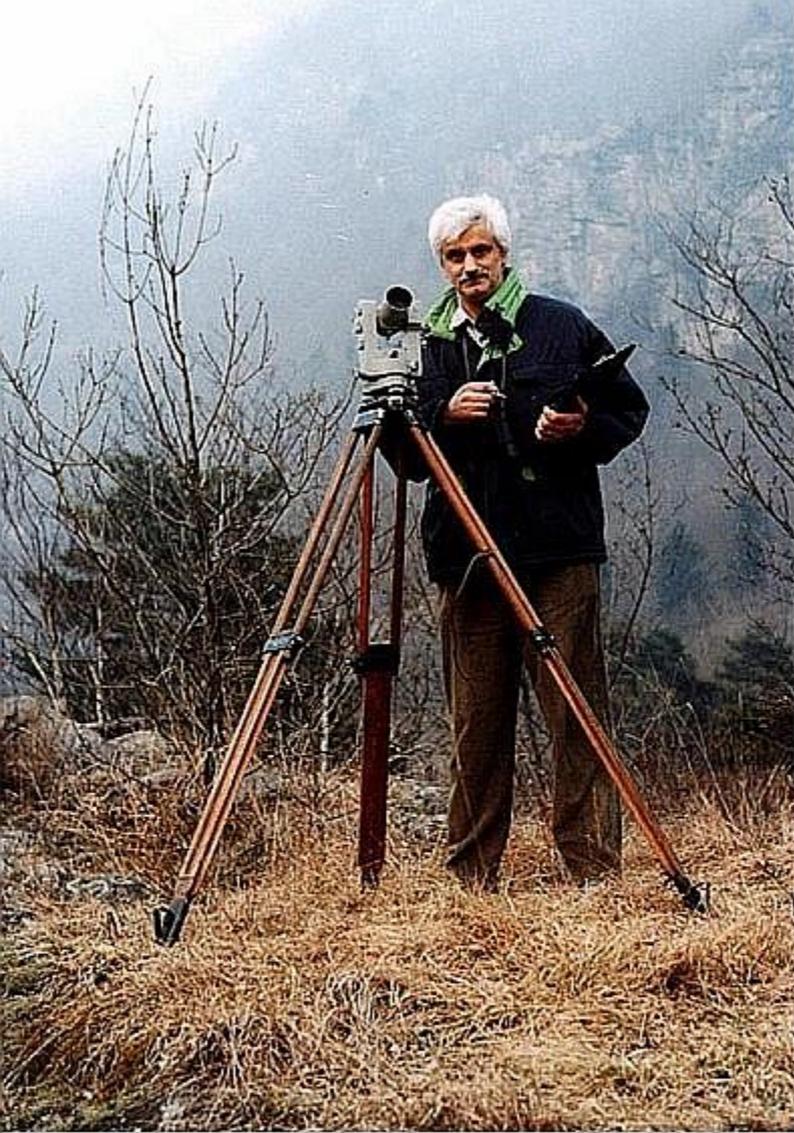
Az = Azimut astronomico dell'asse della chiesa rispetto alla direzione settentrionale della linea del meridiano astronomico locale

L'Azimut Astronomico di orientazione di una Chiesa

Il rilievo archeoastronomico delle chiese antiche

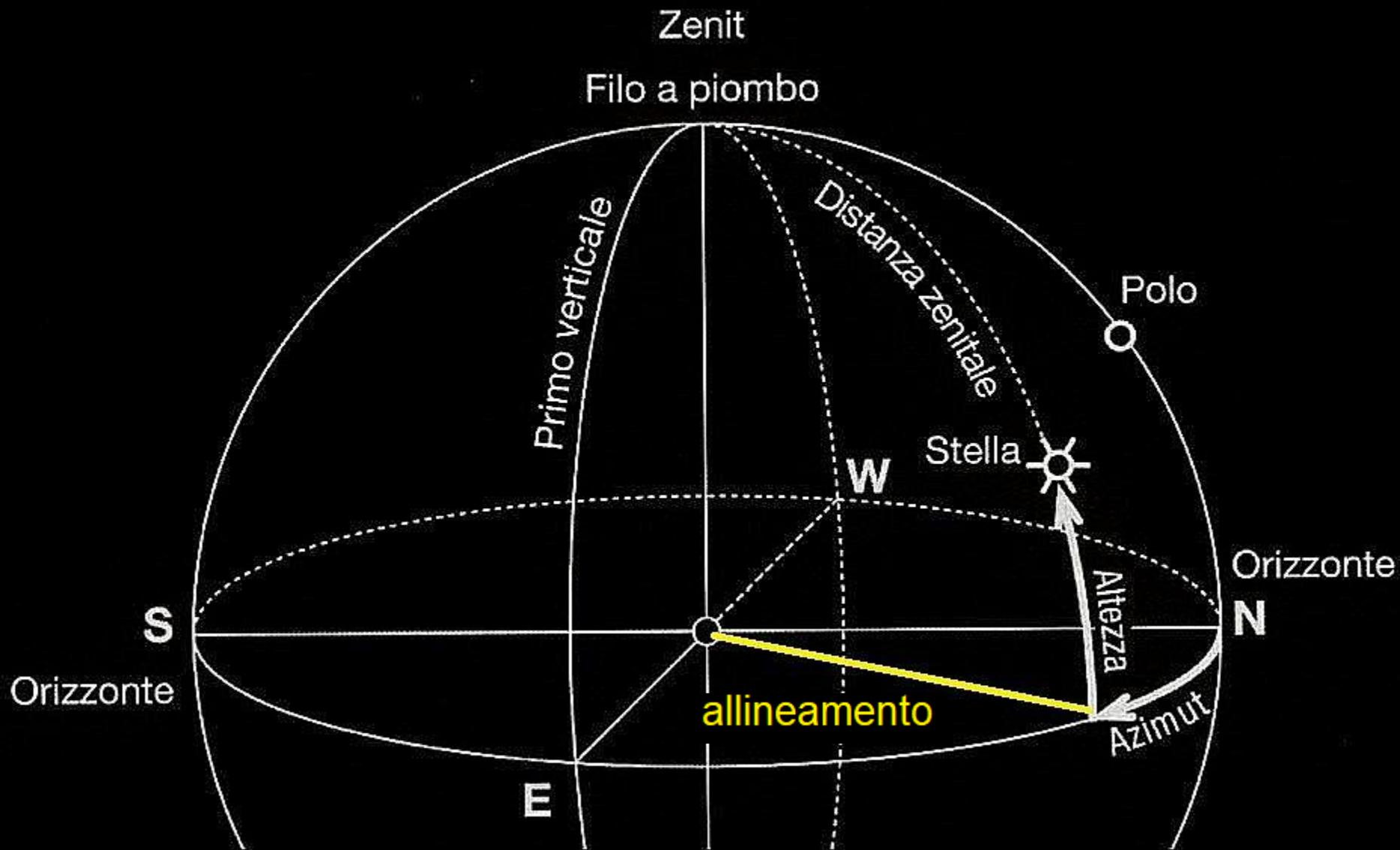
Tecniche tradizionali

Rilievo topografico a terra e
misura dell'azimut di orientazione
dell'asse della navata e degli assi delle
monofore



**Teodolite astronomico
Zeiss Theo 10**

Altezza e Azimut



Tecniche moderne

Nuove tecniche di studio dei siti archeologici
astronomicamente significativi



(dalla tecnologia spaziale)

GNSS

Global
Navigation
Satellite
Systems



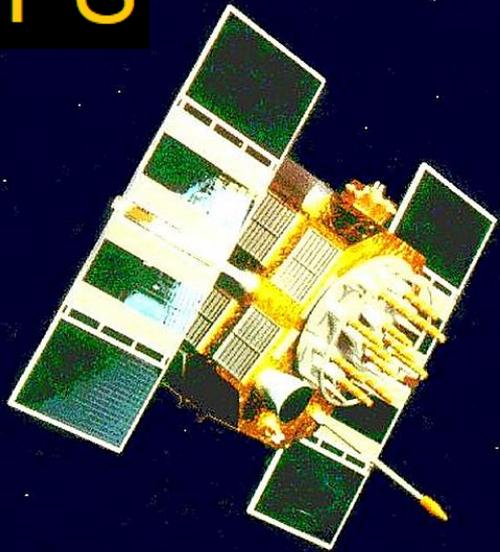
- GPS
- GLONASS
- GALILEO
- BEIDOU

Tecniche satellitari GPS/GNNS

Glonass



GPS



Satellite NAVSTAR

Beidou



Tecniche satellitari GPS/GNNS

vodafone IT 94% 08:49

Satellite Filter

- GPS
- GLONASS
- GALILEO
- BEIDOU
- QZSS
- SBAS
- UNKNOWN

CANCEL **SAVE**

3D Fix 08:48

GNSS Status
● 3D Fix

Accuracy (± m)
5

In View 61 **In Use** 18

Satellite ID	Signal Strength
02	36
05	27
07	40
09	24
20	27
30	31
04	~1
06	~1
13	~1
14	~1
16	~1
14	23

AVG SNR 31.4

00 10 20 30 50 99

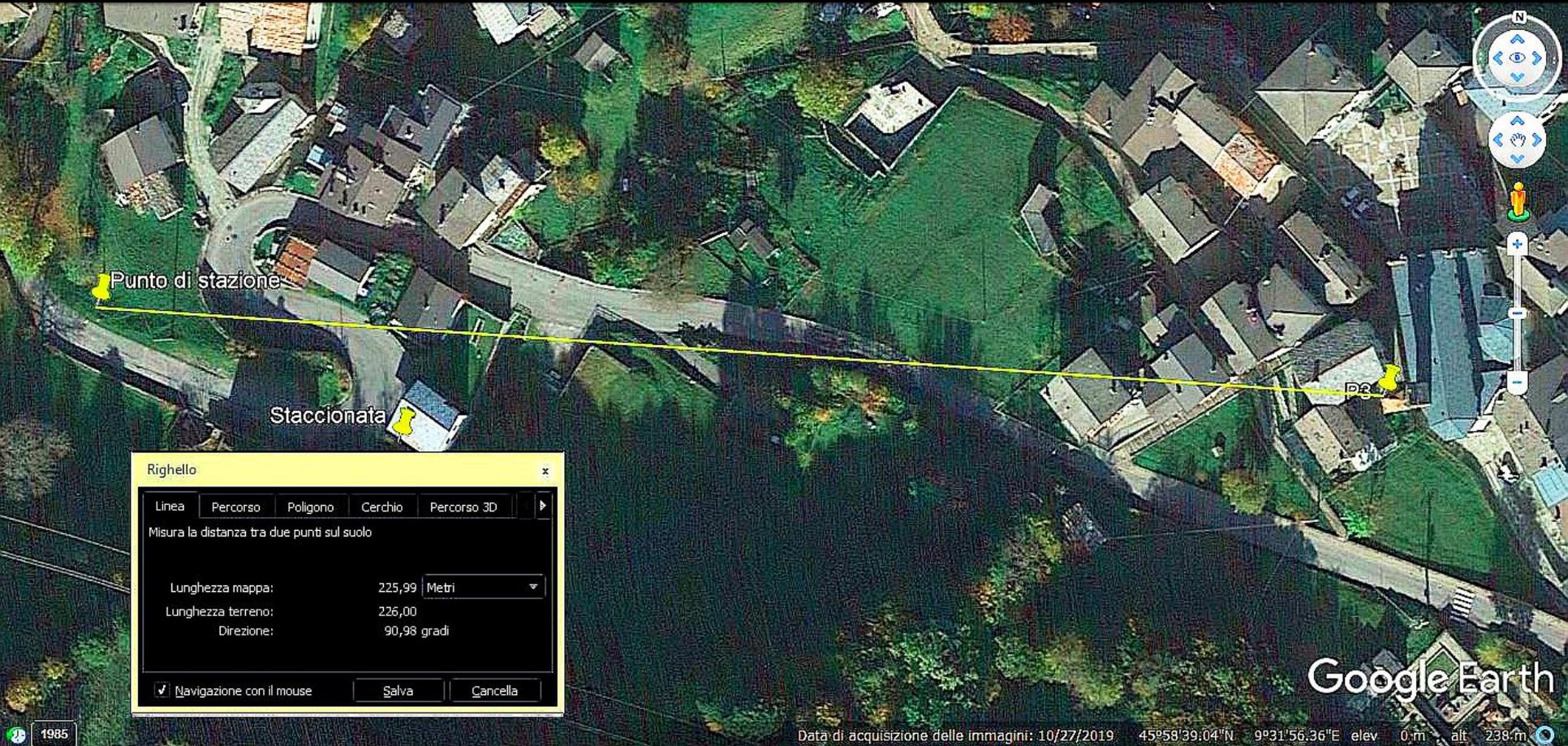
3D Fix 0 17:57

Position : Lat/Lon (WGS84)
45°58'38.549" N
9°31'53.755" E

World Map

3D Fix 0 17:59

Base GNSS



Valtorta

Telerilevamento satellitare



GeoEye



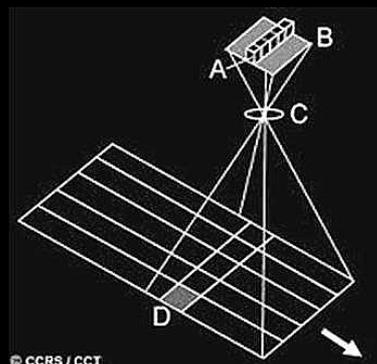
OrbView



QuickBird



Ikonos



© CCRS / CCT

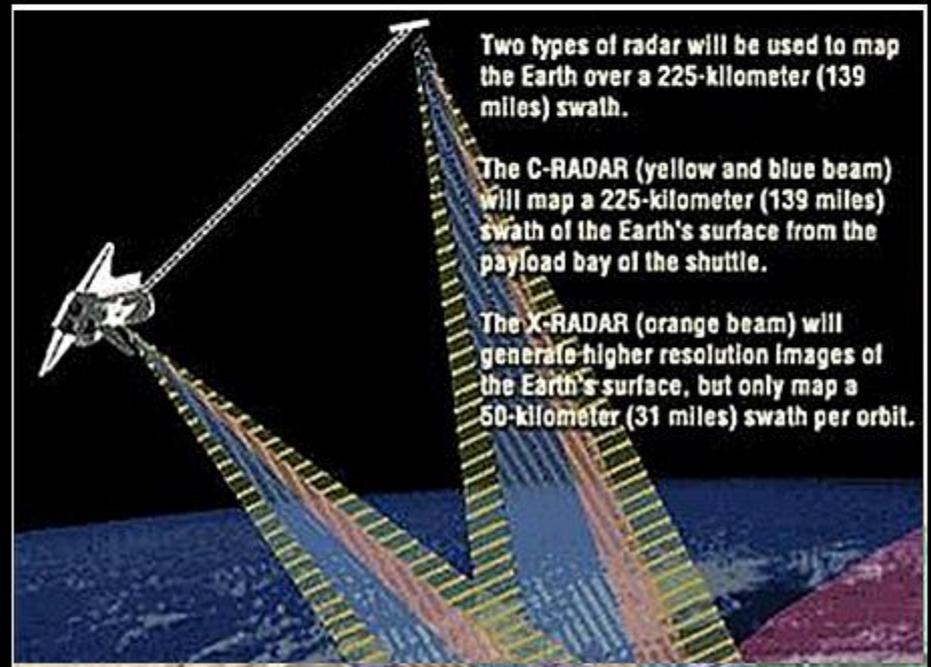
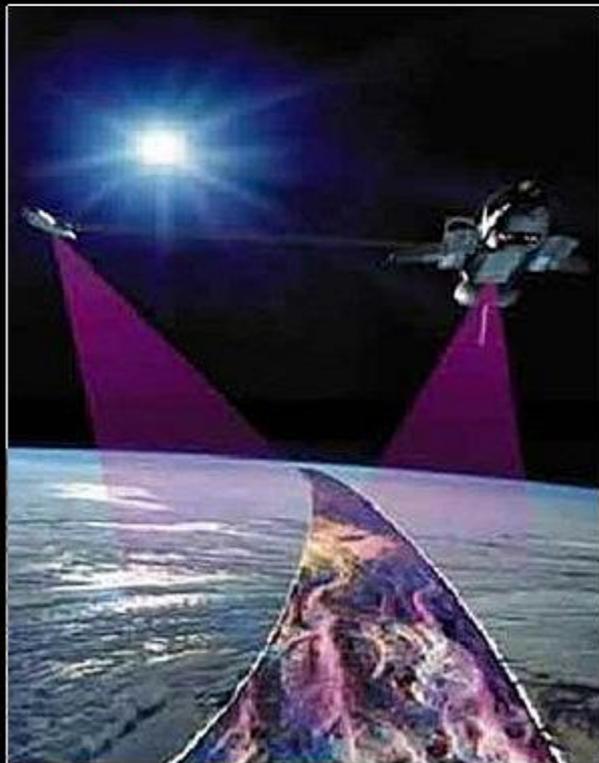
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image IBCAO
Image Landsat / Copernicus
Image U.S. Geological Survey



Sant'Antonio alla Torre
(Valtorta)

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

Nel Febbraio 2000 lo Space Shuttle Endeavour ottenne in 11 giorni la mappatura radar completa in alta risoluzione della superficie terrestre ad intervalli di 90 metri per ogni punto del pianeta



Two types of radar will be used to map the Earth over a 225-kilometer (139 miles) swath.

The C-RADAR (yellow and blue beam) will map a 225-kilometer (139 miles) swath of the Earth's surface from the payload bay of the shuttle.

The X-RADAR (orange beam) will generate higher resolution images of the Earth's surface, but only map a 50-kilometer (31 miles) swath per orbit.

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

Bande Radar

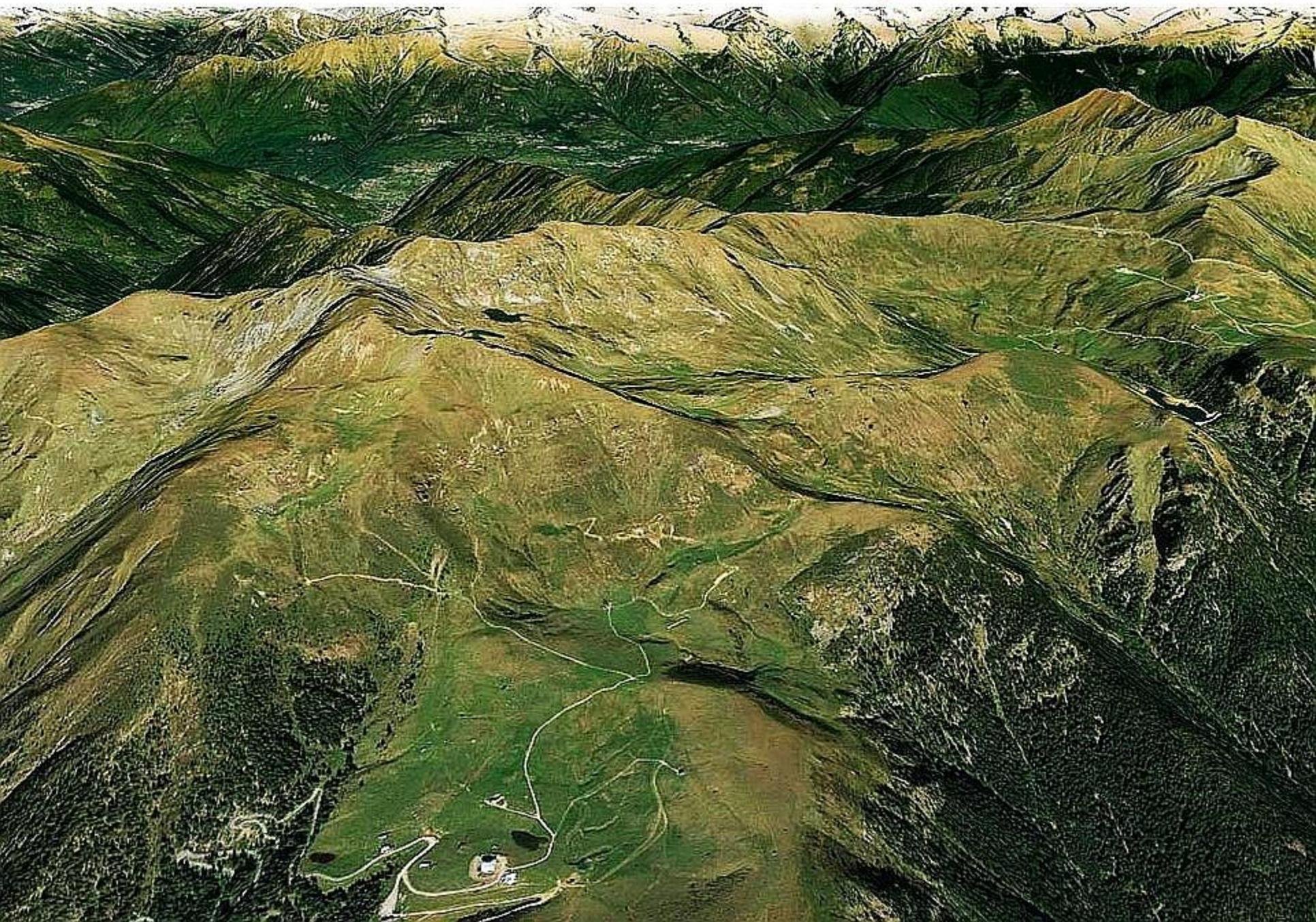
Lo Shuttle operò in 2 bande Radar

La banda C produsse la mappatura radar ad una campionatura di 90 metri.

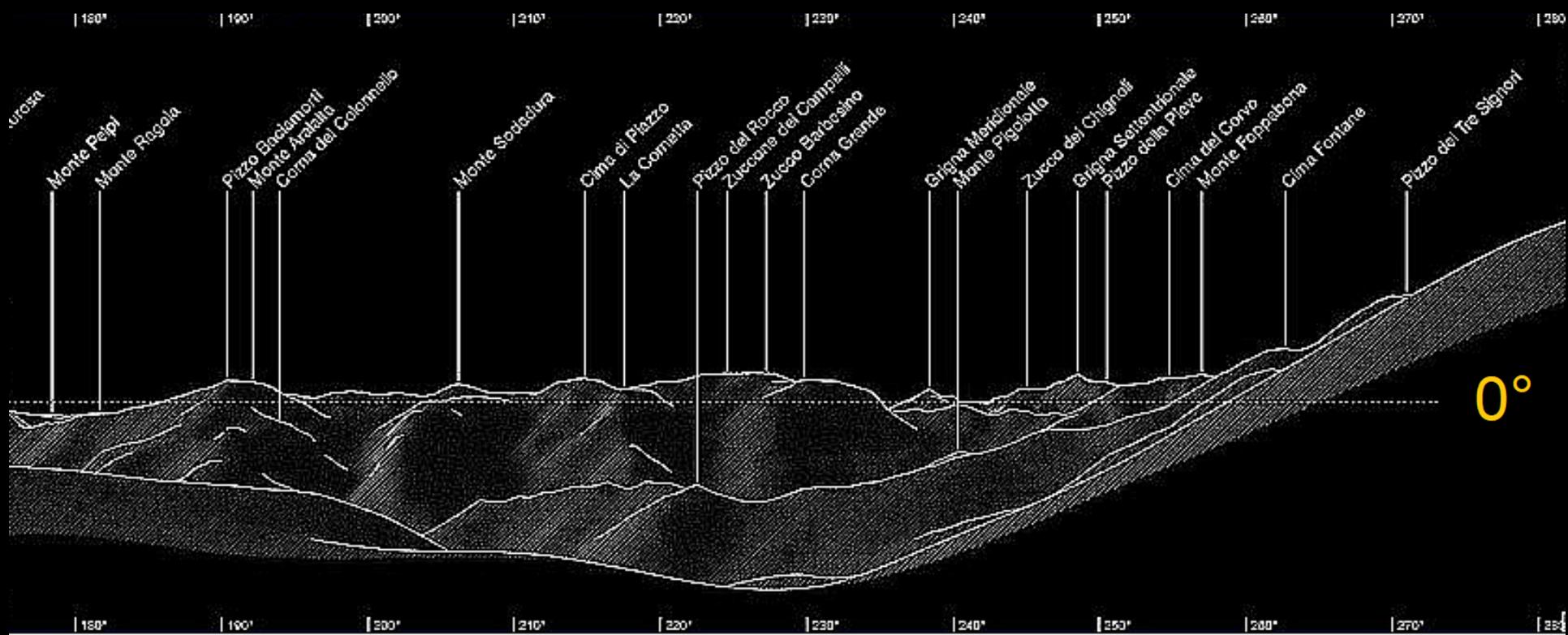
La banda X produsse una campionatura più fitta (30 metri) di alcune celle della banda C

i dati DEM a 90 metri sono scaricabili gratuitamente da internet

Piani del Monte Avaro - Modello digitale 3D



Sintesi SRTM del profilo dell'orizzonte naturale locale visibile da un sito archeologico



Azimut (gradi)

Un po' di Astronomia...



