

## Appendice D

### TAVOLE DI NAVIGAZIONE AEREA

#### TAVOLA I

##### **Tabelle di conversione tra unità di misura**

Viene fornita, per ciascuna tipologia di misura, una tabella di conversione tra le unità di misura di maggiore impiego in navigazione aerea.

Per esempio, se si intende trasformare una distanza di 60 km in miglia nautiche (NM = *Nautical mile*), dalla tabella n. 1 si vede che 1 km corrisponde a 0.54 NM; pertanto 60 km corrispondono a  $60 \times 0.54 = 32.4$  NM.

#### TAVOLA II

##### **Scale termometriche**

La tavola consente di trasformare una lettura termometrica nelle corrispondenti letture riferite a scale diverse.

Per esempio, una temperatura di  $-10^{\circ}\text{C}$  corrisponde a  $14^{\circ}\text{F}$  e a  $263.16^{\circ}\text{K}$ .

#### TAVOLA III

##### **Andamento dei principali parametri atmosferici con la quota**

La tavola riporta, in funzione della quota espressa in piedi (di 500 in 500 ft), i valori della pressione (in ettopascal e in pollici di mercurio), della densità, della temperatura e della velocità del suono (in metri al secondo e in nodi) per l'atmosfera standard.

I valori sono stati calcolati per la troposfera fino a una quota di 36000 ft.

#### TAVOLA IV

##### **Calcolo della quota di densità**

La tavola fornisce, in funzione della temperatura esterna ( $SAT = \text{Static Air Temperature}$ ) e della quota di pressione ( $PA = \text{Pressure Altitude}$ ), la quota di densità ( $DA = \text{Density Altitude}$ ).

La *Density Altitude* rappresenta la quota dell'atmosfera standard alla quale corrisponde la stessa densità dell'atmosfera reale.

Per esempio, per  $SAT = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $PA = 22\,000\text{ ft}$ , si ha:  $DA = 23\,000\text{ ft}$ .

Nel diagramma la linea retta rappresenta il luogo dei punti nei quali la quota di pressione è uguale alla quota di densità.

#### TAVOLA V

### Correzione per la temperatura

La tavola fornisce la correzione da apportare alla lettura termometrica ( $RAT = \textit{Rectified Air Temperature}$ ) per ottenere la temperatura reale dell'aria esterna ( $SAT = \textit{Static Air Temperature}$ ).

La correzione (nota come *Temperature Rise*), fornita per diversi valori del fattore di recupero del termometro ( $C_T = \textit{Recovery Factor}$ ), è sempre sottrattiva in quanto, per l'effetto di compressibilità dovuto alla velocità, la temperatura misurata è sempre maggiore di quella effettiva.

Per esempio, per  $TAS (\textit{True Air Speed}) = 450\text{ kt}$  e  $C_T (\textit{Recovery Factor}) = 0.9$ , si ha:  $\Delta T = -24\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### TAVOLA VI

### Calcolo della quota vera

La tavola permette il calcolo della quota vera ( $TA = \textit{True Altitude}$ ) attraverso la conoscenza della temperatura dell'aria esterna ( $SAT = \textit{Static Air Temperature}$ ) e della quota di pressione ( $PA = \textit{Pressure Altitude}$ ).

Il diagramma consente di ricavare il rapporto tra la quota vera e la quota indicata dall'altimetro (quota  $QNH$  o  $QFE$ ).

Per esempio, per  $SAT = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $PA = 22\,000\text{ ft}$  e  $QNH\text{ Altitude} = 21\,000\text{ ft}$ , si ricava  $TA / QNH\text{ Altitude} = 1.035$  da cui:  $TA = 21\,000 \times 1.035 = 21\,735\text{ ft}$ .

#### TAVOLA VII

### Calcolo della True Air Speed (per $M < 0.2$ )

La tavola permette il calcolo della velocità all'aria ( $TAS = \textit{True Air Speed}$ ) in funzione della temperatura dell'aria esterna ( $SAT = \textit{Static Air Temperature}$ ), della  $PA (\textit{Pressure Altitude})$  e della  $CAS (\textit{Calibrated Air Speed})$ .

Per numeri di Mach inferiori a 0.2, la  $CAS$  si può ritenere uguale alla velocità equivalente  $EAS (\textit{Equivalent Air Speed})$  definita come la velocità che segnerebbe l'indicatore di velocità nell'ipotesi di fluido incompressibile.

Il diagramma consente di ricavare il rapporto tra la  $TAS$  e la  $EAS$ .

Per esempio, per  $SAT = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $PA = 12\,000\text{ ft}$  e  $CAS = EAS = 105\text{ kt}$ , si ricava  $TAS/EAS = 1.22$  da cui si ha  $TAS = 105 \times 1.22 = 128.1\text{ kt}$ .

**TAVOLA VIII****Calcolo della Equivalent Air Speed**

La tavola fornisce, in funzione della *CAS* (*Calibrated Air Speed*) e della *PA* (*Pressure Altitude*), la correzione da apportare alla *CAS* per ottenere la *EAS* (*Equivalent Air Speed*).

La correzione, sempre sottrattiva, si rende necessaria a causa della compressibilità dell'aria che determina una misura di pressione di impatto superiore a quella che si misurerebbe in presenza di fluido incompressibile.

Per esempio, per  $CAS = 350$  kt e  $PA = 20\,000$  ft, si ricava una correzione uguale a  $-12$  kt. Pertanto  $EAS = 350 - 12 = 338$  kt.

Con l'ausilio della tavola precedente, si potrebbe anche convertire la *EAS* nella *TAS*. Per esempio, se  $SAT = -10$  °C, si ha  $TAS/EAS = 1.41$  da cui  $TAS = 476.6$  kt.

È preferibile, tuttavia, eseguire il calcolo della *TAS* attraverso le successive tavole.

**TAVOLA IX****Calcolo della True Air Speed (Determinazione del numero di Mach)**

La presente tavola e la successiva permettono il calcolo della *True Air Speed* essendo noti la *CAS* (*Calibrated Air Speed*), la *PA* (*Pressure Altitude*) e la *SAT* (*Static Air Temperature*).

La tavola in oggetto consente di ricavare dapprima il numero di Mach, noti la *CAS* e la *PA*.

Per esempio, per  $CAS = 340$  kt e  $PA = 26\,000$  ft, si ottiene  $M = 0.82$ .

**TAVOLA X****Calcolo della True Air Speed dal numero di Mach**

La tavola permette il calcolo della *TAS* nota la *SAT* (*Static Air Temperature*) e il numero di Mach  $M$  ricavato con la tavola precedente.

Continuando lo stesso esempio della tavola IX, se  $M = 0.82$  e  $SAT = -24$  °C, si ricava  $TAS = 505$  kt.

**TAVOLA XI****Calcolo delle componenti del vento LC e XC**

Il grafico permette di ricavare le componenti del vento lungo la rotta ( $LC = \textit{Longitudinal Component}$ ) e perpendicolare alla rotta ( $XC = \textit{Cross Component}$ ), noti gli elementi del vento: la  $WV$  (*Wind Velocity*) e la  $WD$  (*Wind Direction*).

È necessario dapprima ricavare l'angolo  $\alpha$  tra la direzione della rotta e quella del vento eseguendo:

$$\alpha = TC - WD$$

Nel caso in cui  $TC < WD$ , prima di eseguire la sottrazione si somma  $360^\circ$  a  $TC$ .

