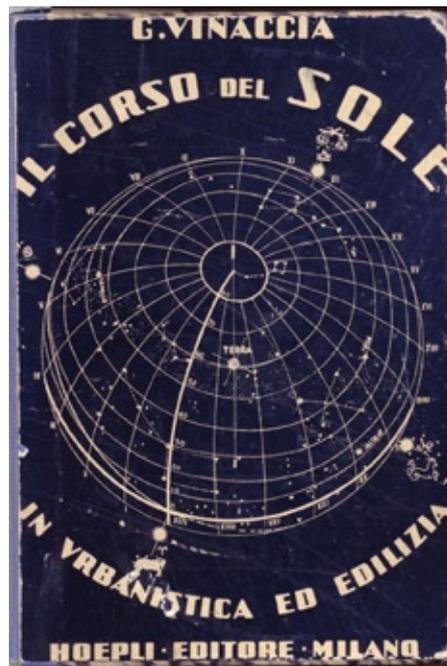


GAETANO VINACCIA  
**IL CORSO DEL SOLE**  
IN URBANISTICA ED EDILIZIA



PARTE SECONDA  
DETERMINAZIONE GENERICA DELL'INSOLAZIONE DELLE QUATTRO  
ESPOSIZIONI CARDINALI PER TUTTE LE LATITUDINI DEI DUE EMISFERI

DETERMINAZIONE GENERICA DELLE PARTI INSOLATE ED  
IN OMBRA DELLE PRINCIPALI FORME GEOMETRICHE

CAPITOLO I  
**Determinazione generica dell'insolazione delle  
quattro esposizioni cardinali per tutte le latitudini  
dei due emisferi**



## PARTE SECONDA

DETERMINAZIONE GENERICA DELL'INSOLA-  
ZIONE DELLE QUATTRO ESPOSIZIONI CARDINALI  
PER TUTTE LE LATITUDINI DEI DUE EMISFERI

DETERMINAZIONE GENERICA DELLE  
PARTI INSOLATE ED IN OMBRA DELLE  
PRINCIPALI FORME GEOMETRICHE



## CAPITOLO I

### DETERMINAZIONE GENERICA DELL'INSOLAZIONE DELLE QUATTRO ESPOSIZIONI CARDINALI PER TUTTE LE LATITUDINI DEI DUE EMISFERI

Prima di ogni calcolazione particolareggiata dell'insolazione, per formarsi un'idea chiara di essa è necessario determinare genericamente l'insolazione annuale delle quattro esposizioni principali, cioè di quelle rivolte esattamente a levante, ponente, mezzogiorno e settentrione.

Ciò si ottiene agevolmente, disegnando la sezione della sfera celeste passante per il meridiano, ubicandovi l'orizzonte ed i paralleli descritti dal Sole agli equinozi ed ai solstizi (*sezione meridiana*, v. pag. 35).

Dall'osservazione di tali paralleli, della loro inclinazione rispetto all'orizzonte, della regione del cielo nella quale si svolgono, il calcolatore ricaverà norma generale e sicura che lo guiderà alle ulteriori specifiche determinazioni.

Tale schema stagionale dell'insolazione è indispensabile specialmente per i paesi non appartenenti alla zona temperata, dove il corso del Sole non ha analogia con quello dei nostri paesi, come si vedrà in appresso.

*Osserviamo che due esposizioni opposte e parallele sono complementari, cioè la somma della durata della loro insolazione giornaliera (e conseguentemente quella annuale) è costante, ed uguale a quella totale.*

In parole povere se la durata del giorno è di 6 ore e l'esposizione di mezzogiorno è insolata per 5 ore, l'esposizione di settentrione, avrà un'ora di Sole. Se una esposizione qualunque ha  $m$  ore di sole, e la durata del giorno è  $n$ , l'esposizione opposta parallela ha una insolazione di durata  $n-m$ .

### 1. Insolazione espositiva all'equatore.

L'inclinazione sull'orizzonte dei paralleli descritti dal Sole nel suo moto apparente, è identica a quella dell'equatore celeste, che è perpendicolare all'asse del mondo, che a sua volta è alto sull'orizzonte tanto quanto la latitudine del luogo.

Perciò tale inclinazione è il complemento della latitudine.

