



Università "Cardinale Giovanni Colombo" - Milano

A.A. 2024 - 2025

Corso di Archeoastronomia

Docente: **Adriano Gaspani**

Lezione 20

Il Cerchio Indiano e
l'orientazione equinoziale
canonica

Il Tempio Cristiano

Il tempio cristiano è tradizionalmente a forma di croce e l'uomo rappresenta simbolicamente il Crocifisso, rivolto al cielo, il viso reclinato a sinistra e i piedi uniti. I due archi di cerchio la cui intersezione materializza il meridiano astronomico sono interpretati come il pesce, in greco ΙΧΘΥΣ , acronimo di *Iesus Christos Theou Uios Soter* (Gesù Cristo, di Dio Figlio, Salvatore). I punteruoli infissi nella terra posso essere simbolicamente i chiodi piantati nel palmo delle mani. Il metodo del Cerchio Indiano permette quindi di materializzare le linee equinoziale e meridiana, ma tracciare altri angoli è più complesso.

Tre momenti fondamentali nella edificazione di una chiesa

1) Orientazione

tracciamento della linea dell'asse della chiesa secondo la direzione astronomica voluta.

2) Fondazione

posa della prima pietra e inizio della
costruzione

3) Consacrazione

dedicazione al santo oppure al Cristo
oppure alla Vergine Maria e asta per
il Beneficio

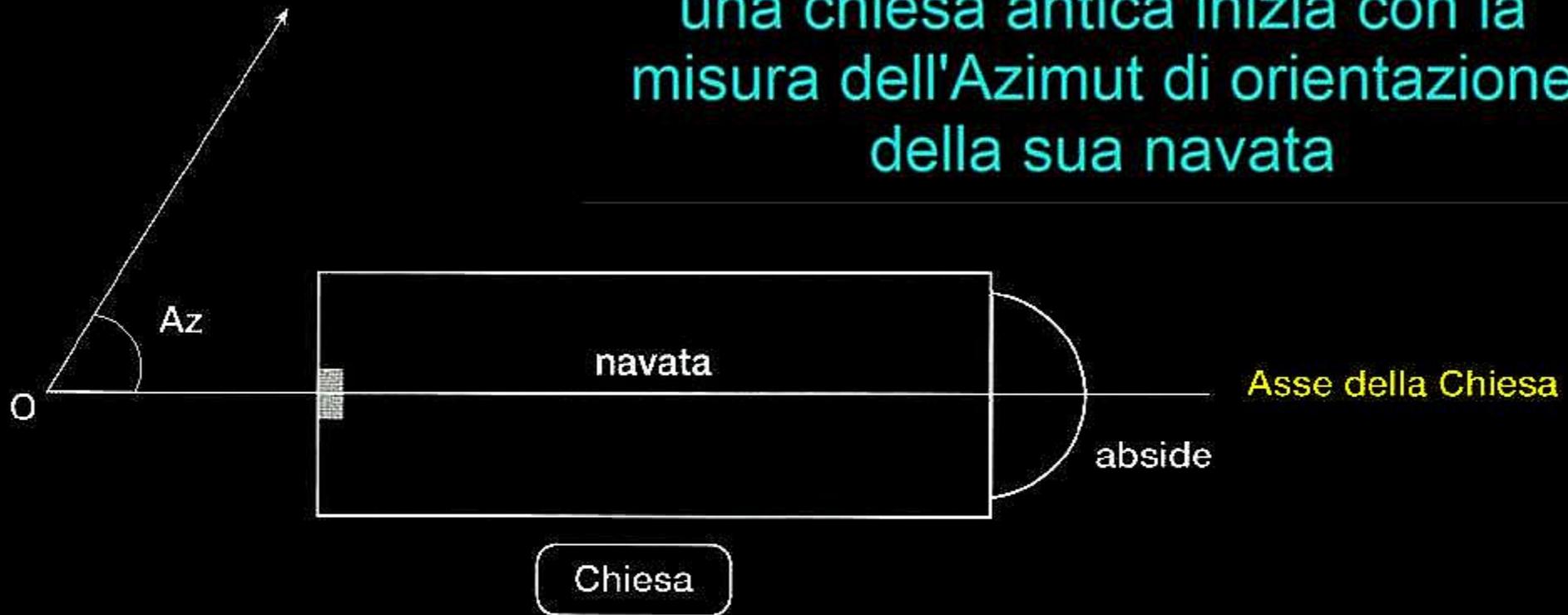
occorrevano tre vescovi e tre diaconi
che svolgevano una rito molto lungo
e complesso

Le procedure 2) e 3) (fondazione e consacrazione) richiedevano il soddisfacimento di strettissimi vincoli astrologici

I luminari coinvolti erano la Luna e Saturno

Direzione Nord del
Meridiano Astronomico
Locale

Lo studio archeoastronomico di
una chiesa antica inizia con la
misura dell'Azimut di orientazione
della sua navata



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

La Curia Romana prescrive il criterio *Sol Aequinoctialis*

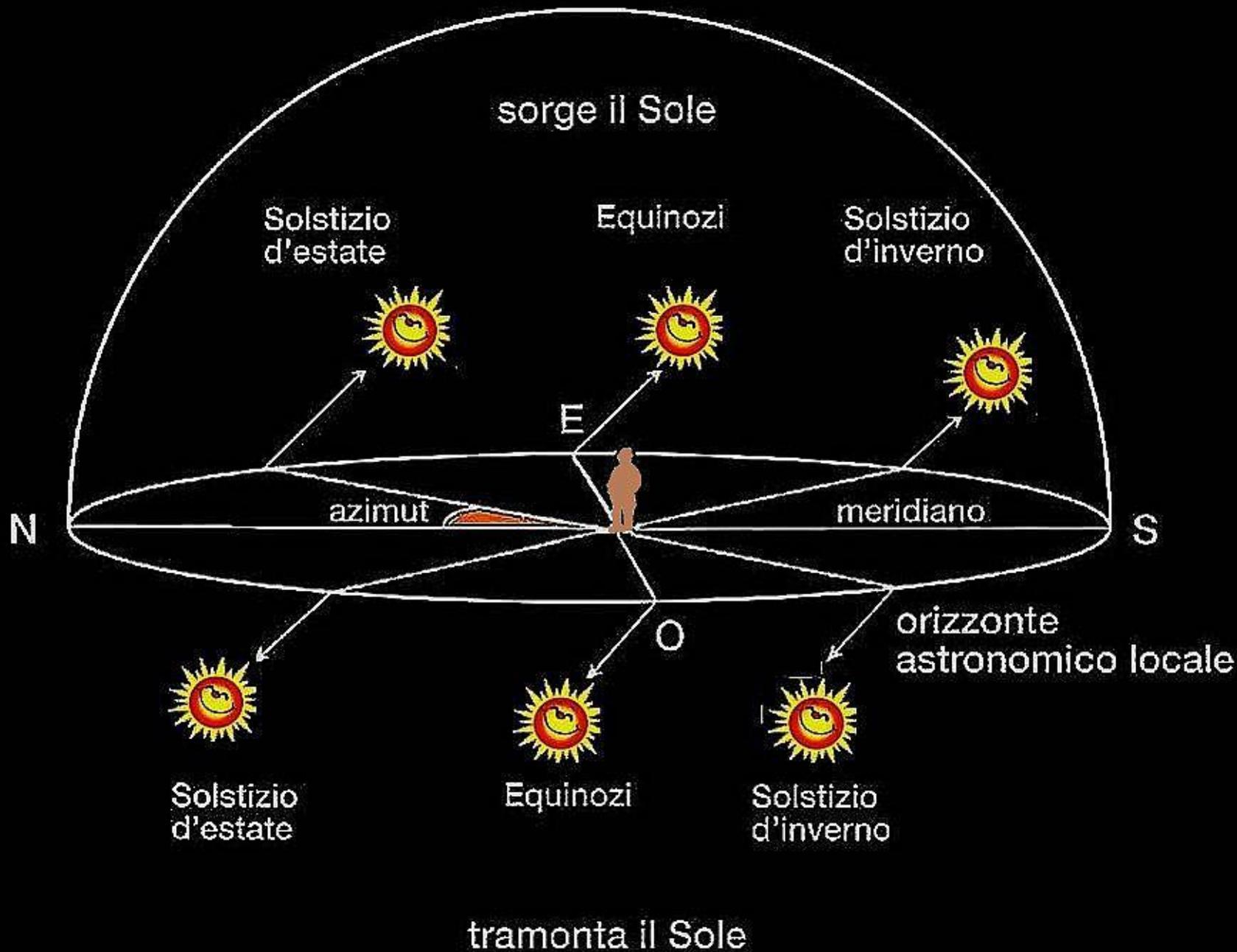


***l'asse della navata deve essere
parallelo alla linea est-ovest
astronomica (dove il Sole sorge e
tramonta agli equinozi)***

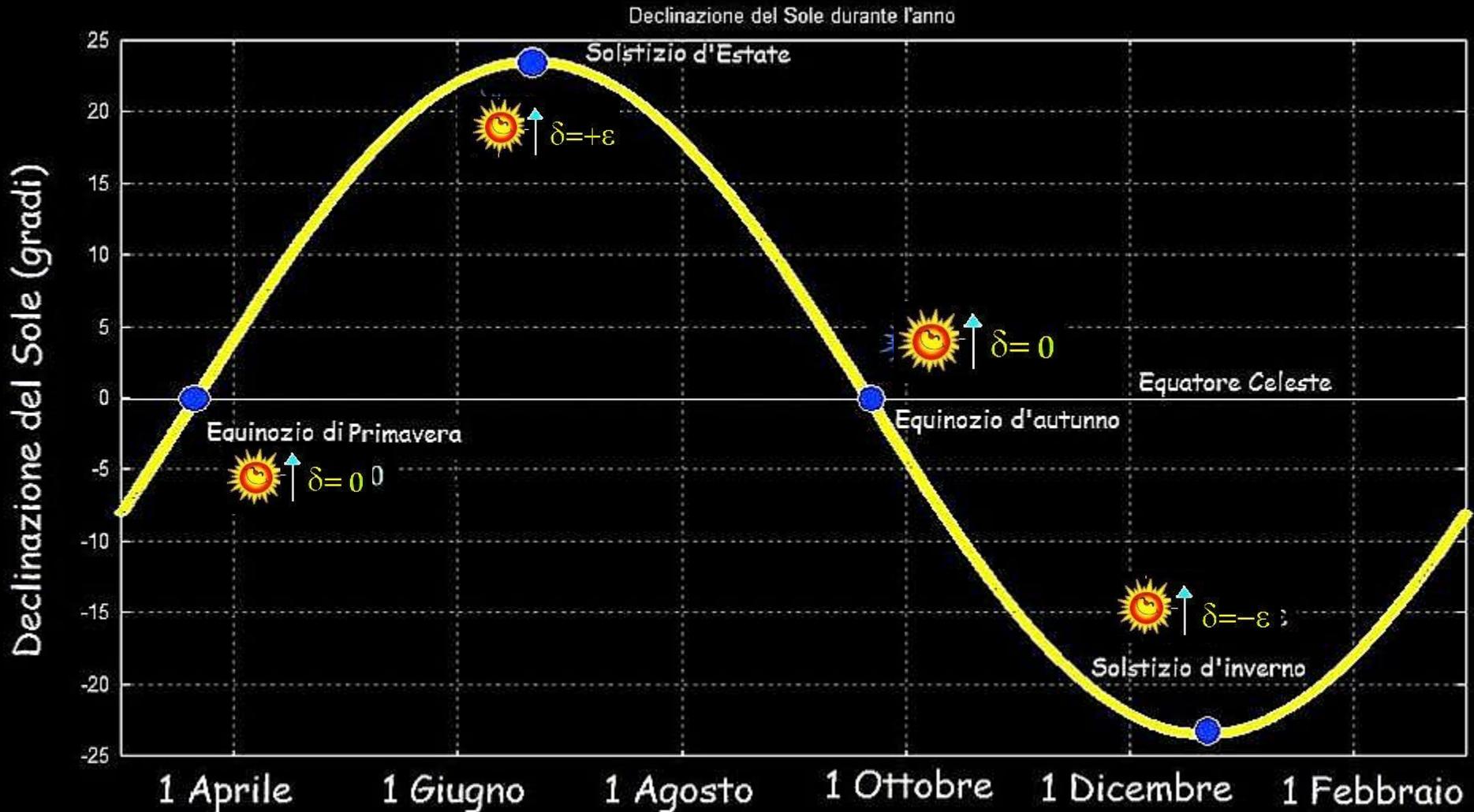
Lo studio archeoastronomico delle
chiese antiche non richiede di
stabilire "se" sono
astronomicamente orientate, ma
"come"

Quale fu la metodologia operativa...