...la Terra

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

Il reticolato geografico



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2008 DigitalGlobe
Terrain © 2008 TerraMetrics
Image IBCAO
107 m elev

©2008 Google

42°49'59.99" N 12°50'00.01" E

11001.10 km Alt

Polo Nord Celeste

Sfera Celeste

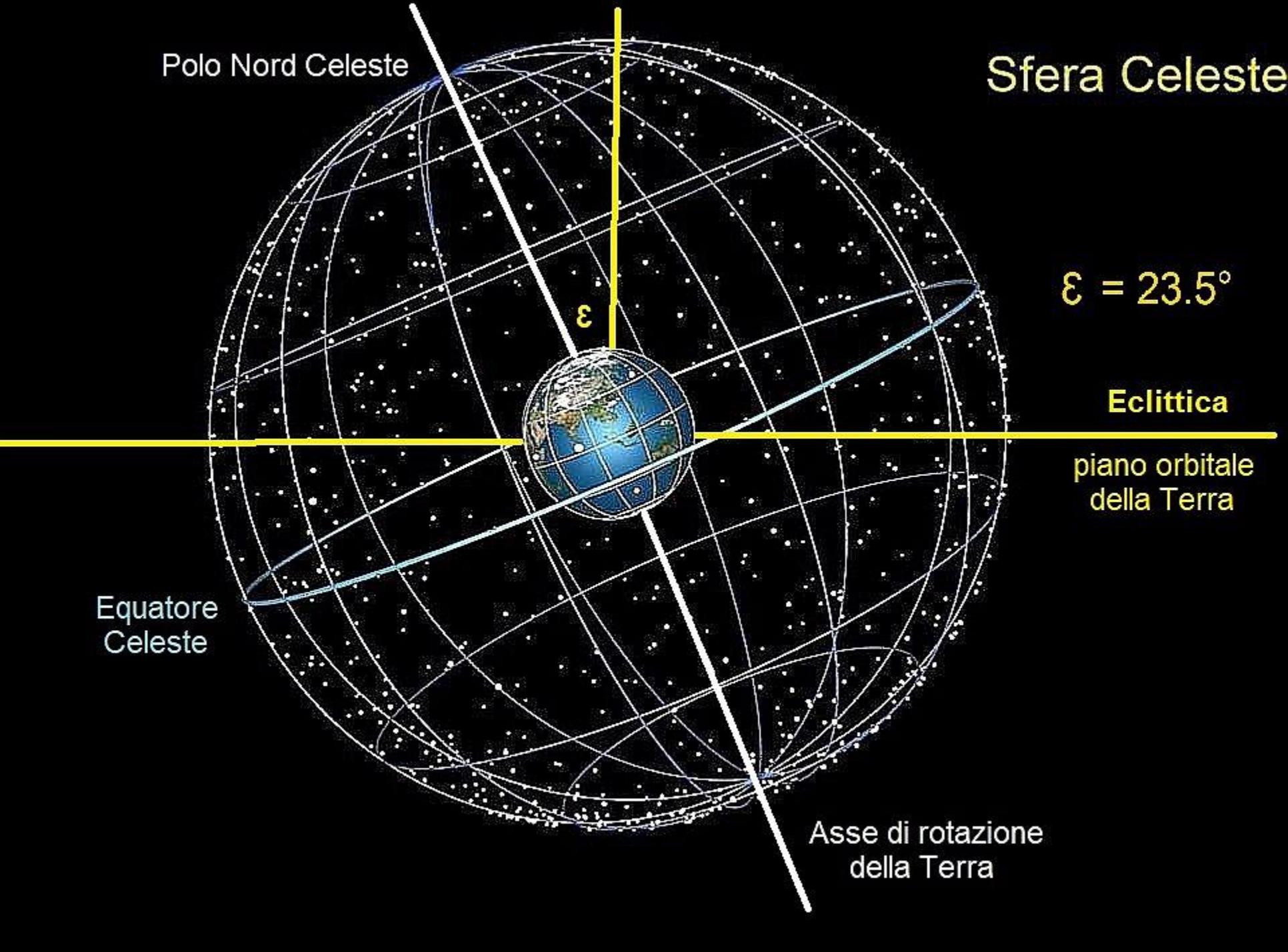
$$\varepsilon = 23.5^\circ$$

Eclittica

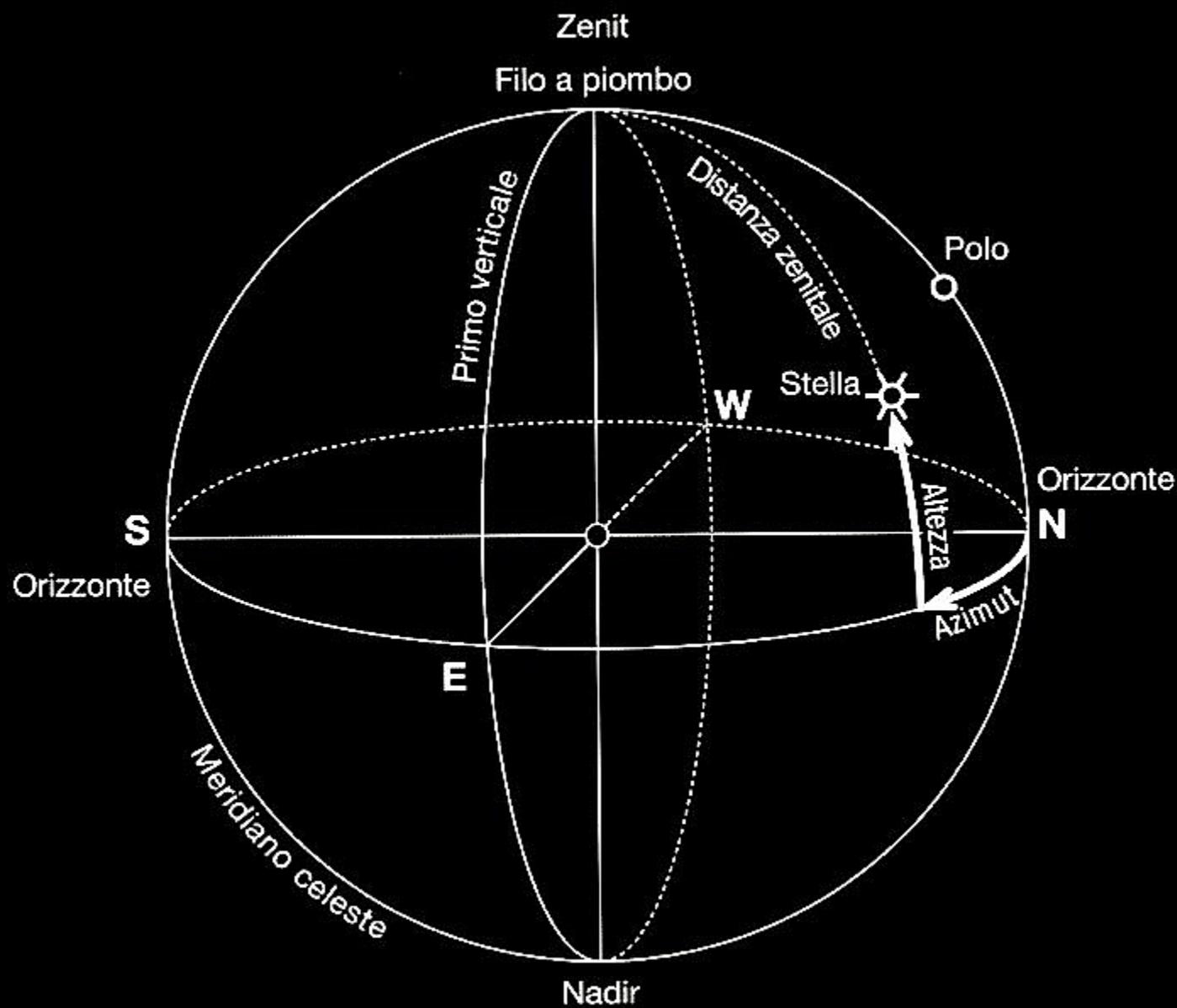
piano orbitale
della Terra

Equatore
Celeste

Asse di rotazione
della Terra

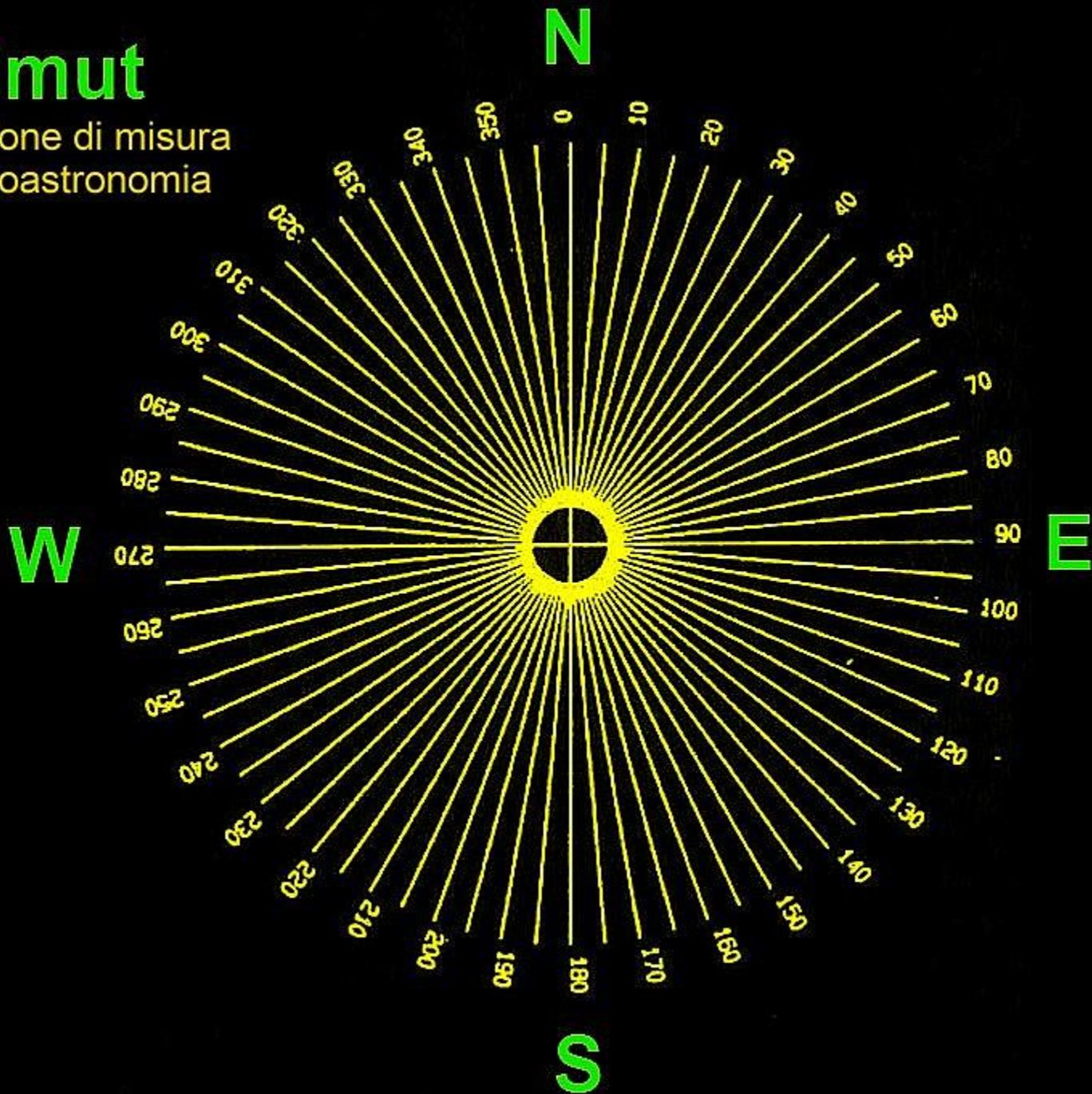


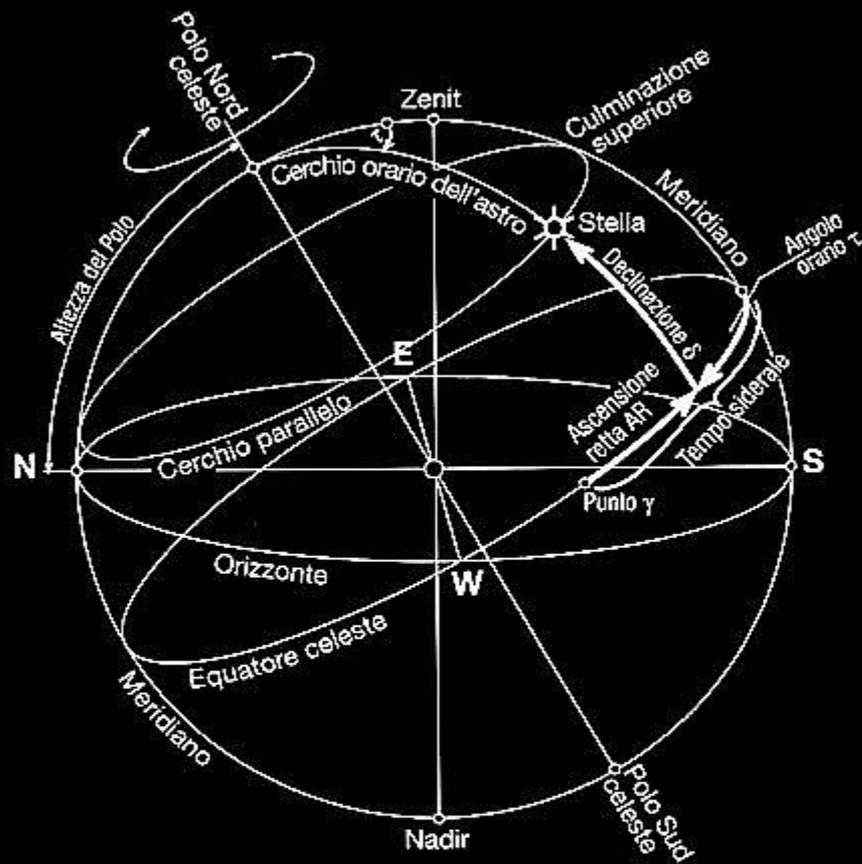
Coordinate Altazimutali



Azimut

Convenzione di misura
in Archeoastronomia



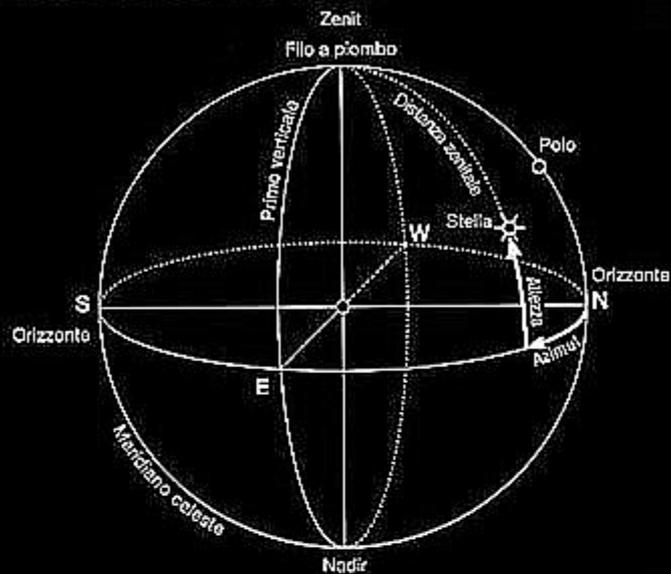


Coordinate Equatoriali celesti

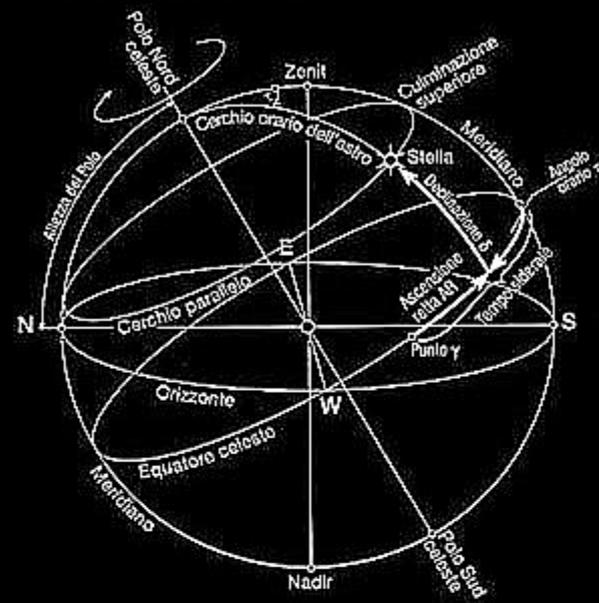
Coordinate Geografiche terrestri

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

Coordinate Altazimutali



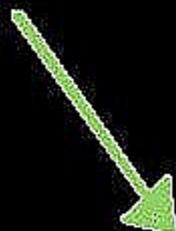
Coordinate Equatoriali



Misure



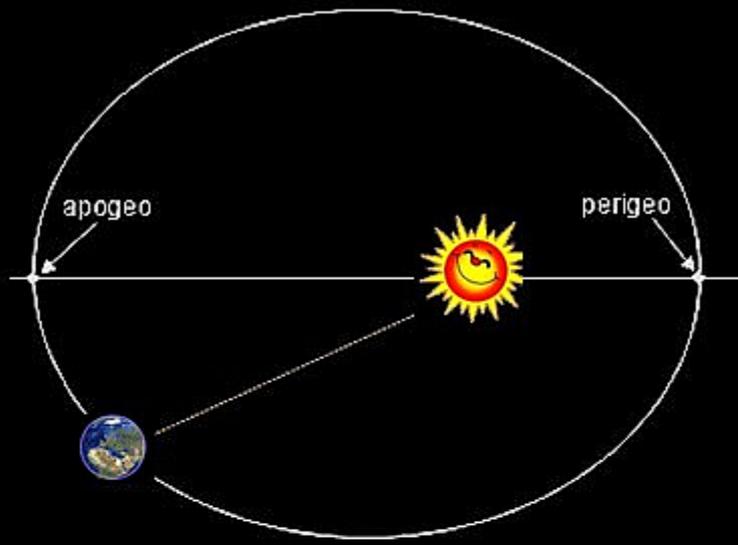
Calcoli



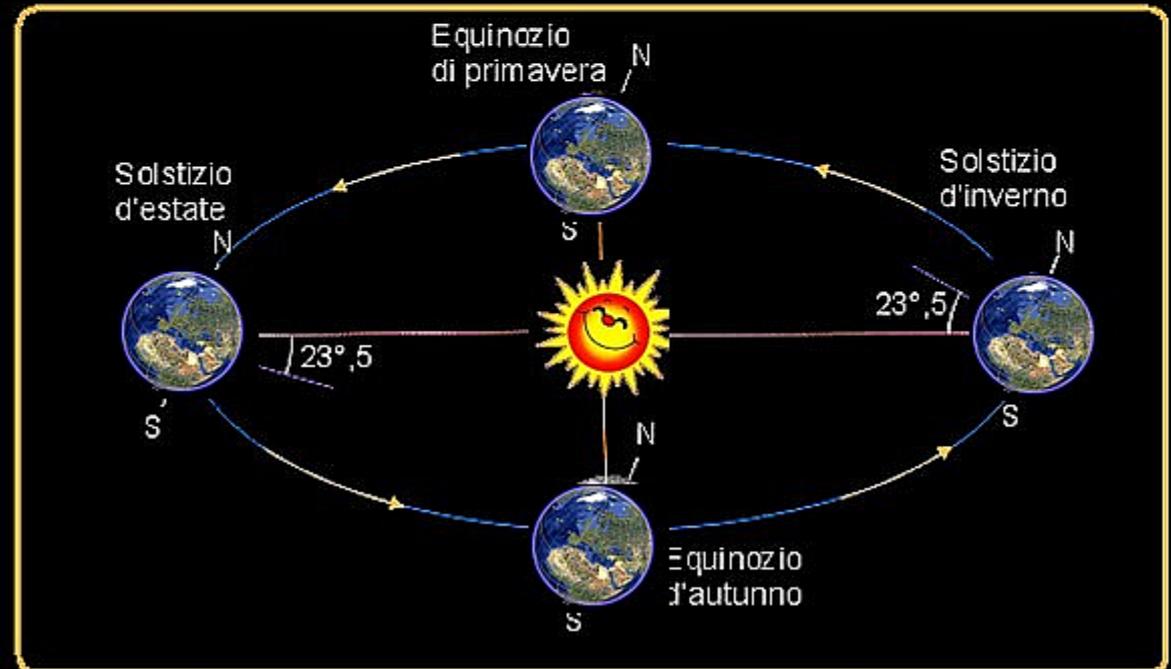
Risultati

Ciclo stagionale

Orbita della Terra intorno al Sole



Solstizi ed Equinozi.



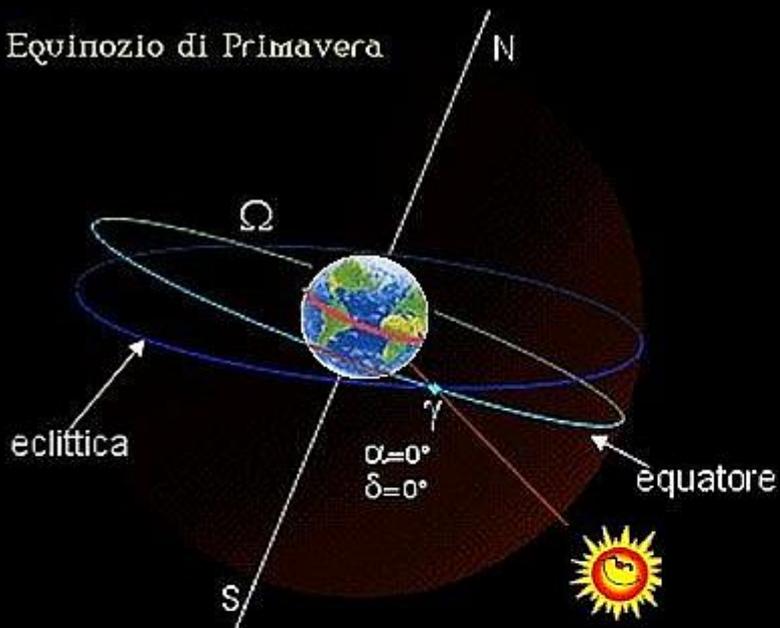
Stagioni
convenzionali

Eclittica ed Equatore celeste

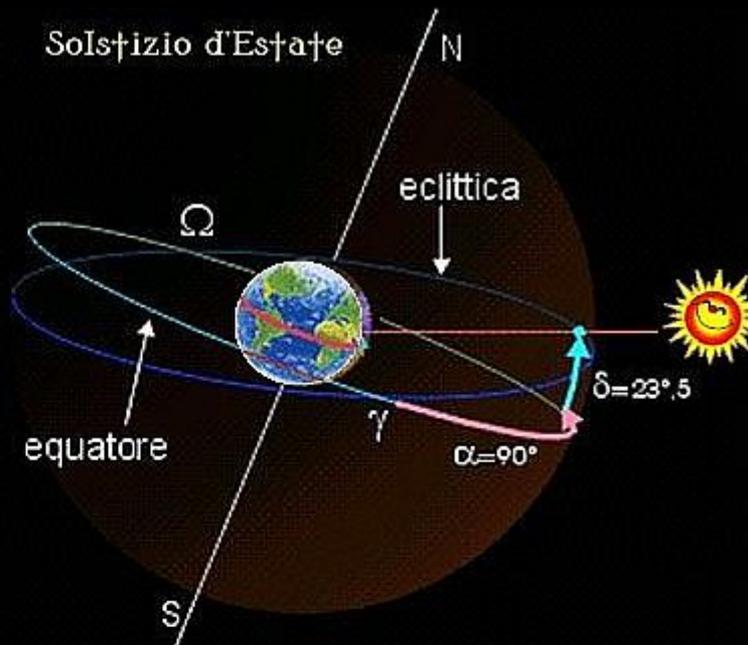


La Terra ha un'inclinazione di 23,5 gradi rispetto al piano della sua orbita attorno al Sole. Quest'orbita può essere designata anche come il piano dell'eclittica, e due volte all'anno essa interseca l'equatore celeste, in corrispondenza degli equinozi vernale e autunnale.