Siccome il Sole nel suo moto apparente percorre agli equinozi

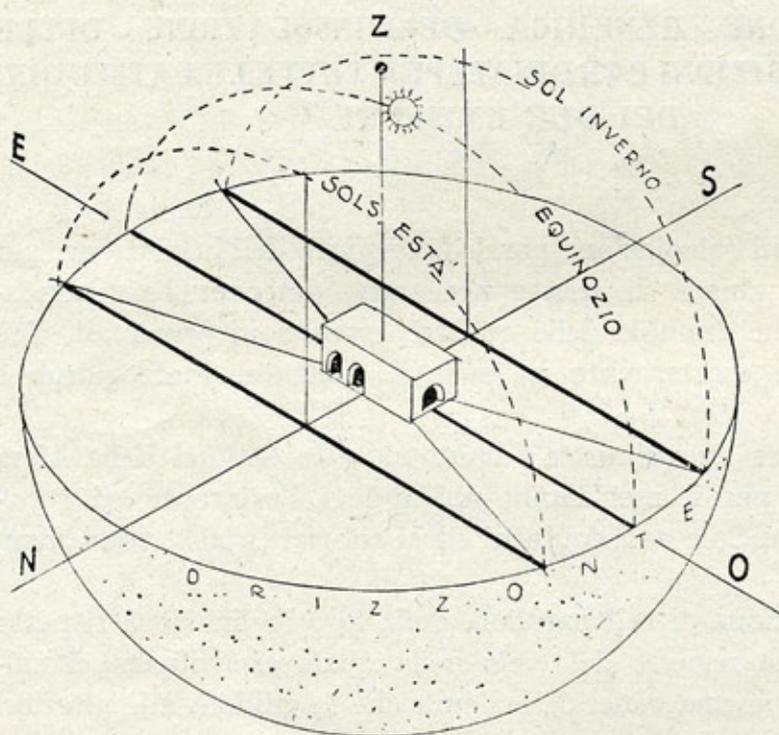


Fig. 76.

*I paralleli solari  
all'equatore.*

l'equatore celeste la sua altezza meridiana in tale epoca darà pure l'inclinazione richiesta.

Dalla formula (18) del moto diurno:

$$H \text{ (altezza meridiana)} = 90^\circ - \varphi + \delta \quad (18)$$

essendo

$$\delta = 0^\circ \text{ agli equinozi}$$

$$\varphi = 0^\circ \text{ (latitudine) all'equatore}$$

la (18) diventa:

$$H = 90^\circ.$$

*Cioè tutti i paralleli descritti dal Sole all'equatore sono ortogonali all'orizzonte (fig. 76).*

Questi paralleli hanno il loro piano nella direzione est-ovest, con amplitudine del sorgere e tramonto uguale:

- a  $0^{\circ}$  per gli equinozi;
- +  $23^{\circ}27'$  per il solstizio d'estate;
- $23^{\circ}27'$  per il solstizio d'inverno.

Il parallelo solstiziale d'estate si svolge completamente a nord dello zenit, mentre quello d'inverno si svolge completamente a mezzogiorno.

Agli equinozi le esposizioni di levante e ponente saranno le sole insolate, mentre quelle di settentrione e mezzogiorno lo saranno in radenza.

Dagli equinozi al solstizio di estate il Sole descrive paralleli sempre più spostati verso nord. L'esposizione di settentrione sarà insolata per tutte le ore del giorno, quella di levante e ponente sempre più obliquamente, *mentre quella di mezzodì non lo sarà affatto*. Ecco che contrariamente all'insolazione nostrana, all'equatore, dall'equinozio di primavera a quello di autunno, per tutto il periodo estivo l'esposizione di mezzogiorno è *priva di Sole*.

Dall'equinozio di autunno al solstizio d'inverno, e da questo all'equinozio di primavera, il Sole percorre paralleli verso sud. Si rovescia l'insolazione espositiva estiva. Quella di mezzogiorno rimane costantemente insolata, mentre quella di settentrione è in ombra.

Osserviamo che l'altezza solare equinoziale meridiana

$$H = 90^{\circ} - \varphi \quad \text{è} \quad \text{di } 90^{\circ}$$

quella solstiziale d'inverno uguale a quella di estate, pari ad

$$H = 90^{\circ} - \delta \quad \text{è} \quad \text{di } 66^{\circ}33'.$$

Cioè l'altezza massima del Sole di  $90^{\circ}$  si verifica nei due equinozi, mentre raggiunge la minima ( $66^{\circ}33'$ ) nei due solstizi.

## 2. Insolazione espositiva della zona tropicale.

### EMISFERO NORD

(lat. N.  $0^{\circ} \rightarrow 23^{\circ}27'$ ).

