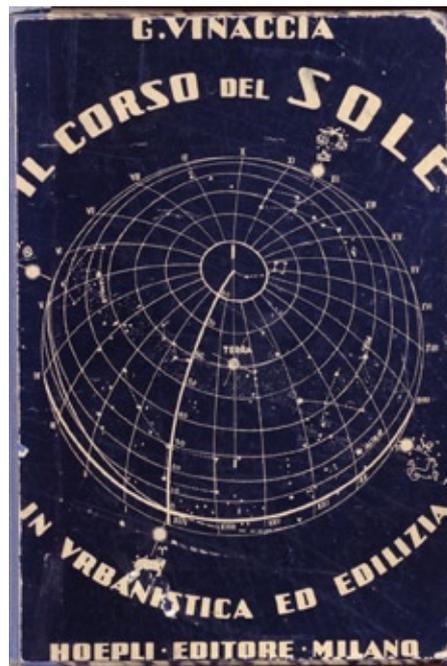


GAETANO VINACCIA
IL CORSO DEL SOLE
IN URBANISTICA ED EDILIZIA

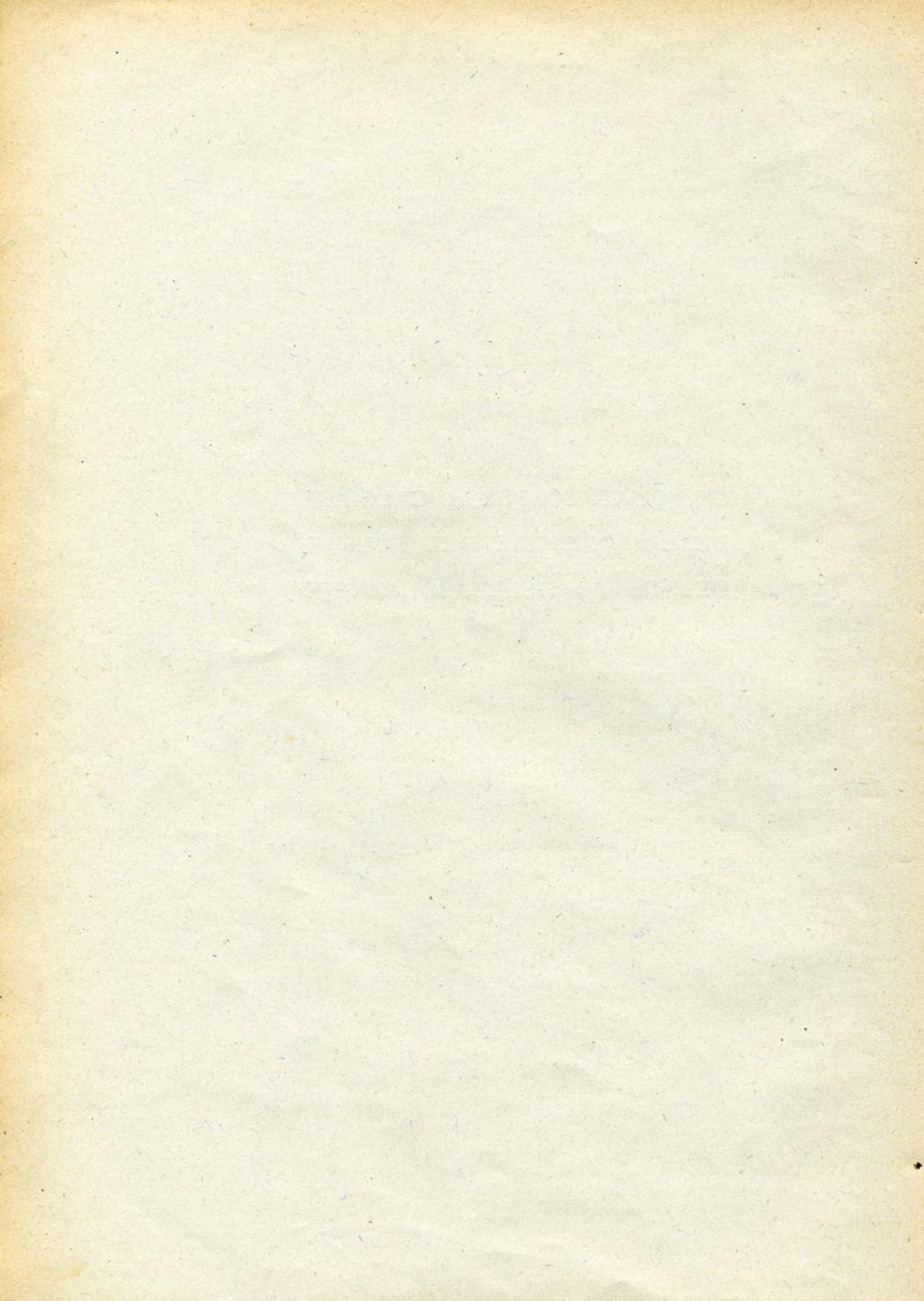


PARTE PRIMA
GLI ELEMENTI ASTRONOMICI DI CALCOLO DELL'INSOLAZIONE

*Le equazioni per il calcolo della posizione del Sole
e del tempo dell'insolazione*

CAPITOLO VI
**Le equazioni fondamentali di correlazione
delle coordinate sferiche celesti**

LE EQUAZIONI PER IL CALCOLO
DELLA POSIZIONE DEL SOLE E
DEL TEMPO DELL'INSOLAZIONE



CAPITOLO VI

LE EQUAZIONI FONDAMENTALI DI CORRELAZIONE DELLE COORDINATE SFERICHE CELESTI

1. Le coordinate sferiche e quelle ortogonali.

Data una superficie comunque modellata ed orientata, per un dato momento, determinare se è o non insolata; poi trovare l'intensità dell'insolazione e le ombre relative.

Questo è il problema fondamentale dalla cui risoluzione si ottiene quella di tutti gli altri.

Precedentemente si è determinato il parallelo solare per un dato giorno e la sua proiezione sulla sezione meridiana.

Per completare i dati del problema occorre trovare la direzione dei raggi solari in un dato momento, cioè la relativa posizione del Sole rispetto all'orizzonte individuata dall'altezza e dall'azimut.

Cognita la latitudine (φ) del luogo, la declinazione (δ) del giorno, l'angolo orario (t) *, occorre trovare l'altezza (h) e l'azimut (A).

Le formule classiche per la determinazione di questi elementi sono:

$$\operatorname{sen} h = \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \quad (3)$$

$$\cos h \operatorname{sen} A = \cos \delta \operatorname{sen} t \quad (4)$$

$$\cos h \cos A = -\cos \varphi \operatorname{sen} \delta + \operatorname{sen} \varphi \cos \delta \cos t \quad (5)$$

Dalla (4) si ricava:

$$\operatorname{sen} A = \frac{\cos \delta \operatorname{sen} t}{\cos h} \quad (6)$$

* Ricordiamo che l'angolo orario dà il tempo sidereo.

Relazione fra le coordinate terrestri e quelli celesti.