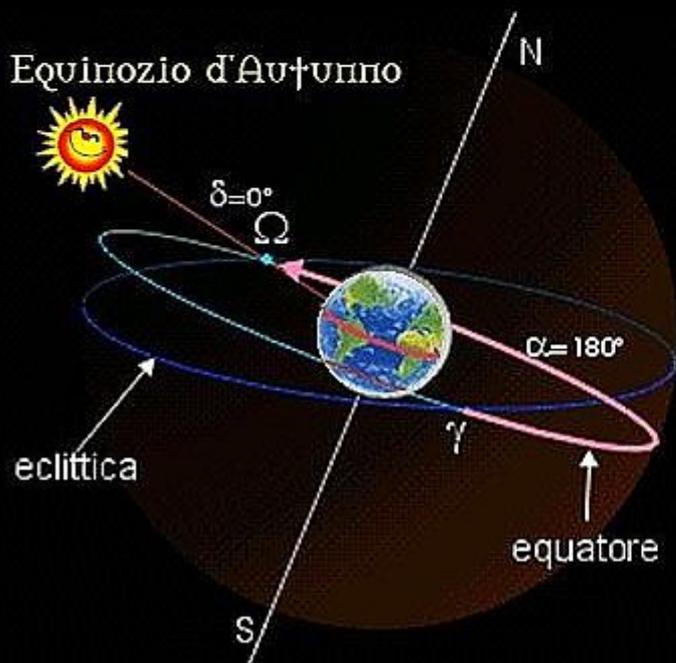
Equinozio di Primavera



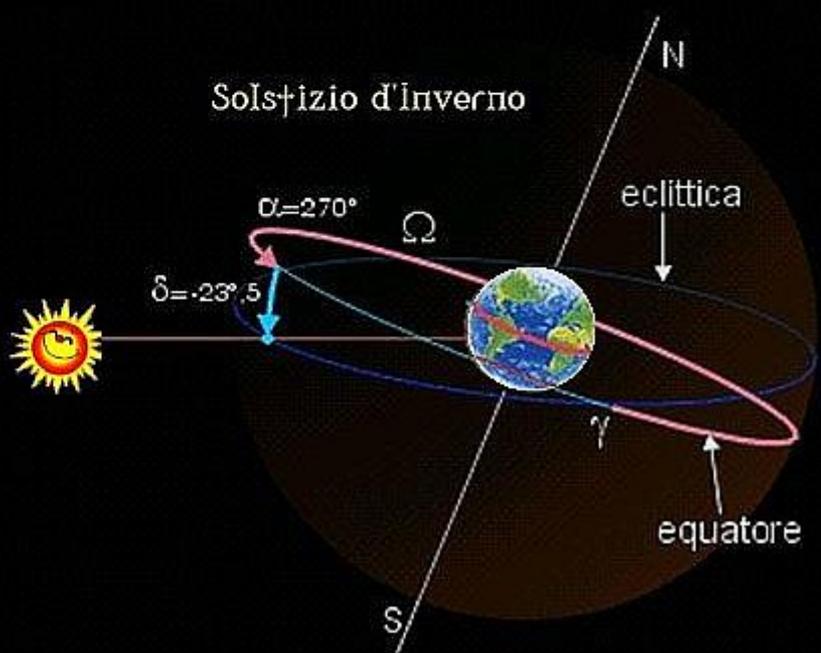
Solstizio d'Estate

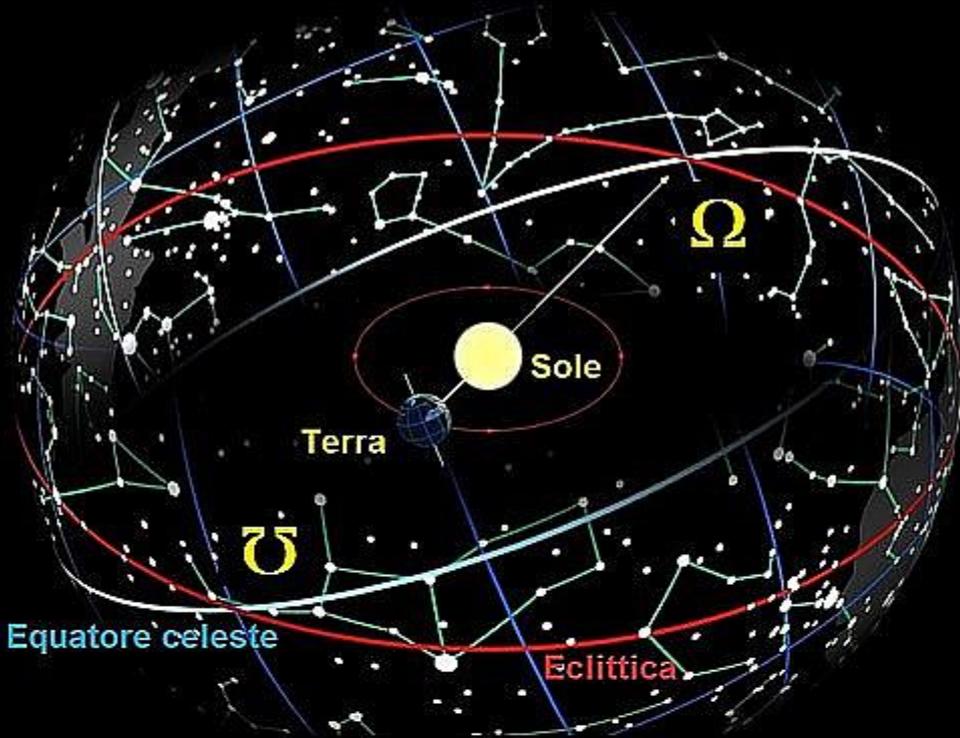


Equinozio d'Autunno



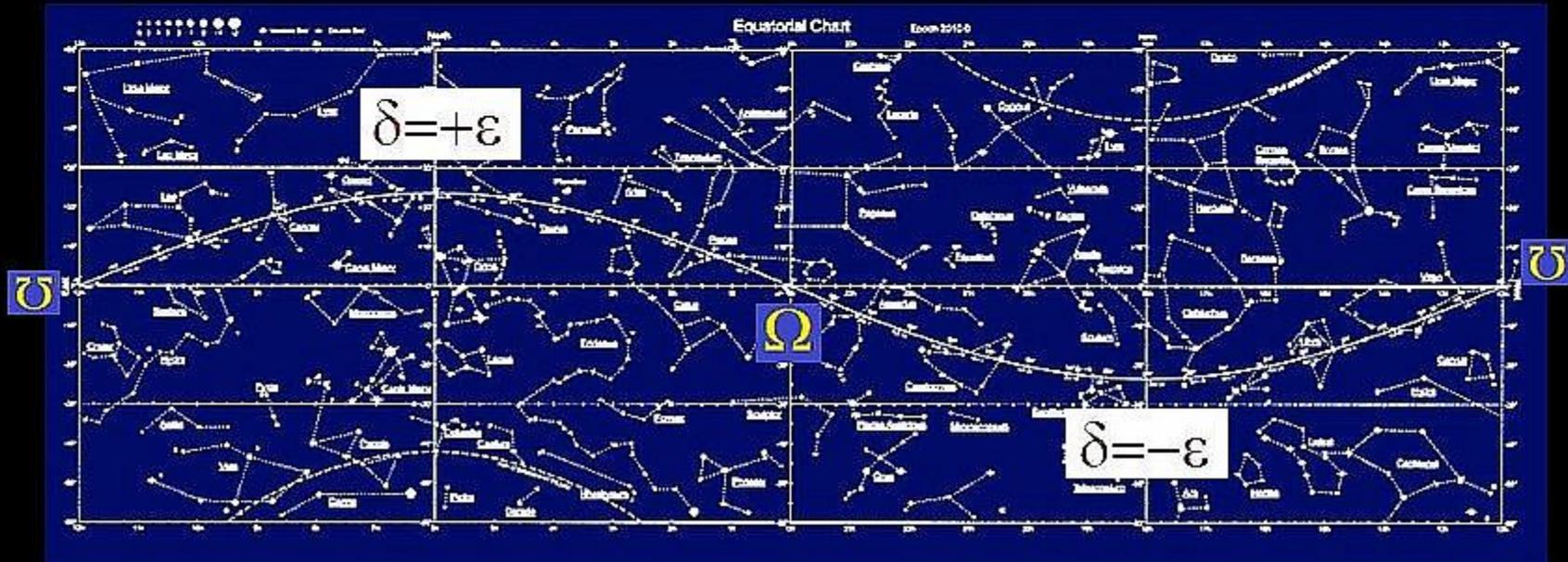
Solstizio d'Inverno





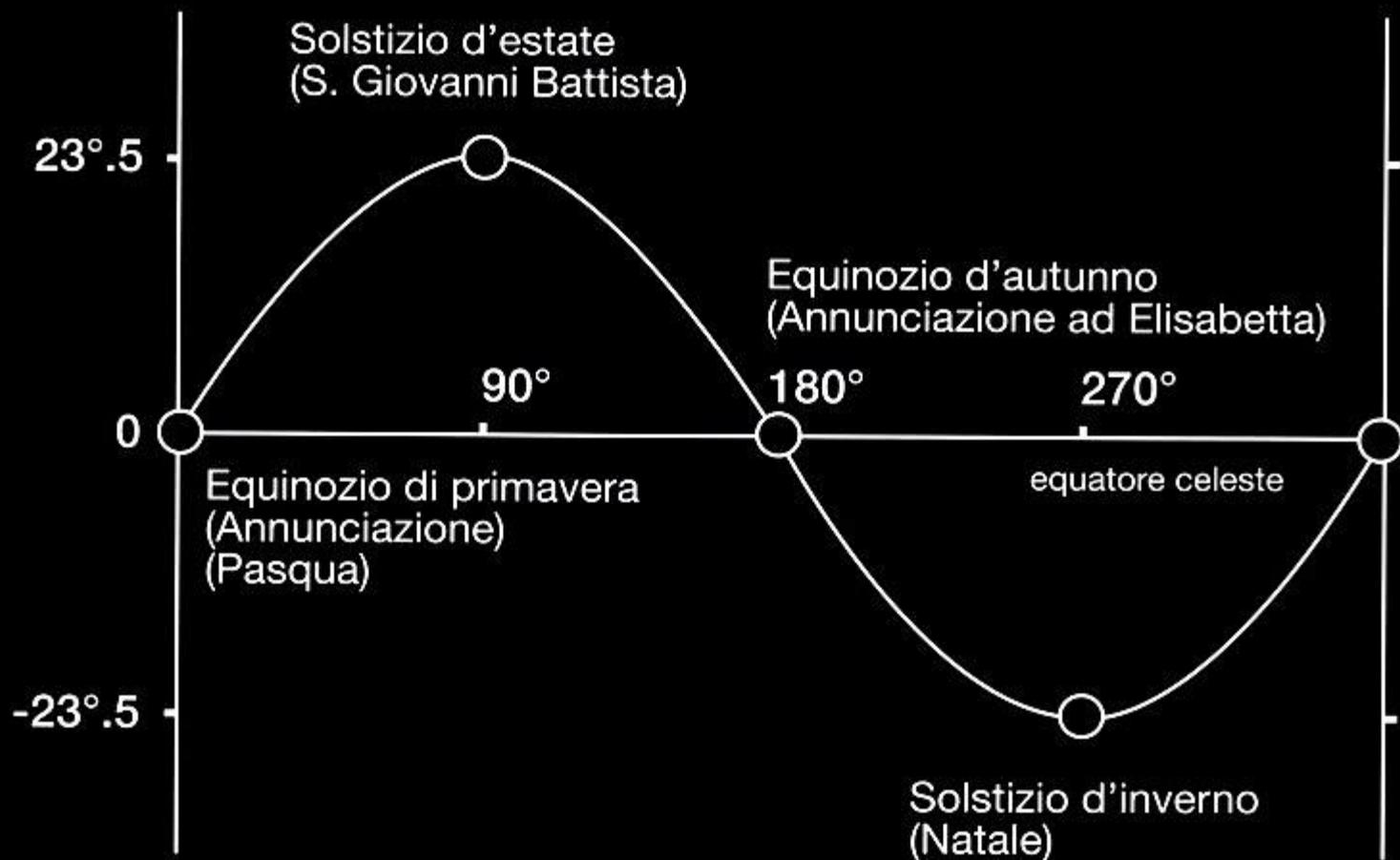
Traiettoria apparente del Sole
sulla Sfera Celeste
durante il corso dell'anno

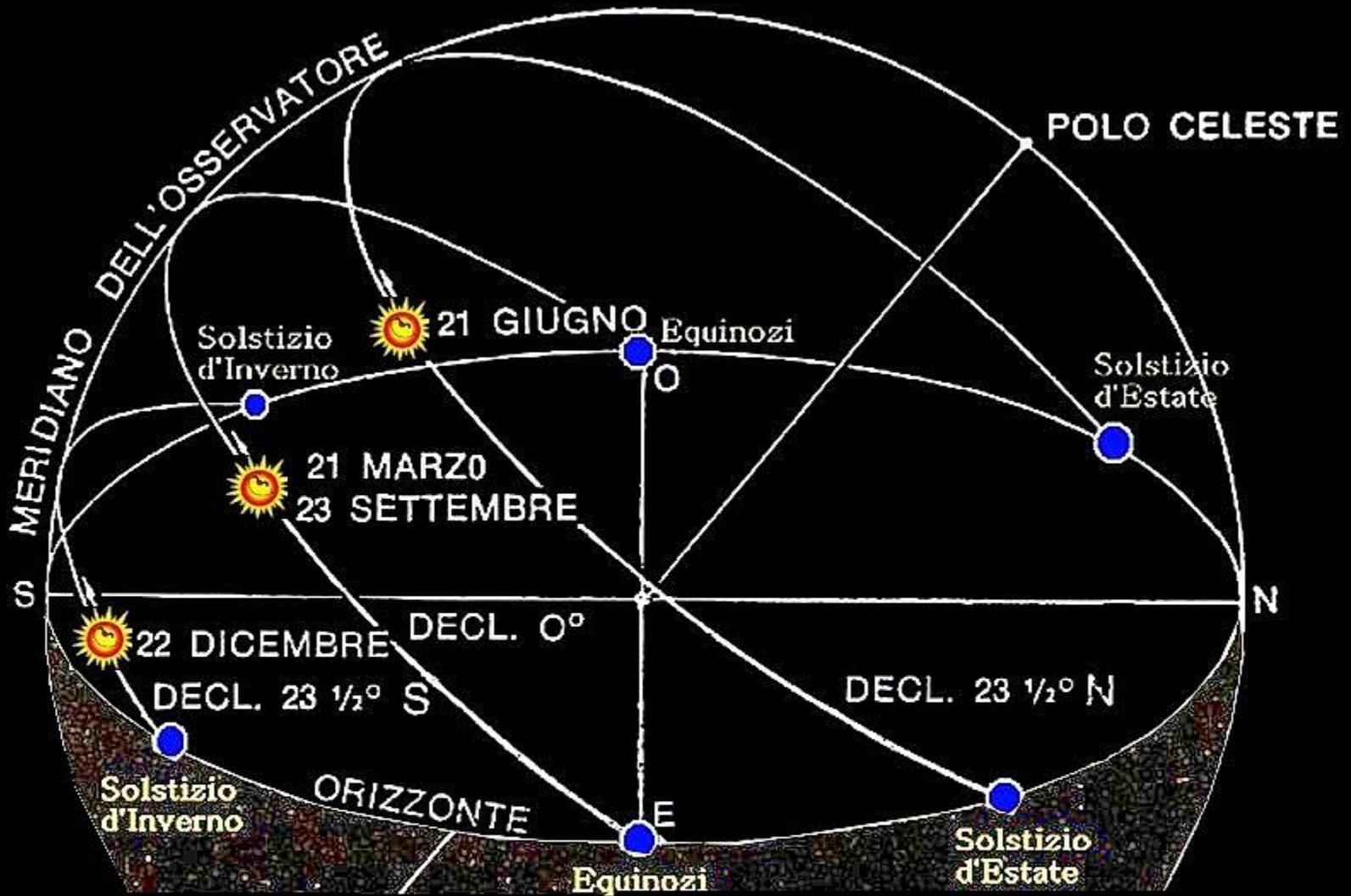
$$\varepsilon = 23.5^\circ$$



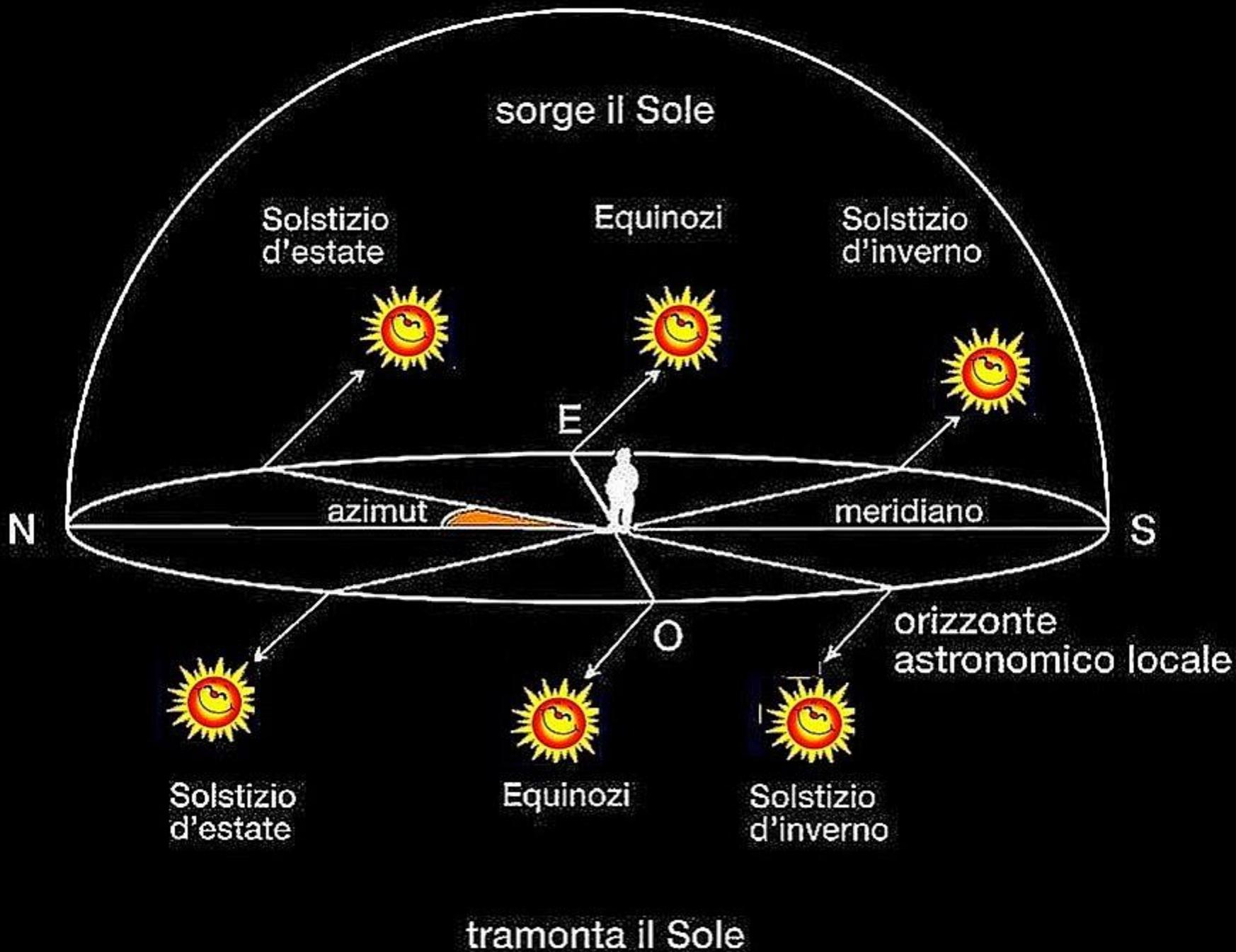
Calendario Liturgico

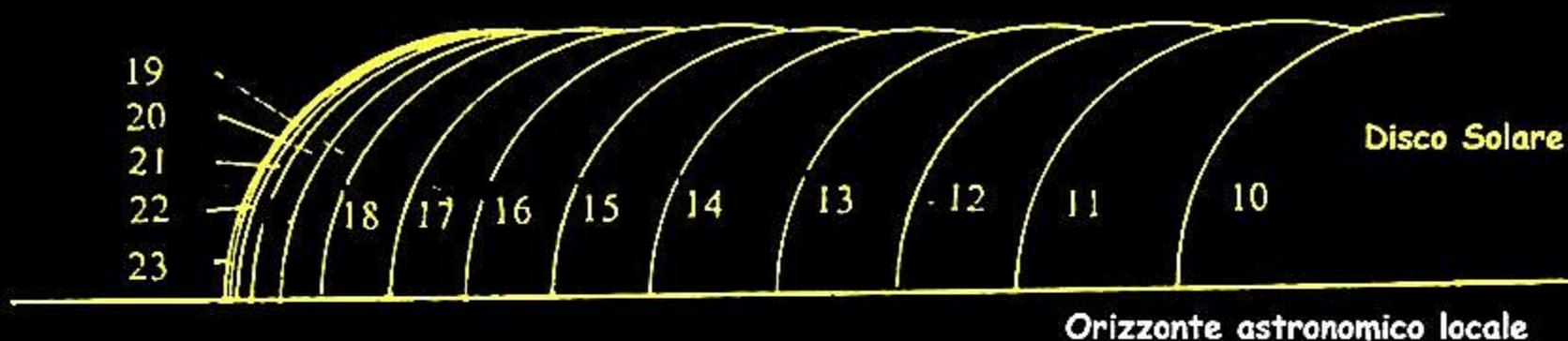
Declinazione del Sole
sulla Sfera Celeste



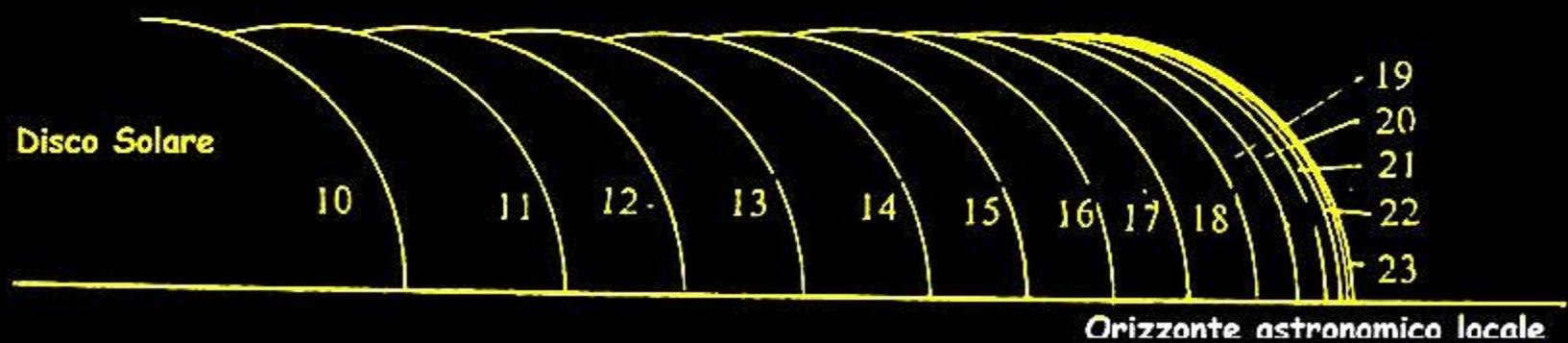


Traiettorie apparenti del Sole a 45° di latitudine geografica nord





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).