Nell'emisfero nord la zona tropicale si estende dall'equatore sino al tropico del Cancro, segnato dalla latitudine

$23^{\circ}27'$  N.



l'epoca di maggiore altezza del Sole. Dai due massimi ( $90^{\circ}$ ) equinoziali all'equatore si passa ad un unico massimo al solstizio d'estate al tropico del Cancro\*, cioè si arriva alla distribuzione stagionale della zona temperata nord.

Ciò è chiaramente indicato dal diagramma N. 7 e dalla tabella XII che abbraccia anche la zona tropicale australe, e che mostra pure come gradatamente avvenga il rovesciamento delle stagioni dall'emisfero boreale a quello australe.

Il parallelo solstiziale d'estate descritto dal Sole, nella zona tropicale, si svolge sempre a nord dello zenit.

Al tropico del Cancro ( $\varphi = 23^{\circ}27' N$ ) lo tocca al passaggio meridiano.

Conseguentemente il periodo dell'insolazione totalitaria (intero giorno) della esposizione di settentrione varia da mesi sei all'equatore ad un giorno al tropico del Cancro.

L'insolazione generica dell'esposizione di mezzogiorno essendo la complementare di quella settentrionale va aumentando gradatamente da mesi sei all'equatore a mesi dodici (meno un giorno) — al tropico del Cancro — con una durata oraria giornaliera variabile.

L'esposizione di levante come quella di ponente è insolata per metà della giornata per tutto l'anno.

\* La terra viene divisa dall'equatore in due emisferi: il *nord o boreale*, e il *sud o australe*.

I cerchi celesti hanno i loro corrispondenti in quelli terrestri e determinato cinque zone a caratteristiche climatiche e d'insolazione ben distinte.

La *zona torrida o tropicale* che si estende fra le latitudini  $23^{\circ}27' N$  (tropico del Cancro) e  $S 23^{\circ}27'$  (tropico del Capricorno) divisa a metà dall'equatore.

Le *zone temperate* che si estendono nei due emisferi: quella temperata nord, dal tropico del Cancro ( $\varphi = 23^{\circ}27' N$ ) al circolo polare artico ( $\varphi = 66^{\circ}33' N$ ) e quella temperata sud od australe dal tropico del Capricorno ( $\varphi = 23^{\circ}27' S$ ) al circolo polare antartico ( $\varphi = 66^{\circ}33' S$ ).

Poi due *zone polari o glaciali* artica ed antartica comprese fra i cerchi polari e il polo.

Queste denominazioni delle zone sono espressione della temperatura dei luoghi.

TABELLA XII. — Zona tropicale (dal tropico del Cancro ( $\varphi = 23^{\circ}27'N$ ) all'Equatore).

EMISFERO NORD — Altezza meridiana solstiziale.

Epoca in cui si verifica l'altezza meridiana massima di  $90^{\circ}$  (Sole a perpendicolo).

|                    | Latitudine<br>N | A L T E Z Z A M E R I D I A N A                   |                |                          |             |             |  |  |  |
|--------------------|-----------------|---|----------------|--------------------------|-------------|-------------|--|--|--|
|                    |                 | si ha $H = 90^{\circ}$<br>nel giorno qui indicato |                | Equinozi<br>H            | Solstizio   |             |  |  |  |
|                    |                 | d'estate<br>H                                     | d'inverno<br>H | 21 Marzo<br>23 Settembre | 22 Giugno * | 22 Dicembre |  |  |  |
| Tropico del Cancro | 23 27           |   |                |                          |             |             |  |  |  |
| Emisfero boreale   | 23              | 22 Giugno   | 22 Giugno      | 66 33                    | 90          | 43 06       |  |  |  |
|                    | 22              | 11 »  | 3 »            | 67                       | 89 33       | 43 33       |  |  |  |
|                    | 21              | 1 »   | 12 »           | 68                       | 88 33       | 44 33       |  |  |  |
|                    | 20              | 26 Maggio   | 17 Luglio      | 69                       | 87 33       | 45 33       |  |  |  |
|                    | 19              | 21 »  | 25 »           | 70                       | 86 33       | 46 33       |  |  |  |
|                    | 18              | 16 »  | 28 »           | 71                       | 85 33       | 47 33       |  |  |  |
|                    | 17              | 12 »  | 2 Agosto       | 72                       | 84 33       | 48 33       |  |  |  |
|                    | 16              | 9 »   | 5 »            | 73                       | 83 33       | 49 33       |  |  |  |
|                    | 15              | 5 »   | 8 »            | 74                       | 82 33       | 50 33       |  |  |  |
|                    | 14              | 2 »   | 12 »           | 75                       | 81 33       | 51 33       |  |  |  |
|                    | 13              | 28 Aprile   | 15 »           | 76                       | 80 33       | 52 33       |  |  |  |
|                    | 12              | 25 »  | 17 »           | 77                       | 79 33       | 53 33       |  |  |  |
|                    | 11              | 22 »  | 21 »           | 78                       | 78 33       | 54 33       |  |  |  |
|                    | 10              | 19 »  | 24 »           | 79                       | 77 33       | 55 33       |  |  |  |
|                    | 9               | 17 »  | 27 »           | 80                       | 76 33       | 56 33       |  |  |  |
|                    | 8               | 14 »  | 30 »           | 81                       | 75 33       | 57 33       |  |  |  |
|                    | 7               | 11 »  | 2 Settembre    | 82                       | 74 33       | 58 33       |  |  |  |
|                    | 6               | 8 »   | 4 »            | 83                       | 73 33       | 59 33       |  |  |  |
|                    | 5               | 6 »   | 7 »            | 84                       | 72 33       | 60 33       |  |  |  |
|                    | 4               | 3 »   | 10 »           | 85                       | 71 33       | 61 33       |  |  |  |
| 3                  | 31 Marzo        | 12 »  | 86             | 70 33                    | 62 33       |             |  |  |  |
| 2                  | 29 »            | 15 »  | 87             | 69 33                    | 63 33       |             |  |  |  |
| 1                  | 26 »            | 18 »  | 88             | 68 33                    | 64 33       |             |  |  |  |
| 0                  | 24 »            | 20 »  | 89             | 67 33                    | 65 33       |             |  |  |  |
| Equatore           | 0               | 21 Marzo  | 23 Settembre   | 90                       | 66 33       | 66 33       |  |  |  |