L'angolo  $\alpha$  va poi ridotto al primo quadrante con le relazioni mostrate nella tabella allegata al grafico.

L'intersezione della radiale contrassegnata dal valore dell'angolo  $\alpha$  con la circonferenza di raggio uguale alla  $WV$  ci dà un punto di cui, grazie al reticolato quadrettato, si legge l'ascissa ( $XC$ ) e l'ordinata ( $LC$ ) i cui segni sono riportati nella tabella allegata.

Per esempio, per  $TC = 120^\circ$ ,  $WD = 200^\circ$ ,  $WV = 50$  kt, si ricava:

$\alpha = (360^\circ + 120^\circ) - 200^\circ = 280^\circ$  che, ridotto al primo quadrante, diventa  $80^\circ$ . Si ottiene:  $XC \cong +49$  kt,  $LC \cong -9$  kt.

#### TAVOLA XII

##### Calcolo della correzione di deriva

L'angolo di correzione di deriva ( $WCA = \text{Wind Correction Angle}$ ) rappresenta la correzione da apportare alla  $TC$  (*True Course*) per ottenere la  $TH$  (*True Heading*). La  $WCA$  può essere ottenuta dal grafico se è nota la  $TAS$  (*True Air Speed*) e la  $XC$  (*Cross Component*).

Per esempio, per  $TAS = 300$  kt,  $XC = +49$  kt, si ricava  $WCA = +9^\circ.5$ . Si noti che la  $WCA$  prende lo stesso segno di  $XC$ .

#### TAVOLA XIII

##### Calcolo della velocità al suolo

La velocità al suolo ( $GS = \text{Ground Speed}$ ) si ricava dalla relazione:

$$GS = ETAS + LC$$

dove la  $ETAS$  (*Effective True Air Speed*) è ottenuta proiettando la  $TAS$  lungo la direzione della rotta:

$$ETAS = TAS \cos WCA$$

Il grafico consente, appunto, il calcolo della  $ETAS$ .

Per esempio, per  $TAS = 300$  kt e  $WCA = +9^\circ.5$ , si ha  $ETAS \cong 296$  kt. La  $GS$  è, pertanto, uguale a  $296 + (-9) = 287$  kt, essendo  $-9$  kt la componente longitudinale del vento  $LC$ .

Attraverso le tavole XI, XII e XIII si possono risolvere anche altri problemi legati alla presenza del vento. Per esempio, noti  $TH$  e  $TAS$ ,  $TC$  e  $GS$ , si possono ricavare gli elementi del vento procedendo come segue.

- 1) 1 – Si ricava  $WCA = TH - TC$ ;
- 2) 2 – dalla tavola XIII si ricava la  $ETAS$ ;
- 3) 3 – dalla tavola XII si ricava  $XC$ ;
- 4) 4 – si ha:  $LC = GS - ETAS$ ;
- 5) 5 – dalla tavola XI, con  $LC$  e  $XC$ , si ricavano, con procedimento inverso, gli elementi del vento.

Per esempio, se  $TH = 71^\circ$ ,  $TAS = 300$  kt,  $TC = 80^\circ$ ,  $GS = 328^\circ$ , si ha:

- 1) 1 –  $WCA = 71^\circ - 80^\circ = -9^\circ$ ;
- 2) 2 –  $ETAS = 296$ kt;
- 3) 3 –  $XC = -47$ kt;
- 4) 4 –  $LC = 328 - 296 = +32$ kt;
- 5) 5 –  $WV = 57$ kt e  $56^\circ$ . L'angolo  $\alpha$  è uguale a  $180^\circ - 56^\circ = 124^\circ$ , da cui:  $WD = (80^\circ + 360^\circ) - 124^\circ = 316^\circ$ .

Nel caso in cui sono noti gli elementi del vento, la  $TC$  e la  $GS$ , si procede come segue.

- 1) 1 – Si ricavano  $LC$  e  $XC$  (tav. XI);
- 2) 2 – Si calcola  $ETAS = GS - LC$ ;
- 3) 3 – Con  $ETAS \cong TAS$  e  $XC$  si ricava  $WCA$ ;
- 4) 4 – Si calcola  $TH = TC + WCA$ ;
- 5) 5 – Con  $ETAS$  e  $WCA$  si ricava la  $TAS$  (tav. XIII).

Per esempio, se  $TC = 225^\circ$ ,  $GS = 500$  kt,  $WD = 0^\circ$ ,  $WV = 60$  kt, si ha:

- 1) 1 –  $LC = +42$  kt;  $XC = +42$  kt;
- 2) 2 –  $ETAS = 500 - 42 = 458$  kt;
- 3) 3 –  $WCA \cong +5^\circ$ ;
- 4) 4 –  $TH = 225^\circ + 5^\circ = 230^\circ$ ;
- 5) 5 –  $TAS = 460$  kt.

#### TAVOLA XIV

### Latitudini crescenti per l'ellissoide

La tavola riporta le latitudini crescenti per la Terra ellissoidica da utilizzare per la costruzione della carta di Mercatore o per la risoluzione dei problemi di navigazione lossodromica. La latitudine crescente, calcolata di primo in primo da  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , è espressa in primi di equatore.

Le tavole sono state costruite con la relazione:

$$\varphi_c = 7915.7 \log \left[ \tan(45^\circ + \varphi/2) \left( \frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi} \right)^{\frac{e}{2}} \right]$$

dove  $e$  rappresenta l'eccentricità posta uguale a 0.08181919.

Si può pervenire allo stesso risultato calcolando le latitudini crescenti attraverso il seguente sviluppo in serie:

$$\varphi_c = 7915.7 \log \tan(45^\circ + \varphi/2) - 23.0133633 \sin \varphi - 0.051353 \sin^3 \varphi + \dots$$

## TAVOLA I

## TABELLE DI CONVERSIONE TRA UNITÀ DI MISURA

## 1. Unità di misura di lunghezza

	in	ft	m	km	SM	NM
1 inch	1	$8.333 \times 10^{-2}$	$2.54 \times 10^{-2}$	$2.54 \times 10^{-5}$	$1.578 \times 10^{-5}$	$1.371 \times 10^{-5}$
1 foot	12	1	0.3048	$3.048 \times 10^{-4}$	$1.894 \times 10^{-4}$	$1.645 \times 10^{-4}$
1 metro	39.37	3.281	1	$10^{-3}$	$6.214 \times 10^{-4}$	$5.4 \times 10^{-4}$
1 km	$3.937 \times 10^4$	3281	1000	1	0.6214	0.54
1 SM	$6.336 \times 10^4$	5280	1609	1.609	1	0.869
1 NM	$7.291 \times 10^4$	6076	1852	1.852	1.1508	1

## 2. Unità di misura di tempo

	sec	min	h
1 secondo	1	$1.667 \times 10^{-2}$	$2.778 \times 10^{-4}$
1 minuto	60	1	$1.667 \times 10^{-2}$
1 ora	3600	60	1

## 3. Unità di misura di velocità

	ft/min	mph	kt	m/s
1 foot per min	1	$1.136 \times 10^{-2}$	$9.875 \times 10^{-3}$	$5.08 \times 10^{-3}$
1 Statute mile per hour	88	1	0.869	0.447
1 nautical mile per hour	101.26	1.151	1	0.514
1 metro per sec	196.85	2.237	1.944	1