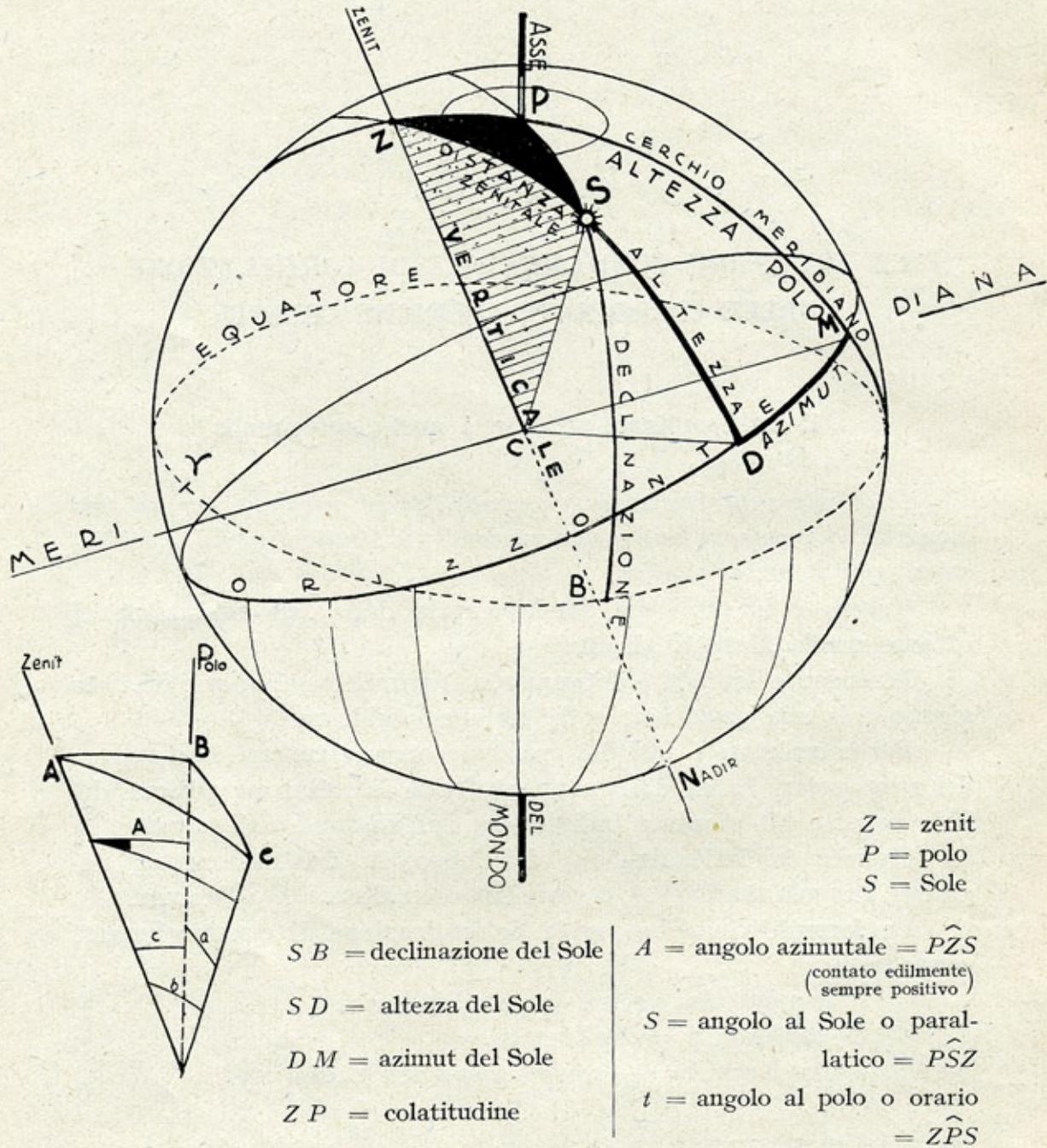


Fig. 24 - Triangolo sferico elementare di posizione.

Queste formule sono ricavate dalla risoluzione del triangolo sferico (fig. 24) dal quale abbiamo:

$$\begin{aligned}\cos a &= \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \\ \cos b &= \cos a \cos c + \sin a \sin c \cos B \\ \cos c &= \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos C\end{aligned}$$

sostituendo i valori:

$a =$ distanza polare del Sole $= 90^\circ - \delta$ ($\delta =$ declinazione solare)

$b =$ distanza zenitale $= 90^\circ - h$ ($h =$ altezza del Sole)