Declinazione del Sole



$$\epsilon = 23^\circ.5$$

Declinazione del Sole durante l'anno

Se il calcolo viene eseguito in gradi si ha:

$$\delta_{\odot} = 0^{\circ}.4 - 22^{\circ}.913 \cdot \cos(m) + 4^{\circ}.025 \cdot \sin(m) - 0^{\circ}.387 \cdot \cos(2 \cdot m) + \\ + 0^{\circ}.052 \cdot \sin(2 \cdot m) - 0^{\circ}.155 \cdot \cos(3 \cdot m) + 0^{\circ}.085 \cdot \sin(3 \cdot m)$$

in cui:

$$m = \frac{360^{\circ}}{365} (n - 1)$$

il numero n può essere definito come:

$$n = 30 \cdot m + d - 30$$

dove m è il mese contato da Gennaio ($m=1$) e d è il giorno del mese.
che equivale a:

$$n = 30 \cdot (m-1) + d$$

Esistevano due criteri di orientazione:

- a) Geometrico-Gnomonica
- b) a Vista

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:

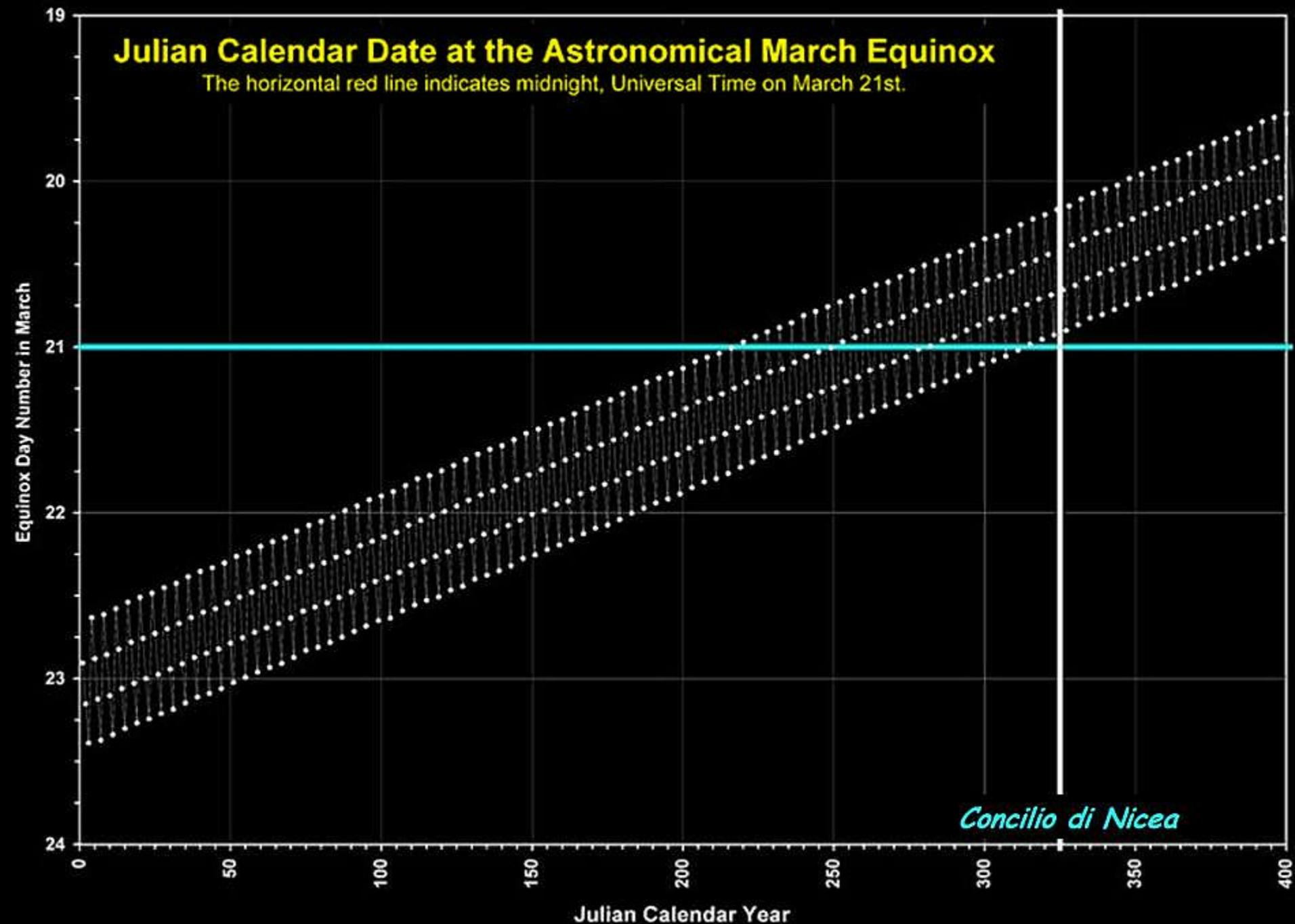
$$T_{eq} = \text{Marzo } (23,129 - 0,007741936 \times Y)$$

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

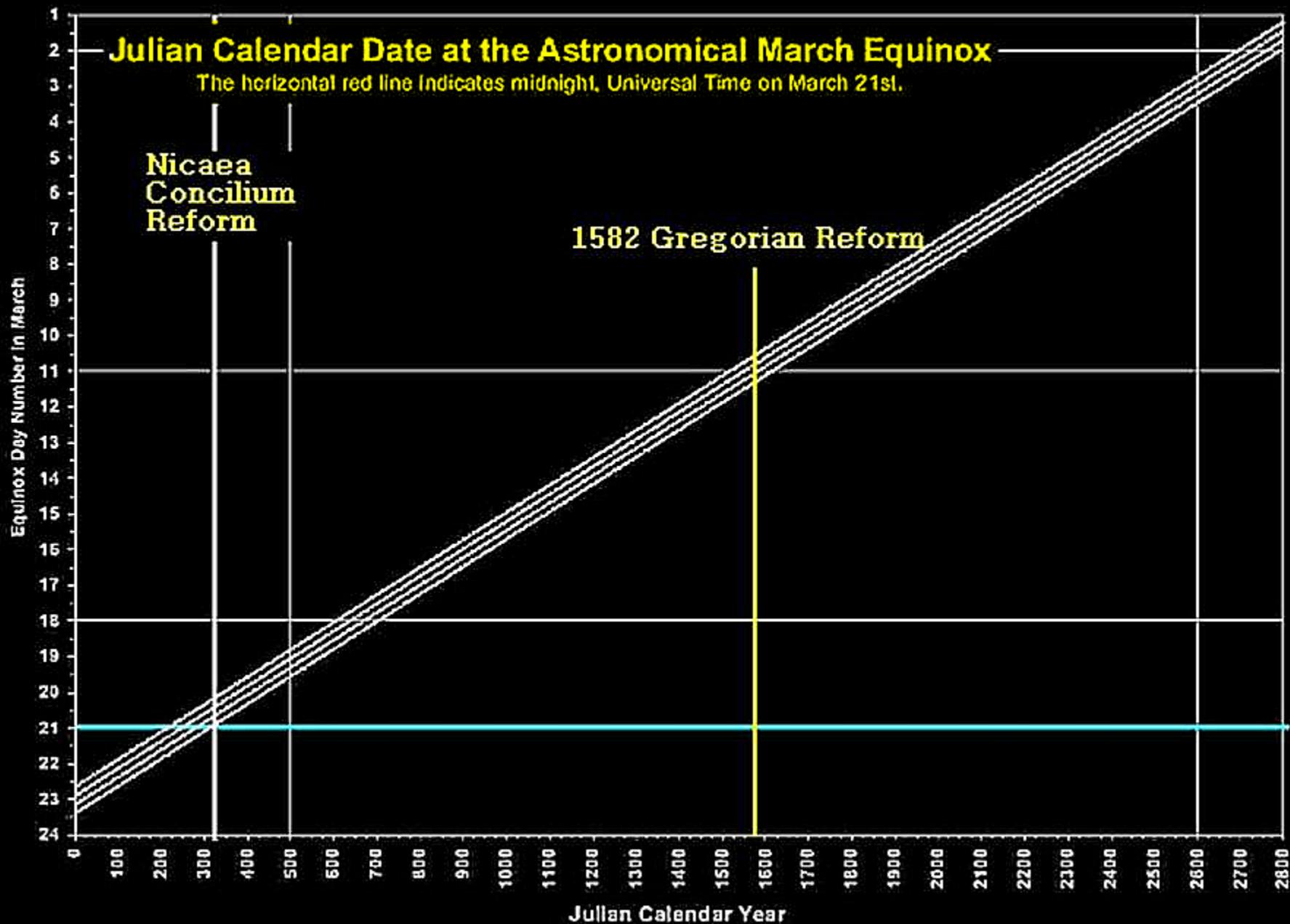
Il 23 Marzo era la data dell'Equinozio di Primavera all'anno $Y=0$ cioè all'anno 1 a.C.

Julian Calendar Date at the Astronomical March Equinox

The horizontal red line indicates midnight, Universal Time on March 21st.

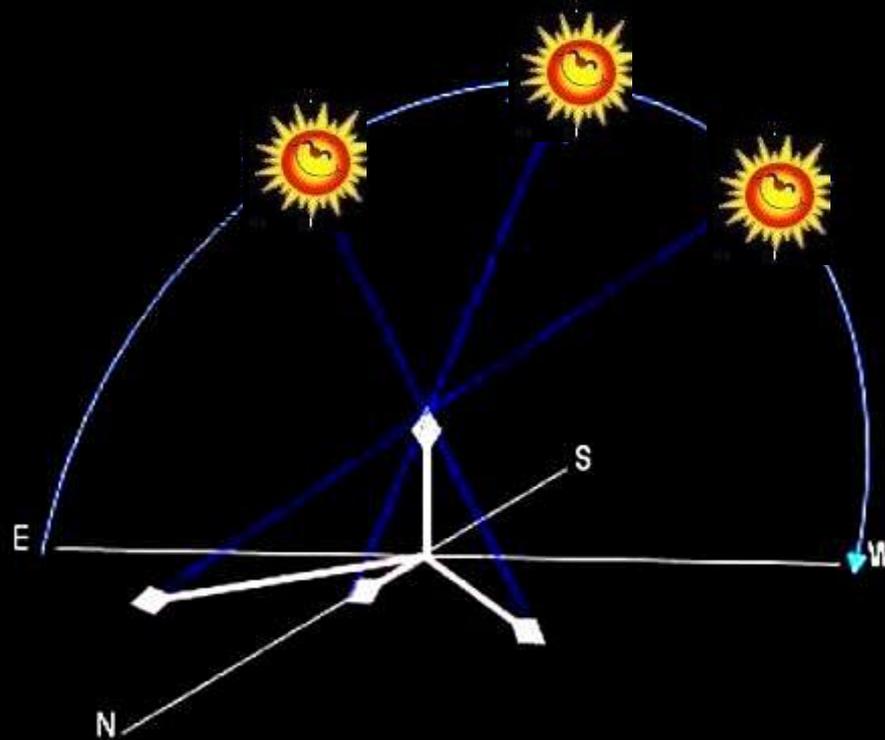


Concilio di Nicea



Orientazione Geometrico-Gnomonica

Materializzazione sul terreno delle direzioni cardinali astronomiche



Il percorso apparente diurno del Sole sulla Sfera Celeste permette, mediante lo studio dell'ombra proiettata da uno gnomone verticale infisso nel terreno, la determinazione delle direzioni cardinali astronomiche.

Variazione della lunghezza dell'ombra proiettata (o del fascio di luce nel caso di un foro gnomonico)

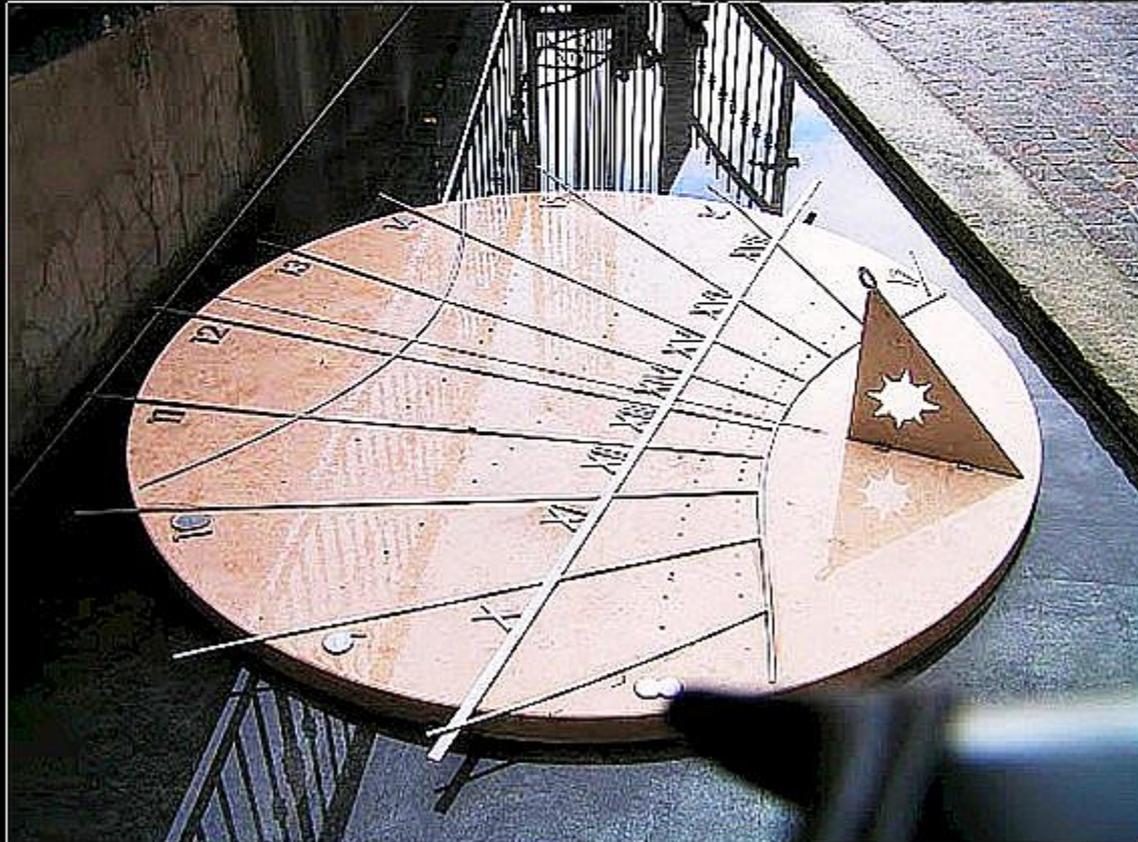
Lunghezza dello Gnomone = 1 m

Latitudine di Milano: $45^{\circ} 27' 49''$



Nel caso delle meridiane orizzontali (tracciate sui pavimenti) la linea meridiana è parallela al meridiano astronomico locale (direzione Nord-Sud).

