

39. Marcello NICOLI. — **Tabelle integrative per la determinazione del soleggiamento esterno mediante i diagrammi di orientazione.**

Riassunto. — Scopo di questo lavoro è stato quello di compilare tabelle e grafici integrativi per la determinazione del soleggiamento teorico esterno, a completamento di un interessante lavoro già svolto dal TIZZANO ⁽¹⁾.

In tal modo sarà possibile la determinazione di quei dati necessari per ricerche sul soleggiamento, estese su tutto il territorio Nazionale.

All'inizio della trattazione sono stati dati solo brevi richiami di carattere analitico sulle equazioni risolvanti ricavate da note relazioni geometriche della trigonometria sferica.

A conclusione del lavoro sono stati inseriti gli schemi grafici che riportano in forma più sintetica i risultati esposti nelle precedenti tabelle.

Résumé. — Ce travail a eu comme but la compilation de tableaux et graphiques intégratifs pour la détermination de l'ensoleillement théorique extérieur, complétant ainsi un intéressant travail de TIZZANO ⁽¹⁾.

De cette façon il sera possible de déterminer les données nécessaires aux recherches sur l'ensoleillement, étendues à tout le territoire national.

Au début du travail on a seulement rappelé quelques brèves notions à caractère analytique à propos des équations résolvantes obtenues de relations géométriques bien connues de la trigonométrie sphérique.

A la fin du travail on a inclu les schémas graphiques qui donnent, sous une forme plus synthétique, les résultats mis en évidence par les tableaux précédents.

Summary. — This work is intended to supply complete tables and graphs for the determination of theoretical external sunlight exposure, thus completing the interesting work started by TIZZANO ⁽¹⁾. It will thus be possible to determine all the data necessary for research on sunlight exposure throughout Italy. Initially details are given of the resolving equations obtained from geometrical relationships and spherical trigonometry. At the end of the work the graphical schemes are inserted which provide, in the most convenient form, the results presented in the preceding tables.

Zusammenfassung. — Zweck dieser Arbeit war die Aufstellung von Tabellen und Kurven zur Bestimmung der theoretischen äusseren Son-

Tabella per la determinazione dei coefficienti a , b , c .

TABELLA 1

δ	A										a	c
	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
	0,465 0,216	0,223 0,050	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-0,743 0,552	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞
$b^2 = 0,610$ $b = 0,781$	+23	0,465 0,216	0,223 0,050	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞
	+20	0,465 0,216	0,223 0,050	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞
0	+12	0,465 0,216	0,223 0,250	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞
	0	0,465 0,216	0,223 0,050	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞
$b^2 = 0,704$ $b = 0,839$	-12	0,465 0,216	0,223 0,050	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞
	0	0,465 0,216	0,223 0,050	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞
$b^2 = 0,839$ $b = 0,932$	-20	0,465 0,216	0,223 0,050	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞
	-23	0,465 0,216	0,223 0,050	0	-0,223 0,050	-0,465 0,216	-1,080 1,166	-1,543 2,381	-2,259 5,103	-3,569 12,738	-8,712 75,899	∞ ∞

TABELLA 2

δ	A										a	c
	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-0,753 0,567	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞
$b^2 = 0,704$ $b = 0,839$	+23	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞
	+20	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞
0	+12	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞
	0	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞
$b^2 = 0,839$ $b = 0,932$	-12	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞
	0	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞
$b^2 = 0,932$ $b = 1,000$	-20	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞
	-23	0,475 0,225	0,230 0,053	0	-0,230 0,053	-0,475 0,225	-1,096 1,201	-1,567 2,455	-2,261 5,112	-3,586 12,860	-7,403 54,804	∞ ∞

TABELLA 3

δ	A										a	c
	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-0,790 0,624	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞
$b^2 = 0,869$ $b = 0,932$	+23	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞
	+20	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞
0	+12	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞
	0	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞
$b^2 = 0,932$ $b = 1,000$	-12	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞
	0	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞
$b^2 = 1,000$ $b = 1,000$	-20	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞
	-23	0,498 0,248	0,241 0,058	0	-0,241 0,058	-0,498 0,248	-1,148 1,318	-1,630 2,658	-2,371 5,621	-3,760 14,137	-7,760 60,190	∞ ∞

nenbestrahlung in Ergänzung der bereits von TIZZANO ⁽¹⁾ verfassten interessanten Arbeit.