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

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

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

Data dell'Equinozio di Primavera secondo il Calendario Giuliano

Il Calendario Giuliano utilizza un anno medio di calendario lungo 365,25 giorni solari medi, mentre la lunghezza dell'anno tropico è pari a 365,2422 giorni solari medi. Questo provoca una deriva di 1 giorno ogni 129 anni tra il computo calendariale giuliano ed il computo solare vero astronomico. La data vera dell'equinozio di primavera è quindi soggetta ad una deriva progressiva Δ rispetto al valore standard del 21 Marzo prevista dal computo calendariale giuliano, pari a:

$$\Delta = (365,2422 - 365,2500) \times Y \quad (\text{in giorni})$$

dove Y sono gli anni trascorsi

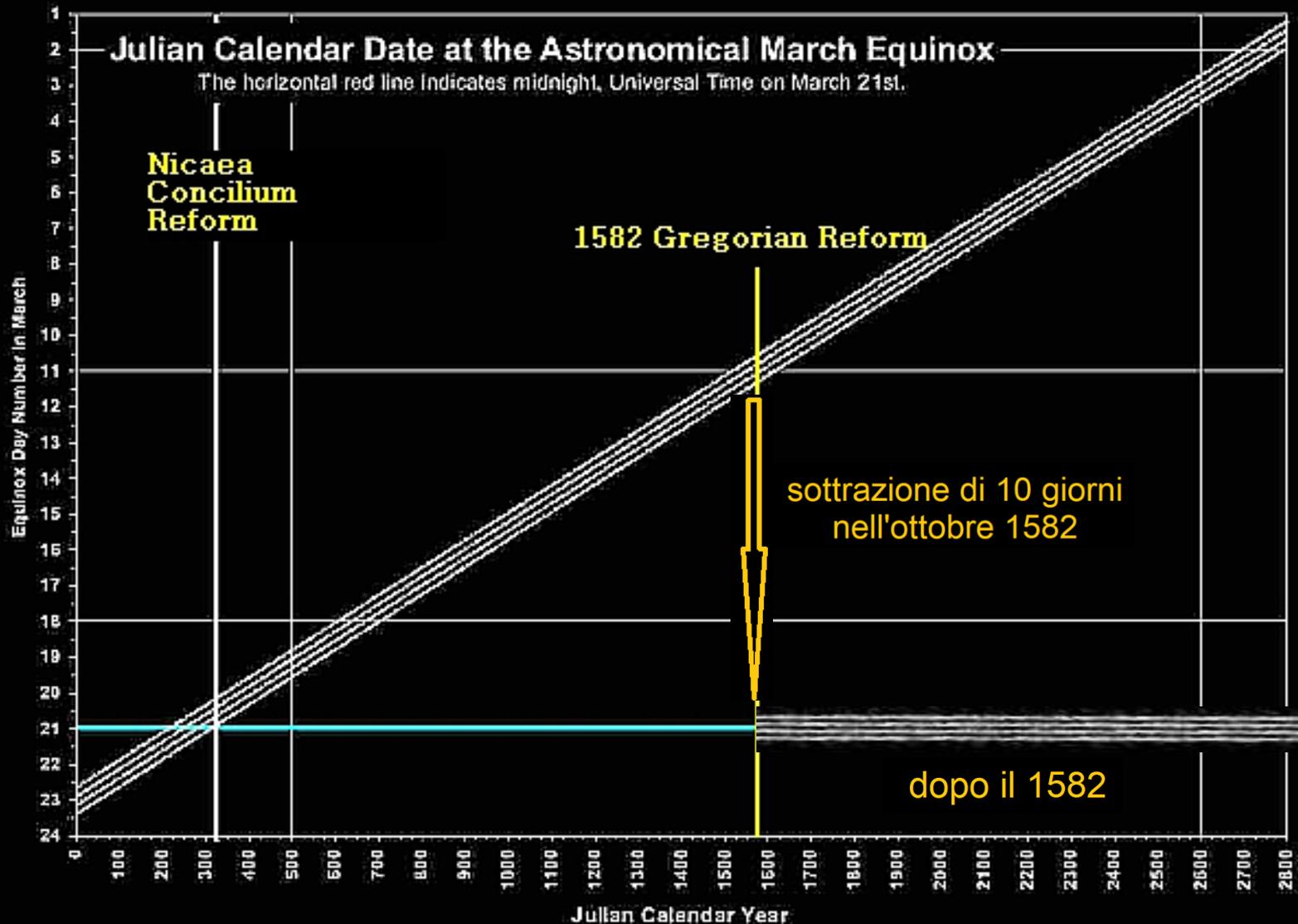
La data giuliana T_{eq} dell'equinozio di primavera sarà quindi calcolabile mediante la seguente formula:

$$T_{eq} = \text{Marzo } (23,129 - 0,007741936 \times Y)$$

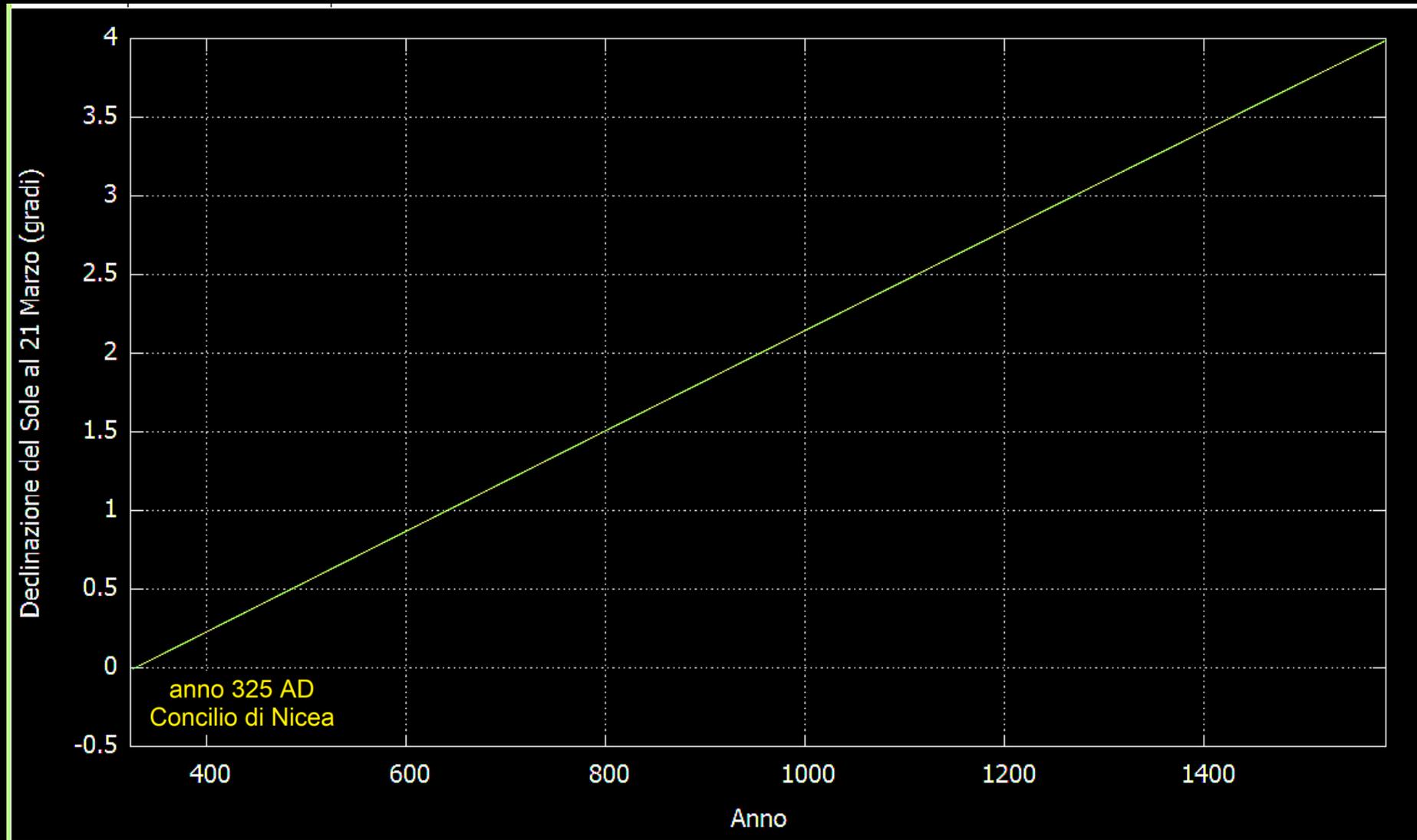
dove 0,00774... è la differenza, in giorni, tra l'anno tropico e l'anno medio standard del calendario giuliano.

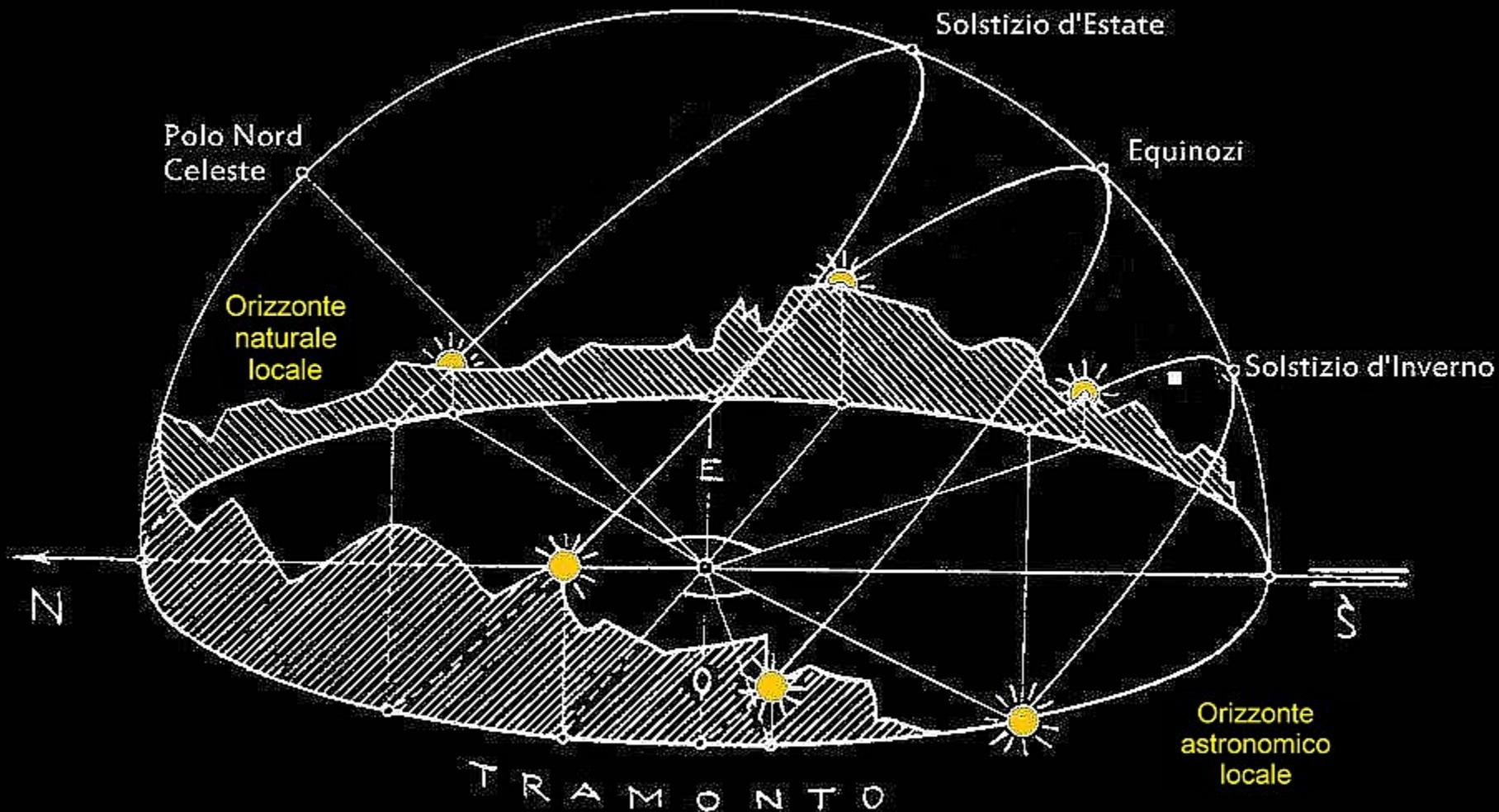
Il 23 Marzo era la data dell'Equinozio di Primavera all'anno $Y=0$ cioè all'anno 1 a.C.

Data dell'Equinozio di Primavera secondo il Calendario Giuliano

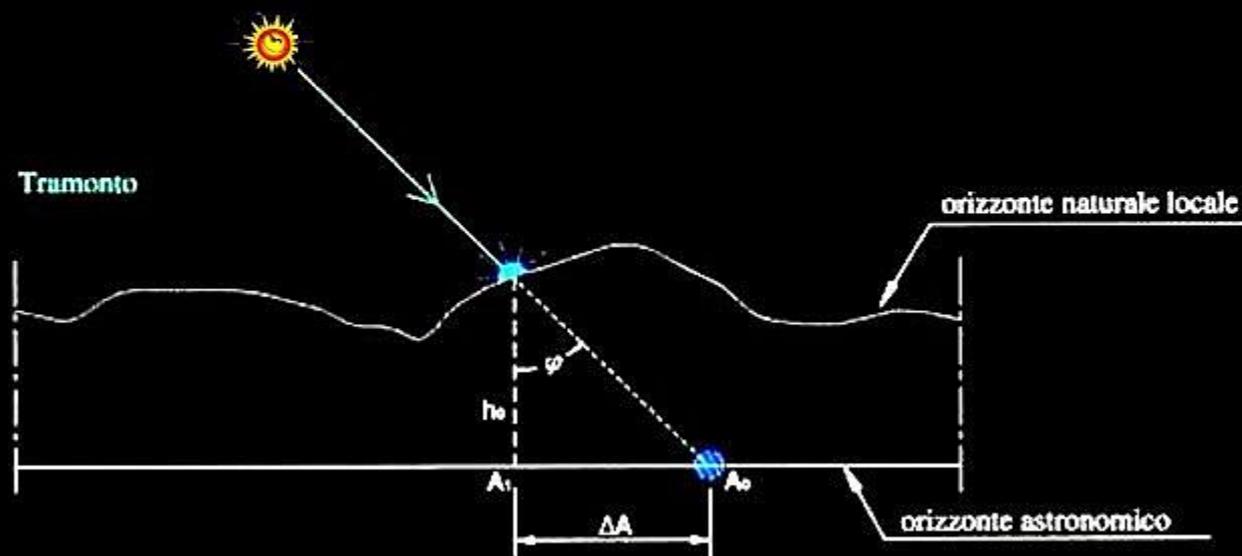
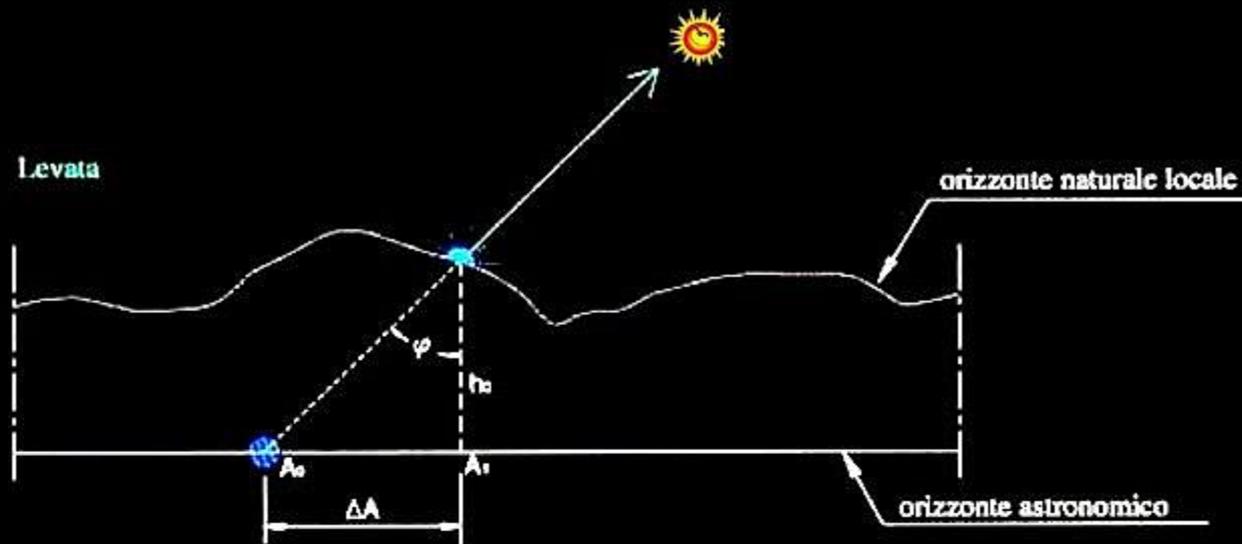


Variazione della declinazione del Sole al 21 Marzo a causa della deriva progressiva del Calendario Giuliano nei secoli





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: $A_0 > A_1$.

Metodi di orientazione astronomica delle chiese antiche

1) orientazione a vista con l'almanacco

osservazione del sorgere del Sole all'alba di un giorno prefissato stabilito dall'almanacco

2) metodi geometrico-gnomonici

utilizzo dell'ombra proiettata da uno gnomone verticale e tracciamento di poligoni regolari sul terreno

3) orientazione con la bussola magnetica

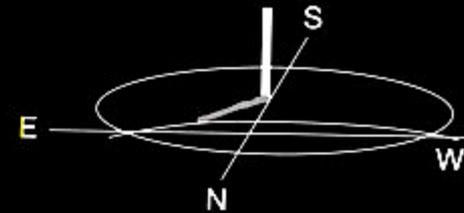
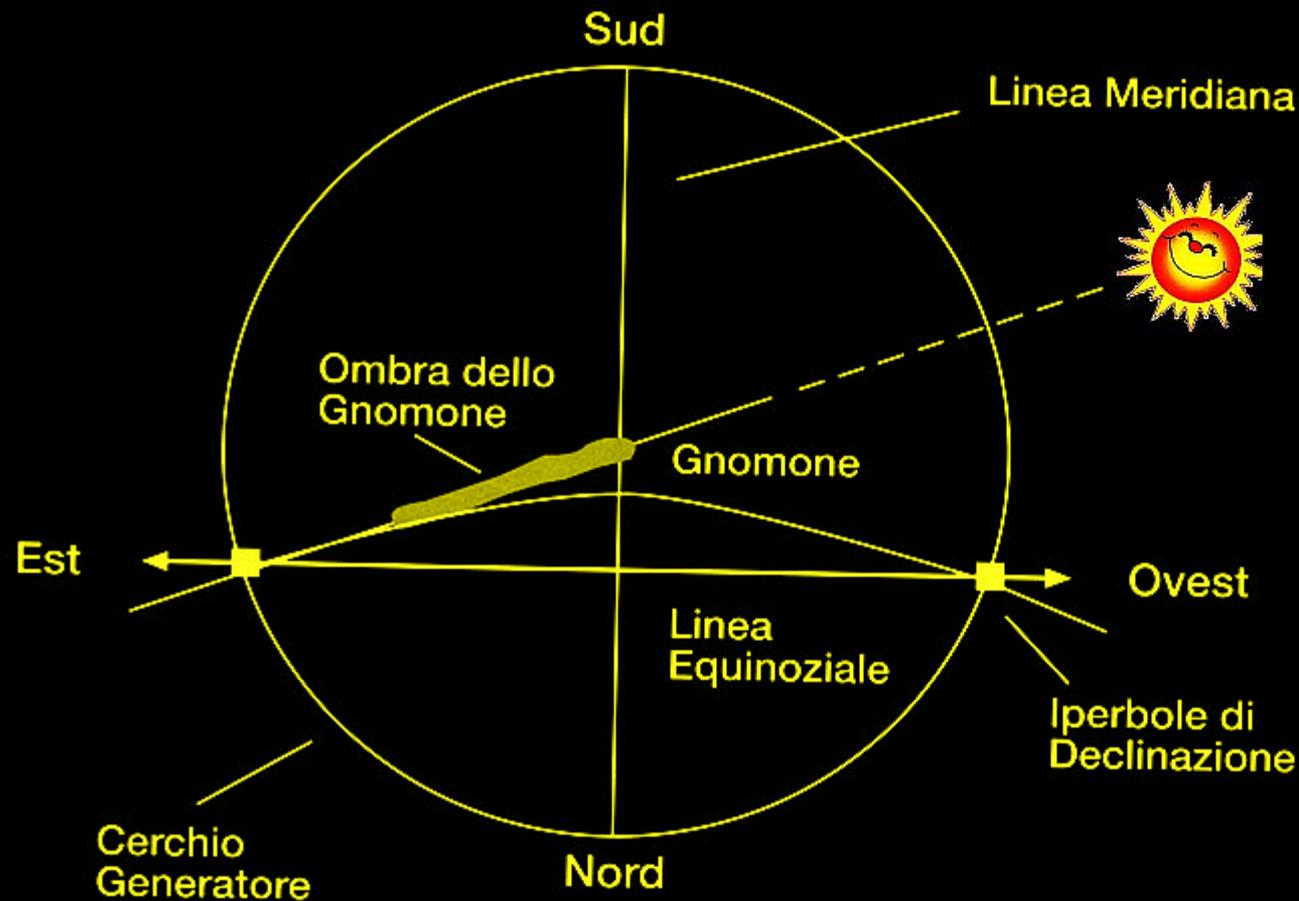
determinazione delle direzioni cardinali (magnetiche) usando la bussola magnetica