## 4. Unità di misura angolari

	"	'	°	rad	giri
1 secondo	1	$1.667 \times 10^{-2}$	$2.778 \times 10^{-4}$	$4.848 \times 10^{-6}$	$7.716 \times 10^{-7}$
1 primo	60	1	$1.667 \times 10^{-2}$	$2.909 \times 10^{-4}$	$4.63 \times 10^{-5}$
1 grado	3600	60	1	$1.745 \times 10^{-2}$	$2.778 \times 10^{-3}$
1 radiante	$2.063 \times 10^5$	3437.7	57.3	1	0.1592
1 giro	$1.296 \times 10^5$	$2.16 \times 10^4$	360	6.283	1

**5. Unità di misura di velocità angolari**

	rad/s	giri/min	°/s
1 radiante al sec	1	9.549	57.3
1 giro al minuto	$1.047 \times 10^{-1}$	1	6
1 grado al secondo	$1.745 \times 10^{-2}$	$1.667 \times 10^{-1}$	1

**6. Unità di misura di pressione**

	Pa	mb	mm Hg	in Hg
1 Pascal	1	$10^{-2}$	$7.5 \times 10^{-3}$	$2.953 \times 10^{-4}$
1 millibar	100	1	0.75	$2.953 \times 10^{-2}$
1 millimetro Hg	133.3	1.333	1	$3.937 \times 10^{-2}$
1 pollice Hg	3386.5	33.865	25.4	1

**7. Unità di misura di massa**

	lb	kg
1 pound	1	0.4536
1 chilogrammo	2.2046	1

**8. Unità di misura di volume**

	lt	USA GAL	IMP GAL	m <sup>3</sup>
1 litro	1	0.2642	0.22	$10^{-3}$
1 gallone USA	3.7854	1	0.833	$3.785 \times 10^{-3}$
1 gallone imperiale	4.5459	1.2	1	$4.546 \times 10^{-3}$
1 metro cubo	1000	264.17	219.98	1

**TAVOLA II**  
**SCALE TERMOMETRICHE**

°C	°F	°K
-70	-94,0	203,16
-68	-90,4	205,16
-66	-86,8	207,16
-64	-83,2	209,16
-62	-79,6	211,16
-60	-76,0	213,16
-58	-72,4	215,16
-56	-68,8	217,16
-54	-65,2	219,16
-52	-61,6	221,16
-50	-58,0	223,16
-48	-54,4	225,16
-46	-50,8	227,16
-44	-47,2	229,16
-42	-43,6	231,16
-40	-40,0	233,16
-38	-36,4	235,16
-36	-32,8	237,16
-34	-29,2	239,16
-32	-25,6	241,16
-30	-22,0	243,16
-28	-18,4	245,16
-26	-14,8	247,16
-24	-11,2	249,16
-22	-7,6	251,16
-20	-4,0	253,16
-18	-0,4	255,16
-16	3,2	257,16
-14	6,8	259,16
-12	10,4	261,16
-10	14,0	263,16
-8	17,6	265,16
-6	21,2	267,16
-4	24,8	269,16
-2	28,4	271,16
0	32,0	273,16

°C	°F	°K
0	32,0	273,16
2	35,6	275,16
4	39,2	277,16
6	42,8	279,16
8	46,4	281,16
10	50,0	283,16
12	53,6	285,16
14	57,2	287,16
16	60,8	289,16
18	64,4	291,16
20	68,0	293,16
22	71,6	295,16
24	75,2	297,16
26	78,8	299,16
28	82,4	301,16
30	86,0	303,16
32	89,6	305,16
34	93,2	307,16
36	96,8	309,16
38	100,4	311,16
40	104,0	313,16
42	107,6	315,16
44	111,2	317,16
46	114,8	319,16
48	118,4	321,16
50	122,0	323,16
52	125,6	325,16
54	129,2	327,16
56	132,8	329,16
58	136,4	331,16
60	140,0	333,16
62	143,6	335,16
64	147,2	337,16
66	150,8	339,16
68	154,4	341,16
70	158,0	343,16