Nord



Sud

Verso il Polo Nord Celeste

Linea Equinoziale

Est

Nord

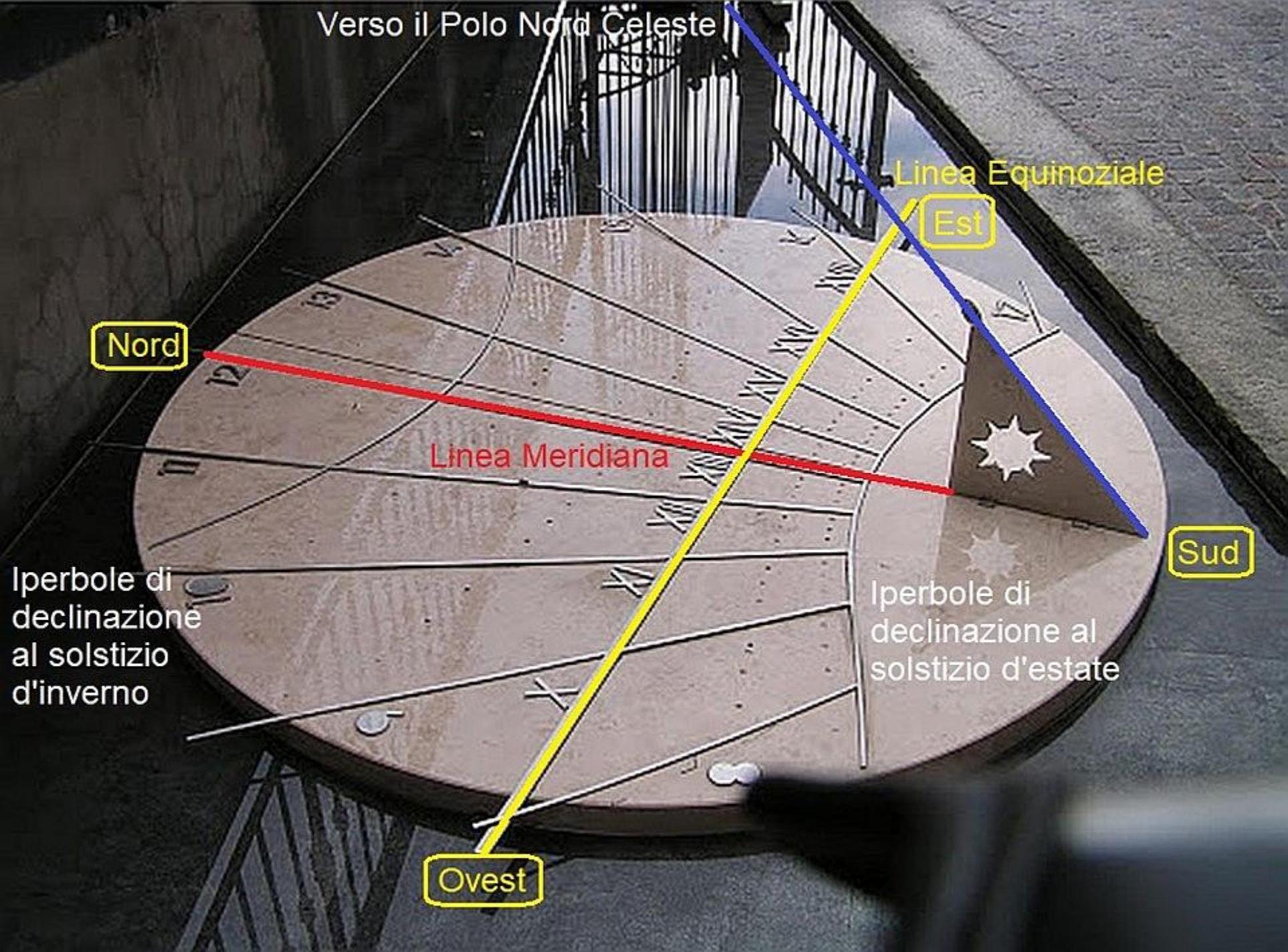
Linea Meridiana

Sud

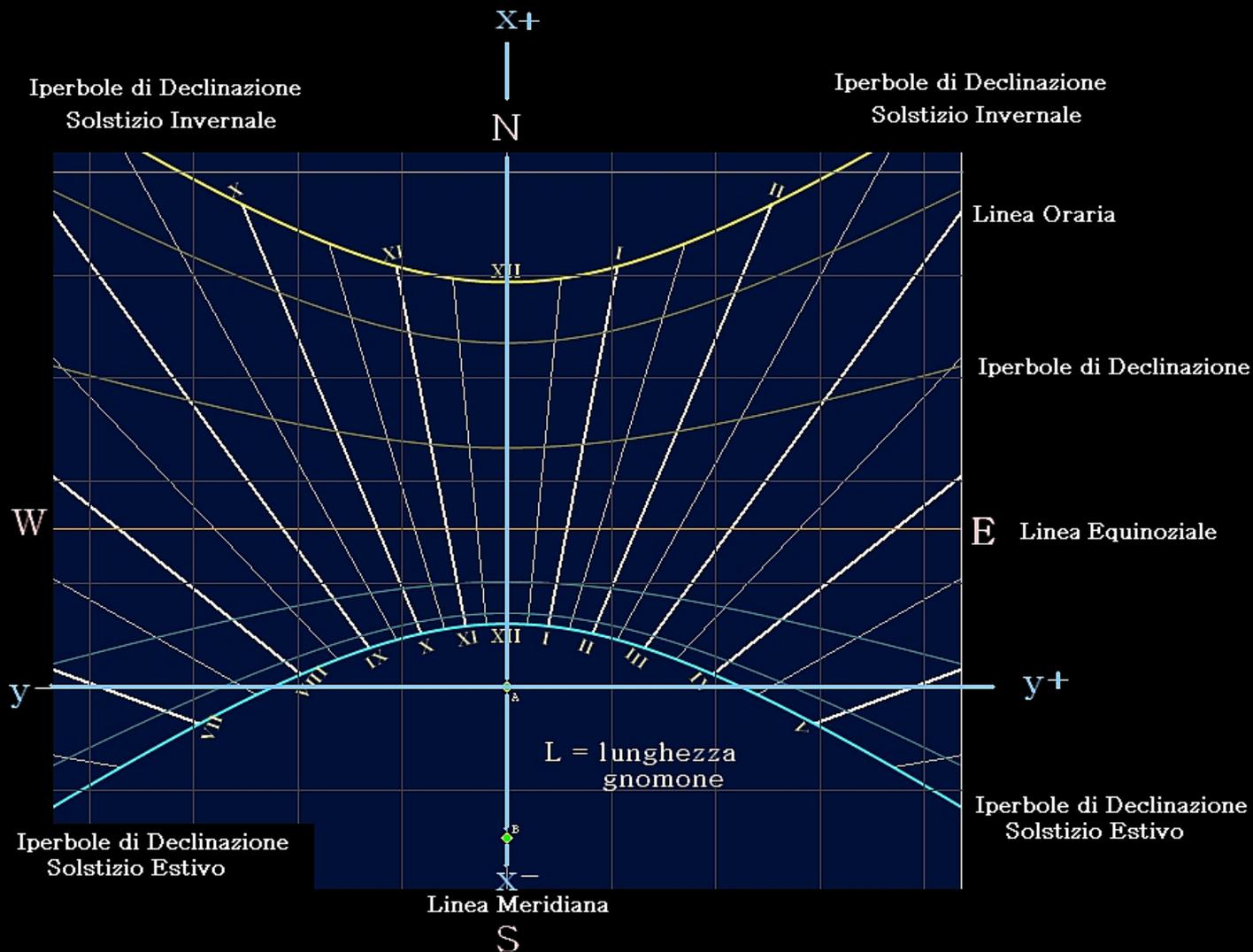
Iperbole di declinazione al solstizio d'inverno

Iperbole di declinazione al solstizio d'estate

Ovest



Equazioni delle Iperboli di Declinazione in un quadrante solare orizzontale



A = Piede dello Gnomone ; B = Punto Substilare

Stabilito il sistema di coordinate centrato nel piede dello gnomone A con la x positiva nella direzione Nord del meridiano astronomico locale e la y positiva nella direzione Est della linea equinoziale locale, ciascuna iperbole di declinazione avrà equazione la seguente equazione cartesiana:

$$\frac{(x - c)^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

I coefficienti a , b , c dipendono dalla latitudine geografica ϕ del luogo in cui il quadrante orizzontale è costruito e dalla declinazione δ del Sole che definisce ciascuna iperbole di declinazione.

$$a = \frac{L \cotan(\phi) \sin(\phi) \tan(\delta)}{\cos^2(\phi) - \sin^2(\phi) \tan^2(\delta)}$$

$$b = \frac{L \cotan(\phi) \sin(\phi)}{\sqrt{\cos^2(\phi) - \sin^2(\phi) \tan^2(\delta)}}$$

$$c = \frac{L \cotan(\phi) \cos(\phi)}{\cos^2(\phi) - \sin^2(\phi) \tan^2(\delta)}$$

La declinazione del Sole può essere calcolata con:

$$\delta = \varepsilon \sin(30 m + d - 111^\circ)$$

con $\varepsilon = 23^\circ,5$

Agli equinozi ($\delta = 0$) le iperboli di declinazione degenerano in una retta e i parametri dell'iperbole equinoziale degenera sono:

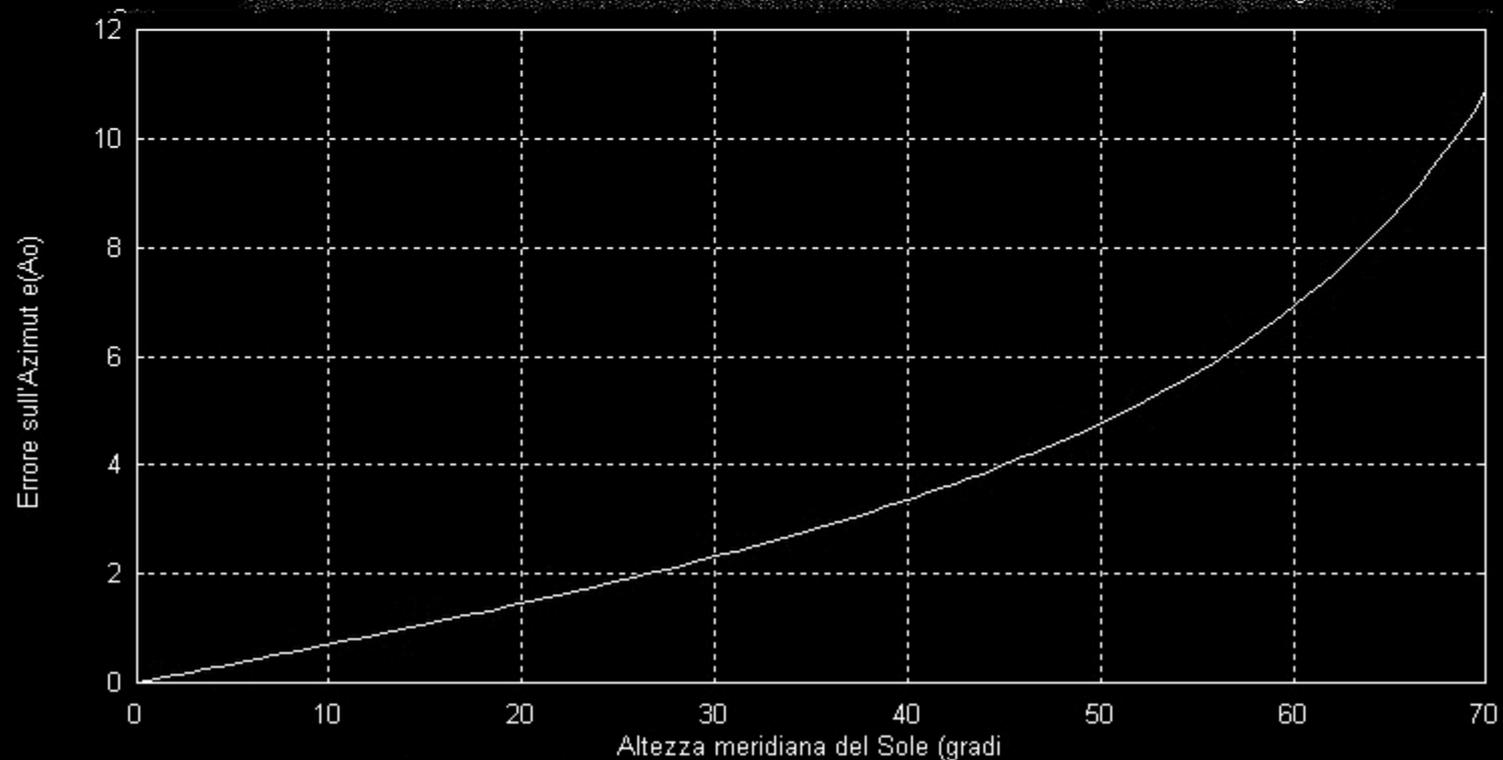
$$a = \sec^2(\phi) ; b = L ; c = L \sin(\phi)$$

Un metodo semplice per determinare le direzioni cardinali era quello di determinare la direzione dell'ombra più corta durante la giornata (cioè il mezzodì vero e locale

Errore di determinazione della direzione polare/meridiana mediante la stima della direzione dell'ombra più corta durante la giornata

Uno dei metodi per stabilire la direzione polare/meridiana è quello di determinare sperimentalmente la direzione dell'ombra più corta durante la giornata mediante una stima visuale. L'errore che si compie a causa della lentezza dello spostamento dell'ombra varia a secondo della declinazione del Sole, e quindi della stagione durante l'anno e della latitudine geografica.