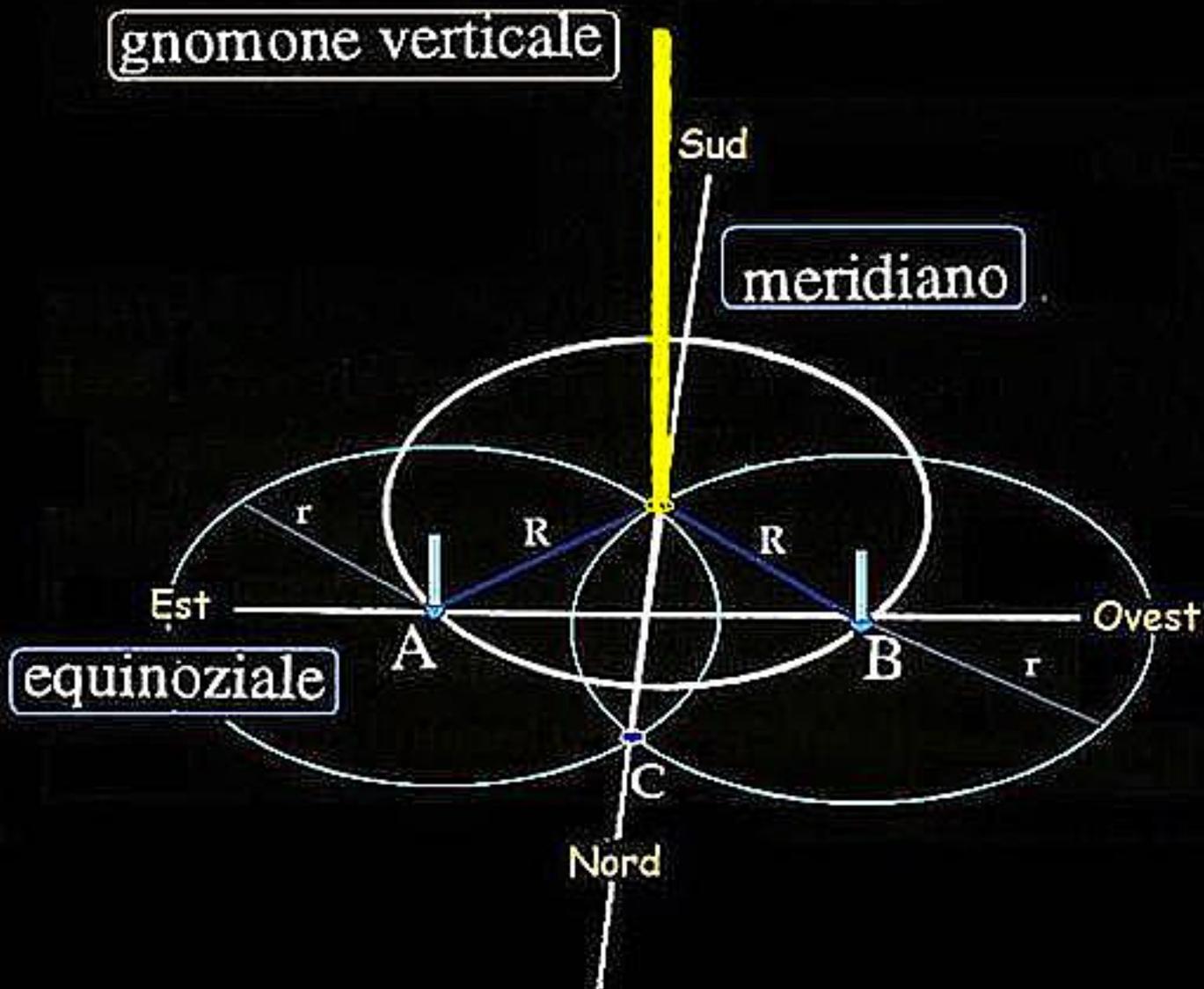


Alineamento "a vista"
sul punto di levata del
Sole all'orizzonte
naturale locale



Metodo delle uguali altezze solari (Cerchio Indiano)





Origine del "Cerchio Indiano"

Questo

metodo corrisponde di fatto ad un rito molto antico risalente all'India Vedaica da cui deriva la sua denominazione, e messo a punto intorno al 1600 a.C. come rileviamo nei *Vedanga Jautisha*, gli almanacchi astronomici che costituivano le appendici ai testi vedici e indicavano la corretta metodologia per costruire ed orientare astronomicamente gli altari destinati alle preghiere ed ai sacrifici. La denominazione sanscrita della linea equinoziale in questi testi è *prācī*. La procedura è descritta in dettaglio solamente in due testi: nel *Katyayana* e nel *Manu*, mentre i testi *Baudhayana* e *Apastabanba* considerano il *prācī* come già stabilita e materializzata sul terreno, e questo indica che il metodo del "cerchio indiano" era un algoritmo pressoché noto a tutti gli appartenenti al popolo degli Arya. Ma vediamo la citazione originale:

समे शंकुं निखाय शंकुसम्मिताया रज्ज्वा
मण्डलं परिलिख्य यत्र लेखयोः
शंकवग्रच्छाया निपतति
तत्र शंकू निहन्ति सा प्राची ।

che tradotta, e adattata alla sintassi italiana, ci dice:

“fissato un palo verticale sul terreno piano si traccia un cerchio usando una corda lunga quanto il palo. Poi si fissano due pioli sul cerchio dove cadono le ombre uguali della punta del palo. Questo [la linea congiungente i due pioli] è il prācī”.

Origine del "Cerchio Indiano"



INCIPIT GEOMETRIA GERBERTI.

CAPUT PRIMUM.

Quid sit corpus solidum? Quid linea, punctum, superficies? Quid pes solidus, constratus, etc.?

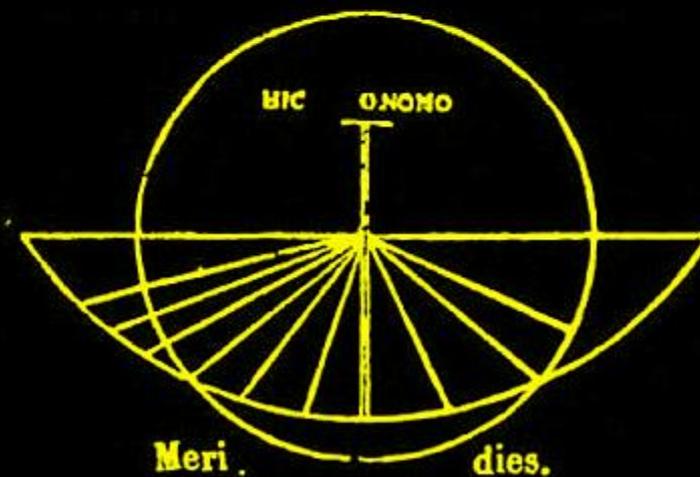
Artis hujus initia et quasi elementa videntur punctum, linea, superficies, atque soliditas, quibus cum sæpe Boetius aliique tam sæculi quam divinæ tractatores litteraturæ in plurimorum suorum locis satis superque disputantur beatus et eloquentissimus Ecclesiæ doctor, Gregorius, in nonnullis libris suis, et præcipue in illi De quantitate animæ inscribitur, copiose dicitur: Ubi etiam tantis oculum corporearum rerum imaginationibus obtusum per talium artium exercitia ad spiritualia veraque utcunque contemplanda modicum purgari et exacui ostendit. Sed prudens, si qui hoc forte vel aspicere dignati fuerint, lædiosum non sit, si a solido corpore, quod communis hominum sensui notius est, præpostero imperiosius ordine simplicioribus, quid hæc singula paucis tentabo monstrare.



daI GEOMETRIA GERBERTI

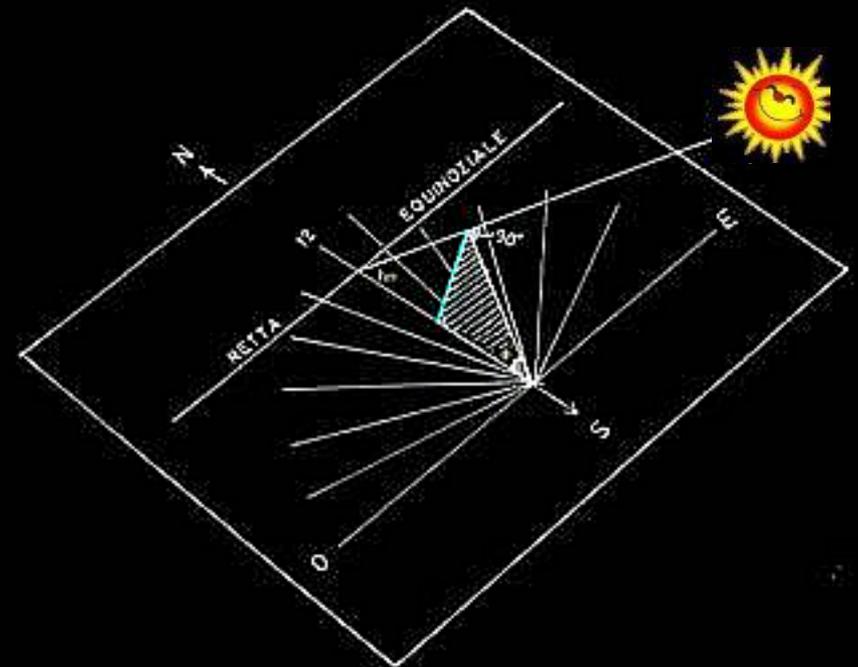
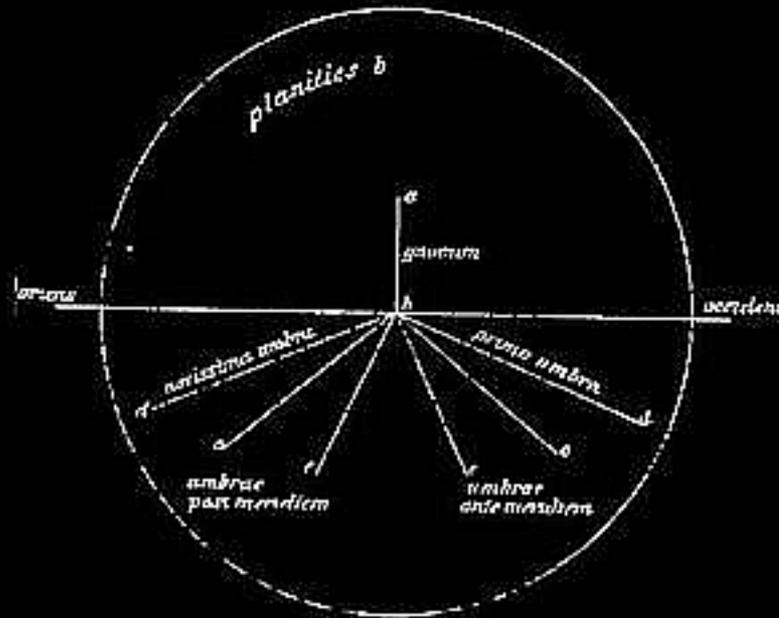
Optimum est ergo umbram horæ sextæ deprehendere, et ab ea limitem inchoare, ut sint semper meridiano tempore ordinati, sequitur, ut orientis occidentisque linea huic normaliter conveniat. Scribamus primum circulum in terra loco plano, et in puncto ejus sciotherum ponemus, cujus umbra et intra circulum aliquando exeat, et aliquando intret. Certum est enim tam orientis quam occidentis umbras deprehendere. Attendemus igitur, quemadmodum a primo solis ortu umbra cohibeatur. Deinde cum ad circuli lineam pervenerit, notabimus eum

Textus hujus capituli perturbatus et obscurus est circumferentiæ locum. Similiter exeuntem notabimus. Notatis ergo duabus circuli partibus intrantis umbræ et exeuntis loco rectam lineam a signo ad signum circumferentiæ ducemus, et medium notabimus, per quem locum recta linea exire debet a puncto circuli; per quam lineam cardinem dirigemus, et ab ea normaliter in rectum decumanos emittemus, et ex quacunque ejus lineæ parte normaliter invenerimus, decumanum recte constituamus.

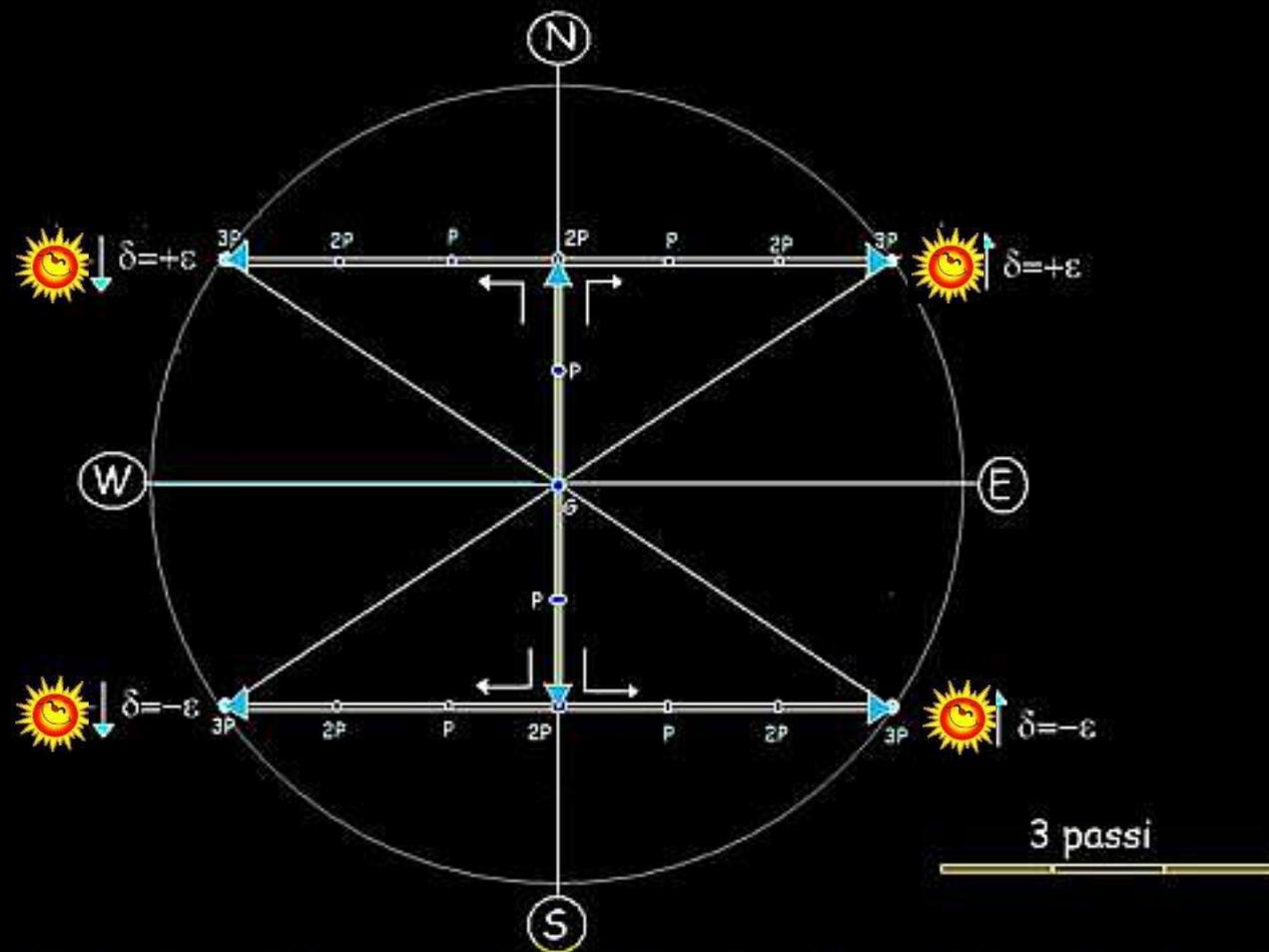


^aEst et alia ratio^{ms}, qua tribus umbris comprehensis meridianum describemus. In^b loco plano gnomonem constituemus: *ab*, et umbras^c ejus^d tres enotabimus^e *cedf*. Has umbras normaliter comprehendemus, qua^s latitudine altera ab altera distent. Si ante^h meridiem constituamus, prima umbra erit longissima. Si post meridiem, novissima. Has deindeⁱ umbras proportionem ad multiplicationem in tabula describemus^k, et sic in terram^l servabimus. Stat^m igitur gnomon *ab* planitieⁿ *b*. Tollamus maximam umbram et^o in planitie notemus signo *d*, sic et terram signo *e*, ut sint in pari^p proportionem longitudinis suae^r *be* *dc*. Enumeramus^s hypotenusas ex *c* in *a* et ex *d* in *a*; nunc puncto *a* et intervallo *e*^t circulum scribimus

dal GEOMETRIA GERBERTI



Determinazione della linea equinoziale usando tre ombre al mattino e tre ombre al pomeriggio

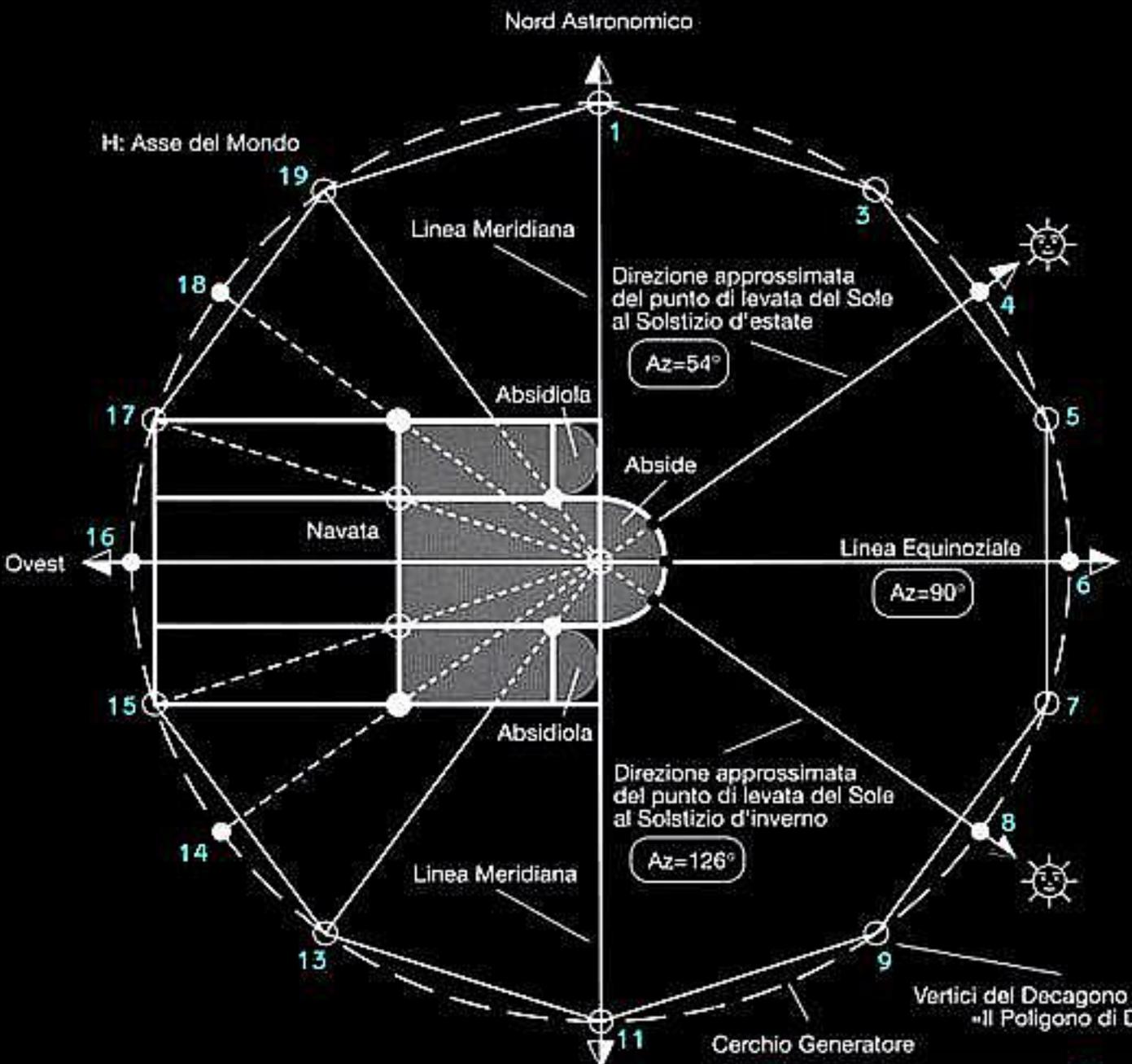
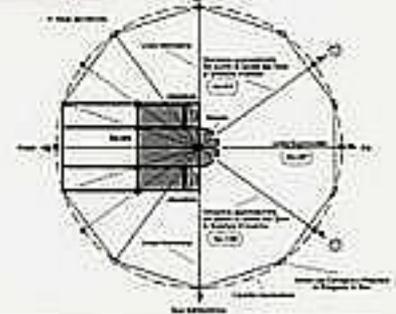


Metodo per definire le direzioni della levata e del tramonto del Sole ai solstizi mediante il semplice conteggio dei passi.

G è il punto di partenza dal quale si percorre un numero opportuno di passi P in avanti, indietro, a destra ed a sinistra. Alla latitudine nord-italica e centro-europea la combinazione: 2 passi nella direzione meridiana e 3 passi nella direzione equinoziale produce buone stime delle direzioni delle levate e dei tramonti del Sole ai solstizi.