Die Bestimmung der Daten die zum Studium der Sonnenbestrahlung auf dem ganzen Gebiet der Republik notwendig sind wird somit ermöglicht.

Die Abhandlung beginnt mit einer kurzen analytischen Übersicht der angewendeten Gleichungen die aus den bekannten geometrischen Verhältnissen der sphärischen Trigonometrie abgeleitet wurden.

Die Arbeit schliesst mit den graphischen Darstellungen welche die in den vorangehenden Tabellen angeführten Ergebnisse synthetisch zusammenfassen.

Le tabelle sviluppate in questo studio costituiscono una integrazione di quelle compilate dal TIZZANO ⁽¹⁾. Esse completano il lavoro accennato, integrandolo dei dati mancanti per una completa esplorazione del territorio Nazionale. In particolare sono state sviluppate le tabelle per la determinazione degli angoli orari relativi alle latitudini $\varphi = 38^{\circ}-40^{\circ}-43^{\circ}$.

Il lavoro è stato completato con la aggiunta dei grafici rappresentativi dei dati sviluppati nelle tabelle.

* * *

La determinazione degli angoli orari, relativi a valori variabili della latitudine φ , della declinazione δ , e dell'azimut A , è data dalla equazione generale risolvente ⁽¹⁾

$$a \sin t + b \cos t + c = 0$$

in cui

$$\begin{cases} a = \frac{\cotg. A}{\cos \varphi} \\ b = \tag \varphi \\ c = \tag \delta \end{cases}$$

questa risolta rispetto a $\cos t$ dà:

$$(a^2 + b^2) \cos^2 t - (2bc) \cos t + (c^2 - a^2) = 0$$

$$\cos t = \frac{bc \pm \sqrt{b^2 c^2 - (a^2 + b^2)(c^2 - a^2)}}{a^2 + b^2} = \frac{bc \pm a \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}{a^2 + b^2}$$

TABELLA 4

Angoli orari per φ

φ	δ											
		70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
38°	+ 23	5,47	7,01	8,11	9,05	9,53	10,26	10,50	11,09	11,24	11,36	11,49
	+ 20	5,31	6,42	7,50	8,50	9,37	10,13	10,40	11,00	11,19	11,32	11,48
	+ 12		6,02	7,02	8,04	8,57	9,39	10,13	10,40	11,03	11,23	11,43
	0			6,00	7,04	8,02	8,53	9,36	10,11	10,43	11,10	11,35
	— 12					7,08	8,08	8,59	9,43	10,22	10,56	11,28
	— 20						7,32	8,32	9,21	10,06	10,45	11,24
	— 23						7,20	8,20	9,13	10,01	10,43	11,22
40°	+ 23	5,46	6,55	8,00	9,00	9,43	10,15	10,41	11,00	11,20	11,33	11,47
	+ 20	5,31	6,37	7,39	8,39	9,26	10,03	10,31	10,56	11,12	11,31	11,46
	+ 12		5,57	6,59	7,59	8,48	9,30	10,05	10,35	10,58	11,20	11,40
	0			6,00	7,01	7,57	8,47	9,30	10,08	10,39	11,06	11,34
	— 12					7,07	8,04	8,55	9,40	10,16	10,55	11,28
	— 20						7,32	8,29	9,23	10,04	10,45	11,23
	— 23						7,19	8,18	9,12	9,58	10,40	11,21
43°	+ 23	5,47	7,01	8,11	9,05	9,53	10,00	10,29	10,51	11,11	11,28	11,44
	+ 20	5,28	6,30	7,30	8,26	9,13	9,48	10,19	10,44	11,06	11,25	11,43
	+ 12		5,52	6,52	7,48	8,38	9,20	9,56	10,26	10,53	11,18	11,38
	0					7,54	8,40	9,36	10,02	10,34	11,04	11,32
	— 12					7,06	8,00	8,50	9,35	10,14	10,52	11,25
	— 20						7,32	8,26	9,16	10,00	10,42	11,22
	— 23							8,17	9,08	9,55	10,37	11,20

= 30°; 40°; 43°; (1, 2).