Errore di determinazione della linea meridiana con la stima dell'ombra più corta durante la giornata



Una buona valutazione dell'errore in azimut $|e(A_n)|$ è la seguente:

$$|e(A_n)| = \text{atan}(0,07 \cdot \tan(h_0))$$

(in gradi)

dove h_0 è l'altezza meridiana del Sole.

L'altezza meridiana locale del Sole è data da:

$$h_0 = (90^\circ - \phi + \delta)$$

(in gradi)

dove:

ϕ = latitudine geografica del piede dello gnomone

δ = declinazione del Sole

Declinazione del Sole durante l'anno

Avviene allora che la declinazione del Sole può essere calcolata con:

$$\mathcal{S}_O(t) = \varepsilon \cdot \sin\left[\frac{360^\circ}{365} \cdot (t - t_0)\right] + \dots$$

oppure con:

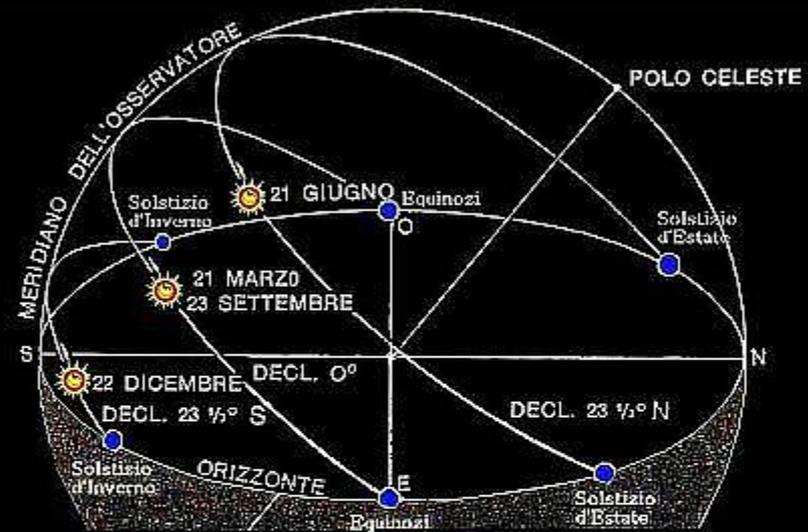
$$\mathcal{S}_O(t) = \varepsilon \cdot \sin\left[30 \cdot m + d - t_0\right] + \dots$$

(con la funzione $\sin()$ calcolata in gradi)

dove: m = numero d'ordine del mese contato da Gennaio (Gen=1, Feb=2, ..., Dic=12)

d = numero del giorno entro il mese

ε = obliquità dell'eclittica (attualmente $\varepsilon = 23^\circ.45$)



Di fatto il termine:

$$\alpha_O = (30 \cdot m + d - t_0)$$

è l'ascensione retta approssimata α_O del Sole espressa in gradi.

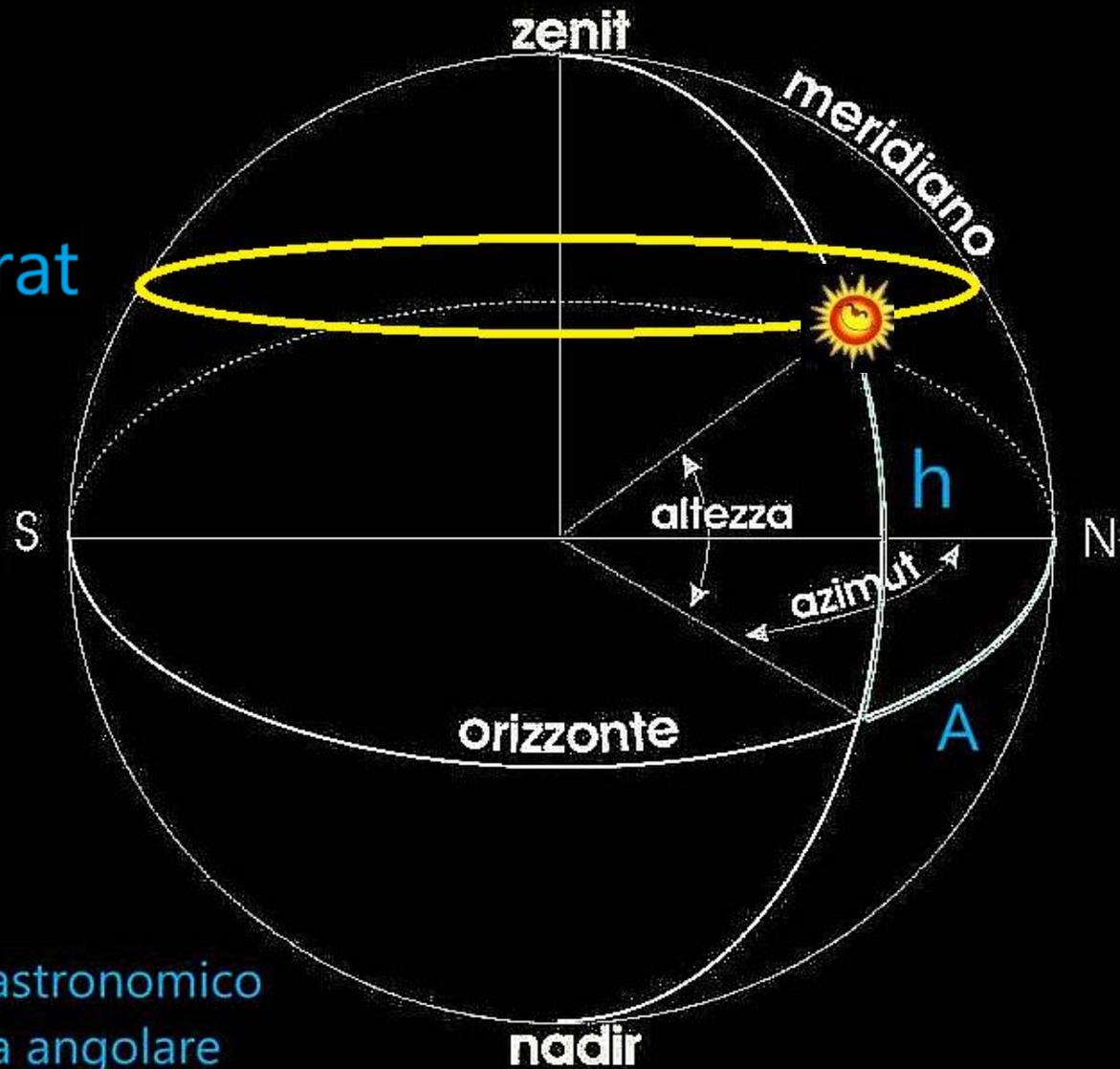
Il Cerchio Indiano

Metodo delle uguali altezze solari

Metodo dell'Almucantarato

Coordinate Altazimutali

Almucantarato



A = Azimut astronomico
 h = Altezza angolare

Il *praci* : la formulazione
originale vedica

Origine del "Cerchio Indiano"

Questo

metodo corrisponde di fatto ad un rito molto antico risalente all'India Vedica 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 रज्वा
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”.

Una simile descrizione la troviamo anche nel *Tantrasamuccaya* che è un antico testo indiano di architettura ed in altri testi Tantra in relazione alla costruzione degli edifici sacri (*mandapas*) e ai focolari sacri (*kundas*) . Inoltre nel *Kātyāyana* è descritto un ulteriore passo per determinare la “*udīcī*” cioè la linea meridiana locale dopo che il *prācī* è stato stabilito.

Ma c’è di meglio. Secondo il codice indù *Nānasāra-Shilpa-Shāstra*, nel quadrato di base, lo «spirito del luogo» (*vāstu-purusha*) è immaginato come un uomo disteso in modo che la testa sia rivolta a oriente, mentre la mano destra raggiunge l’angolo sud-est, la mano sinistra l’angolo nord-est, e i due piedi divaricati gli angoli sud-ovest e nord-ovest; è un uomo coricato con il viso rivolto a terra. Si suppone che il centro del suo corpo ricopra il punto centrale consacrato a Brahma. Secondo questa immagine ogni tempio è simbolicamente il corpo di *Purusha*, lo Spirito Universale... Il tempio cristiano è tradizionalmente a forma di croce e l’uomo rappresenta simbolicamente il Crocifisso, rivolto al cielo, il viso reclinato a sinistra e i piedi uniti.

Origine del "Cerchio Indiano"

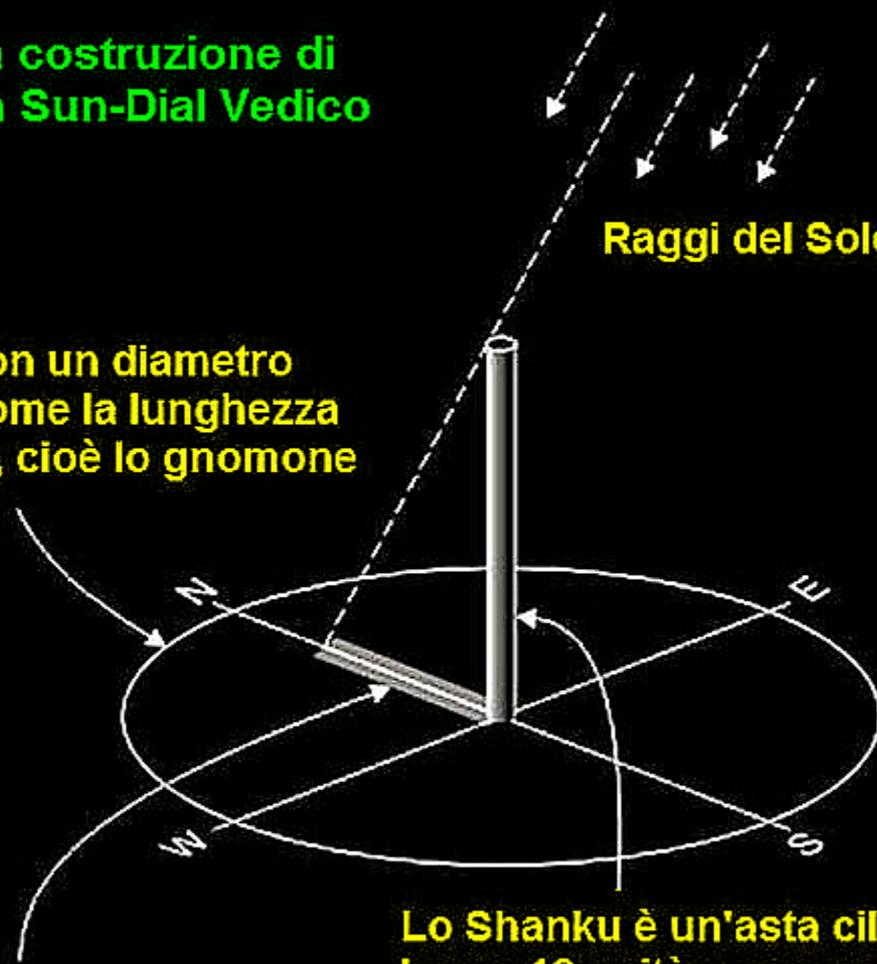
La costruzione di
un Sun-Dial Vedico

Raggi del Sole

Un cerchio con un diametro
di 12 unità, come la lunghezza
dello Shanku, cioè lo gnomone

L'ombra dello Shanku
(gnomone) proiettata
dal Sole

Lo Shanku è un'asta cilindrica
lunga 12 unità e con un diametro
di 2 unità posizionata verticalmente
al centro del cerchio tracciato
sul terreno



La formulazione europea (Medioevo)

Gerbert d'Aurillac (Silvestro II, papa, 999-1004)



Silvester s. natione gallicus adolescens p. in floricensi mo.
nasterio in Aureliana diocesi monachus. Postea vero Pont. ad
S. Petri. 1. 4. Sedit An. 4. men. 1. Die. 2.
Anno dñi 997.



Il Papa Silvestro II (Gerberto d'Aurillac) rappresentato in una lunetta affrescata da un pittore anonimo bergamasco nel XVI sec., presente nel Chiostro Superiore del Priorato di San Giacomo Maggiore a Pontida (BG).

INCIPIIT 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 pluribus scriptorum suorum locis satis superque disputatum beatus et eloquentissimus Ecclesiæ doctor, Augustinus, in nonnullis libris suis, et præcipue in qui De quantitate animæ inscribitur, copiose dicitur: Ubi etiam tantis oculum corporearum rerum imaginationibus obtusum per talium artium exercitia ad spiritualia veraque utcumque contemplanda modicum purgari et exacui ostendit. Sed prudens, si qui hoc forte vel aspicere dignati fuerint, lædiosum non sit, si a solido corpore, quod communi hominum sensui notius est, præpostero imperiens ordine simplicioribus, quid hæc singula paucis tentabo monstrare.



De natura triangulorum.

Illud quoque in his triangulis speculari, quod juxta supradictam superius angulorum quantitatem in omni trigono ampligonio exterior, id est hebes angulus major est utrisque interioribus, id est acutis in ipso scilicet ampligonio trigono ex aduerso constitutis, ipsique duo non solum exteriore sed etiam recto angulo minores probantur, ut in hoc:



In omni quoque triangulo duo anguli quoquomodo sumpti duobus rectis angulis minores sunt.

In omni etiam triangulo minus latus majorem angulum, majus vero minorem efficit.