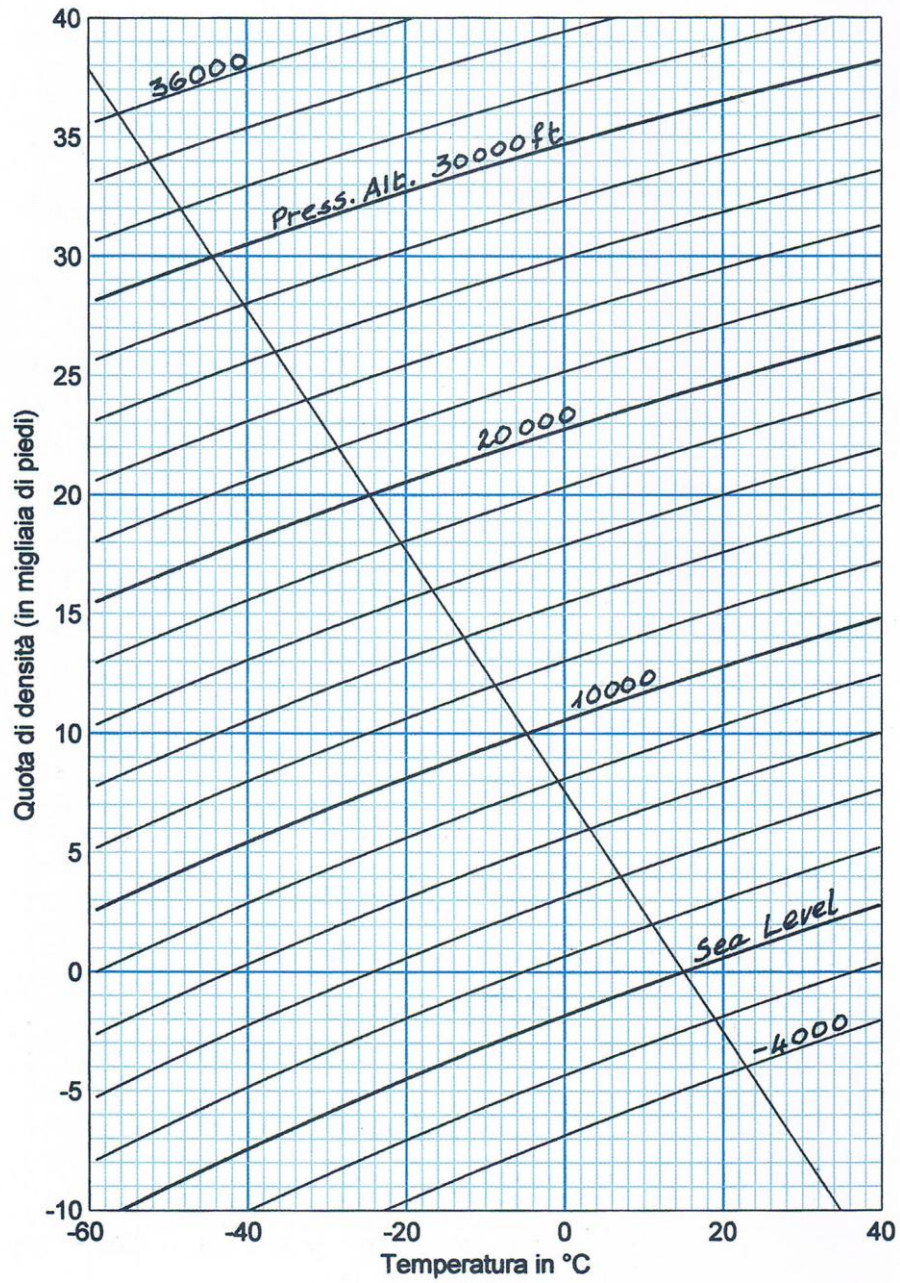


**TAVOLA III**  
**ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI ATMOSFERICI CON LA QUOTA**

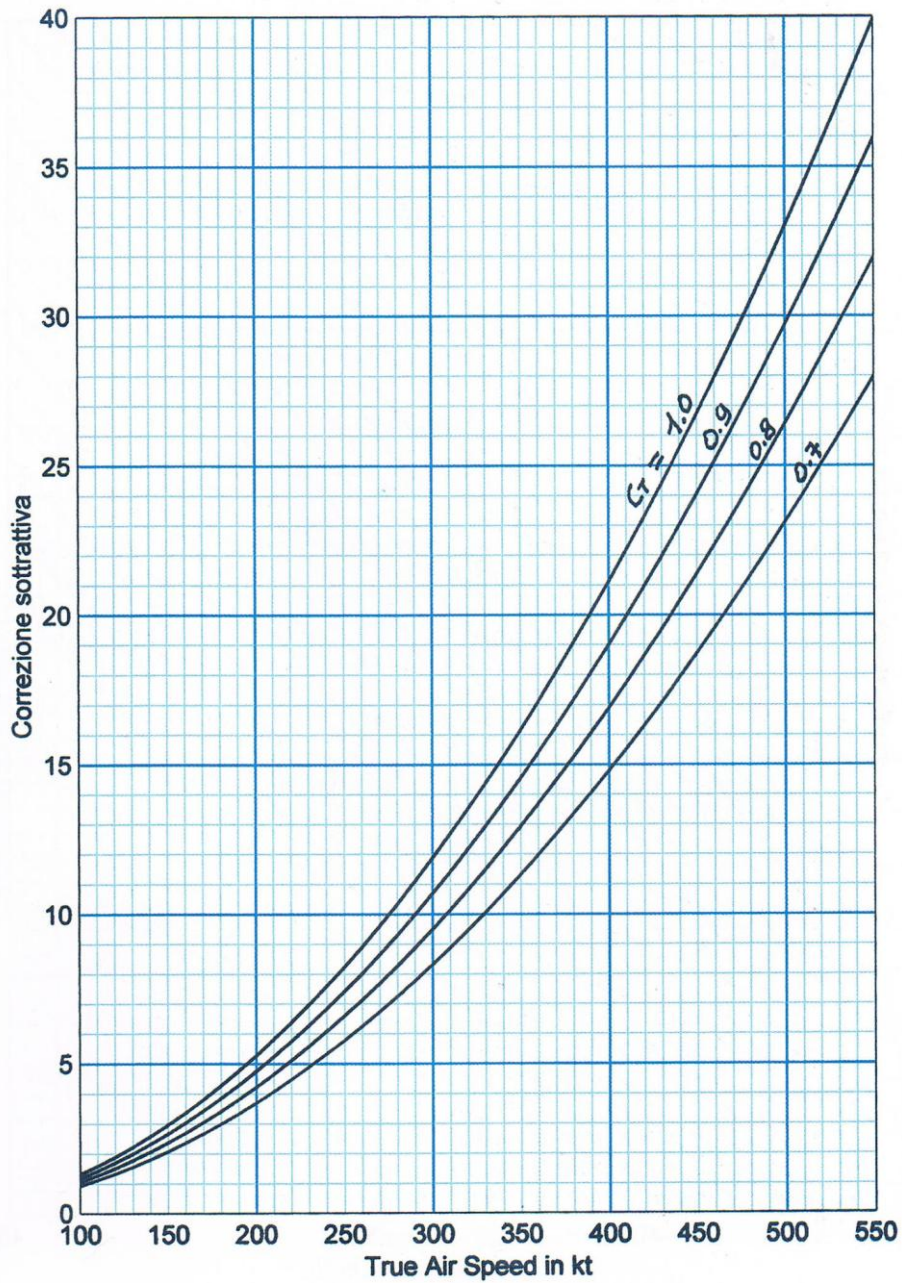
Pressure Altitude (ft)	Standard Pressure (ettopascal)	Standard Pressure (inches)	Standard Density (kg/m <sup>3</sup> )	Standard Temp. (°C)	Speed of Sound (m/s)	Speed of Sound (kt)
-1000	1050,4	31,02	1,261	17,0	341,5	663,7
-500	1031,7	30,46	1,243	16,0	340,9	662,6
0	1013,3	29,92	1,225	15,0	340,3	661,5
500	995,1	29,38	1,207	14,0	339,7	660,3
1000	977,2	28,85	1,190	13,0	339,1	659,2
1500	959,5	28,33	1,172	12,0	338,5	658,1
2000	942,1	27,82	1,155	11,0	337,9	656,9
2500	925,0	27,31	1,138	10,0	337,4	655,8
3000	908,1	26,82	1,121	9,1	336,8	654,6
3500	891,5	26,32	1,104	8,1	336,2	653,5
4000	875,1	25,84	1,088	7,1	335,6	652,3
4500	859,0	25,36	1,072	6,1	335,0	651,2
5000	843,1	24,90	1,056	5,1	334,4	650,0
5500	827,4	24,43	1,040	4,1	333,8	648,8
6000	812,0	23,98	1,024	3,1	333,2	647,7
6500	796,8	23,53	1,008	2,1	332,6	646,5
7000	781,9	23,09	0,993	1,1	332,0	645,4
7500	767,1	22,65	0,978	0,1	331,4	644,2
8000	752,6	22,22	0,963	-0,8	330,8	643,0
8500	738,4	21,80	0,948	-1,8	330,2	641,9
9000	724,3	21,39	0,933	-2,8	329,6	640,7
9500	710,5	20,98	0,919	-3,8	329,0	639,5
10000	696,8	20,58	0,905	-4,8	328,4	638,3
10500	683,4	20,18	0,891	-5,8	327,8	637,1
11000	670,2	19,79	0,877	-6,8	327,2	636,0
11500	657,2	19,41	0,863	-7,8	326,6	634,8
12000	644,4	19,03	0,849	-8,8	326,0	633,6
12500	631,8	18,66	0,836	-9,8	325,3	632,4
13000	619,4	18,29	0,822	-10,8	324,7	631,2
13500	607,3	17,93	0,809	-11,7	324,1	630,0
14000	595,3	17,58	0,796	-12,7	323,5	628,8
14500	583,5	17,23	0,783	-13,7	322,9	627,6
15000	571,8	16,89	0,771	-14,7	322,3	626,4
15500	560,4	16,55	0,758	-15,7	321,6	625,2
16000	549,2	16,22	0,746	-16,7	321,0	624,0
16500	538,1	15,89	0,734	-17,7	320,4	622,8
17000	527,2	15,57	0,722	-18,7	319,8	621,6