\* Il Sole culmina a Nord dello zenit.

Segue: TABELLA XII. — **Zona tropicale** (dall'Equatore al tropico del Capricorno ( $\varphi = 23^{\circ} 27' S$ ))

EMISFERO SUD — Altezza meridiana solstiziale.

Epoca in cui si verifica l'altezza meridiana massima di  $90^{\circ}$  (Sole a perpendicolo).

| Latitudine<br>S    | A L T E Z Z A M E R I D I A N A                   |              |  |  | Solstizio                    |                               |
|--------------------|---|--------------|--|--|------------------------------|-------------------------------|
|                    | si ha $H = 90^{\circ}$<br>nel giorno qui indicato |              |  |  | d'estate<br>H<br>22 Giugno * | d'inverno<br>H<br>22 Dicembre |
|                    | Equinozi<br>H<br>21 Marzo<br>23 Settembre         |              |  |  |                              |                               |
| Equatore           | 21 Marzo  | 23 Settembre |  |  | 66 33                        | 66 33                         |
|                    | 18 »  | 26 »         |  |  | 65 33                        | 67 33                         |
|                    | 15 »  | 29 »         |  |  | 64 33                        | 68 33                         |
|                    | 12 »  | 1 Ottobre    |  |  | 63 33                        | 69 33                         |
|                    | 10 »  | 4 »          |  |  | 62 33                        | 70 33                         |
|                    | 8 »   | 7 »          |  |  | 61 33                        | 71 33                         |
|                    | 5 »   | 9 »          |  |  | 60 33                        | 72 33                         |
|                    | 3 »   | 12 »         |  |  | 59 33                        | 73 33                         |
|                    | 28 Febbraio                                       | 14 »         |  |  | 58 33                        | 74 33                         |
|                    | 25 »  | 17 »         |  |  | 57 33                        | 75 33                         |
|                    | 22 »  | 20 »         |  |  | 56 33                        | 76 33                         |
|                    | 20 »  | 23 »         |  |  | 55 33                        | 77 33                         |
|                    | 17 »  | 26 »         |  |  | 54 33                        | 78 33                         |
|                    | 14 »  | 28 »         |  |  | 53 33                        | 79 33                         |
|                    | 11 »  | 1 Novembre   |  |  | 52 33                        | 80 33                         |
|                    | 8 »   | 4 »          |  |  | 51 33                        | 81 33                         |
|                    | 5 »   | 7 »          |  |  | 50 33                        | 82 33                         |
|                    | 1 »   | 10 »         |  |  | 49 33                        | 83 33                         |
|                    | 29 Gennaio  | 14 »         |  |  | 48 33                        | 84 33                         |
|                    | 25 »  | 18 »         |  |  | 47 33                        | 85 33                         |
|                    | 20 »  | 22 »         |  |  | 46 33                        | 86 33                         |
|                    | 16 »  | 27 »         |  |  | 45 33                        | 87 33                         |
|                    | 10 »  | 3 Dicembre   |  |  | 44 33                        | 88 33                         |
|                    | 1 »   | 12 »         |  |  | 43 33                        | 89 33                         |
| Tropico Capricorno | 22 Dicembre                                       | 22 Dicembre  |  |  | 43 06                        | 90                            |
|                    |   |              |  |  |                              | 66° 33'                       |

Variazione annuale dell'altezza meridiana nella zona tropicale.  
 EMISFERO BOREALE (NORD). EMISFERO AUSTRALE (SUD).