A												
180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
12,00	12,11	12,24	12,36	12,51	13,10	13,34	14,07	14,55	15,49	16,59	17,13	
12,00	12,12	12,28	12,41	13,00	13,20	13,47	14,23	15,10	16,10	17,18	18,29	
12,00	12,17	12,37	12,57	13,20	13,47	14,21	15,03	15,56	16,58	17,58		
12,00	12,25	12,50	13,17	13,49	14,24	15,07	15,58	16,56	18,00			
12,00	12,30	13,04	13,38	13,17	15,01	15,52	16,52					
12,00	12,36	13,15	13,54	14,39	15,28	16,28						
12,00	12,38	13,17	13,59	14,47	15,40	16,40						
12,00	12,13	12,27	12,40	13,00	13,19	13,45	14,17	15,00	16,00	17,05	18,14	19,19
12,00	12,14	12,29	12,48	13,04	13,29	13,57	14,34	15,21	16,21	17,23	18,29	
12,00	12,20	12,40	13,02	13,25	13,55	14,30	15,12	16,01	17,01			
12,00	12,26	12,54	13,21	13,52	14,30	15,13	16,03	11,59	18,00			
12,00	12,32	13,05	13,44	14,20	15,05	15,56	16,53					
12,00	12,37	13,15	13,56	14,37	15,31	16,28						
12,00	12,39	13,20	14,02	14,48	15,42	16,41						
12,00	12,16	12,32	12,49	13,09	13,31	13,51	14,07	14,55	15,49	16,59	18,13	19,19
12,00	12,17	12,35	12,54	13,16	13,41	14,12	14,47	15,34	11,30	17,30	18,32	
12,00	12,22	12,42	13,07	13,34	14,04	14,40	15,22	16,12	17,08	18,08		
12,00	12,28	12,56	13,26	13,58	14,24	15,20	16,06					
12,00	12,53	13,08	13,46	14,25	15,10	16,00	16,54					
12,00	12,38	13,18	14,00	14,44	15,34	16,28						
12,00	12,40	13,23	14,05	14,52	15,43							

TABELLA 5

Ora del sorgere e del tramontare del sole ed azimut corrispondenti per varie latitudini e declinazioni (¹, ²)

φ	δ	O R A		A Z I M U T
		SORGERE	TRAMONTARE	
38°	+ 23	4,40	19,20	60°,15'
	+ 20	4,53	19,07	64°,15'
	+ 12	5,21	18,39	74°,40'
	0	6,00	18,00	90°,00'
	— 12	6,39	17,21	105°,20'
	— 20	7,07	16,53	115°,45'
	— 23	7,20	16,40	119°,45'
40°	+ 23	4,35	19,25	59°,10'
	+ 20	4,49	19,11	63°,30'
	+ 12	5,18	18,42	74°,15'
	0	6,00	18,00	90°,00'
	— 12	6,42	17,18	105°,45'
	— 20	7,11	16,49	116°,30'
	— 23	7,25	16,35	120°,50'
43°	+ 23	4,26	19,34	57°,40'
	+ 20	4,39	19,21	62°,10'
	+ 12	5,14	18,46	73°,30'
	0	6,00	18,00	90°,00'
	— 12	6,46	17,14	106°,30'
	— 20	7,21	16,39	117°,50'
	— 23	7,34	16,26	122°,20'