Pressure Altitude (ft)	Standard Pressure (ettopascal)	Standard Pressure (inches)	Standard Density (kg/m <sup>3</sup> )	Standard Temp. (°C)	Speed of Sound (m/s)	Speed of Sound (kt)
17500	516,5	15,25	0,710	-19,7	319,2	620,4
18000	506,0	14,94	0,698	-20,7	318,5	619,2
18500	495,7	14,64	0,687	-21,7	317,9	618,0
19000	485,5	14,34	0,675	-22,6	317,3	616,8
19500	475,5	14,04	0,664	-23,6	316,7	615,5
20000	465,7	13,75	0,653	-24,6	316,0	614,3
20500	456,0	13,46	0,642	-25,6	315,4	613,1
21000	446,5	13,18	0,631	-26,6	314,8	611,9
21500	437,1	12,91	0,620	-27,6	314,1	610,6
22000	427,9	12,64	0,610	-28,6	313,5	609,4
22500	418,9	12,37	0,599	-29,6	312,9	608,2
23000	410,0	12,11	0,589	-30,6	312,2	606,9
23500	401,3	11,85	0,579	-31,6	311,6	605,7
24000	392,7	11,60	0,569	-32,5	310,9	604,4
24500	384,3	11,35	0,559	-33,5	310,3	603,2
25000	376,0	11,10	0,549	-34,5	309,7	601,9
25500	367,9	10,86	0,539	-35,5	309,0	600,7
26000	359,9	10,63	0,530	-36,5	308,4	599,4
26500	352,1	10,40	0,520	-37,5	307,7	598,2
27000	344,4	10,17	0,511	-38,5	307,1	596,9
27500	336,8	9,94	0,502	-39,5	306,4	595,7
28000	329,3	9,73	0,493	-40,5	305,8	594,4
28500	322,0	9,51	0,484	-41,5	305,1	593,1
29000	314,9	9,30	0,475	-42,5	304,5	591,9
29500	307,8	9,09	0,467	-43,4	303,8	590,6
30000	300,9	8,89	0,458	-44,4	303,2	589,3
30500	294,1	8,69	0,450	-45,4	302,5	588,0
31000	287,5	8,49	0,442	-46,4	301,9	586,8
31500	280,9	8,30	0,434	-47,4	301,2	585,5
32000	274,5	8,11	0,425	-48,4	300,5	584,2
32500	268,2	7,92	0,418	-49,4	299,9	582,9
33000	262,0	7,74	0,410	-50,4	299,2	581,6
33500	256,0	7,56	0,402	-51,4	298,5	580,3
34000	250,0	7,38	0,394	-52,4	297,9	579,0
34500	244,2	7,21	0,387	-53,4	297,2	577,7
35000	238,4	7,04	0,380	-54,3	296,5	576,4
35500	232,8	6,88	0,372	-55,3	295,9	575,1
36000	227,3	6,71	0,365	-56,3	295,2	573,8