$c =$ colatitudine $= 90^\circ - \varphi$ ($\varphi =$ latitudine)

perciò:

$$\cos a = \sin \delta$$

$$\cos b = \sin h$$

$$\cos c = \sin \varphi$$

sostituendo:

$$\sin \delta = \sin h \sin \varphi + \cos h \cos \varphi \cos A \quad (7)$$

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \sin \varphi \cos t \quad (8)$$

$$\sin \varphi = \sin \delta \sin h + \cos \delta \sin h \cos \delta \quad (9)$$

Volendo trasformare l'azimut (A) e l'altezza (h) in un sistema di coordinate ortogonali dove l'asse (x) è nella direzione *mezzogiorno settentrione* e diretto verso mezzogiorno, l'asse (y) è nella direzione *levante ponente* e diretto verso levante, l'asse (z) nella direzione della verticale positiva verso l'alto, la posizione del Sole è così individuata:

$$x = \cos h \cos A \quad (10)$$

$$y = \cos h \sin A \quad (11)$$

$$z = \sin h \quad (12)$$

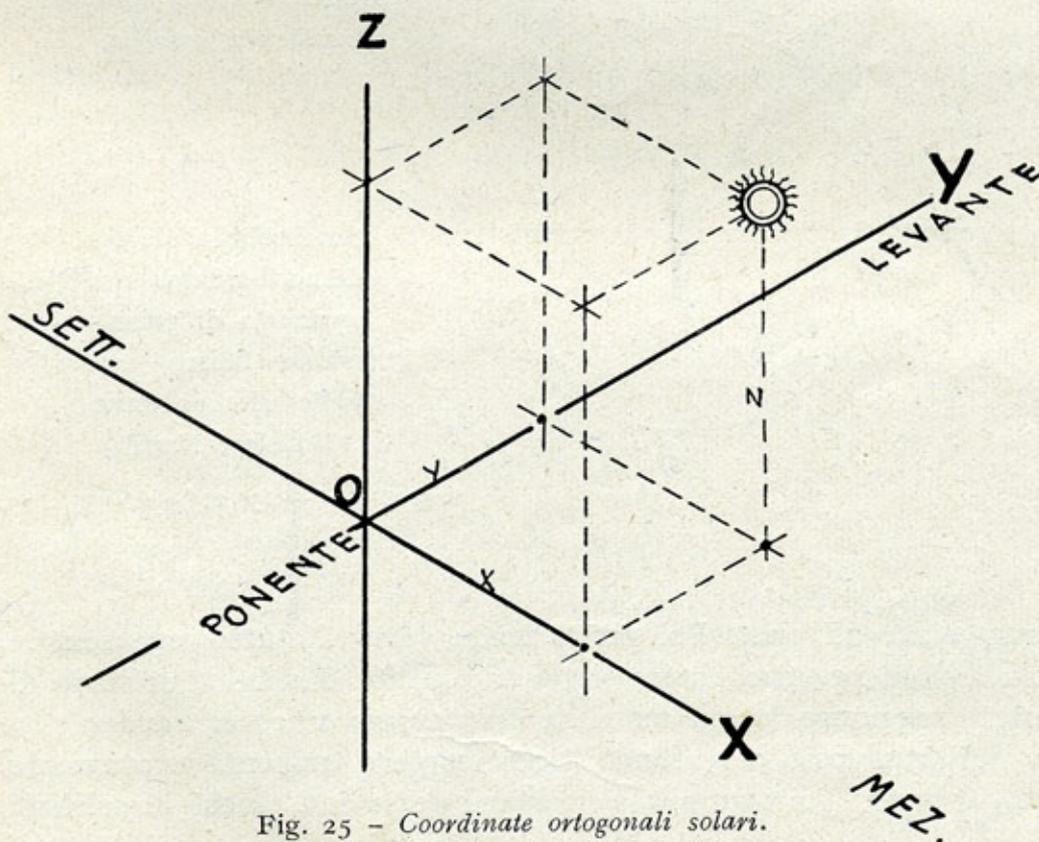


Fig. 25 - Coordinate ortogonali solari.

2. Preliminari alla calcolazione.

Il problema urbanistico solare deve essere risolto prima per grandi linee, cioè determinando il corso del Sole nei quattro punti stagionali, gli equinozi ed i solstizi, che danno la media, massima e minima insolazione; per poi passare eventualmente alla determinazione particolare che più interessa.