Astronomia e geometria nelle antiche chiese alpine

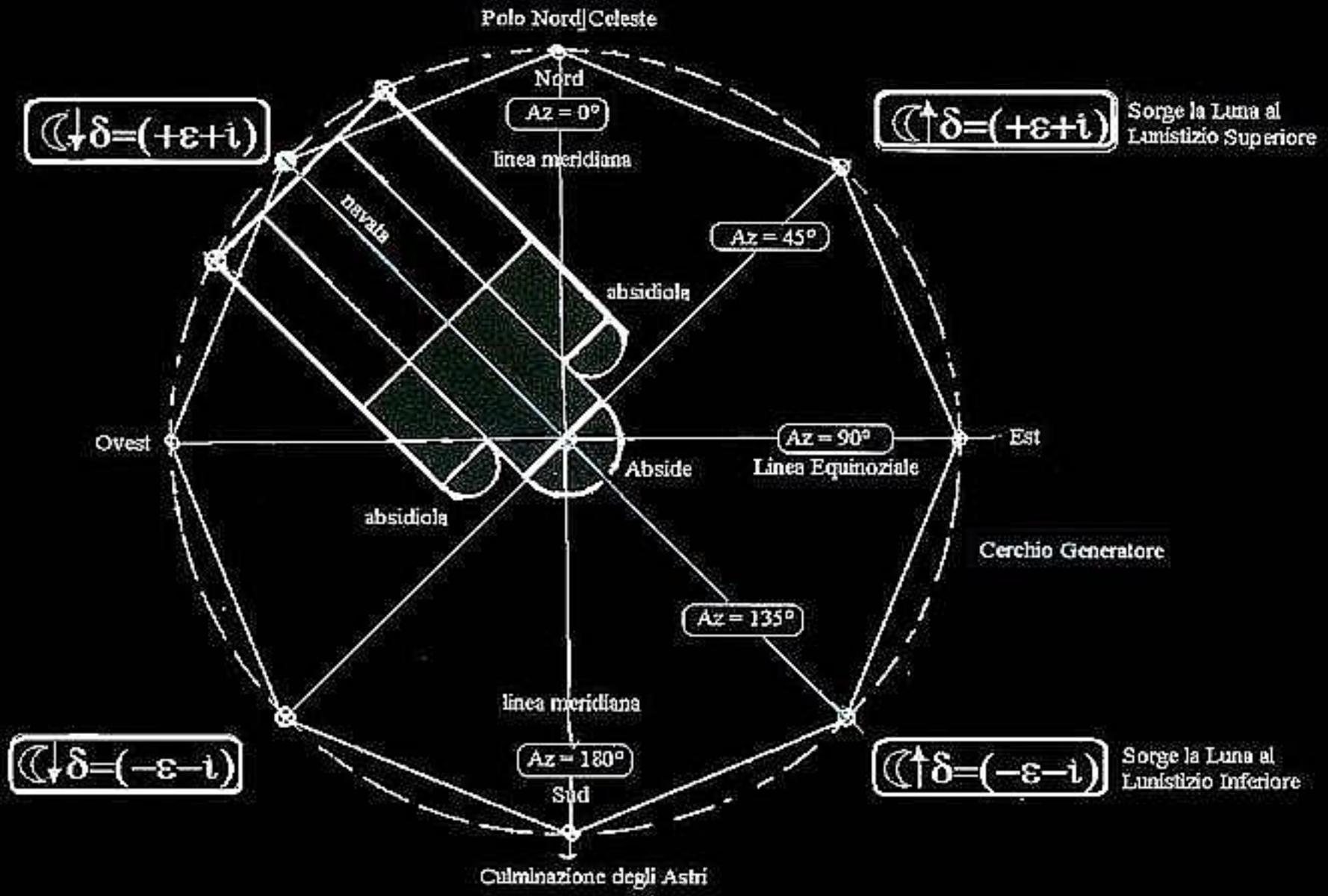
Adriano Gaspari



Decagono Regolare **Sole**

Ottagono Regolare

Luna



NORD ASTRONOMIC

direzione approssimata del sorgere della Luna al lunistizio estremo superiore

Az=45°

direzione approssimata del sorgere della Luna al lunistizio intermedio superiore

Az=63°

direzione di estrema digressione della levata del Sole a Pasqua

Az=72°

linea equinoziale

Az=90°

direzione approssimata del sorgere della Luna al lunistizio intermedio inferiore

Az=117°

direzione approssimata del sorgere della Luna al lunistizio estremo inferiore

Az=135°

direzione approssimata del punto di levata del Sole al solstizio d'estate

Az=54°

direzione approssimata del punto di levata del Sole al solstizio d'inverno

Az=126°

linea meridiana

absidiola

abside

navata

absidiola

linea meridiana

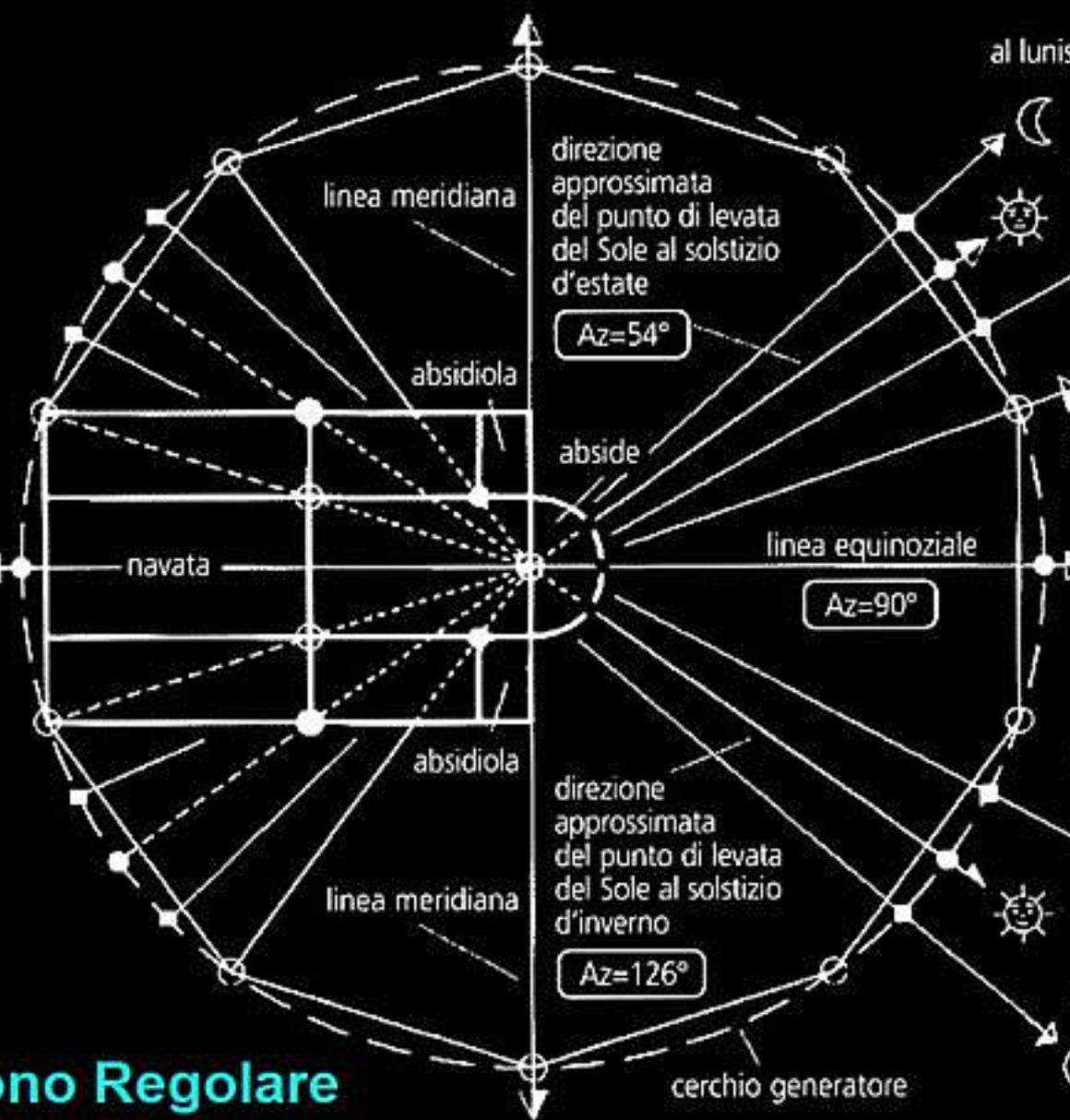
cerchio generatore

OVEST

EST

Decagono Regolare Sole+Luna

SUD ASTRONOMIC



$$Az = 18^\circ (m-1)$$

Azimut generati mediante il "Poligono di Dio"
e corrispondenti fenomeni astronomici
(Latitudine: +45 gradi)

$A_m = 18^\circ (m-1)$		
m	Azimut	Fenomeno astronomico correlato
1	0°	Meridiano astronomico locale, direzione Nord
2	18°	
3	36°	
4	54°	Sorgere del Sole al Solstizio d'Estate
5	72°	Minimo azimut della levata del Sole a Pasqua
6	90°	Sorgere del Sole agli Equinozi
7	108°	
8	126°	Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno
9	144°	
10	162°	
11	180°	Meridiano astronomico locale, direzione Sud
12	198°	
13	216°	
14	234°	Tramonto del Sole al Solstizio d'Inverno
15	252°	
16	270°	Tramonto del Sole agli Equinozi
17	288°	
18	306°	Tramonto del Sole al Solstizio d'Estate
19	324°	
20	342°	

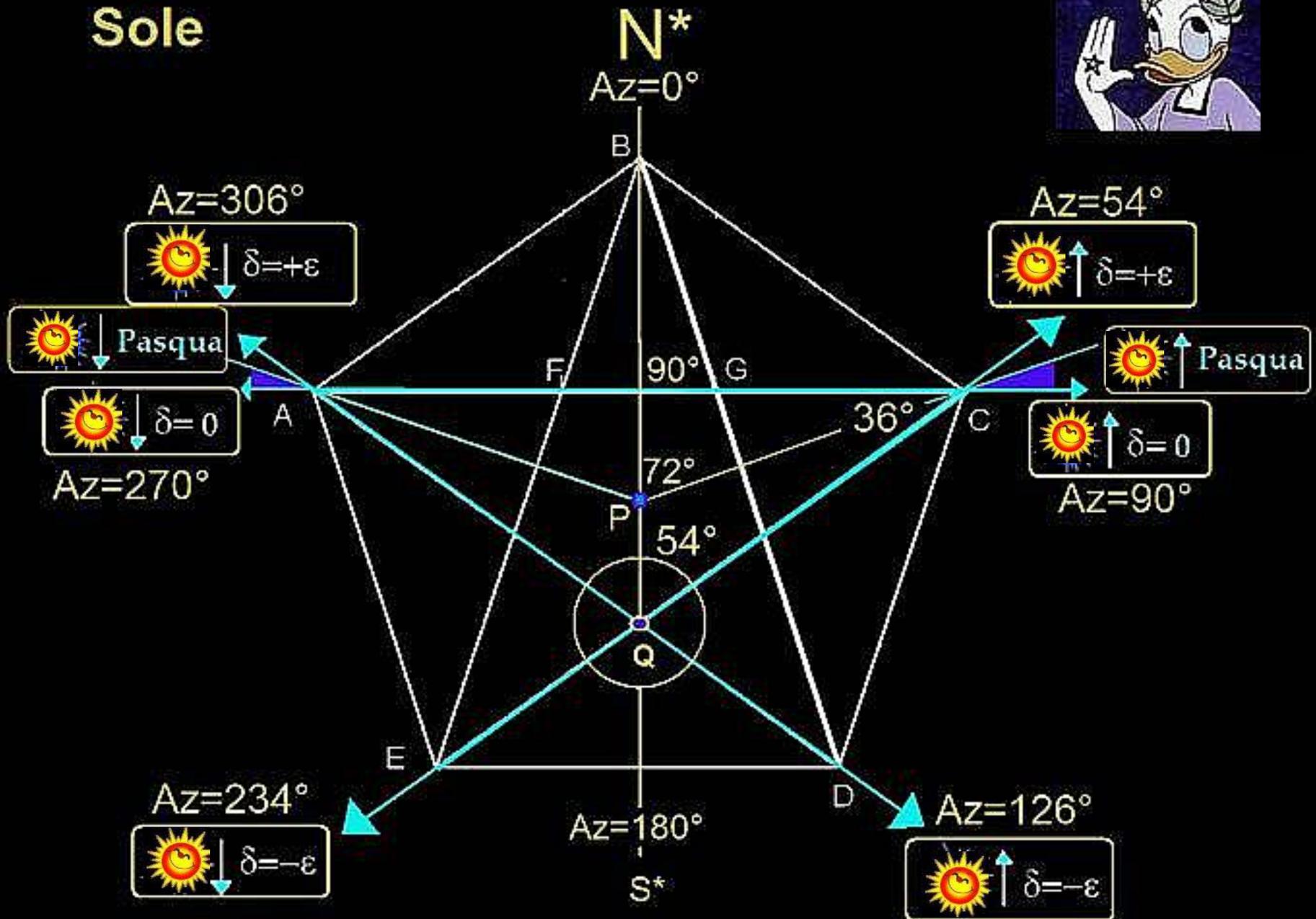
Confronto con i dati astronomici per l'anno 1000.
(corretti per la Rifrazione e per $h_0=0^\circ$)

m	Azimut A_m	Latitudine ϕ (gradi)				
		+45°	+46°	+47°	+48°	+49°
1	0°	0°.0	0°.0	0°.0	0°.0	0°.0
2	18°					
3	36°					
4	54°	54°.9	54°.1	53°.3	52°.5	51°.6
5	72°	73°.1	72°.8	72°.5	72°.1	71°.7
6	90°	89°.4	89°.4	89°.4	89°.4	89°.3
7	108°					
8	126°	123°.7	124°.4	125°.1	125°.9	126°.7
9	144°					
10	162°					
11	180°	180°.0	180°.0	180°.0	180°.0	180°.0
12	198°					
13	216°					
14	234°	236°.3	235°.6	234°.9	234°.1	233°.3
15	252°					
16	270°	270°.6	270°.6	270°.6	270°.6	270°.7
17	288°					
18	306°	305°.1	305°.9	306°.7	307°.5	308°.4
19	324°					
20	342°					

Decagono Regolare

Pentagono Stellato

Sole



L'equazione:

$$\sin(A) \mp \frac{\phi}{2} = 0$$

con:

$$\phi = 1.618\dots$$

risolta in $[0^\circ-360^\circ]$ ammette 4 radici reali e distinte:

$$A1 = 54^\circ; A2 = 126^\circ; A3 = 234^\circ; A4 = 306^\circ$$

Aggiungendo $\pm 9^\circ$ alle radici si ottengono gli Azimut di levata e tramonto della Luna ai Lunistizi

$\phi = 1.618\dots$ **Numero Aureo**

Sorgere del Sole al Solstizio d'Estate

$$Az = \arcsin(\phi/2) = 54^\circ$$

Sorgere del Sole agli Equinozi

$$Az = 90^\circ$$

Sorgere del Sole al Solstizio d'Inverno

$$Az = 90^\circ + \arccos(\phi/2) = 126^\circ$$

Tramonto del Sole al Solstizio d'Inverno

$$Az = 180^\circ + \arcsin(\phi/2) = 234^\circ$$

Tramonto del Sole agli Equinozi

$$Az = 270^\circ$$

Tramonto del Sole al Solstizio d'Estate

$$Az = 360^\circ - \arcsin(\phi/2) = 306^\circ$$

Metodi di Orientazione degli Antichi Edifici di Culto Cristiano



Analisi dei metodi

Orientazione Solare

Orientazione dell'asse della navata della chiesa verso il punto di levata del Sole all'Equinozio di Primavera.

Metodo Geometrico-Astronomico

- o) Determinazione della **Linea Equinoziale** con il metodo del **Cerchio Indiano** o altro metodo equivalente.

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$

Non tiene conto dell'elevazione dell'orizzonte naturale locale rispetto a quello astronomico.



Metodo astronomico con almanacco

- o) Osservazione a vista della levata del Sole nel giorno dell'**Equinozio di Primavera**, segnato dal **calendario** (21 Marzo), all'orizzonte naturale locale e allineamento della navata verso quella direzione.

Accuratezza di rilievo della direzione: 30'

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$

Problemi:

Differenza in Azimut dovuta all'errore del calendario giuliano rispetto alla data vera di equinozio: 0.7 gradi/giorno.

(nell'anno 1000 l'equinozio di primavera fu il 15 Marzo quindi l'errore in azimut e':

4°.2 verso nord.

(A di orientazione = 85°.8, invece che 90°)*

Metodo astronomico con almanacco



- o) Osservazione a vista della levata del Sole nel giorno dell'Equinozio di Autunno, segnato dal calendario (23 Settembre), all'orizzonte naturale locale e allineamento della navata verso quella direzione.

Accuratezza di rilievo della direzione: 30'

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$

Problemi:

Differenza in Azimut dovuta all'errore del calendario giuliano rispetto alla data vera di equinozio: 0.7 gradi/giorno.

(nell'anno 1000 l'equinozio di Autunno fu il 17 Settembre quindi l'errore in azimut e': $4^\circ.2$ verso sud

(A di orientazione = $94^\circ.2$, invece che 90°)*

Orientazione pasquale



- o) Osservazione a **vista** della **levata del Sole** nel giorno della **Pasqua** (Romana) segnato dal calendario, all'orizzonte naturale locale e allineamento dell'asse della navata verso quella direzione.

Problemi:

La **Pasqua** non ha data fissa variando di 29.53 giorni (1 mese sinodico lunare) dall'Equinozio di Primavera in avanti.

ergo...

Azimut di orientazione **variabile** a seconda dell'**anno di fondazione** e quindi a seconda del **giorno in cui cade la Pasqua**.

Azimut rilevato sperimentalmente compreso tra 72° e 90°.



Orientazione dell'asse della navata verso il punto di Levata del Sole al Solstizio d'Inverno.

Metodo Geometrico

- o) Determinazione della direzione del sorgere del Sole al **Solstizio d'Inverno** con il decagono regolare inscritto nel cerchio generatore (**Poligono di Dio**).

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$

Problemi:

Non tiene conto dell'elevazione dello orizzonte naturale locale rispetto a quello astronomico locale.

Metodo astronomico con almanacco



- o) Osservazione a vista della levata del Sole nel giorno del **Solstizio d'Inverno**, segnato dal **calendario giuliano** (21 Dicembre), all'orizzonte naturale locale e allineamento della navata verso quella direzione.

Accuratezza di rilievo della direzione: 30'

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$

Problemi:

Differenza in Azimut dovuta all'errore del calendario giuliano rispetto alla data vera di solstizio: circa 0.1 gradi/giorno.

(nell'anno 1000 il solstizio d'inverno fu il 16 dicembre quindi l'errore in azimut e': mediamente 0.5 gradi verso nord.

(A di orientazione = $123^\circ.2$, invece che $123^\circ.7$ a 45° di latitudine).*



Metodo solo Astronomico

- o) Osservazione a vista della levata del Sole nel giorno del **Solstizio d'Inverno**, vero e corrispondente alla **massima digressione meridionale del disco solare** all'orizzonte naturale locale e allineamento verso quella direzione.

Accuratezza di rilievo della direzione: 30'

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$.

Problemi:

Necessita' di osservazione prolungata per determinare la direzione della levata solare solstiziale.

Orientazione dell'asse della navata verso il punto di Levata del Sole al Solstizio d'Estate.



Metodo Geometrico

- o) Determinazione della direzione del sorgere del Sole al **Solstizio d'Estate** con il decagono regolare inscritto nel cerchio generatore (**Poligono di Dio**).

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$

Problemi:

Non tiene conto dell'elevazione dello orizzonte naturale locale rispetto a quello astronomico locale.

Metodo astronomico con almanacco



- o) Osservazione a vista della levata del Sole nel giorno del **Solstizio d'Estate**, segnato dal **calendario giuliano** (21 Giugno), all'orizzonte naturale locale e allineamento della navata verso quella direzione.

Accuratezza di rilievo della direzione: 30'

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$

Problemi:

Differenza in Azimut dovuta all'errore del calendario giuliano rispetto alla data vera di solstizio: circa 0.1 gradi/giorno.

(nell'anno 1000 il solstizio d'estate fu il 16 Giugno quindi l'errore in azimut e': mediamente 0.5 gradi verso nord.

(A di orientazione = $54^\circ.3$, invece che $54^\circ.8$ a 45° di latitudine).*

Metodo solo Astronomico



- o) Osservazione a vista della levata del Sole nel giorno del **Solstizio d'Estate**, vero e corrispondente alla **massima disgressione settentrionale del disco solare** all'orizzonte naturale locale e allineamento verso quella direzione.

Accuratezza di rilievo della direzione: 30'

Accuratezza di orientazione: $3^\circ \div 5^\circ$.

Problemi:

Necessita' di osservazione prolungata per determinare la direzione della levata solare solstiziale.



Allineamento dell'asse della navata, della chiesa, verso il punto di levata solare nel giorno del santo patrono a cui la chiesa e' dedicata.

Metodo astronomico con almanacco

- o) Osservazione **a vista** della levata del Sole, nel giorno della festa del **Santo patrono**, all'orizzonte naturale locale e allineamento verso quella direzione.

Accuratezza di rilievo della direzione: 30'

Accuratezza di orientazione: 3° - 5°.

Orientazione Lunare

Orientazione dell'asse della navata verso la
Levata della Luna ad uno dei Lunistizi.
Periodicità' 18.61 anni solari tropici.



<i>Declinazione della Luna</i>	<i>Azimut Astronomico</i>
------------------------------------	-------------------------------

<i>+e+i</i>	<i>47°.4</i>
-------------	--------------

<i>-e-i</i>	<i>133°.0</i>
-------------	---------------

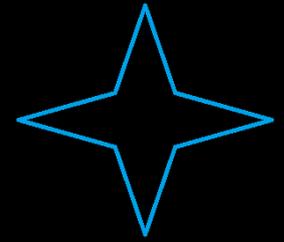
<i>+e-i</i>	<i>63°.6</i>
-------------	--------------

<i>-e+i</i>	<i>116°.7</i>
-------------	---------------

(Latitudine: 45° gradi)

*Le orientazioni lunari sono rare e riservate
esclusivamente ai santuari mariani.*

Orientazioni Stellari



Esistono alcuni luoghi di culto (pochissimi) i quali sono orientati verso le direzioni di levata di alcune costellazioni che hanno a che fare con le figure della religione Cristiana.

Cygnus : La grande Croce di Cristo

Orion : S. Giuseppe

Virgo : La Vergine Maria

Aquila : Lo Spirito Santo

etc...

In genere le chiese così orientate sono state fondate durante la **seconda metà de 1600** e il testo di riferimento base per le costellazioni fu il "*Coelum stellatum Christianum*" di **Julius Schiller (1627)**

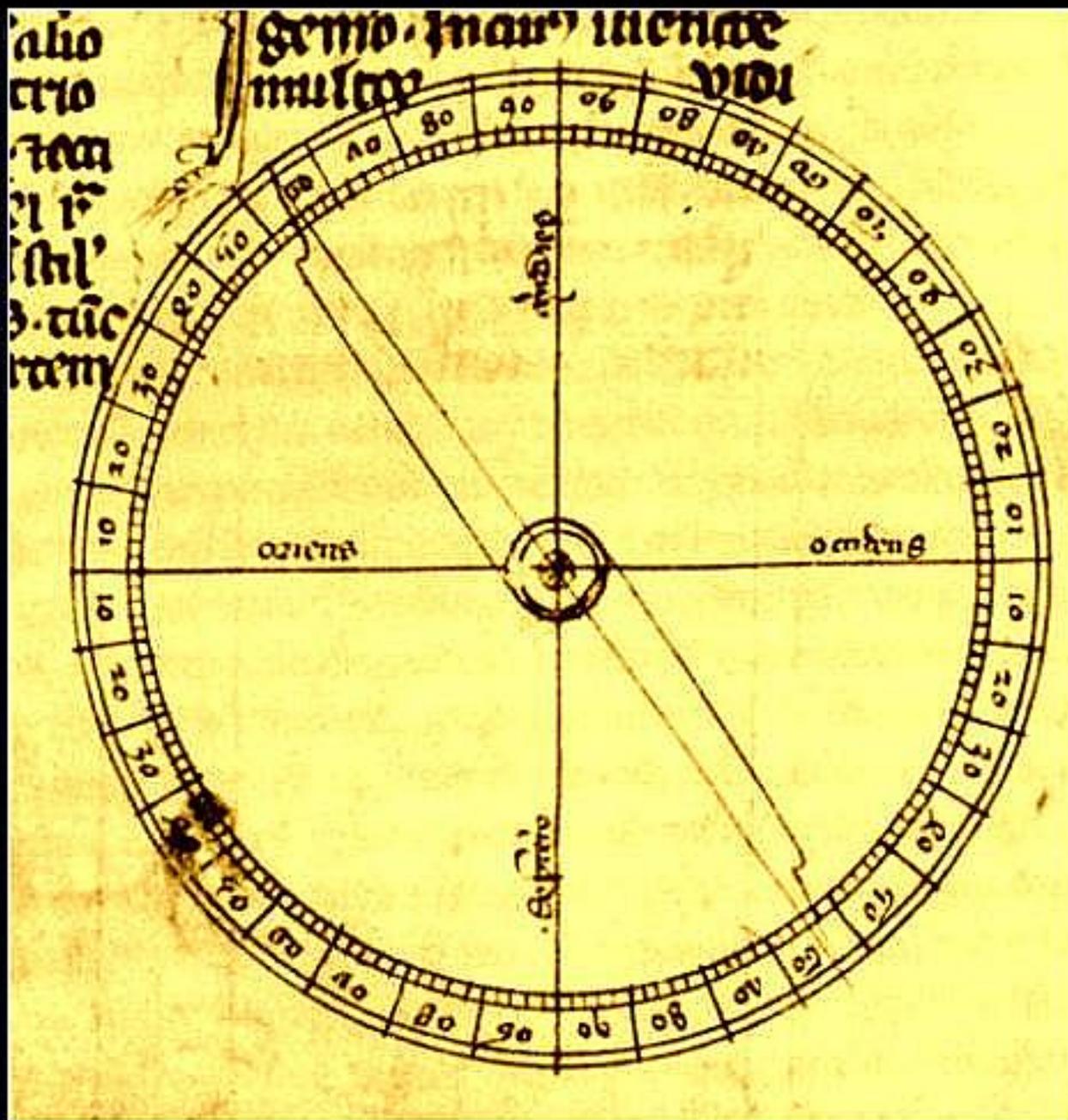
Orientazione Magnetica

Dal 1500 in poi molte chiese furono orientate secondo la **direzione cardinale Est magnetica** utilizzando la bussola. In questo caso **l'errore di orientazione** dipende dal valore della **declinazione magnetica** nel luogo dove fu edificata la chiesa e dall'anno di fondazione.