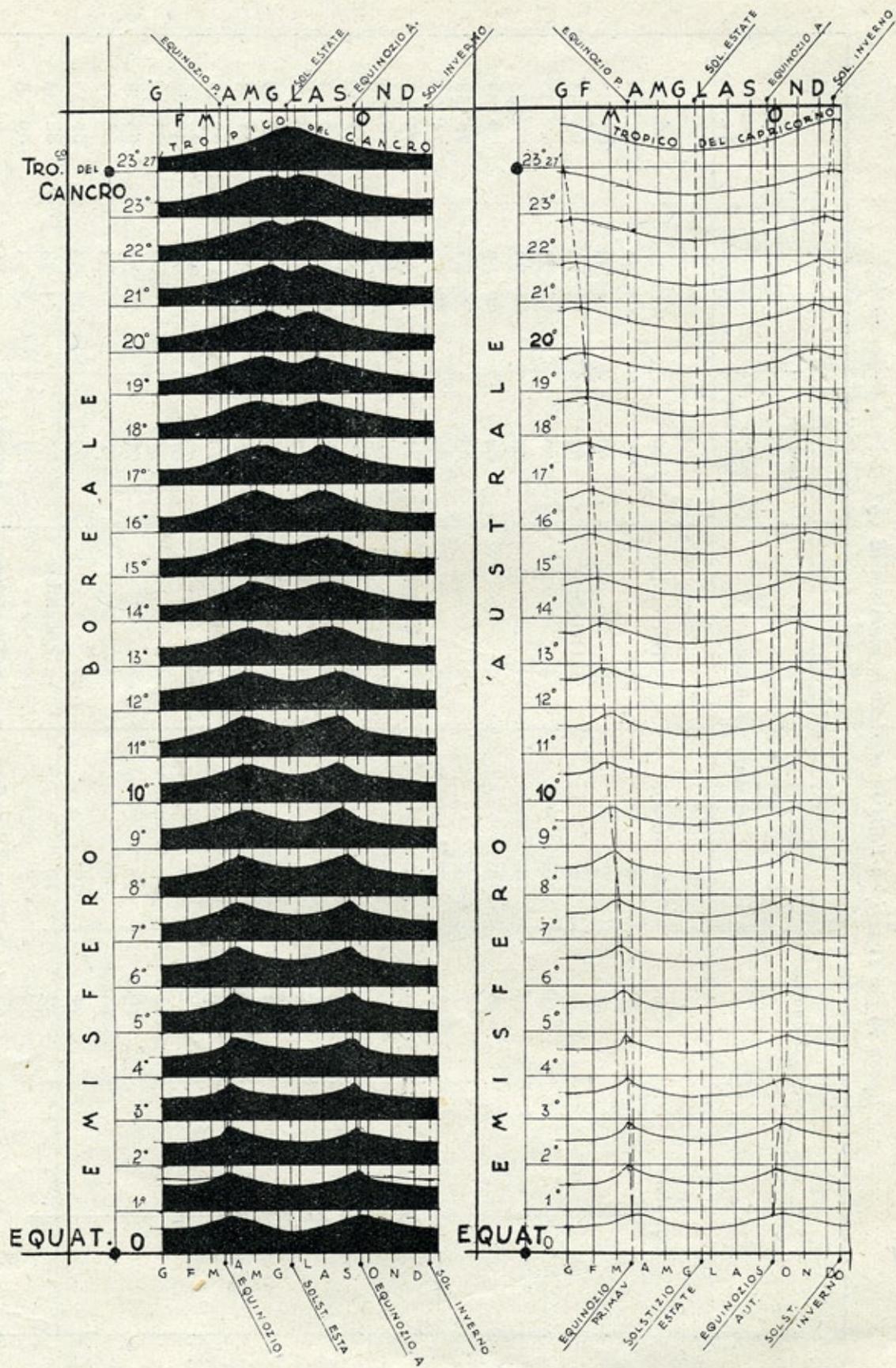


Fig. 78 - Diagramma N. 7.

Le ordinate delle curve indicano l'altezza del Sole. I vari mesi dell'anno sono indicati con le loro iniziali.