Occorre determinare per queste quattro epoche (sono in realtà tre determinazioni):

il punto dell'orizzonte ove il Sole si leva e tramonta, cioè l'azimut (A) per un'altezza $= 0^\circ$, ovverossia l'amplitudine, cioè A_m ;

l'altezza del Sole al passaggio al 1° verticale (h_1) ed al meridiano (H).

Ricordiamo la posizione rispetto all'orizzonte dei paralleli descritti dal Sole nell'emisfero nord della terra.

All'equinozio di primavera il Sole sorge esattamente a *est* per

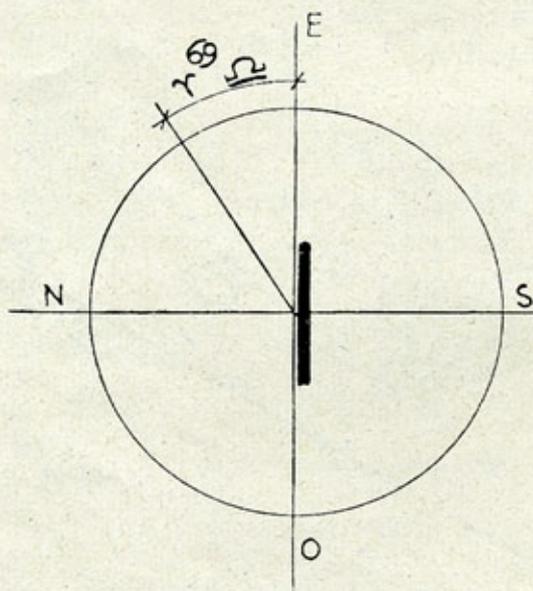


Fig. 26 - Parete nord.
Insolazione generica.

L'insolazione della parete nord si inizia con l'equinozio di primavera e finisce con quello di autunno (Emisfero Nord)

per $\varphi = + 23^\circ 27' \rightarrow 66^\circ 33'$.

tramontare ad *ovest*. Poi progredendo verso l'estate sorge sempre più a nord per tramontare simmetricamente. Finchè al solstizio di estate raggiunge la sua massima *amplitudine ortiva ed occidua*.

All'equinozio di autunno il Sole sorge e tramonta nuovamente ad est-ovest; poi continua a spostarsi verso sud, finchè al solstizio

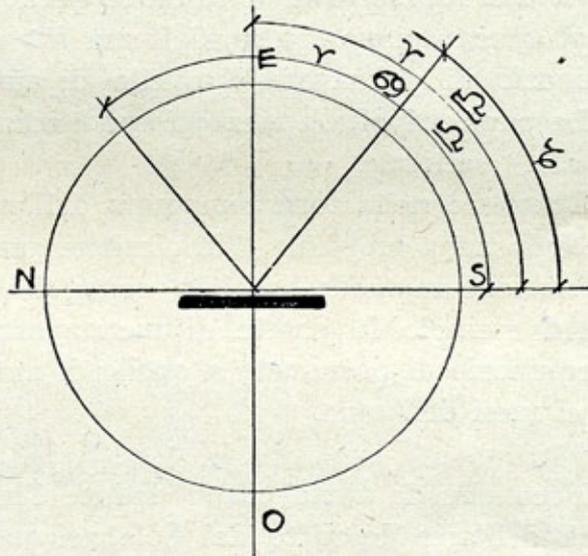
d'inverno raggiunge il suo massimo, per poi volgere nuovamente verso nord.

Conoscere dove sorge il Sole è elemento fondamentale dei nostri calcoli.

Infatti è evidente che la parete di tramontana sarà insolata solamente dall'equinozio di primavera a quello di autunno, e precisa-

Fig. 27 - Parete di levante o ponente.

Insolazione generica limitata dal sorgere (o tramonto) al passaggio meridiano.
(Emisfero Nord)
 $\varphi = 23^{\circ} 27' \rightarrow 66^{\circ} 33'$.



mente da quando sorge e tramonta sino al passaggio al 1° verticale (est-ovest),

Ecco che necessita per questa parete di tramontana l'altezza massima del Sole corrispondente al 1° verticale.