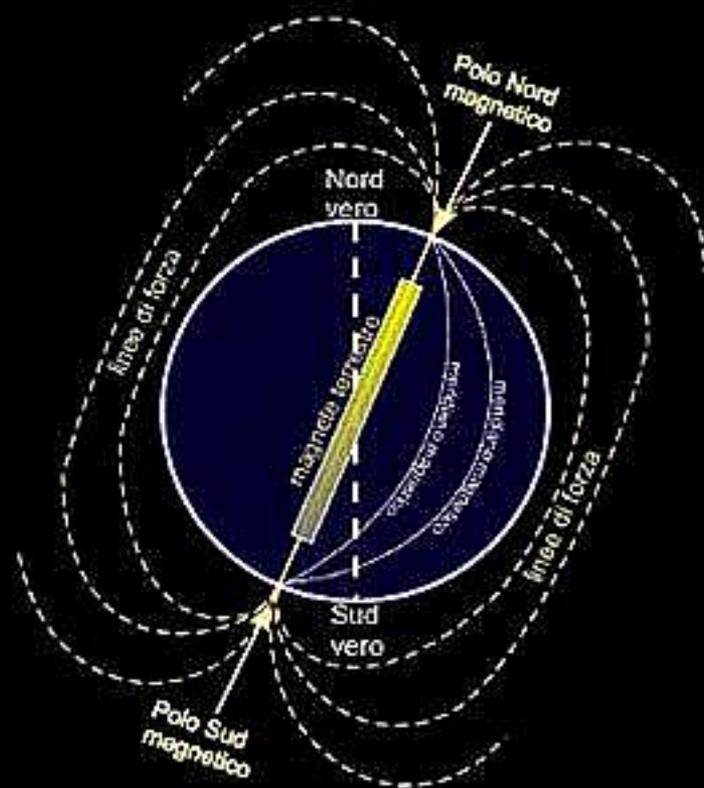


Determinazione della linea meridiana utilizzando la bussola magnetica

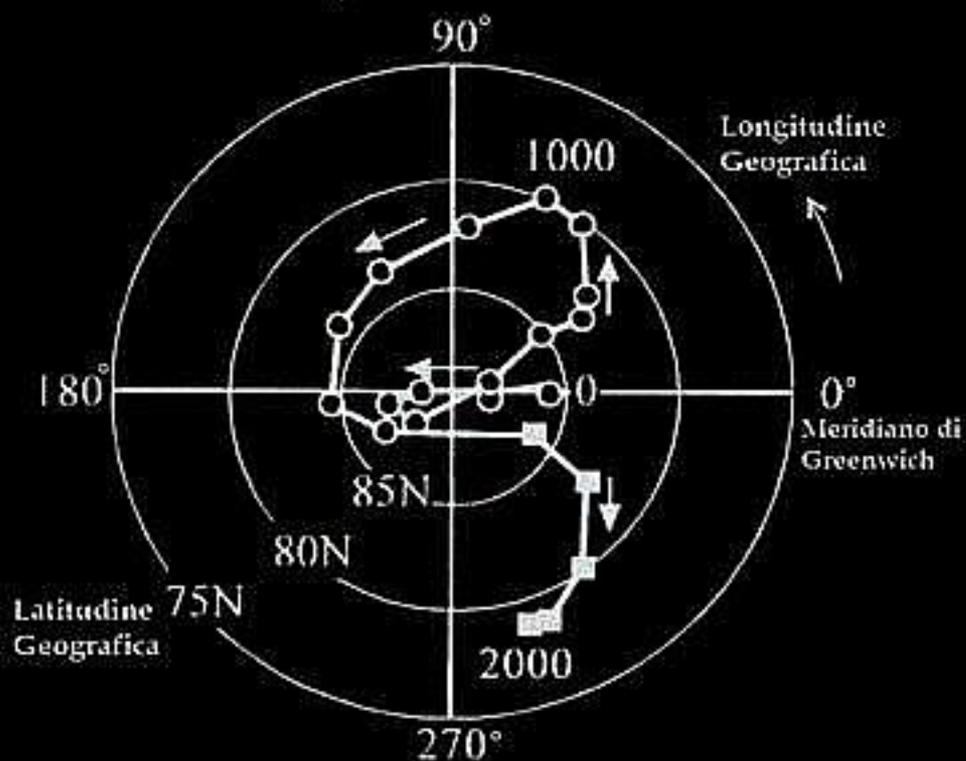
Durante il I millennio d.C. da un certo periodo in poi gli architetti iniziarono ad impiegare la bussola per stabilire la direzione di orientazione degli edifici di culto cristiano. Il primo testo di redazione europea che riferisce dell'uso della bussola per determinare le direzioni cardinali utili ad orientare le chiese risale all'anno 1516 quando il mastro costruttore francese Laurent Lacher indirizza ai figli alcune istruzioni in relazione all'orientazione degli edifici mediante la bussola magnetica. Egli scrive: *"Se tu vuoi determinare la posizione dell'abside in rapporto all'edificio centrale in funzione del levare del Sole, prendi una bussola, ponila su una squadra e fai coincidere l'ago magnetizzato con la direzione nord-sud"*. Nonostante che lo studioso tedesco Wehner, nel 1899, nella sua opera *"Die Ostung mittelalterlicher Kirchen"* abbia affermato che l'utilizzo della bussola nell'orientazione delle chiese cristiane potesse essere fatto risalire all'epoca di San Bonifacio, appare molto improbabile che ciò sia avvenuto in quanto è noto che in occidente la bussola viene utilizzata per la prima volta intorno al XII sec. e solo per la navigazione. Per il suo utilizzo nell'architettura bisogna attendere il XVI secolo, in perfetto accordo, quindi, con il documento di Laurent Lacher, ma il resoconto di Laurent Lacher avvenne quando ormai l'uso della bussola magnetica quale strumento di orientazione degli edifici era già abbastanza diffuso nell'ambiente dei costruttori.



La bussola: miniatura in "Epistula de Magnete" di Pietro Peregrino (XIII sec.)



I poli magnetici della Terra

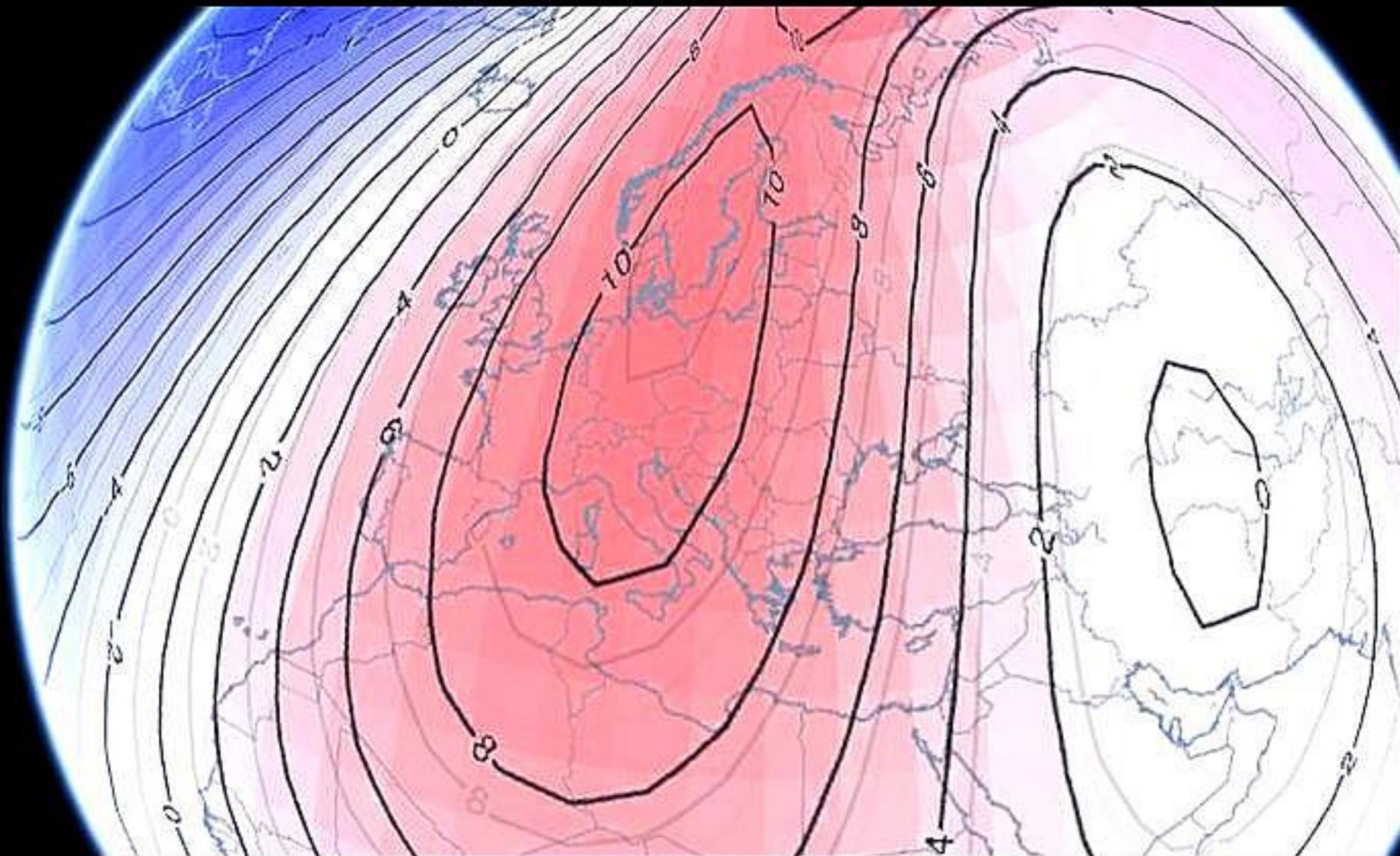


Movimento del Polo Nord magnetico rispetto al Polo Nord geografico tra l'anno 0 e l'anno 2000 d.C. Ogni punto rappresenta la posizione del polo ad intervalli di 100 anni.

Declinazione Magnetica

1219

isogone



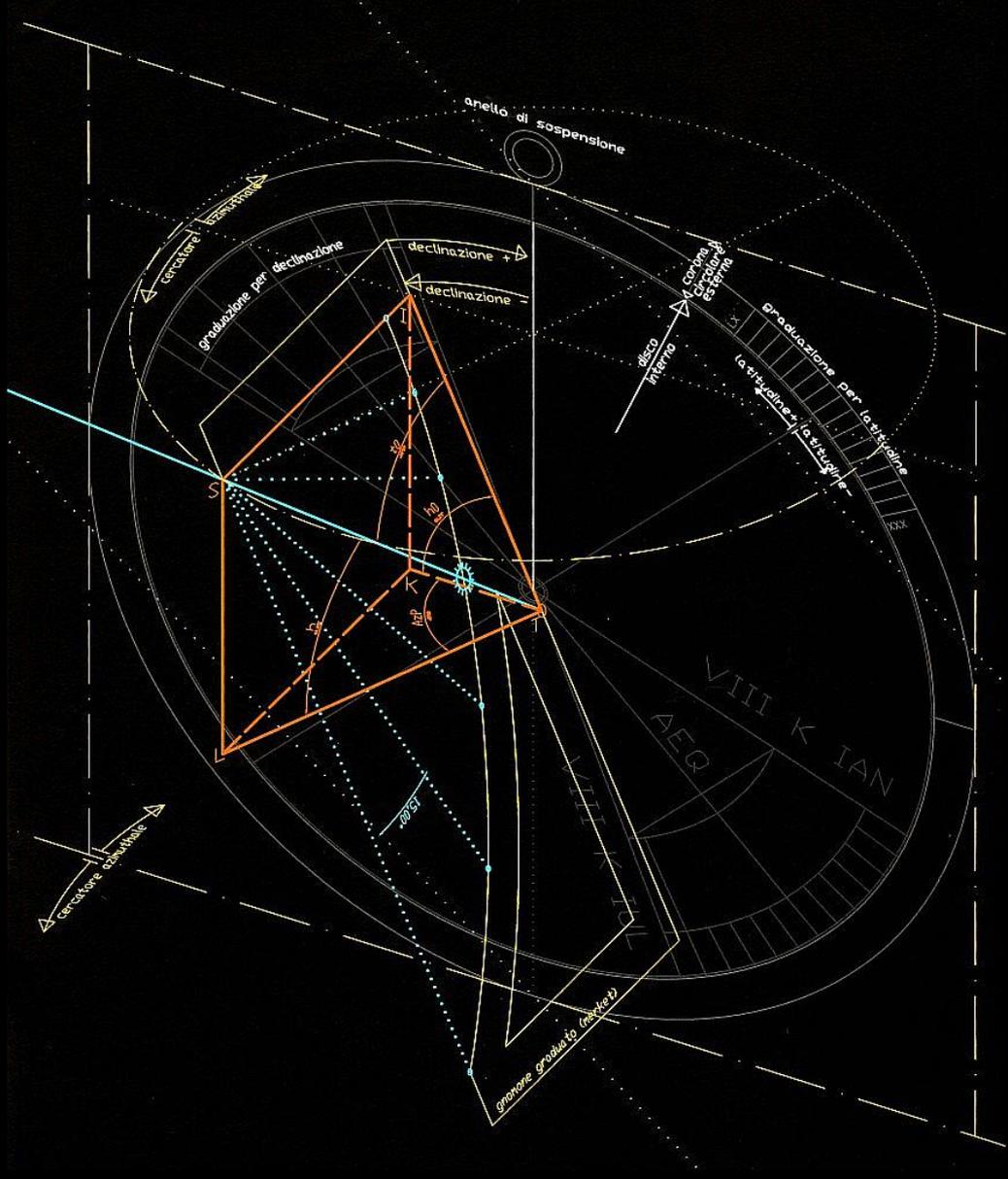
PROS PAN KLIMA (Vitruvio 1° sec. aC) —



PROS PAN KLIMA (Vitruvio 1° sec. aC) —



PROS PAN KLIMA (Vitruvio 1° sec. aC) —



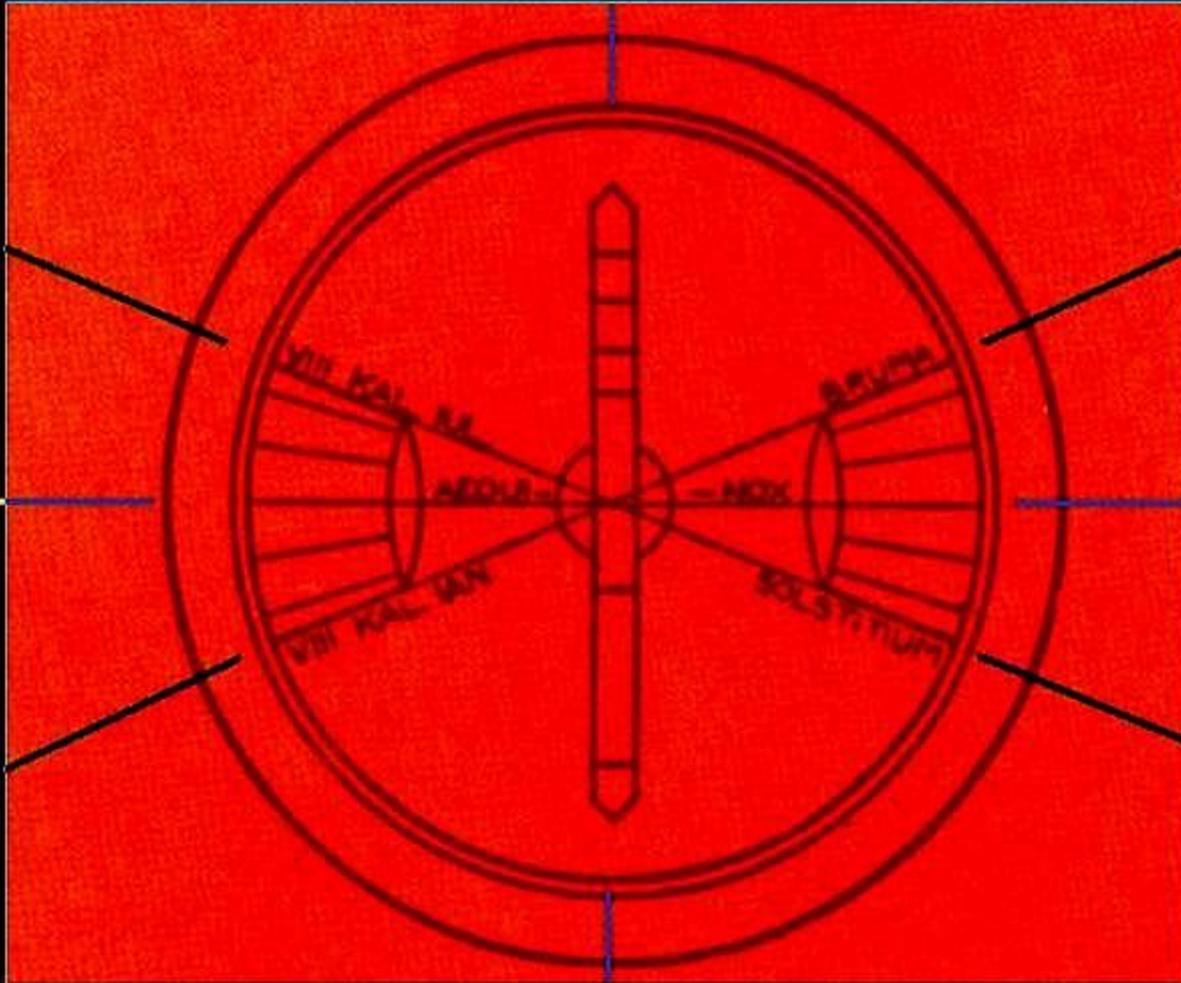
PROS PAN KLIMA (Vitruvio 1° sec. aC) —

Linea Meridiana



Linea
Equinoziale

W



Linea
Equinoziale E



Linea Meridiana

S

Questioni astrologiche

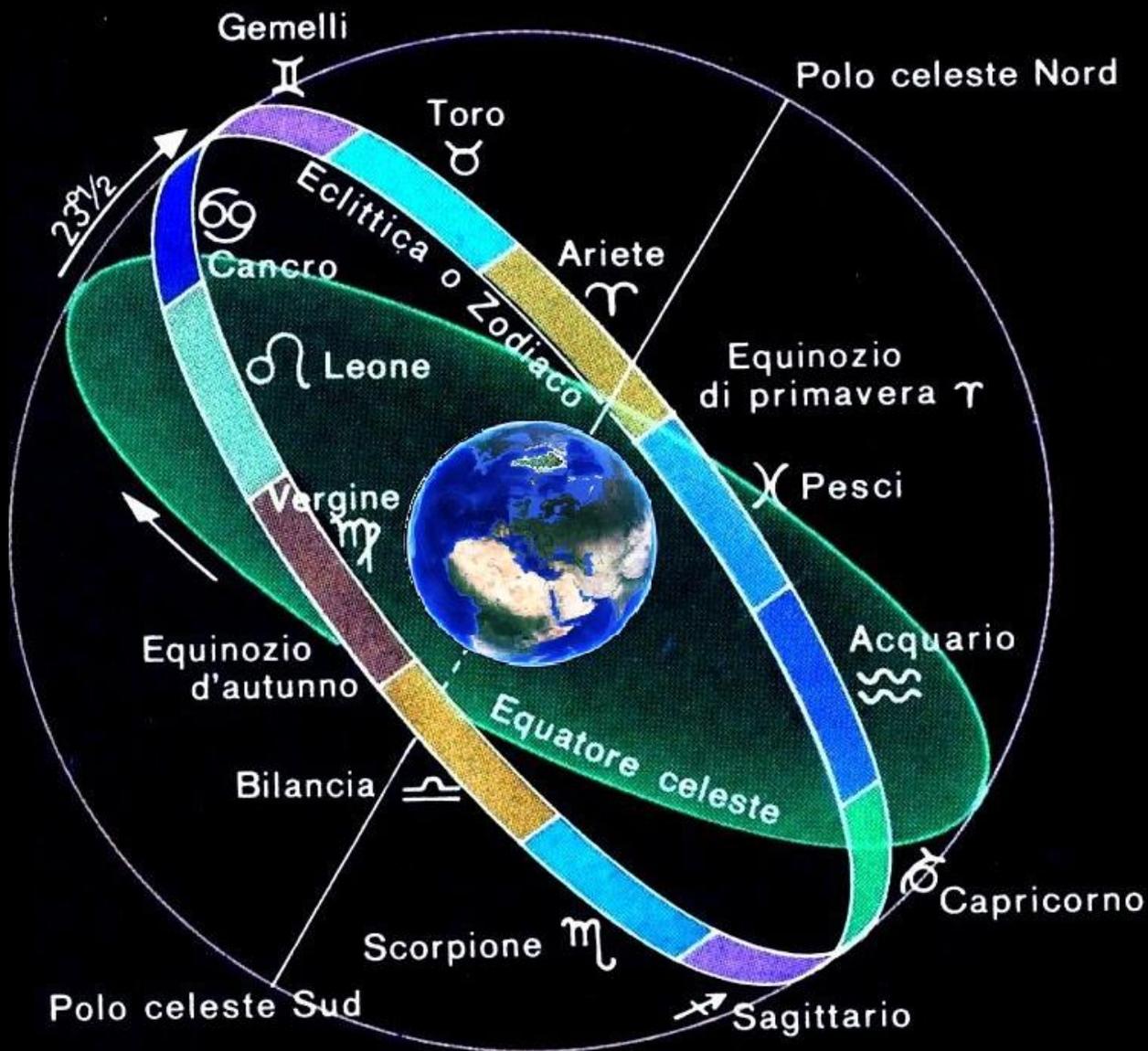
Esistevano tre fasi nella edificazione di una chiesa antica:

- 1) Orientazione
- 2) Fondazione
- 3) Consacrazione

Le loro date dovevano essere astrologicamente favorevoli

Segni Zodiacali

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



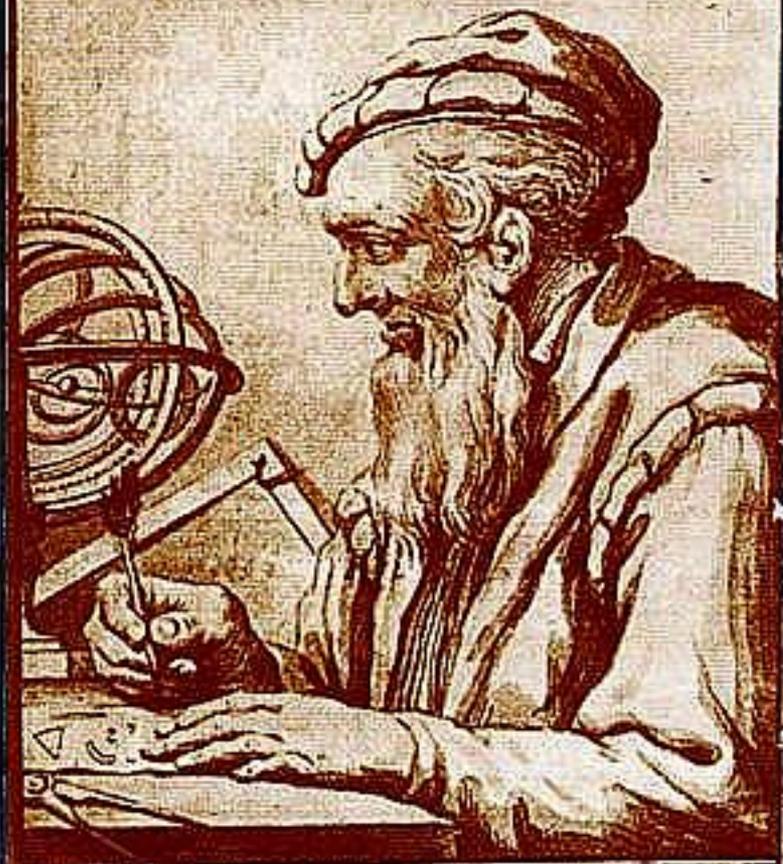
GVIDONIS BONATI
FOROLIVIENSIS MATHEMATICI
DE ASTRONOMIA TRACTATUS XI
vnicifus quod ad iudicium rationem
Naturarum, Aeris, Temporum,
et cetera, comprehensit.