### 3. Insolazione esposizionale della zona temperata.

EMISFERO NORD

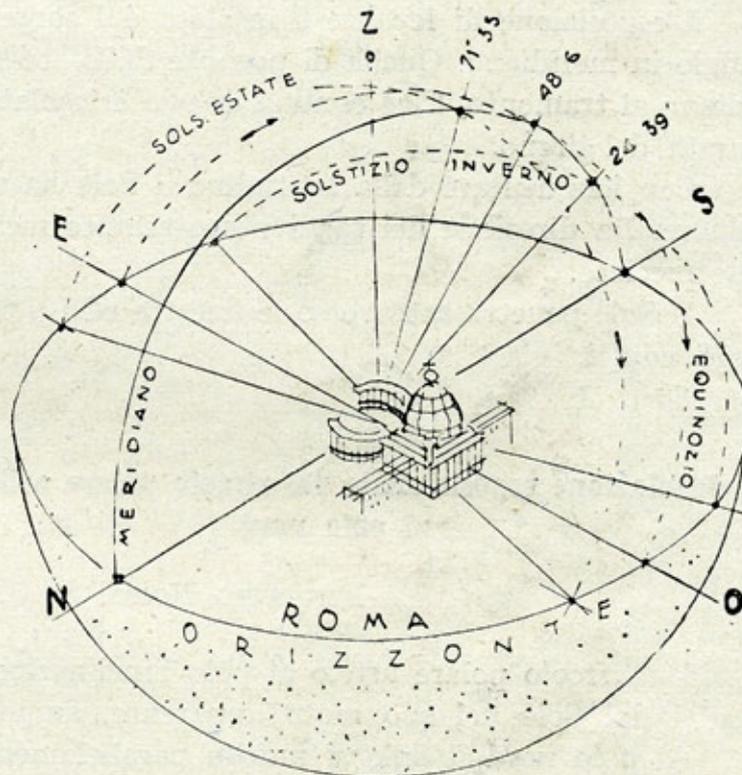
(lat. N.  $23^{\circ}27' \rightarrow 66^{\circ}33'$ ).

Dalla latitudine del tropico del Cancro ( $\varphi = 23^{\circ}27' N$ ) procedendo verso nord, man mano che aumenta la latitudine il parallelo solare fa angoli sempre minori con l'orizzonte.

Il passaggio in meridiano del Sole avviene sempre a sud dello zenit, per cui l'esposizione di mezzogiorno ha sempre il Sole a mezzodì.

Fig. 79.

Paralleli solari nella zona temperata boreale (Roma).



Dall'equinozio di autunno (23 Settembre) a quello di primavera (21 Marzo) l'insolazione dell'esposizione di mezzogiorno dura tutto il giorno.

Dall'equinozio di primavera a quello di autunno l'insolazione dell'esposizione di mezzogiorno dura quanto tempo il Sole impiega ogni giorno a passare dal 1° verticale est a quello ovest, cioè per la lunghezza dell'arco diurno fra i due passaggi al 1° verticale.

Quest'ultima durata giornaliera aumenta col progredire della latitudine.

Ad esempio mentre al solstizio d'estate per la lat.  $23^{\circ}27'$  (tropico del Cancro) l'insolazione di mezzodì avviene al solo momento del passaggio in meridiano, al circolo polare ( $\varphi = 66^{\circ}33'$ ) l'insolazione è di circa ore dodici.

L'esposizione di settentrione non riceve Sole che dall'equinozio di primavera a quello di autunno, dal levare al passaggio est in  $1^{\circ}$  verticale, poi dal nuovo passaggio ovest in  $1^{\circ}$  verticale al tramonto.

Man mano che la latitudine aumenta, l'amplitude nord del Sole solstiziale d'estate aumenta, di conseguenza la durata, dell'insolazione dell'esposizione di settentrione. Sole basso ed obliquo alla facciata esposta a settentrione.

L'esposizione di levante è insolata dal sorgere del Sole al passaggio in meridiano. Quella di ponente dallo stesso passaggio in meridiano al tramonto. Cioè ognuna di essa è insolata per la metà della durata del giorno.

Con l'aumentare della latitudine il Sole ha una altezza sempre minore. La direzione dei raggi riesce sempre meno obliqua rispetto alle facciate.

Il Sole penetra attraverso le finestre ed i porticati sino al cuore degli edifici.

#### 4. Insolazione espositiva dal circolo polare artico ( $\varphi = 66^{\circ}33' N$ ) al polo nord ( $\varphi = 90^{\circ} N$ ).