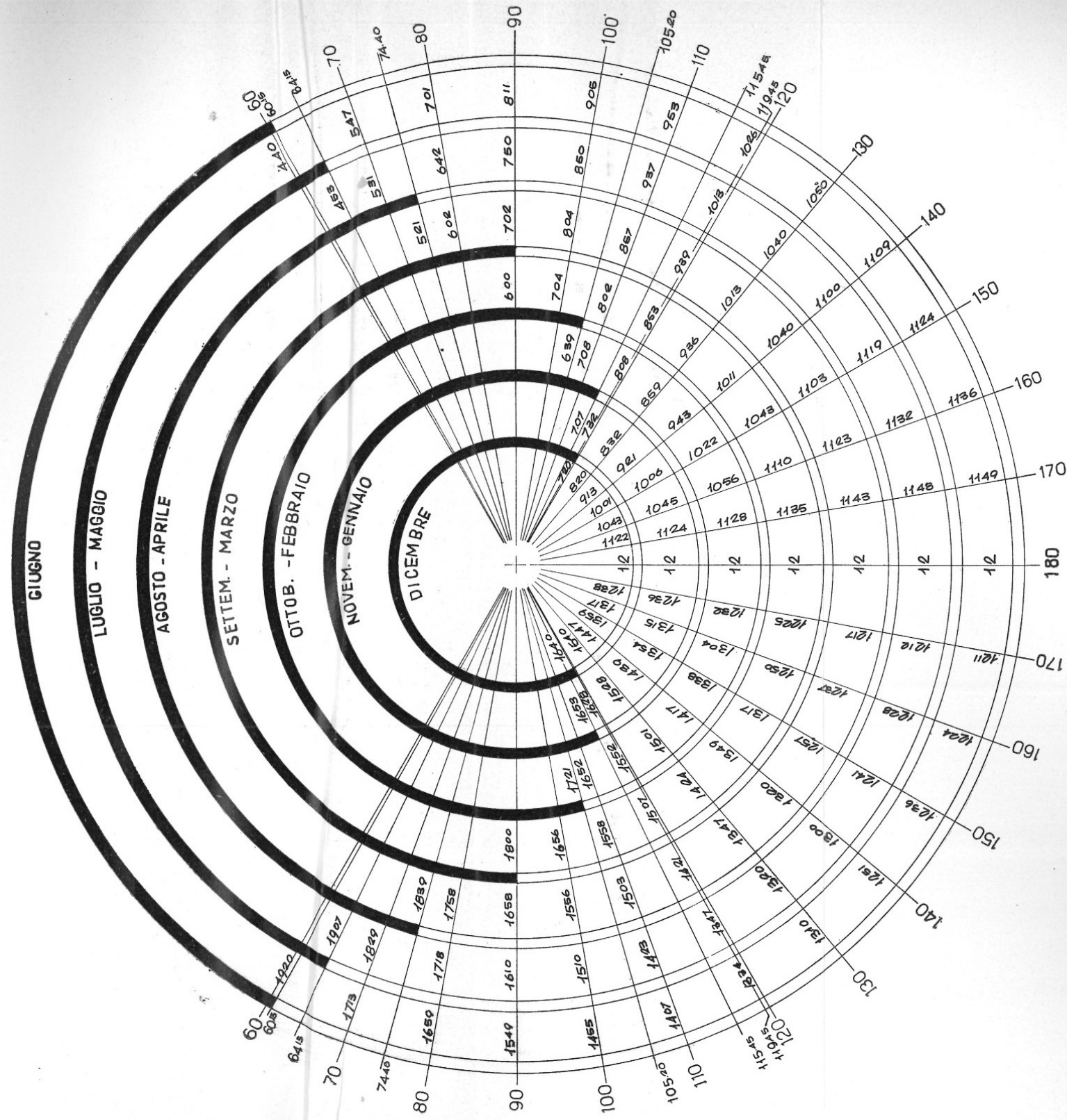


Fig. 1. - Diagramma solare per la Latitudine $\varphi = 38^\circ$.