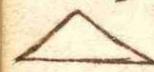
Si in quolibet trianguli latere a finibus lateris duae rectae lineae introrsum inclinatae angulum faciant, ipsae quidem caeteris trianguli lateribus minores sunt; angulum vero majorem efficiunt ita:



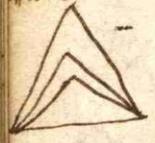
In omni orthogonio triangulo, solus rectus angulus duobus reliquis interioribus, id est acutis, probatur aequalis. In oxygonio autem tres interiores, id est acuti singuli duobus rectis angulis aequi sunt, et omnino in omnibus triangulis idem evenit, ut tres



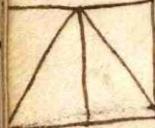
id diuide
duos partes
una a part
alce + ma
rinoz ma
inori.



id recto ma
spic ad p
mum.



id ad recto ma



aeq̄lib. tero ineq̄li. i om̄ib. ineq̄lib. latib. solent
formari *lib. de natura triangulorum.*
Illud q̄q̄ in his triangulis speculari qd̄ iuxta
sup̄dictā sup̄i angulo q̄ntitatē in om̄i trigo
no ampligonio exterior. id ē hebes angulus
maior ē utrisq̄ interiorib. id ē acutis. in ip
so scilicet ampligonio trigono ex aduerso constitutis.
ipsiq̄ duo n̄ solū exteriorē s; etiā recto angu
lo minores p̄bant ut in hoc. **I**n om̄i q̄q̄
triangulo. duo anguli q̄quom̄ sup̄i. duob̄
rectis angulis minores sunt. **I**n om̄i etiā tri
angulo. min̄ lat̄ maiorē angulū. maī ū mi
nore efficit. Si in quibet triangulo latere. a fi
nib. lat̄is duae rectae lineae introrsū inclinate
angulū faciant. ipse qd̄ ceteris trianguli late
rib̄ minores s̄t. angulū ū maiorē efficiunt
ita. **I**n om̄i orthogonio triangulo. solus rect̄
angul̄s. duob̄ reliq̄ interiorib. id ē acutis. p
batur aeq̄lis. in oxygonio aut. tres interiores.
id ē acuti anguli. duob̄. rectis angulis aeq̄ s̄t.
i omnino in om̄ib. triangulis idē euenit. ut
tres eorū anguli. duob̄. rectis angulis sint
aeq̄. Nā in apligonio. quantū exterior. id ē

daI GEOMETRIA GERBERTI

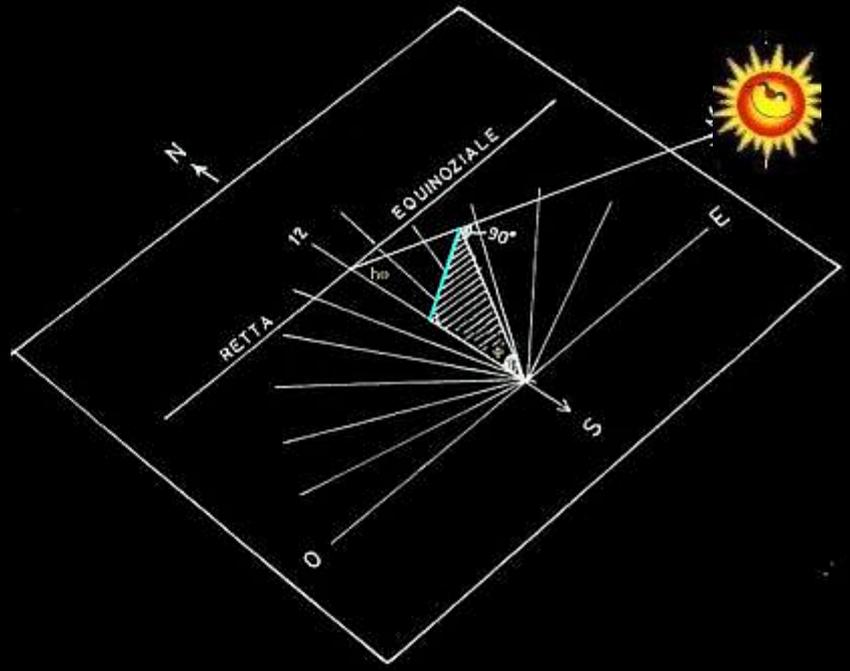
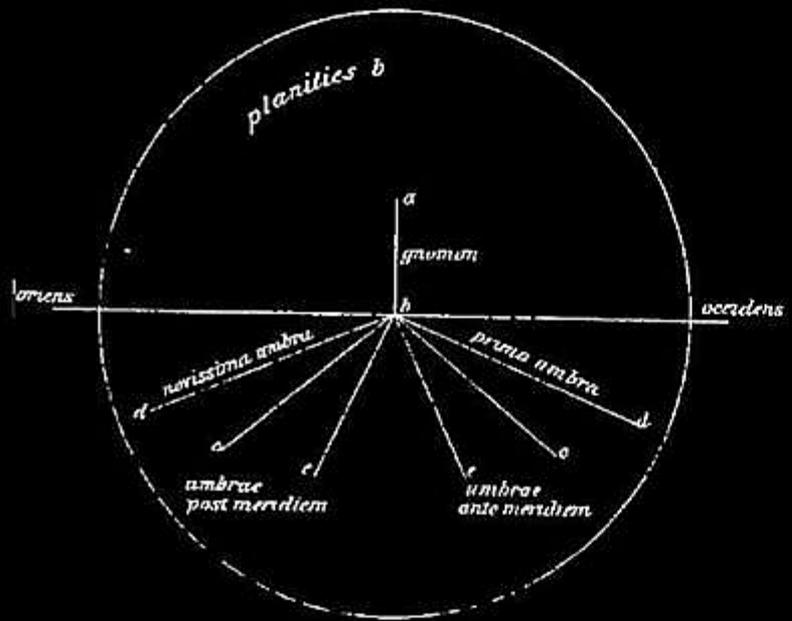
Optimum est ergo umbram horæ sextæ deprehendere, et ab ea limitem inchoare, ut sint semper meridiano tempore ordinati, sequitur, ut orientis occidentisque linea huic normaliter conveniat. Scribamus primum circulum in terra loco plano, et in puncto ejus sciotherum ponemus, cujus umbra et intra circulum 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 nor-
 maliter comprehendemus, qua^s latitudine altera ab altera distent.
 Si ante^h meridiem constituamus, prima umbra erit longissima.
 Si post meridiem, novissima. Has deindeⁱ umbras proportione
 ad multiplicationem in tabula describemus^k, et sic in terram^l
 servabimus. Stat^m igitur gnomon *ab* planitieⁿ *b*. Tollamus maxi-
 mam umbram et^o in planitie notemus signo *d*, sic et terram
 signo *e*, ut sint in pari^p proportione 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

daI GEOMETRIA GERBERI



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

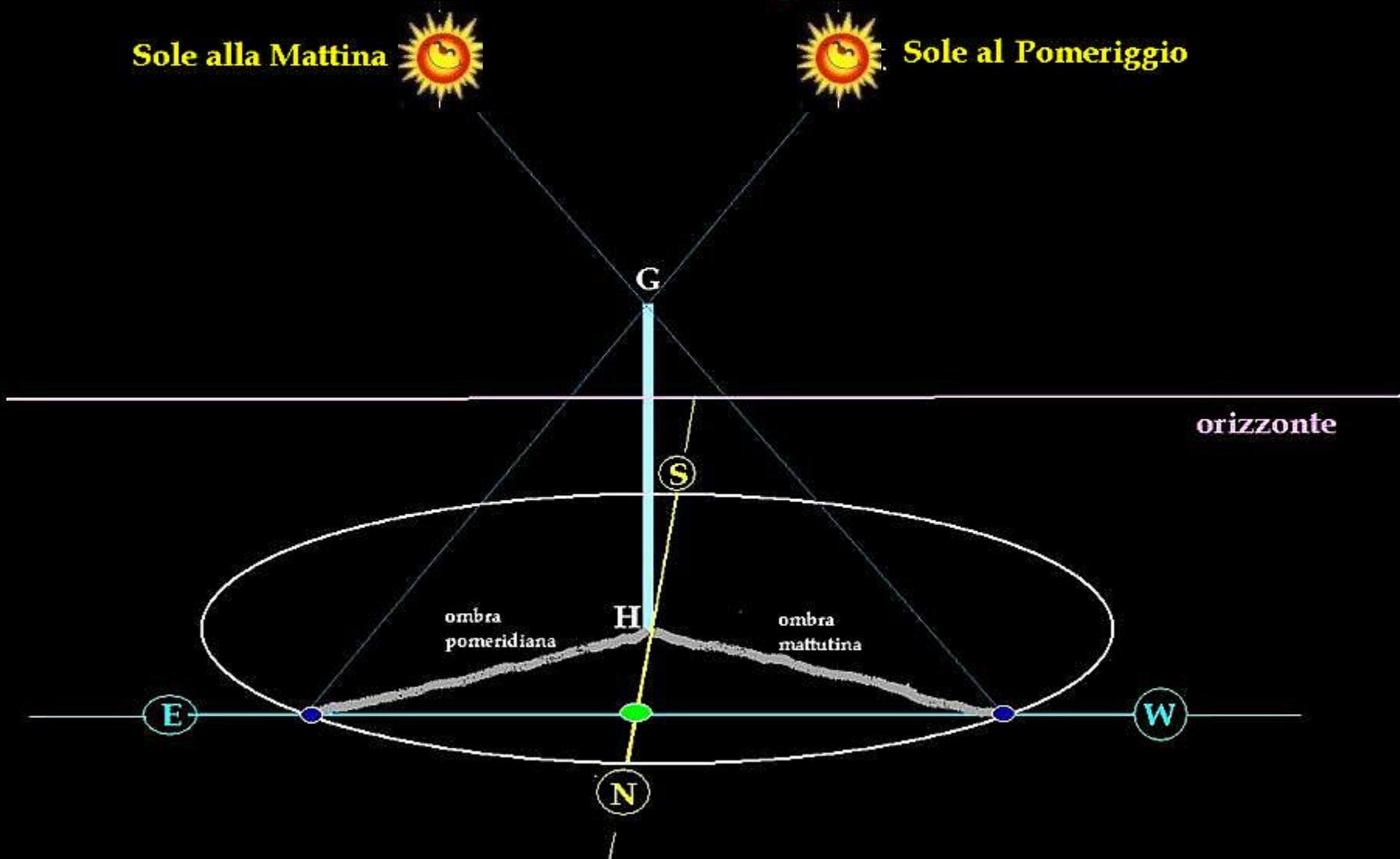
Formulazione romana (Gromatici)