Adiectus est
CLPtolemaei liber Fructus, cum Commen-
tarijs Georgij Trapezuntij.

Biblioteca Nazionale
di Milano



BASILEÆ, ANNO M. D. L.



*Guido Bonatti da Forlì Matematico e celebre Astro-
nomo fece vincere una Battaglia a Guido Appia,
Conte di Monte Feltrò Capitano de Forlivesi contra
l'esercito di Martino IV. l' Anno 1282.*

Guido Bonatti
da Forlì

SI autem fuerit edificium religionis, considera-
 bis super eo dupliciter. Nam si fuerit edificium
 humile, nec multum preciosum, ut sunt eccle-
 siae communes: hermitoriae paruae, ut ordinis sancti
 Augustini fratris Zanniboni, & abbatiae similes
 haeremitis & plebes & capellae & monasteria, & si-
 milia quae non sint magnae famae, aptabis in tall-
 bus ascendens & eius dominum, similiter & Lunam
 & eius dominum 9. & eius dominum. Si autem
 fuerit edificium nominatum uel pomposum, ut sunt
 magna monasteria, sicut sunt Claraualentia, sicut
 est ecclesia sancti Marci Veneris: archiepiscopatus
 Pisarum: sanctus Vitalis Rauennae, & plures aliae ec-
 clesiae fratrum minorum Bononiae eam panile For-
 liuij, baptisterium Florentiae, et similia excedentia mo-
 dum religionis, non eligas eis tanquam aedificijs spiritua-
 libus, sed tanquam temporalibus. Unde aptabis in
 eis ascendens & eius dominum, & dominum exaltationis
 ascendens, praecipue Lunam & eius dominum, simi-
 liter & 10. loco noni. Et si fuerit edificium domus
 studij, apta Mercurium, & fac eum boni esse fortuna-
 rum & fortem: & pone eum in bono loco, ita quod
 aspiciat ascendens a trino uel sextili aspectu. Si autem
 fuerit edificium delectationum, ut est potationum,
 ludorum, & similibus, apta Venerem, & pone eam
 scilicet fortunatam & fortem atque boni esse, & aspiciat
 ascendens ex aspectu amicitiae. Si uero fuerit edificium
 in quo debeant reponi uictualia, ut sunt blada, uinum,
 oleum, mel, et alia esculentia et poculenta, apta Iouem,
 pone eum fortunatum & fortem, & quod aspiciat
 ascendens aspectu laudabili. Si autem fuerit aedifi-
 cium, in quo debeantur aliqui poni in carcere, apta
 Saturnum, & fac eum fortem in loco suo, & quod
 aspiciat ascendens a quocumque aspectu praeterquam ab
 oppositione.

...
 ...
 ...

Capitulum V.

Super hoc edificium religionis, considera-
 bis super eo dupliciter. Nam si fuerit edificium
 humile, nec multum preciosum, ut sunt eccle-
 siae communes: hermitoriae paruae, ut ordinis sancti
 Augustini fratris Zanniboni, & abbatiae similes
 haeremitis & plebes & capellae & monasteria, & si-
 milia quae non sint magnae famae, aptabis in tall-
 bus ascendens & eius dominum, similiter & Lunam
 & eius dominum 9. & eius dominum. Si autem
 fuerit edificium nominatum uel pomposum, ut sunt
 magna monasteria, sicut sunt Claraualentia, sicut
 est ecclesia sancti Marci Veneris: archiepiscopatus
 Pisarum: sanctus Vitalis Rauennae, & plures aliae ec-
 clesiae fratrum minorum Bononiae eam panile For-
 liuij, baptisterium Florentiae, et similia excedentia mo-
 dum religionis, non eligas eis tanquam aedificijs spiritua-
 libus, sed tanquam temporalibus. Unde aptabis in
 eis ascendens & eius dominum, & dominum exaltationis
 ascendens, praecipue Lunam & eius dominum, simi-
 liter & 10. loco noni. Et si fuerit edificium domus
 studij, apta Mercurium, & fac eum boni esse fortuna-
 rum & fortem: & pone eum in bono loco, ita quod
 aspiciat ascendens a trino uel sextili aspectu. Si autem
 fuerit edificium delectationum, ut est potationum,
 ludorum, & similibus, apta Venerem, & pone eam
 scilicet fortunatam & fortem atque boni esse, & aspiciat
 ascendens ex aspectu amicitiae. Si uero fuerit edificium
 in quo debeant reponi uictualia, ut sunt blada, uinum,
 oleum, mel, et alia esculentia et poculenta, apta Iouem,
 pone eum fortunatum & fortem, & quod aspiciat
 ascendens aspectu laudabili. Si autem fuerit aedifi-
 cium, in quo debeantur aliqui poni in carcere, apta
 Saturnum, & fac eum fortem in loco suo, & quod
 aspiciat ascendens a quocumque aspectu praeterquam ab
 oppositione.

De rebus in aedificijs reponendis.

Hoc edificium religionis, considera-
 bis super eo dupliciter. Nam si fuerit edificium
 humile, nec multum preciosum, ut sunt eccle-
 siae communes: hermitoriae paruae, ut ordinis sancti
 Augustini fratris Zanniboni, & abbatiae similes
 haeremitis & plebes & capellae & monasteria, & si-
 milia quae non sint magnae famae, aptabis in tall-
 bus ascendens & eius dominum, similiter & Lunam
 & eius dominum 9. & eius dominum. Si autem
 fuerit edificium nominatum uel pomposum, ut sunt
 magna monasteria, sicut sunt Claraualentia, sicut
 est ecclesia sancti Marci Veneris: archiepiscopatus
 Pisarum: sanctus Vitalis Rauennae, & plures aliae ec-
 clesiae fratrum minorum Bononiae eam panile For-
 liuij, baptisterium Florentiae, et similia excedentia mo-
 dum religionis, non eligas eis tanquam aedificijs spiritua-
 libus, sed tanquam temporalibus. Unde aptabis in
 eis ascendens & eius dominum, & dominum exaltationis
 ascendens, praecipue Lunam & eius dominum, simi-
 liter & 10. loco noni. Et si fuerit edificium domus
 studij, apta Mercurium, & fac eum boni esse fortuna-
 rum & fortem: & pone eum in bono loco, ita quod
 aspiciat ascendens a trino uel sextili aspectu. Si autem
 fuerit edificium delectationum, ut est potationum,
 ludorum, & similibus, apta Venerem, & pone eam
 scilicet fortunatam & fortem atque boni esse, & aspiciat
 ascendens ex aspectu amicitiae. Si uero fuerit edificium
 in quo debeant reponi uictualia, ut sunt blada, uinum,
 oleum, mel, et alia esculentia et poculenta, apta Iouem,
 pone eum fortunatum & fortem, & quod aspiciat
 ascendens aspectu laudabili. Si autem fuerit aedifi-
 cium, in quo debeantur aliqui poni in carcere, apta
 Saturnum, & fac eum fortem in loco suo, & quod
 aspiciat ascendens a quocumque aspectu praeterquam ab
 oppositione.

Guido Bonatti
 da Forlì
 De Astronomia
 tractatus X

Regole Astrologiche per l'Edificazione delle Chiese Medioevali

- a) La Luna deve trovarsi nelle costellazioni favorevoli:
Sagittario, Aquario, Leone, Toro, Cancro
- b) La Luna NON deve trovarsi nelle costellazioni sfavorevoli:
Scorpione, Pesci, Capricorno
- c) La Luna NON deve essere in congiunzione con:
Saturno
- d) La Luna non deve essere posta nella costellazione ascendente, quindi se la chiesa è allineata sul punto di sorgere del Sole, la Luna NON deve essere al novilunio
- e) La Luna non deve essere al plenilunio
- f) L'età della Luna deve essere compresa tra 1 e 13 giorni oppure tra 16 e 29 giorni. Meglio se tra 1 e 7 giorni e tra 21 e 29 giorni.

Chiesa romanica di Sant'Antonio alla Torre a Valtorta



Settembre
2021



Settembre
2021



An aerial photograph of a town, showing a network of streets and buildings. A prominent yellow line is drawn across the image, starting from a point in the lower-left quadrant and extending towards the upper-right quadrant. The line passes through a building that is the subject of the caption. The text 'Az = 40° .74' is written in yellow at the top right of the image, with a thin yellow line pointing from the text to the yellow line on the photograph.

Az = 40° .74

Chiesa romanica di
Sant'Antonio alla Torre
(Valtorta)
Azimut di orientazione della
navata

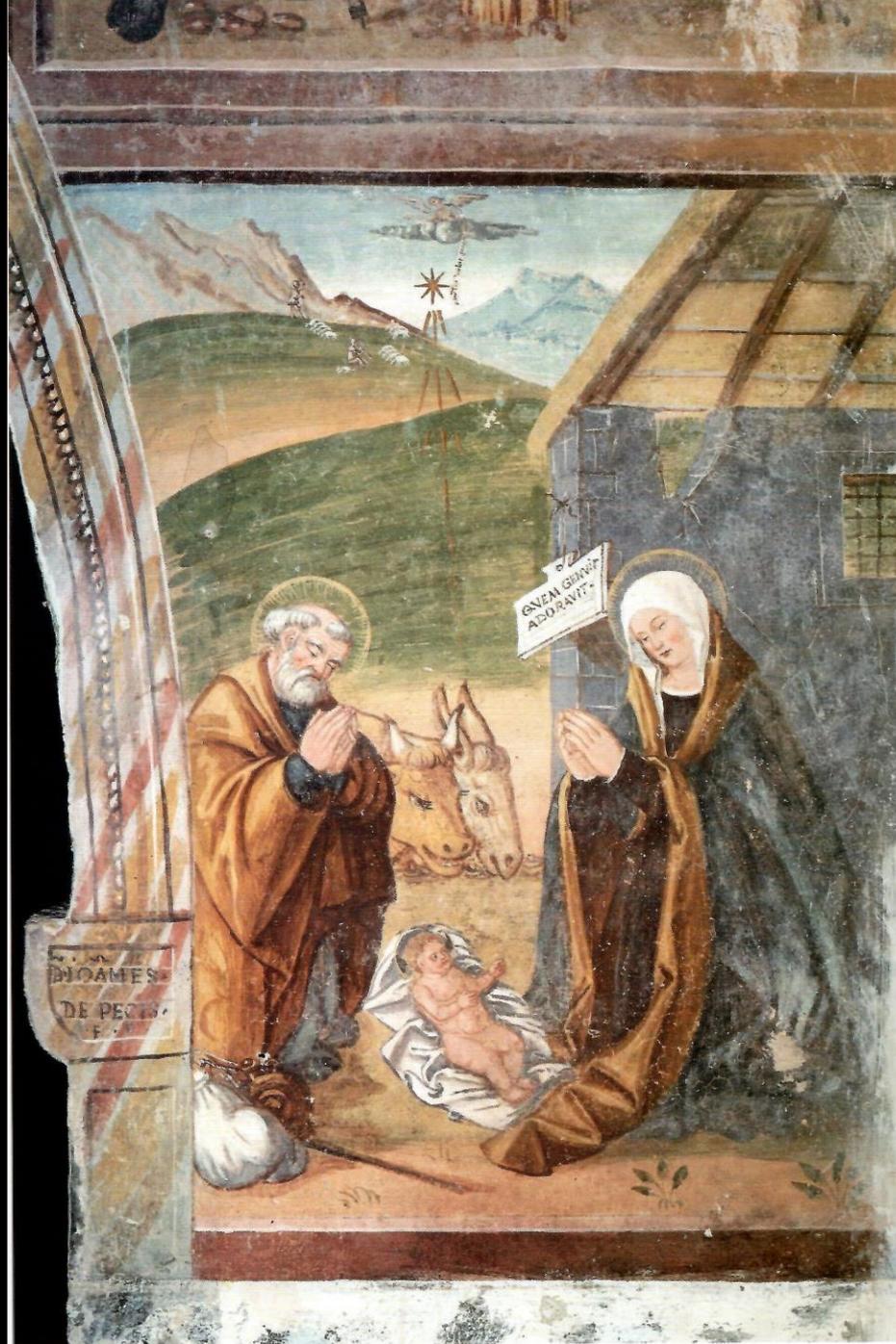
Target astronomico di orientazione dell'asse della chiesa romanica di Sant'Antonio alla Torre (Valtorta)



Sorgere della stella Deneb (Cygnus)

17 Gennaio 1350

La Natività
affresco del XVI secolo
Sant'Antonio alla Torre . Valtorta

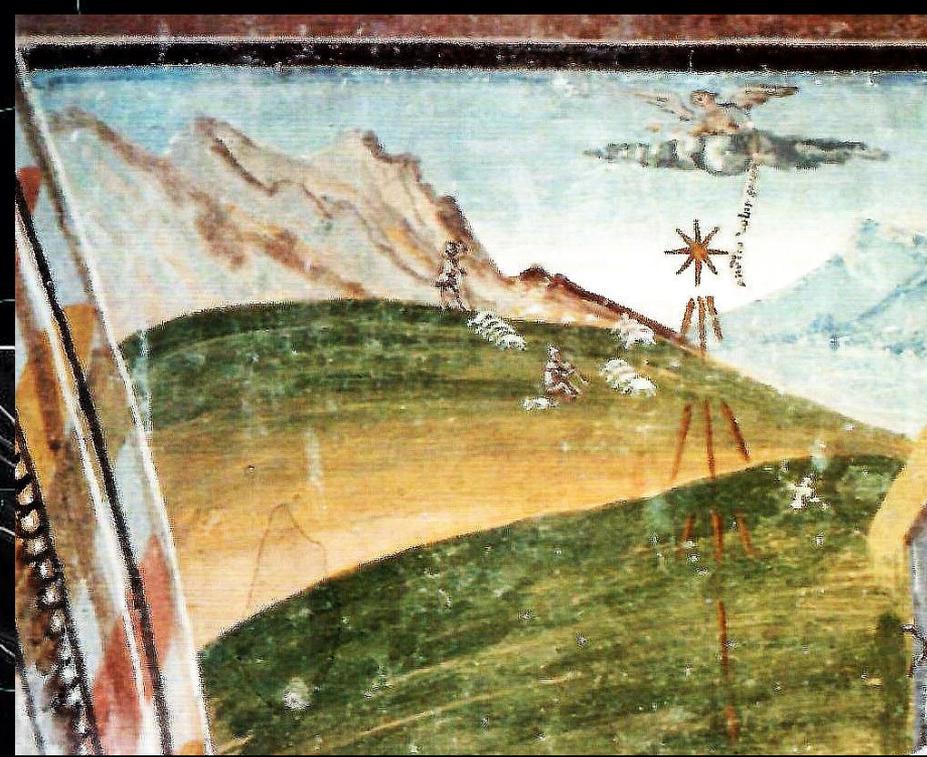
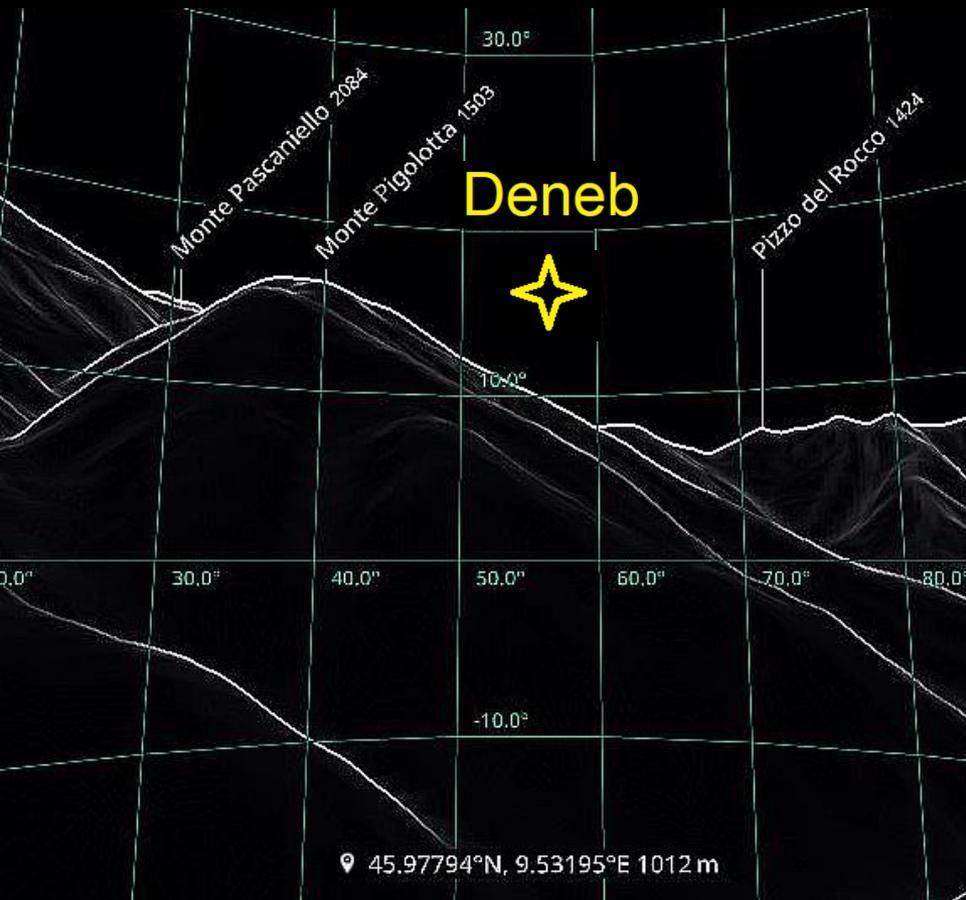


La Natività
affresco del XVI secolo
Sant'Antonio alla Torre . Valtorta



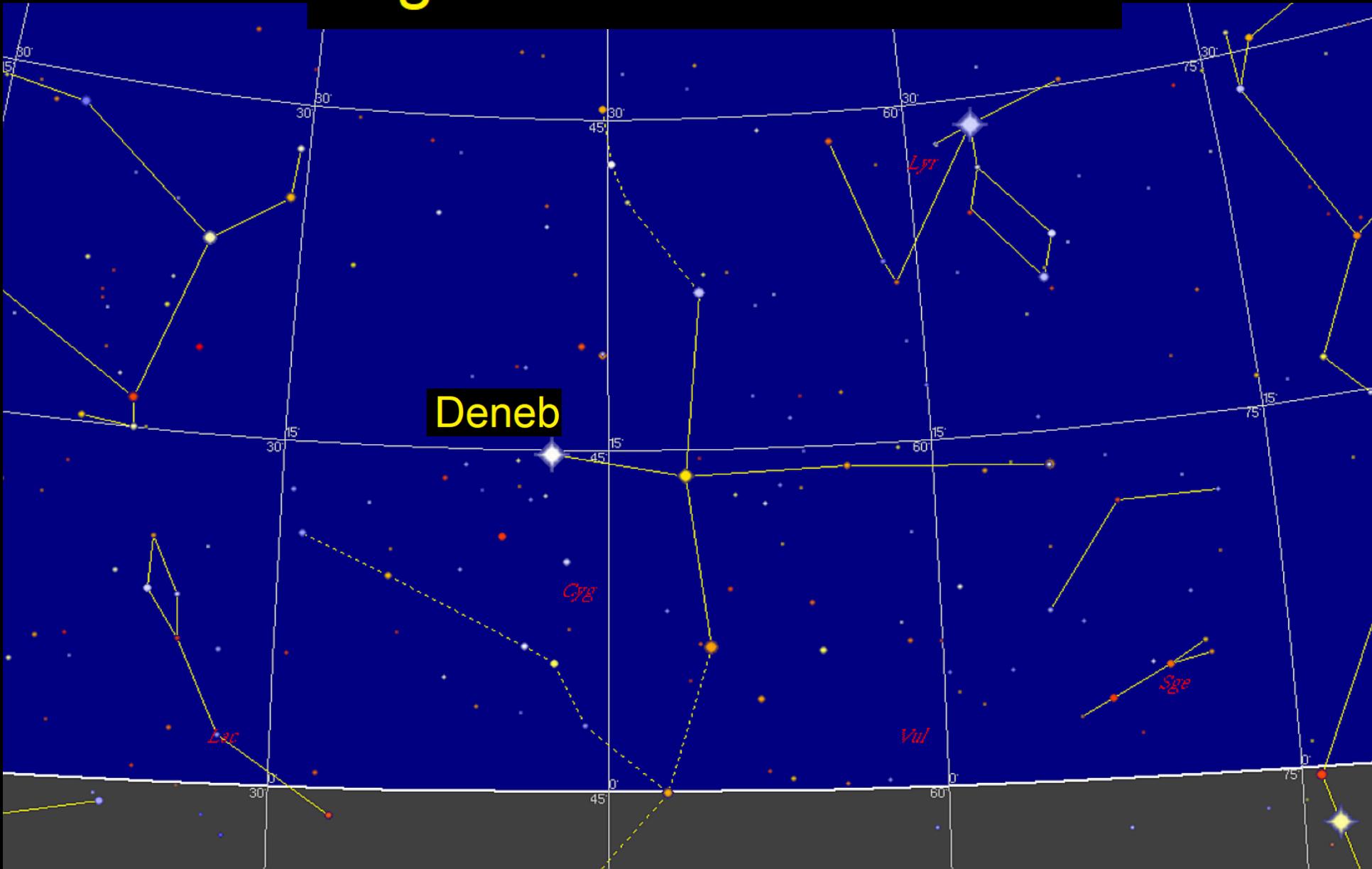
1350 A.D.

La Natività
affresco del XVI secolo
Sant'Antonio alla Torre . Valtorta



La variazione di posizione di Deneb è in perfetto accordo con lo spostamento precessionale

Sorge la costellazione del Cigno il 17 Gennaio 1350





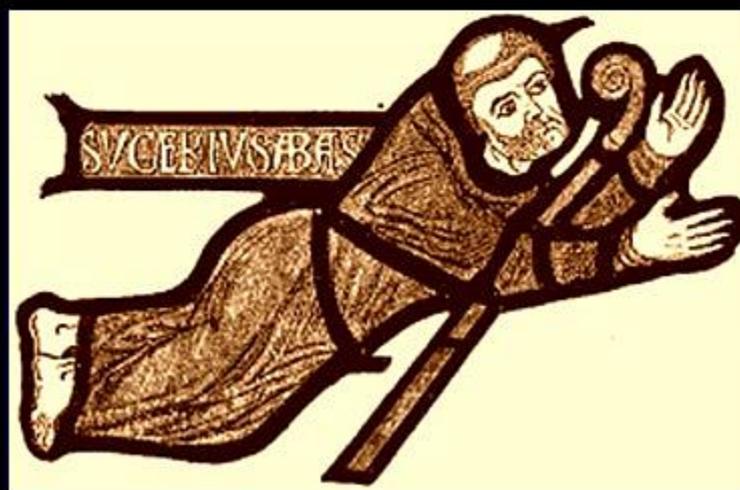
Un frammento del "De Cursu Stellarum Ratio" di Gregorio da Tours (manoscritto dell'VIII sec.) che mostra la costellazione della "Crux Major" cioè del Cygnus.



Tramonto delle costellazioni del Cygnus (Cruix Major), Delphinus (Alpha) e Lyra (Omega) all'epoca di Gregorio da Tours (575 d.C.) a Tours.

*"La Geometria è tutto,
Se non conosci la Geometria,
non sai nulla..."*

(Sugier, Abate di San Denis (Parigi))
(1080 - 1151)



Grazie per
l'attenzione