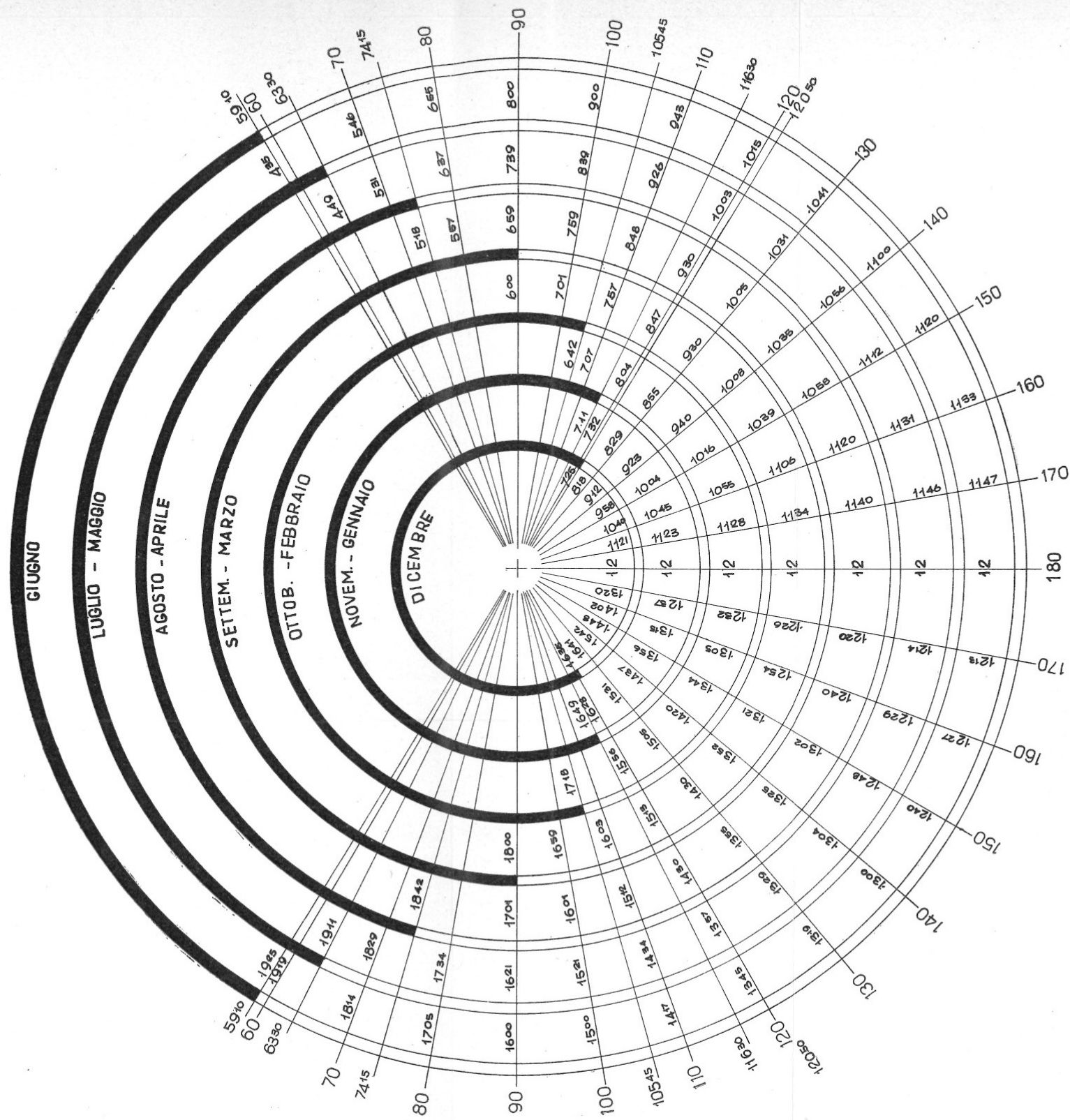


Fig. 2. - Diagramma solare per la Latitudine $\varphi = 40^\circ$.