Metodo pratico per determinare la direzione equinoziale

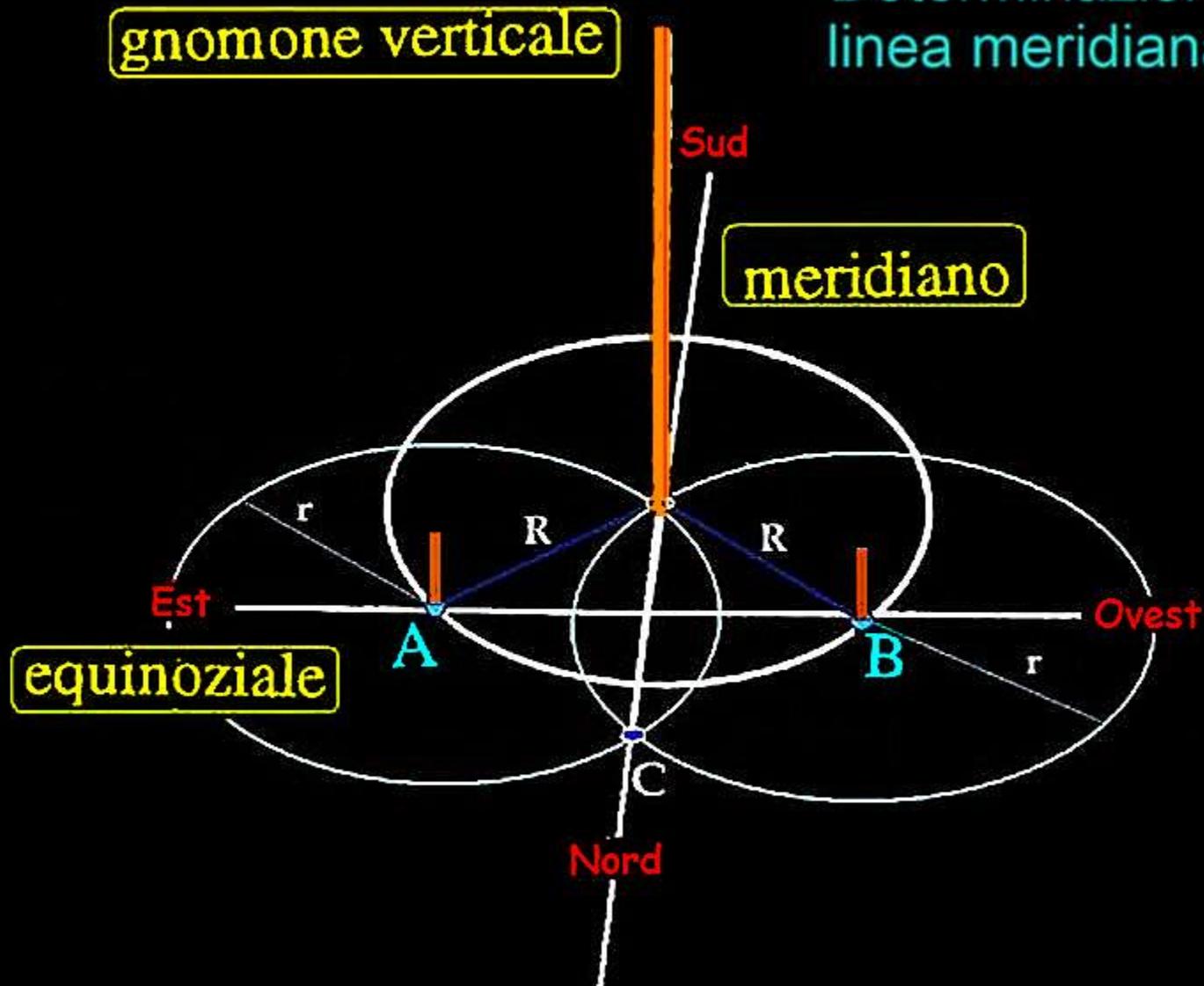
Sole alla Mattina

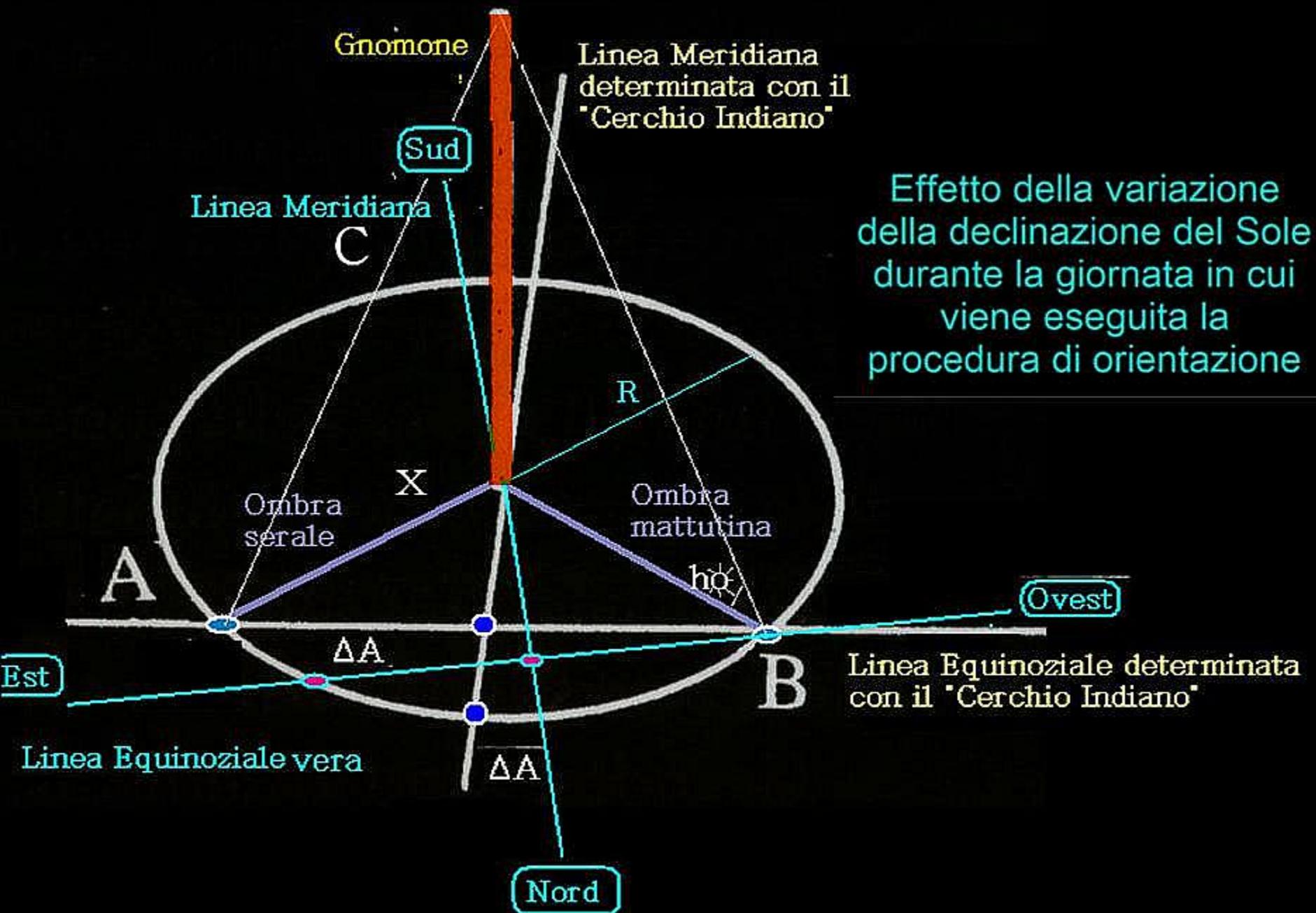


Sole al Pomeriggio

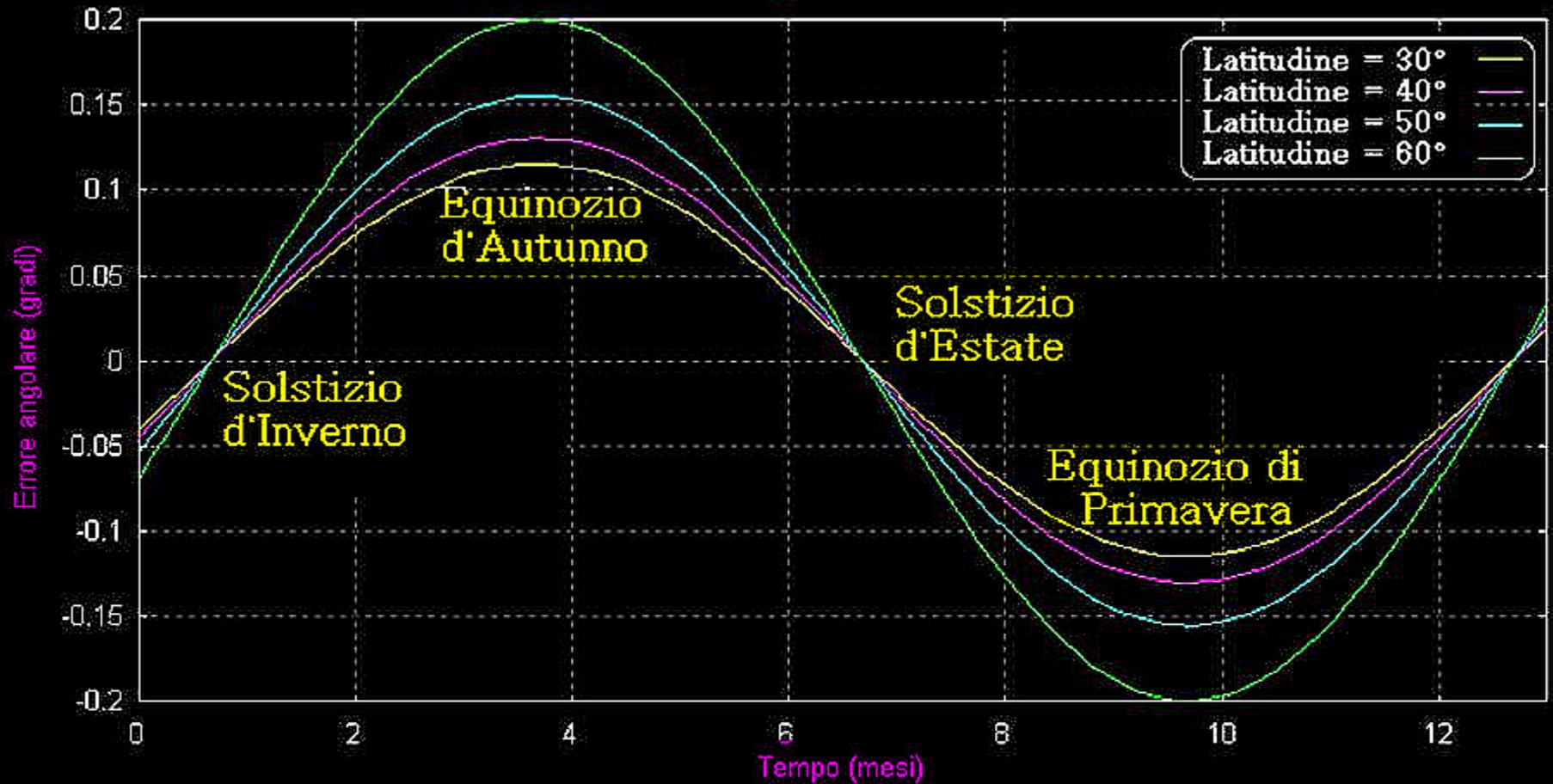


Determinazione della
linea meridiana (N-S)





Effetto delle variazioni della declinazione del Sole durante la giornata



Errore angolare (in gradi) tra le direzioni astronomiche ottenute mediante il "Cerchio Indiano" e le corrispondenti vere a causa della variazione della declinazione del Sole durante l'intervallo di tempo tra i due contatti tra l'ombra dello gnomone ed il cerchio tracciato sul terreno, durante il corso dell'anno.

Errore di Orientazione con il "Cerchio Indiano"

L'errore $e(Az)$ sulla determinazione dell'Azimut astronomico delle direzioni cardinali utilizzando il metodo del Cerchio Indiano è valutabile in funzione dell'altezza meridiana locale del Sole.

$$e(Az) = \frac{1,12}{\sqrt{L}} \sqrt{\tan(h_0)}$$

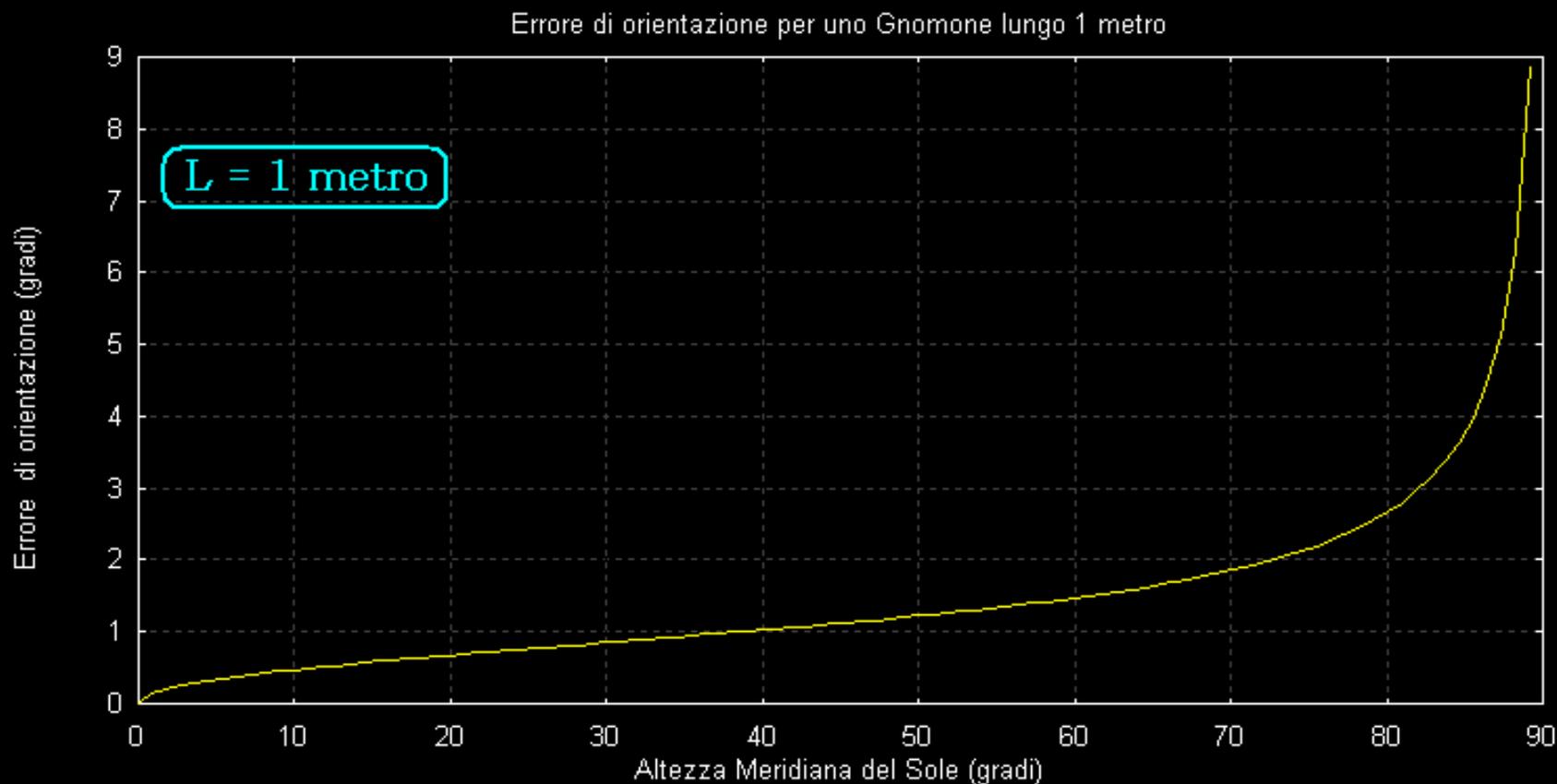
dove:

$e(Az)$ = errore sull'azimut delle direzioni cardinali determinate con il metodo del "Cerchio Indiano" (in gradi)