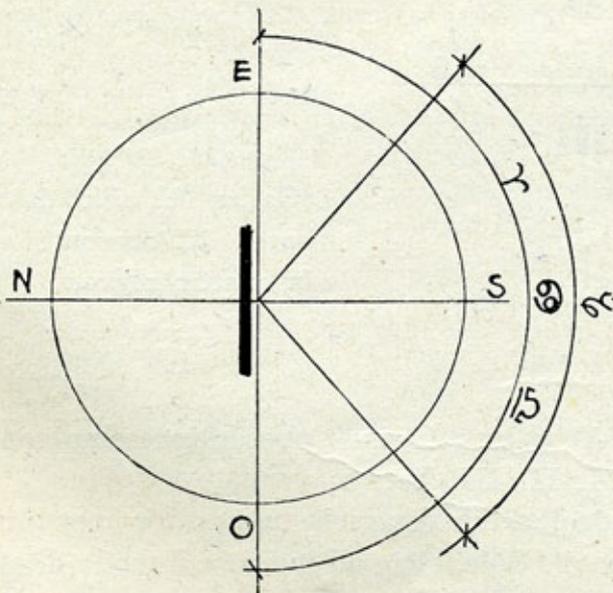


Fig. 28 - Parete di mezzogiorno.

Insolazione generica limitata dai passaggi al 1° verticale.
(Emisfero Nord)
 $\varphi = 23^{\circ} 27' \rightarrow 66^{\circ} 33'$.

La parete di levante o ponente invece è insolata più o meno a lungo ed intensamente, in tutte le stagioni, dal sorgere al mezzodì.

I raggi solari si trovano nel piano perpendicolare alla detta parete, al passaggio del Sole al 1° verticale. Perciò all'epoca equinoziale vi si troverà al momento del sorgere o del tramonto; mai nell'epoca che va dall'equinozio di autunno a quello di primavera, invece passerà su questo piano con una altezza $h > 0^\circ$ nell'epoca che va dall'equinozio di primavera a quello di autunno.

La parete rivolta a mezzogiorno è insolata fra i due passaggi del Sole al 1° verticale.

Tutto ciò nella zona temperata dell'emisfero nord.

Nella zona tropicale, l'insolazione generica delle pareti nord e sud, avviene in modo speciale, come si vedrà in appresso.

Ad esempio la parete di mezzogiorno è insolata all'equatore dall'equinozio di primavera a quello di autunno cioè è priva di Sole per sei mesi dell'anno.

Ecco che da tutto ciò si deduce l'indispensabilità della conoscenza dell'arco descritto dal Sole nei quattro spicchi sferici, corri-

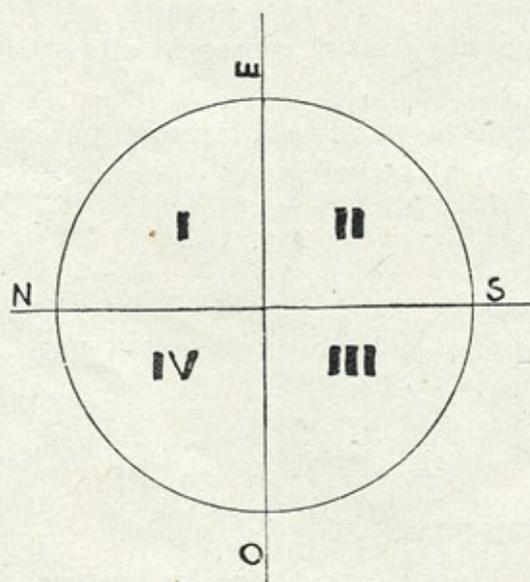


Fig. 29 - Regioni I, II, III, IV.

Divisione del cielo al disopra dell'orizzonte in quattro regioni.

spondenti ai quadranti N-E, S-E, S-O, N-O che designeremo con la denominazione di regione I, II, III, IV.