TAVOLA IV  
CALCOLO DELLA QUOTA DI DENSITÀ



**TAVOLA V**  
**CORREZIONE PER LA TEMPERATURA**



**TAVOLA VI**  
**CALCOLO DELLA QUOTA VERA**

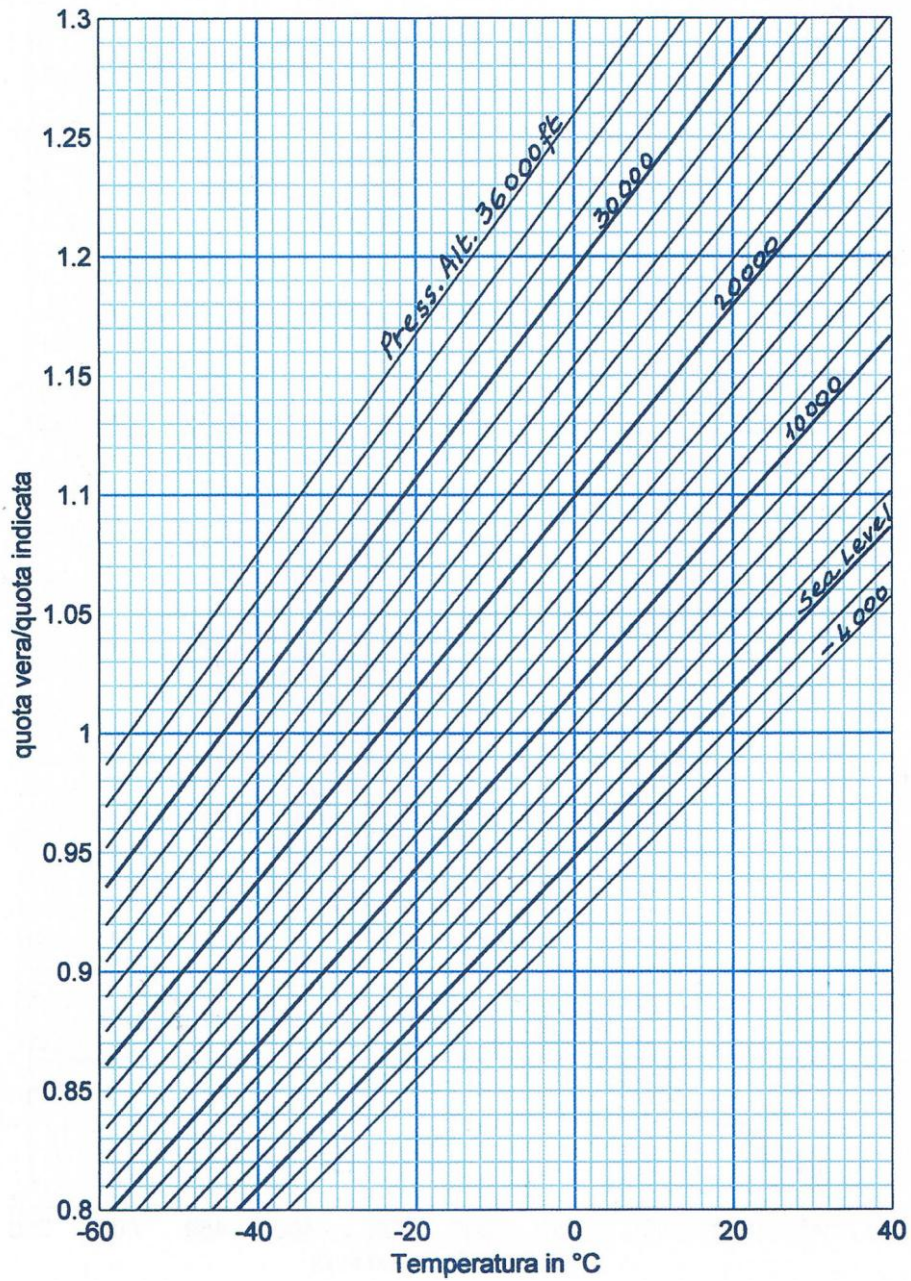
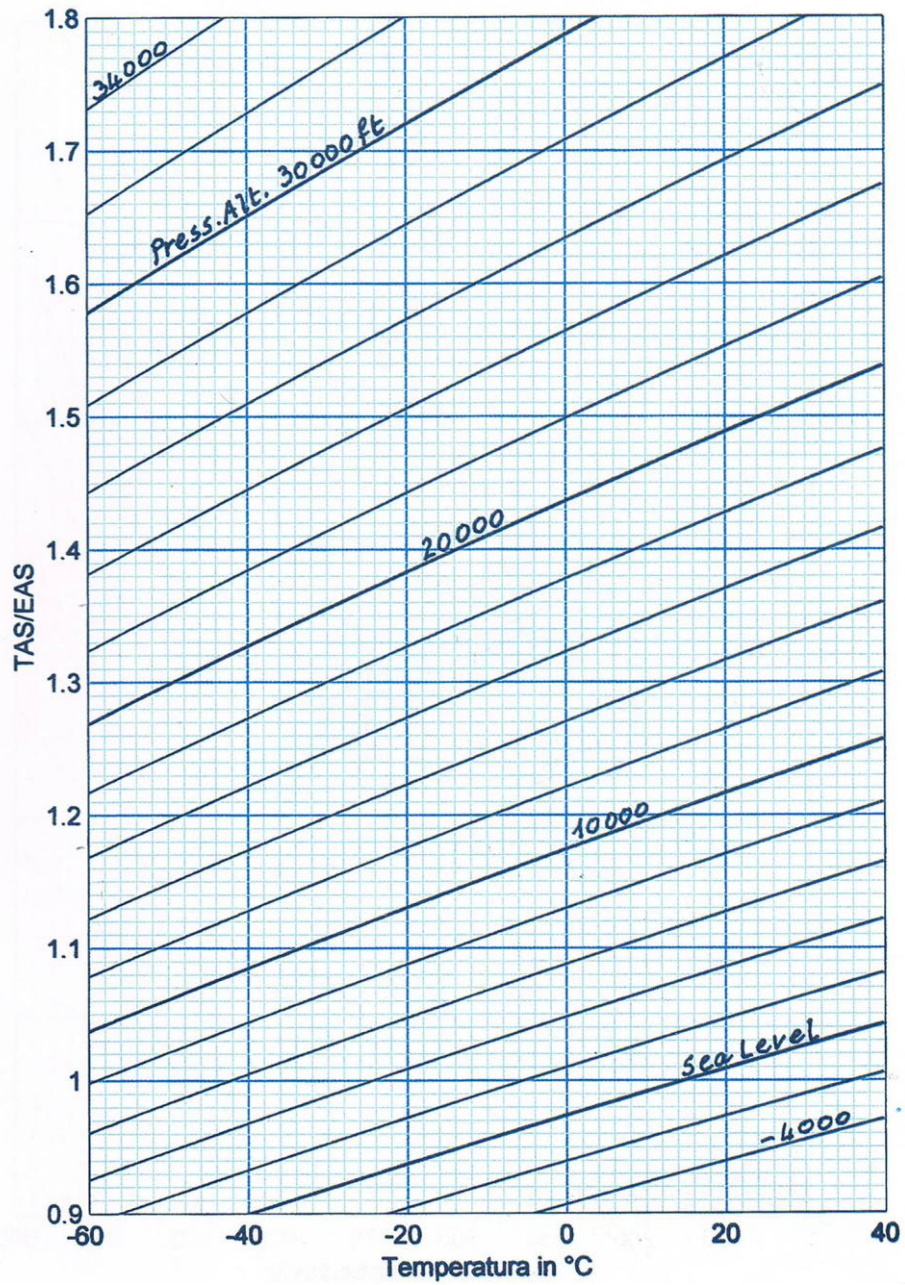
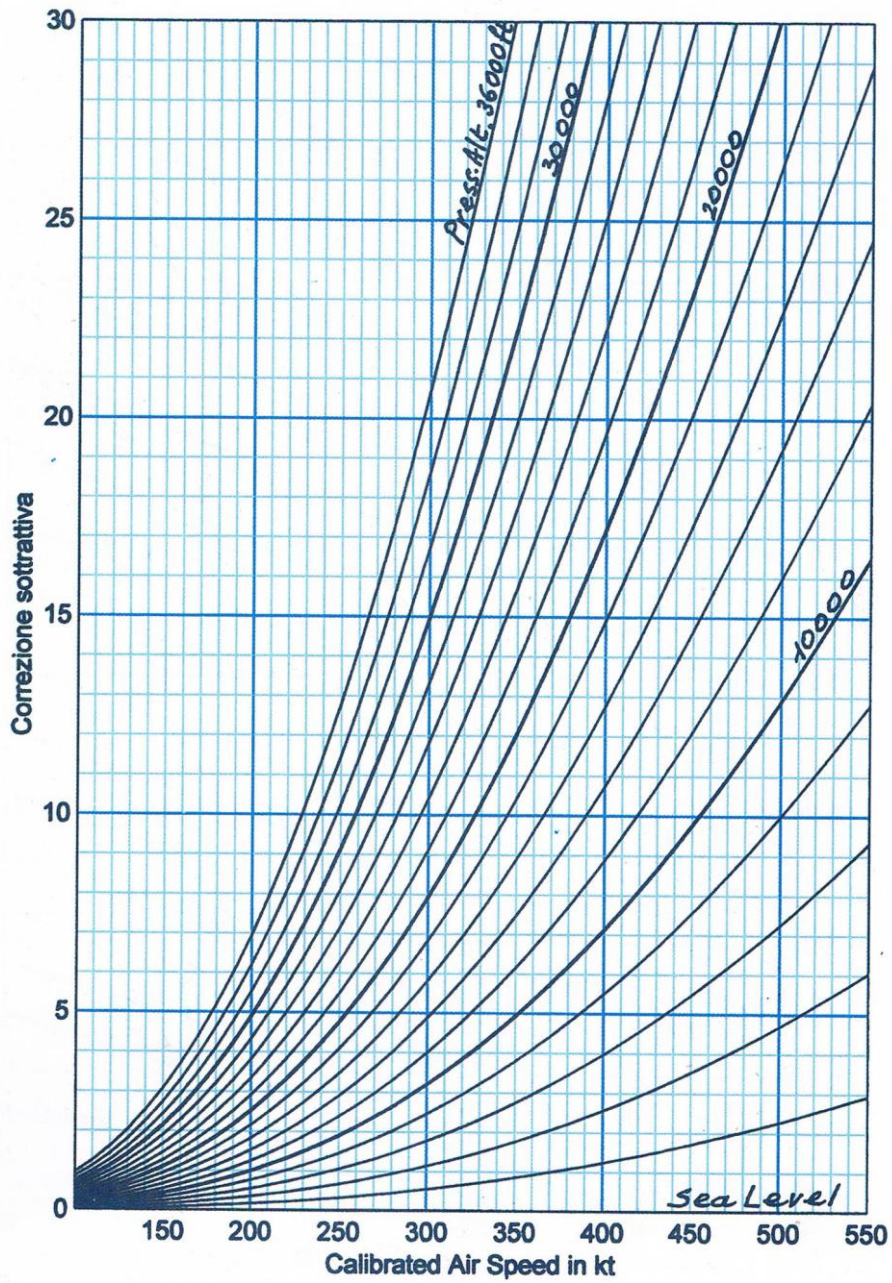