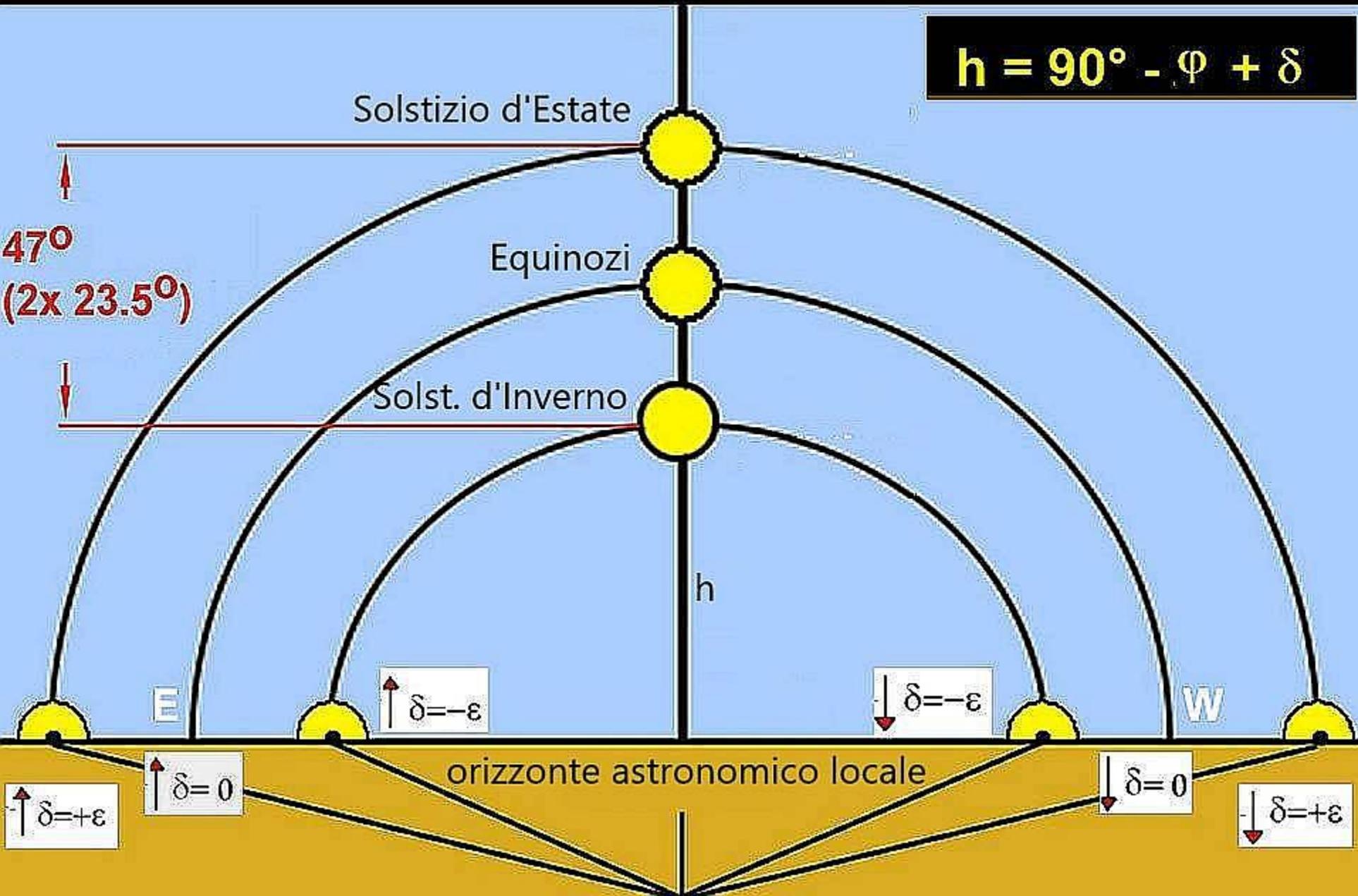
L = lunghezza dello gnomone (in metri)

h_0 = altezza meridiana locale del Sole

Errore di Orientazione con il "Cerchio Indiano"



Culminazione Solare (Mezzodì vero e locale)



Errore di Orientazione con il "Cerchio Indiano"

L'errore $e(Az)$ sulla determinazione dell'Azimut astronomico delle direzioni cardinali utilizzando il metodo del Cerchio Indiano è valutabile in funzione dell'altezza meridiana locale del Sole.

$$e(Az) = \frac{3^\circ}{5 L} \tan(h_0/2)$$

dove:

$e(Az)$ = errore sull'azimut delle direzioni cardinali determinate con il metodo del "Cerchio Indiano" (in gradi)

L = lunghezza dello gnomone (in metri)

h_0 = altezza meridiana locale del Sole

L'altezza meridiana locale del Sole è data da:

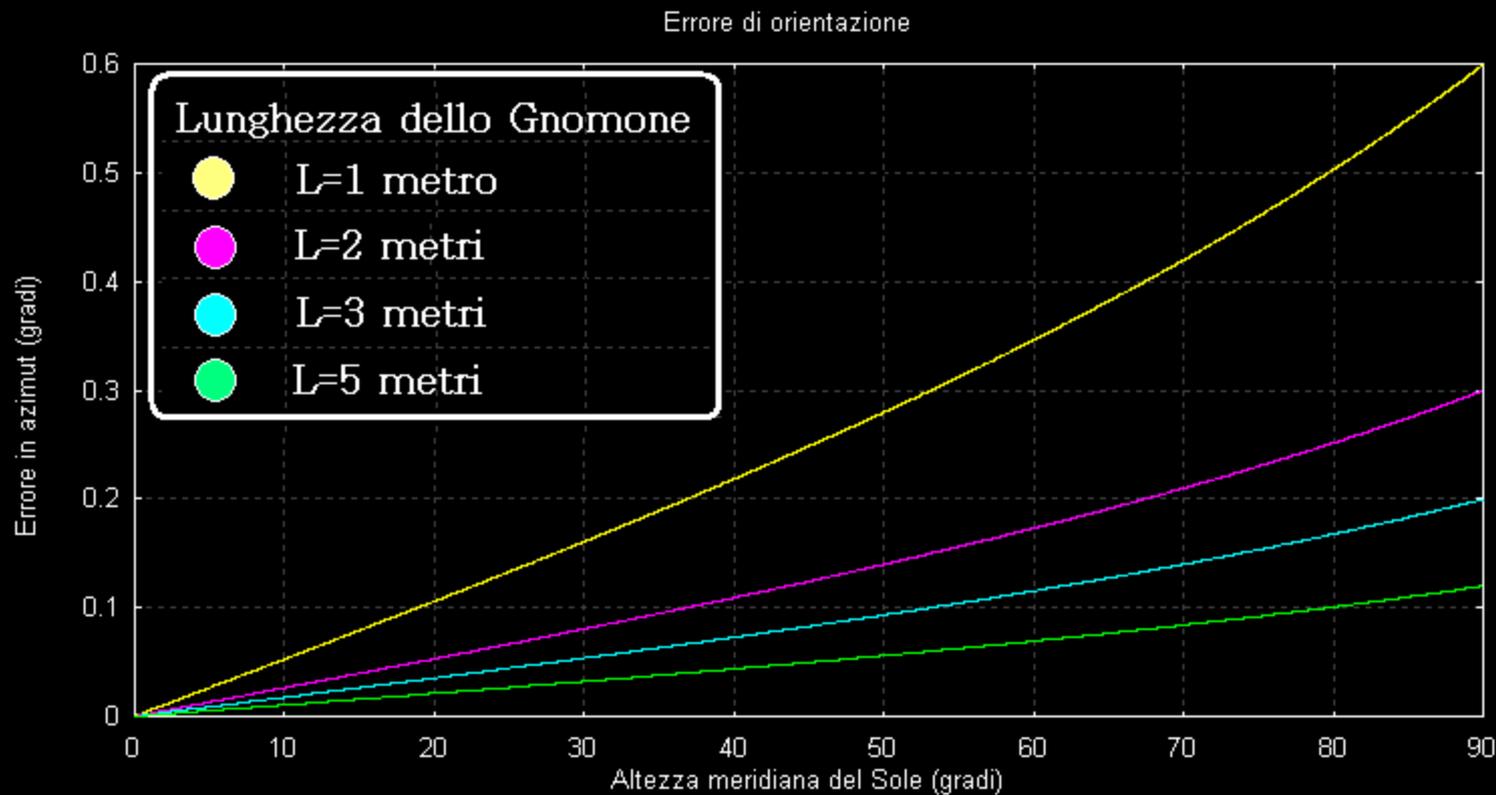
$$h_0 = (90^\circ - \phi + \delta)$$

dove:

ϕ = latitudine geografica del piede dello gnomone

δ = declinazione del Sole

Errore di Orientazione con il "Cerchio Indiano"



Errore di Orientazione con il "Cerchio Indiano"

L'errore $e(Az)$ sulla determinazione dell'Azimut astronomico delle direzioni cardinali utilizzando il metodo del Cerchio Indiano è valutabile (in gradi) con:

$$e(Az) = \frac{180^\circ}{\pi \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{q}{R}$$

dove:

$e(Az)$ = errore sull'azimut delle direzioni cardinali determinate con il metodo del "Cerchio Indiano" (in gradi)

R = raggio del cerchio tracciato sul terreno (in metri)

q = spessore lineare (in metri) della linea tracciata sul terreno che materializza il cerchio

Il raggio del cerchio dipende dalla lunghezza L dello gnomone che proietta l'ombra e dalla declinazione δ_0 del Sole alla data in cui si esegue il tracciamento sul terreno:

Il raggio del cerchio dipende dalla lunghezza L dello gnomone che proietta l'ombra e dalla declinazione δ_{\odot} del Sole alla data in cui si esegue il tracciamento sul terreno:

$$R = \frac{L}{\tan(45^{\circ} + \frac{1}{2} \cdot (\delta_{\odot} - \phi))}$$

dove la declinazione δ_{\odot} del Sole può essere approssimata nel modo seguente:

$$\delta_{\odot} = 23.5 \sin(30 \cdot m + d - T_0)$$

con:

m = mese dell'anno partendo da Gennaio; (Gennaio: $m=1$; Febbraio: $m=2$; etc.)

d = giorno del mese (0,..31)

e:

$$T_0 = 112.8 - 7.49 \cdot (Y/1000)$$

dove Y è l'anno in cui è avvenuto il tracciamento del cerchio sul terreno (esempio: $Y=2016$). Questa formula è valida per il calendario Giuliano.

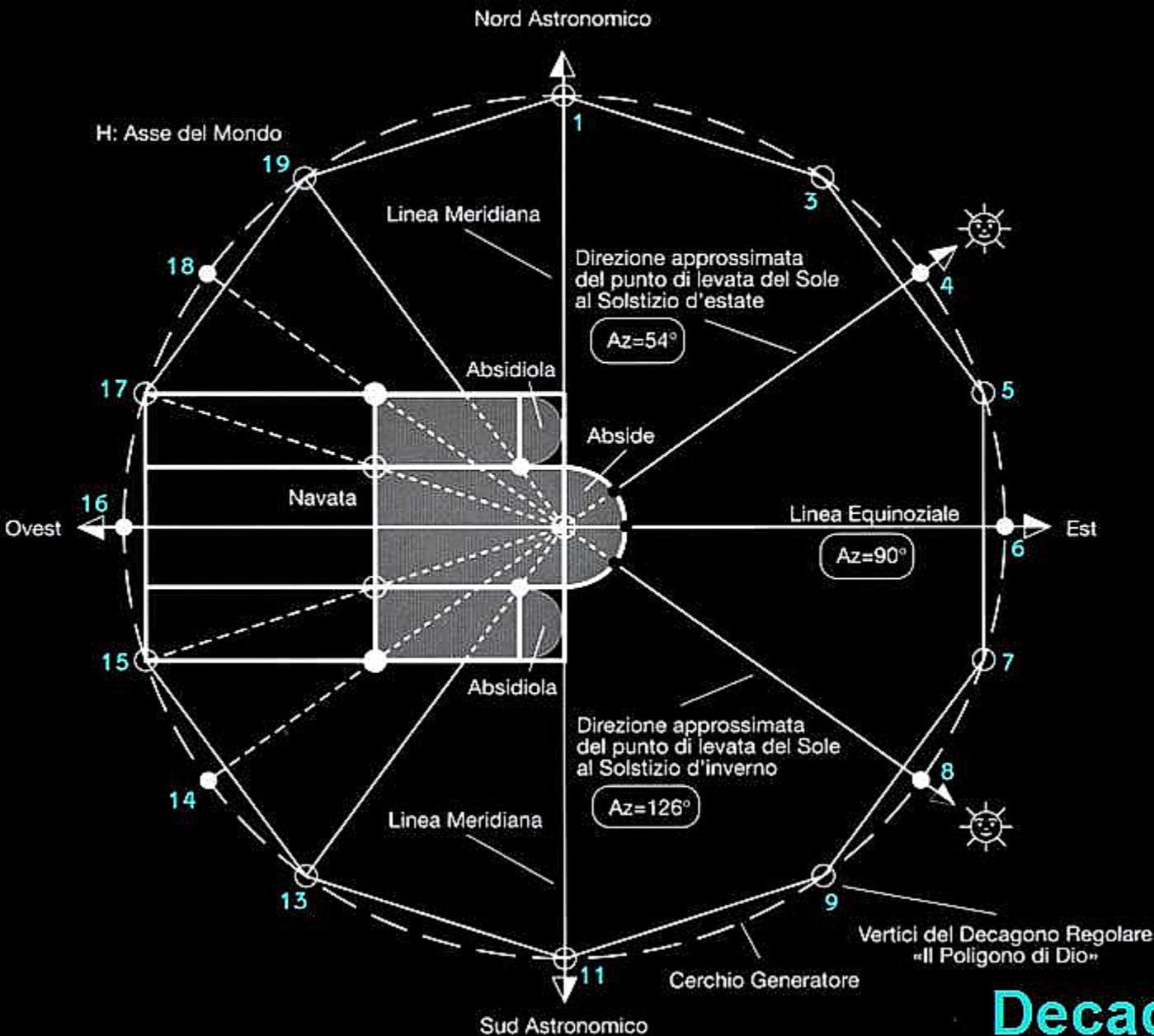
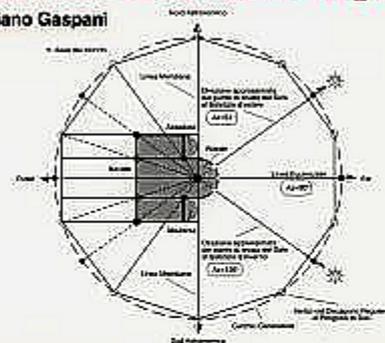
Per il calendario Gregoriano, in virtù dei continui aggiustamenti, si ha: $T_0=111^{\circ}$ costante