##### EMISFERO NORD.

Dal circolo polare artico al polo l'inclinazione dei paralleli, descritti dal Sole nel suo moto apparente, aumenta.

Al polo nord il Sole si muove parallelamente all'orizzonte.

Infatti l'altezza meridiana *equinoziale* che dà l'inclinazione dell'equatore celeste sull'orizzonte data dalla formula (18)

$$H = 90^{\circ} - \varphi$$

al circolo polare artico:

$$H = 90^{\circ} - 66^{\circ}33' = 23^{\circ}27'$$

al polo

$$H = 90^{\circ} - 90^{\circ} = 0^{\circ}$$

cioè al polo nord il Sole è agli equinozi sull'orizzonte. Al solstizio d'estate l'altezza meridiana data dalla

$$H = 90^\circ - \varphi + \delta \quad (18)$$

- { circolo polare artico  $H = 90^\circ - 66^\circ 33' + 23^\circ 27' = 46^\circ 54'$
- { polo nord .....  $H = 90^\circ - 90^\circ + 23^\circ 27' = 23^\circ 27'$ .

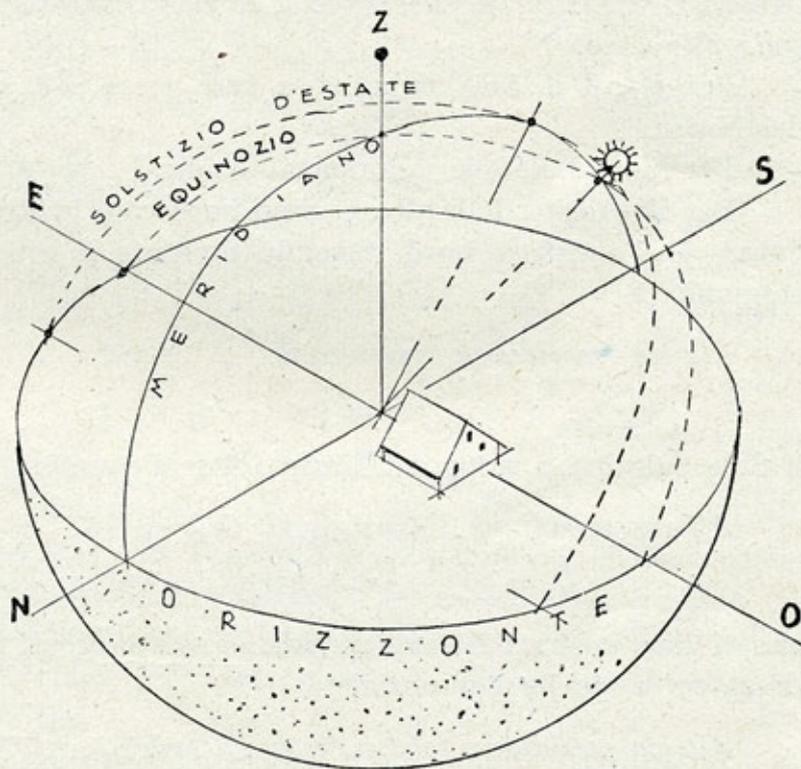
Al solstizio d'inverno l'altezza meridiana data dalla

$$H = 90^\circ - \varphi - \delta$$

- { circolo polare artico  $H = 90^\circ - 66^\circ 33' - 23^\circ 27' = 0^\circ$
- { polo nord .....  $H = 90^\circ - 90^\circ - 23^\circ 27' = -23^\circ 27'$

cioè al polo nord il parallelo descritto dal Sole al solstizio d'inverno è al disotto dell'orizzonte  $-23^\circ 27'$ .

Fig. 80.  
Paralleli solari  
al circolo polare  
artico  
( $\varphi = 66^\circ 33' N$ )



Al circolo polare artico si hanno gli estremi del giorno e della notte di 24 ore: il primo al solstizio di estate, la seconda al solstizio d'inverno.

Dal circolo polare al polo i giorni di 24 ore di insolazione aumentano di numero, così pure le notti sicchè al polo nord si ha un giorno

di mesi sei dall'equinozio di primavera a quello di autunno e la notte di mesi sei dall'equinozio di autunno a quello di primavera.

L'insolazione delle varie esposizioni è pressochè uguale. Il Sole è bassissimo sull'orizzonte come è stato detto, con conseguente penetrabilità attraverso alle aperture delle facciate.

### 5. Insolazione espositiva dell'emisfero sud od australe.

In questo emisfero si ha un'inversione della direzione dell'inclinazione dei paralleli descritti dal Sole nel suo moto apparente, che si inclinano sull'orizzonte verso nord invece che verso sud. Cioè fanno un angolo di  $90^\circ$  col *polo elevato*, che è alto verso sud sull'orizzonte, quanto la latitudine del luogo.