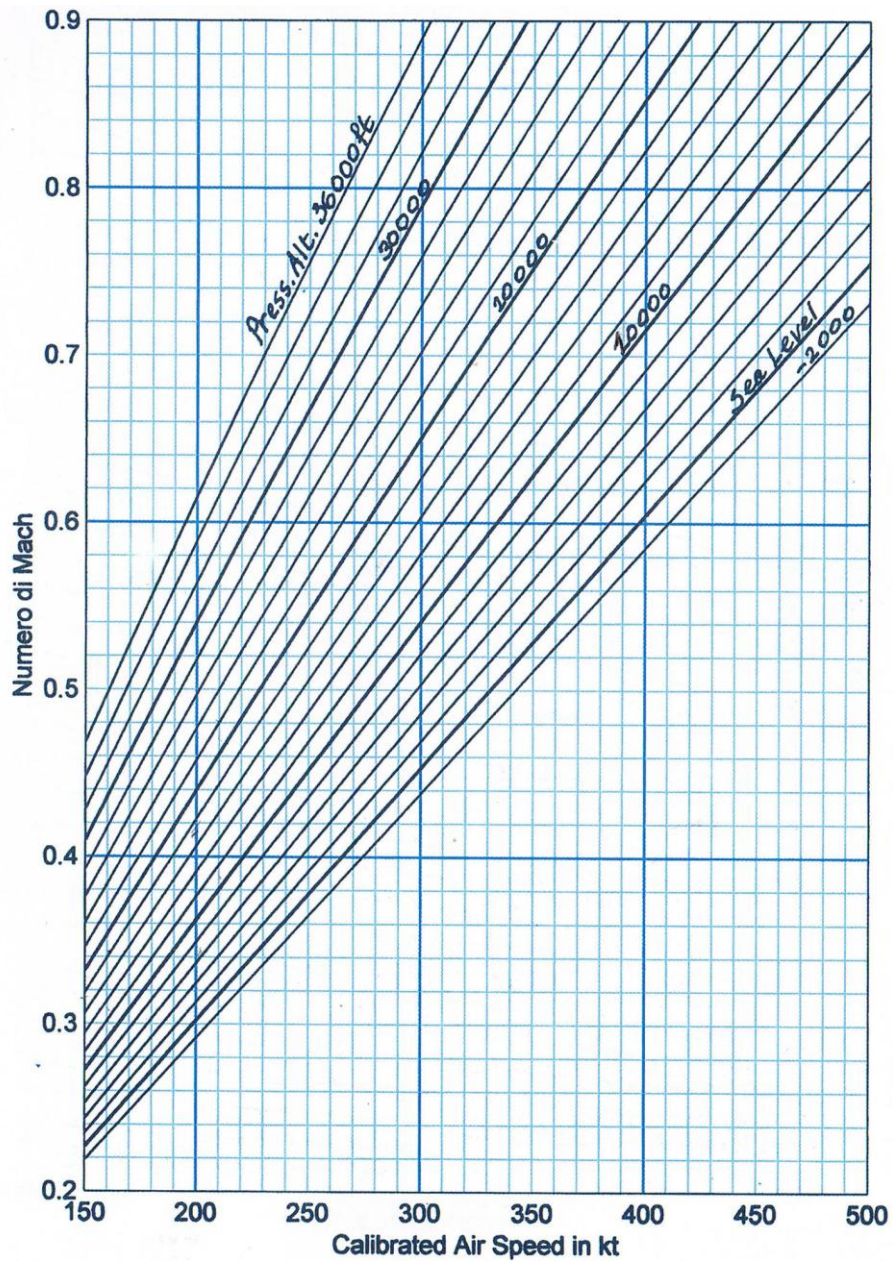
TAVOLA VII  
CALCOLO DELLA TRUE AIR SPEED (PER  $M < 0.2$ )