Per facilitare tali calcolazioni generiche necessarie per familiarizzare il lettore col corso del Sole, oltre ad indicare il modo di otte-

nerle analiticamente e graficamente si sono redatte per i quattro punti stagionali le unite tabelle che danno le varie coordinate in funzione della latitudine, con l'approssimazione di r' , più che sufficiente per questi calcoli.

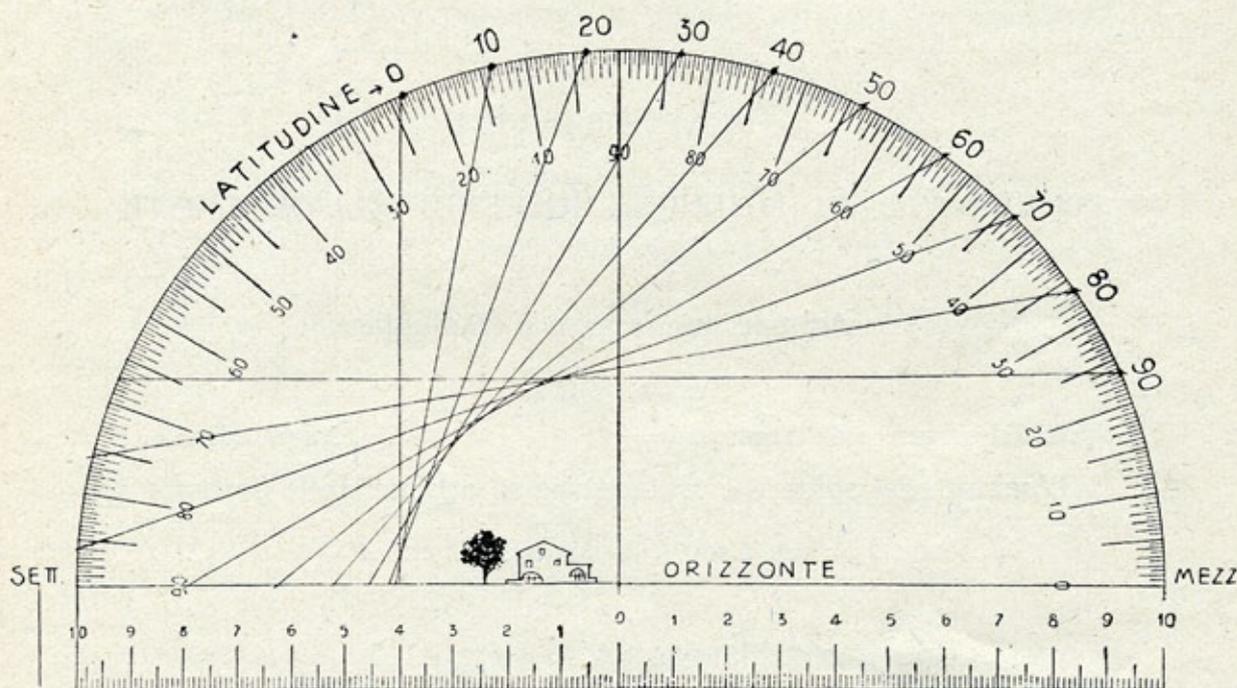


Fig. 30 - Diagramma N. I. — Paralleli solari per le varie latitudini dell'emisfero boreale al solstizio d'estate.

Questo grafico mostra come il parallelo solare si obliqui rispetto all'orizzonte procedendo dall'equatore ai poli. Mostra pure le regioni dell'orizzonte nelle quali si sviluppa l'arco diurno. Contemporaneamente dà l'altezza meridiana, e quelle del passaggio al primo verticale.

Si noti come al solstizio d'estate i paralleli solari che vengono tagliati dal primo verticale siano quelli dopo la latitudine $23^{\circ}27'$ (cioè dopo il tropico del Cancro). I paralleli solari da 0° a $23^{\circ}27'$ lat. N si sviluppano nella I e IV regione, cioè a settentrione.