Per evitare confusioni si sostituiscono i termini *solstiziale di Giugno* e *solstiziale di Dicembre* a quelli *solstiziale d'estate* e *solstiziale d'inverno*.

Per  $\varphi < \delta$  il Sole culmina a sud per  $\varphi > \delta$  culmina a nord del Nadir.

Per  $\varphi = \delta$  il Sole culmina al Nadir.

Per il calcolo delle altezze meridiane vale la stessa formula (18) data per l'emisfero nord tenendo presente il rovesciamento delle stagioni.

*Altezza meridiana equinoziale.*

$$H = (90^\circ - \varphi)$$

il Sole culmina a nord del Nadir (oltre l'equatore).

*Altezza meridiana solstiziale di Giugno*

$$H = 90^\circ - (\varphi + 23^\circ 27') = 66^\circ 33' - \varphi$$

che ci dice essere l'altezza meridiana solstiziale di Giugno inferiore di  $23^\circ 27'$  a quella equinoziale.

*Altezza meridiana solstiziale di Dicembre*

$$H = 90^\circ - \varphi + 23^\circ 27' = 113^\circ 27' - \varphi$$

il sole culmina a sud del Nadir sino al tropico del Capricorno ( $\varphi = 23^\circ 27'$ ); al tropico del Capricorno il Sole culmina al Nadir. Dopo il detto tropico la culminazione passa a sud

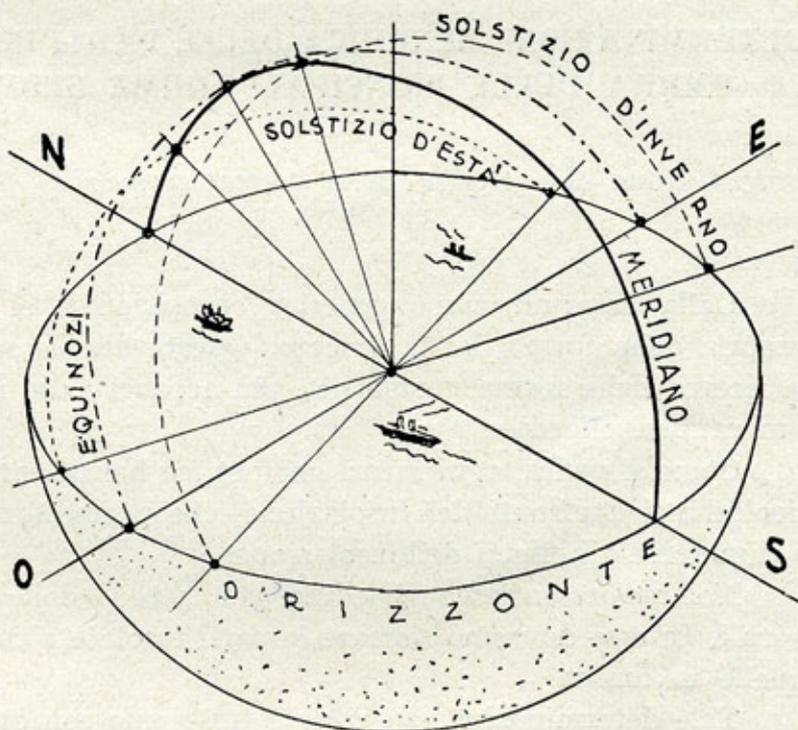
$$\text{la } H = 90^\circ - \varphi + \delta$$

ci dice essere l'altezza meridiana solstiziale maggiore di quella equinoziale e perciò la maggiore dell'anno.

Ecco spiegato analiticamente l'inversione della direzione dell'inclinazione dei paralleli descritti dal Sole nel suo moto apparente per l'emisfero australe. Ciò spiega pure la conseguente inversione dei valori dell'insolazione, per cui mentre nell'emisfero nord è estate in quello sud è inverno e viceversa.

Fig. 81.

*I paralleli solari nella zona temperata australe.*



Il diagramma N. 7 e la Tabella XII mostrano con evidenza tale inversione e come gradatamente nella fascia tropicale australe si passi dalle due maggiori altezze solari dell'epoca equinoziale all'equatore a quella unica solstiziale d'inverno al tropico del Capricorno ( $\varphi = 23^{\circ}27' S$ ).

I valori esposizionali si invertono e per brevità lasciamo al lettore fare questa facile inversione sugli schemi già segnati.