Il valore di T_0 dipende dall'anno Y e la formula riportata è valida prima del 1582, anno della riforma giuliana del calendario. Dopo il 1582 il valore di T_0 è fisso a $T_0=111^{\circ}$ indipendentemente dall'anno; quindi per l'anno 2016 abbiamo $T_0=111^{\circ}$

Le direzioni solstiziali solari

Astronomia e geometria nelle antiche chiese alpine

Adriano Gaspari



Sole

Decagono Regolare

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

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	Latitudine ϕ (gradi)				
	A_m	+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

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°

direzione approssimata del sorgere della Luna al lunistizio intermedio inferiore

Az=117°

direzione approssimata del sorgere della Luna al lunistizio estremo inferiore

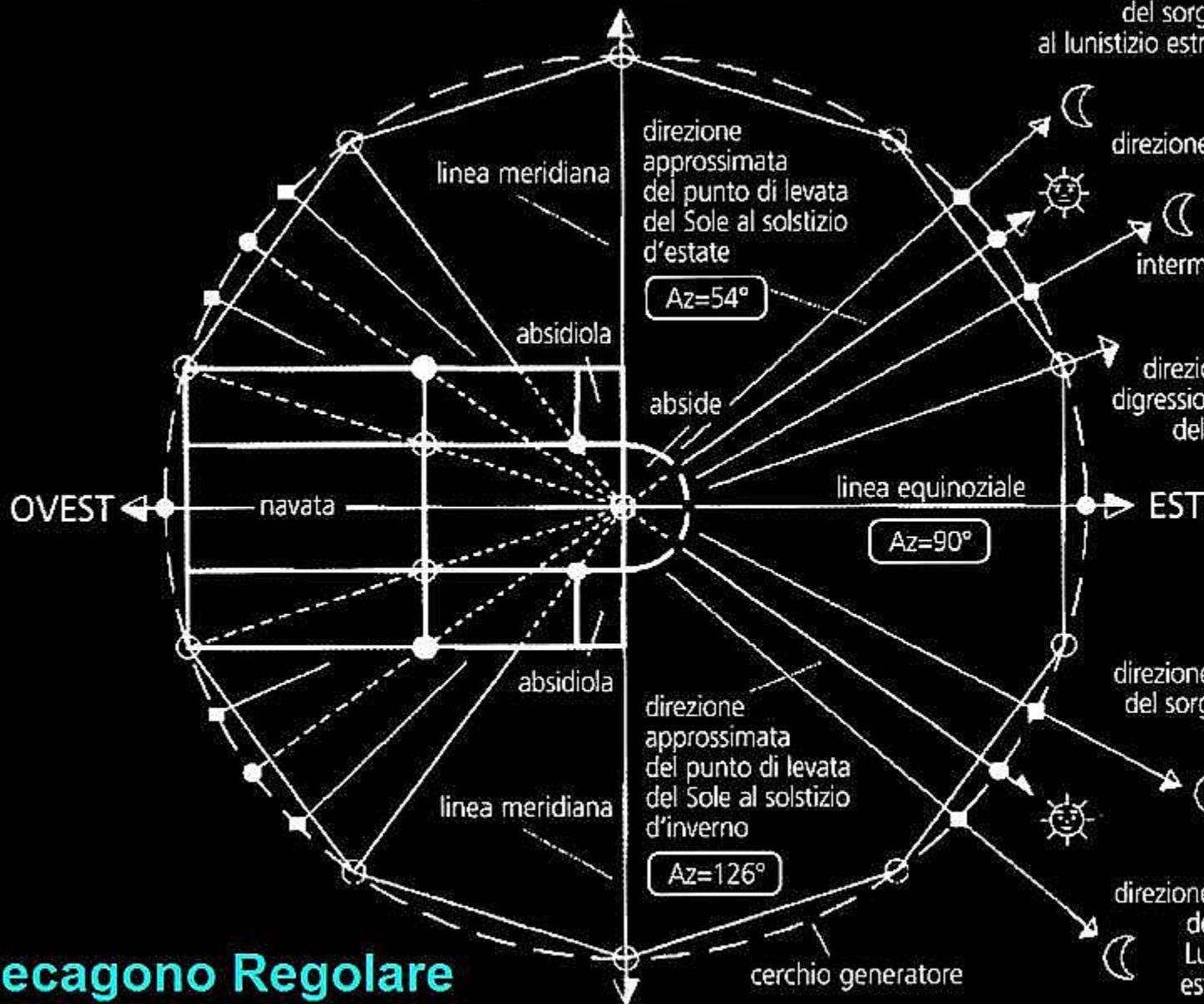
Az=135°

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°

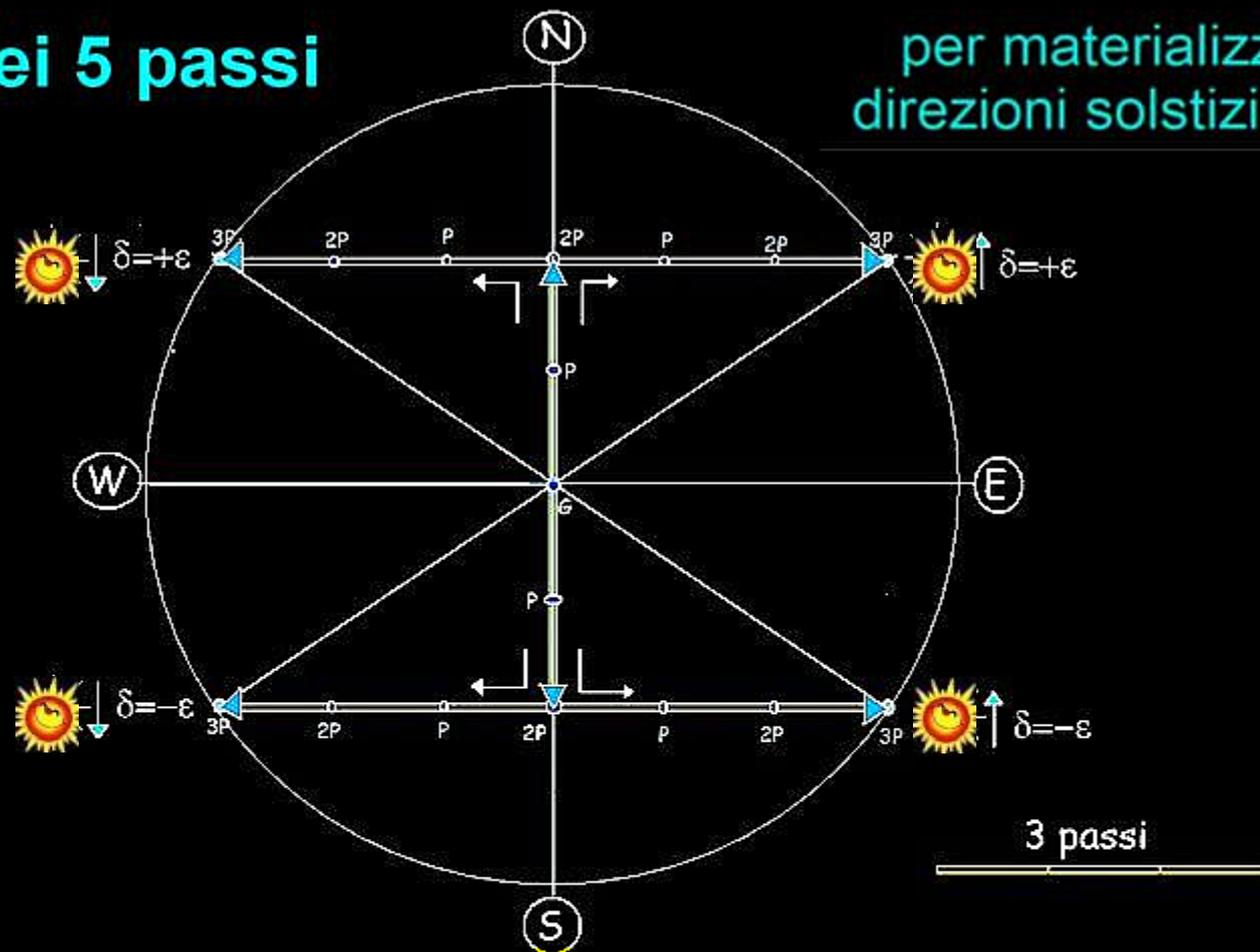


Decagono Regolare
Sole+Luna

SUD ASTRONOMIC

Metodo dei 5 passi

per materializzare le
direzioni solstiziali solari



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

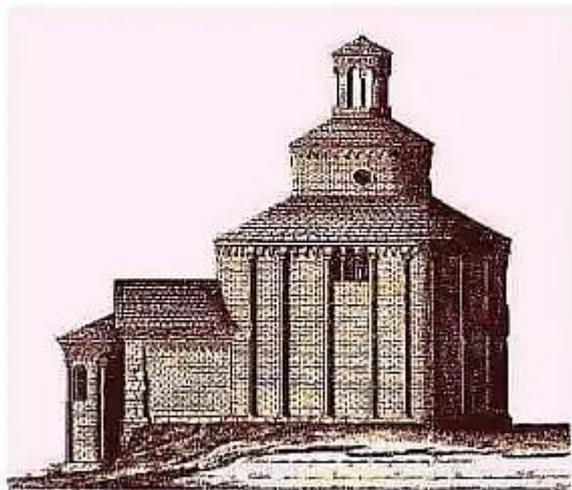
G è il punto di partenza dal quale si percorre un numero opportuno di passi P in avanti, indietro, a destra ed a sinistra. Alla latitudine nord-italica e centro-europea la combinazione: 2 passi nella direzione meridiana e 3 passi nella direzione equinoziale produce buone stime delle direzioni delle levate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

per approfondire:

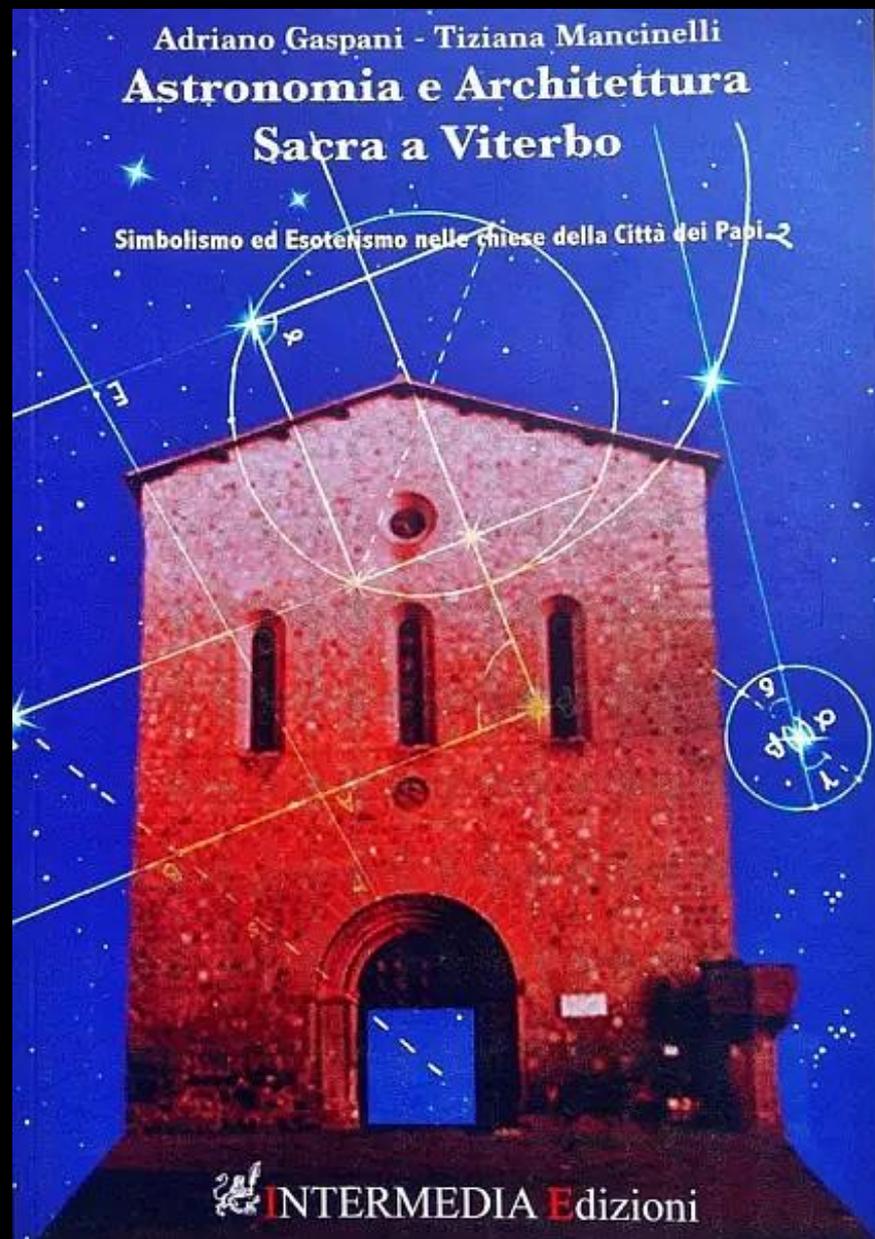
Adriano Gaspani

S. TOMÈ

Astronomia, Geometria e Simbolismo
Cosmico in una chiesa romanica



Collana Chimera



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

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