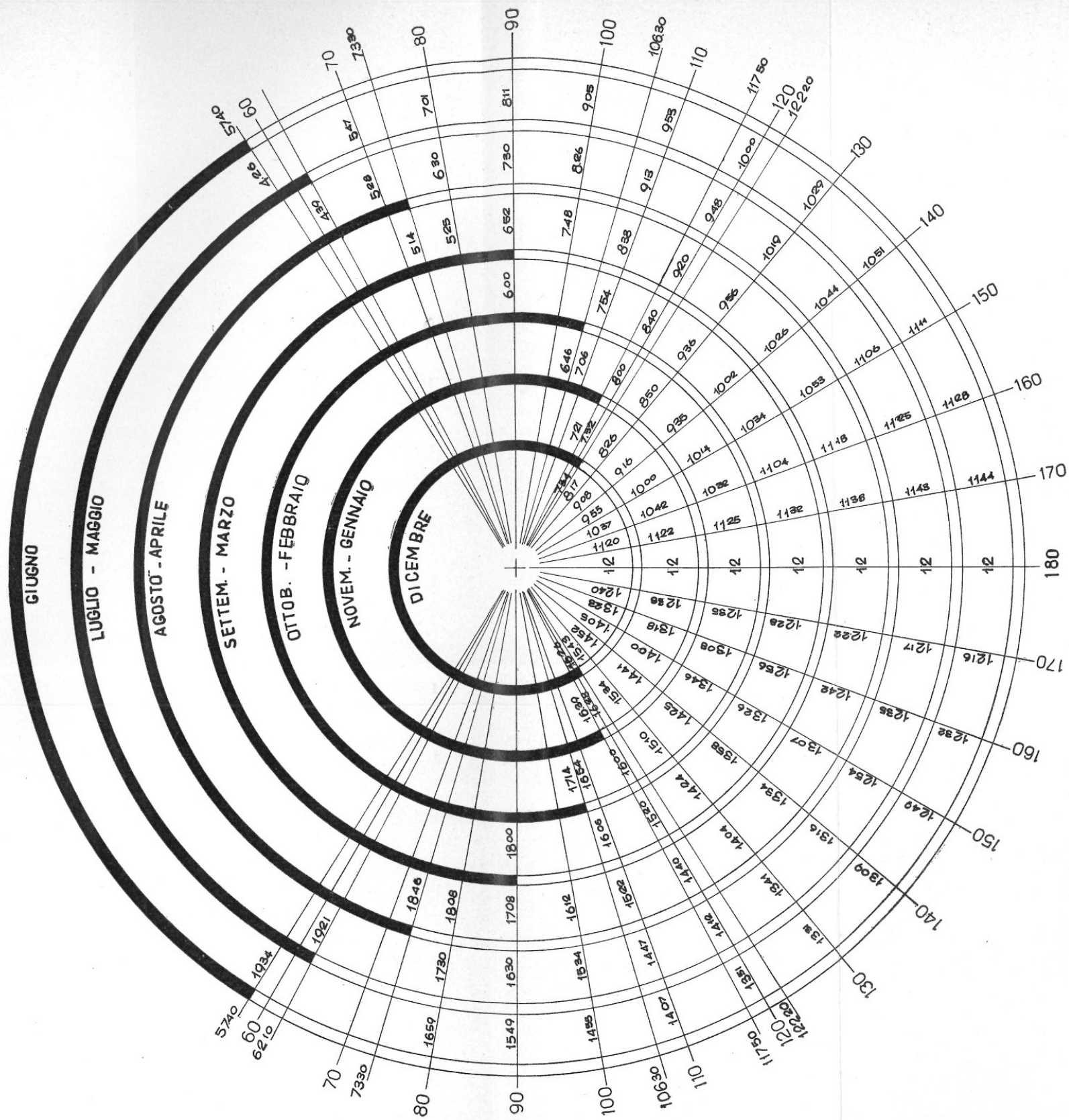


Fig. 3. - Diagramma solare per la Latitudine $\varphi = 43^\circ$.

DETERMINAZIONE DELL'ORA DEL SORGERE E DEL TRAMONTARE DEL SOLE E AZIMUT CORRISPONDENTI

In base alla relazione:

$$(1) \sin \delta = \sin h \sin \varphi + \cos h \cos \varphi \cos A$$

ove si ponga $h = 0$, si può ricavare il valore dell'Azimut A , al sorgere e al tramontare del sole, per vari valori di φ e di δ .

Dall'altra relazione:

$$(2) \cos h \sin A = \cos \delta \sin t$$

si ricava l'angolo orario t al sorgere e al tramontare del sole, ponendo i valori di A ricavati dalla (1) e quelli corrispondenti di δ e di φ per $h = 0$.

I dati numerici calcolati ed inseriti nelle precedenti tabelle possono più sinteticamente essere espressi sotto forma grafica in diagrammi rappresentativi ⁽¹⁾ ⁽³⁾. Nelle figg. 1, 2, 3, sono illustrati i diagrammi solari per le latitudini di 38° , 40° , 43° . Questi diagrammi risultano particolarmente utili per la determinazione degli Azimut solari in corrispondenza di vari valori dell'ora e della declinazione δ e danno la indicazione della durata del dì e della notte nei diversi mesi dell'anno.

Inoltre con l'ausilio dei diagrammi solari si può individuare, per un determinato orientamento della facciata di un edificio la durata e le ore corrispondenti di insolazione nei vari periodi dell'anno. Dopo aver orientato il diagramma solare in modo che l'asse Nord-Sud coincida con l'asse Azimutale 0° - 180° , restano determinati, per i vari orientamenti della facciata i corrispondenti periodi di insolazione, individuati da una retta diametrale parallela alla facciata in esame.

Roma. — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di Ingegneria.

BIBLIOGRAFIA

- ⁽¹⁾ A. TIZZANO - « L'ingegnere », n. 5-6, 1949.
- ⁽²⁾ G. VINACCIA - « L'ingegnere », n. 10, 1947.
- ⁽³⁾ F. FADET - Ann. Hyg. Publ. Ind. et Soc., 1947.

Direttore responsabile: Prof. DOMENICO MAROTTA

Reg. Stampa - Trib. di Roma n. 1534 del 14 luglio 1956