**TAVOLA VIII  
CALCOLO DELLA EQUIVALENT AIR SPEED**

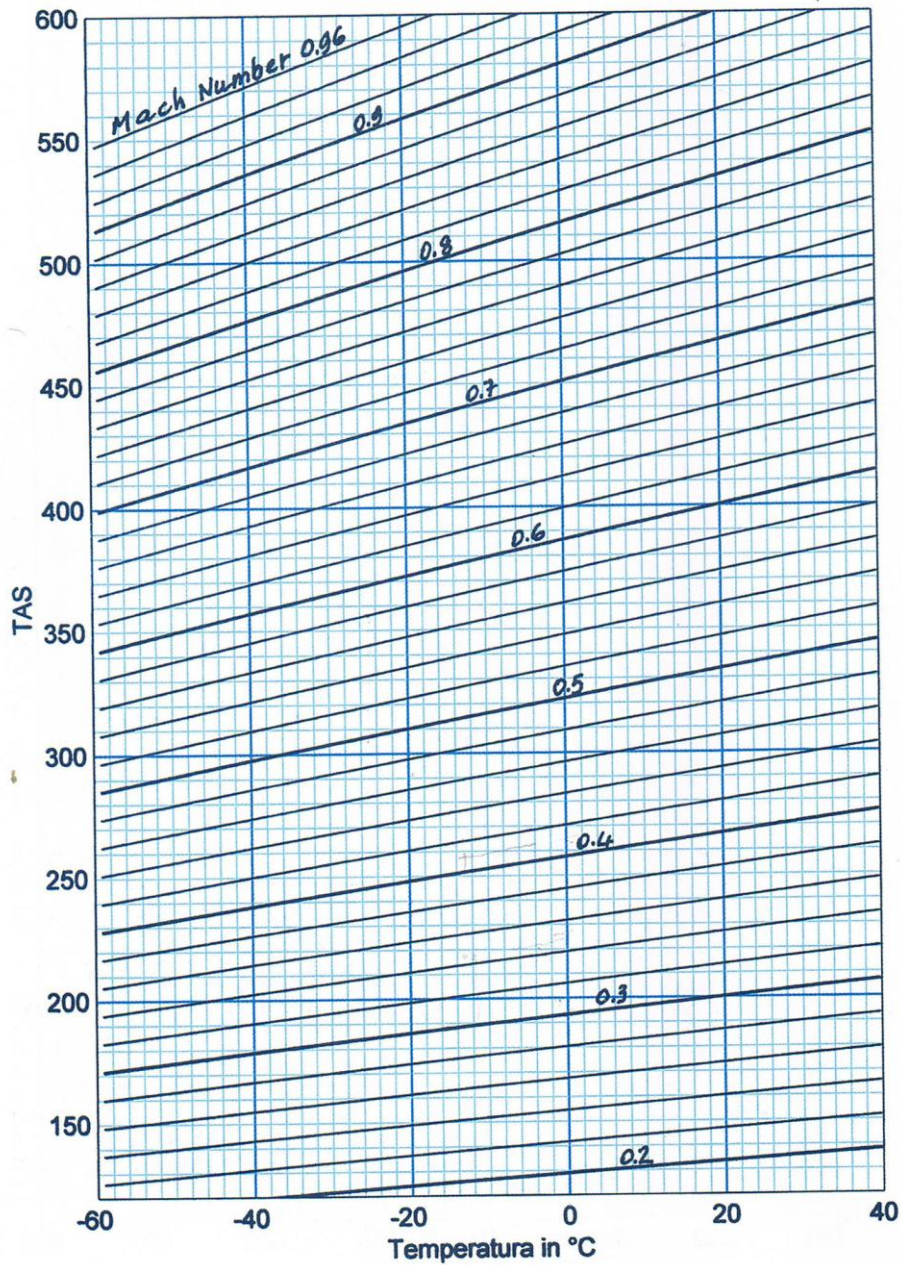


**TAVOLA IX**  
**CALCOLO DELLA TRUE AIR SPEED**  
**(DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI MACH)**





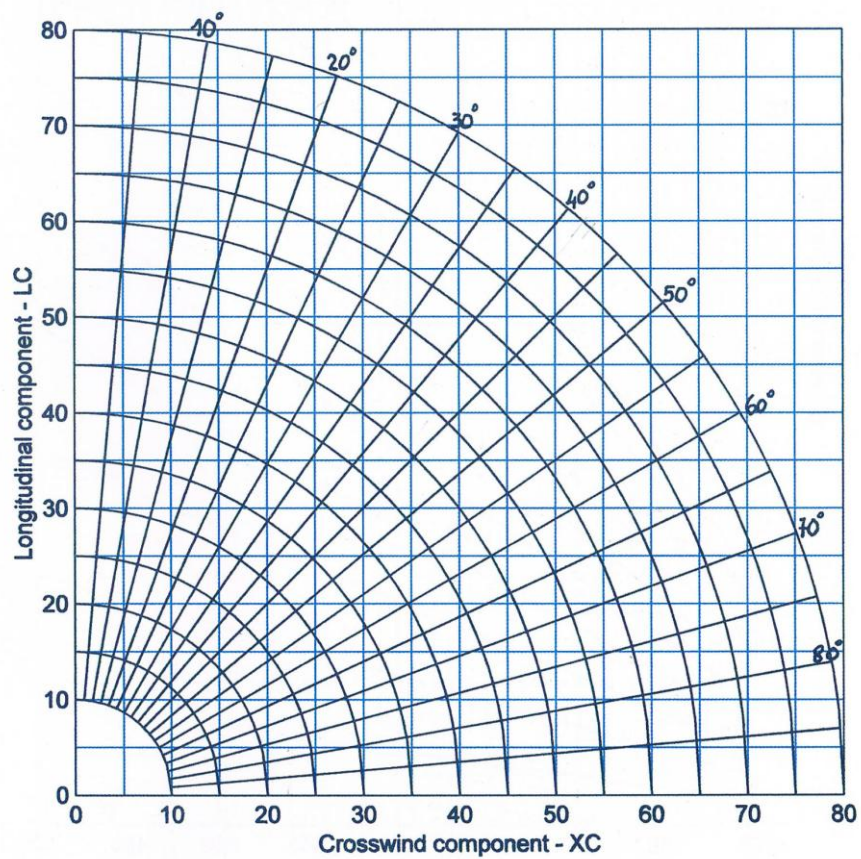
**TAVOLA X**  
**CALCOLO DELLA TRUE AIR SPEED DAL NUMERO DI MACH**



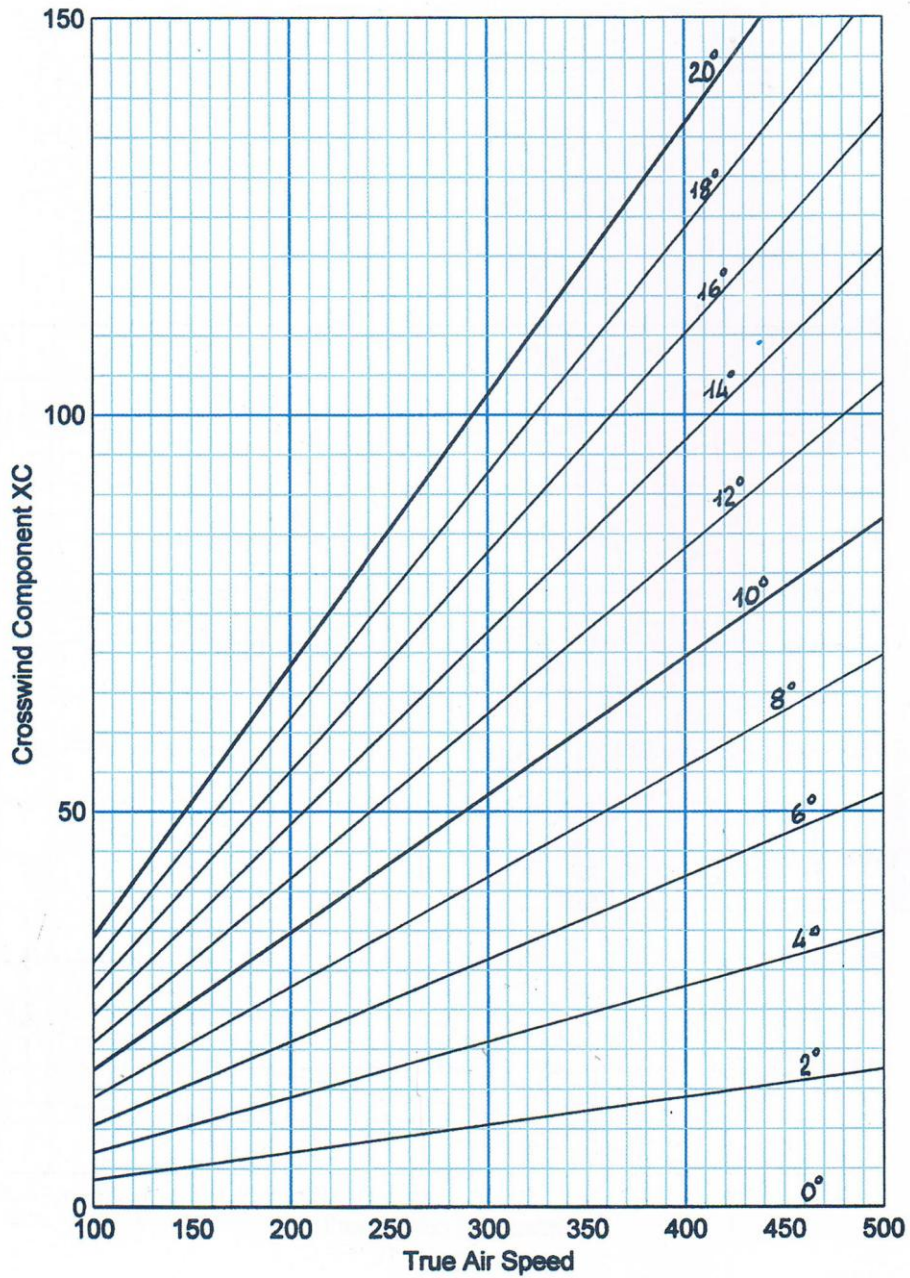
## TAVOLA XI

## CALCOLO DELLE COMPONENTI DEL VENTO LC E XC

$\alpha = TC - WD$	Riduzione al primo quadrante	LC	XC
$0^\circ - 90^\circ$	$\alpha$	-	-
$90^\circ - 180^\circ$	$180^\circ - \alpha$	+	-
$180^\circ - 270^\circ$	$\alpha - 180^\circ$	+	+
$270^\circ - 360^\circ$	$360^\circ - \alpha$	-	+



**TAVOLA XII**  
**CALCOLO DELLA CORREZIONE DI DERIVA**



**TAVOLA XIII**  
**CALCOLO DELLA GROUND SPEED (GS = ETAS + LC)**



**TAVOLA XIV**  
**LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 0 A 10°)**

Meridional Parts

Lat.	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	Lat.
'											'
0	0.0	59.6	119.2	178.9	238.6	298.4	358.3	418.2	478.4	538.6	0
1	1.0	60.6	120.2	179.9	239.6	299.4	359.3	419.2	479.4	539.6	1
2	2.0	61.6	121.2	180.9	240.6	300.4	360.3	420.2	480.4	540.6	2
3	3.0	62.6	122.2	181.9	241.6	301.4	361.3	421.2	481.4	541.6	3
4	4.0	63.6	123.2	182.9	242.6	302.4	362.2	422.2	482.4	542.6	4
5	5.0	64.6	124.2	183.9	243.6	303.4	363.2	423.2	483.4	543.6	5
6	6.0	65.6	125.2	184.8	244.6	304.4	364.2	424.2	484.4	544.6	6
7	7.0	66.6	126.2	185.8	245.6	305.4	365.2	425.2	485.4	545.6	7
8	7.9	67.5	127.2	186.8	246.6	306.4	366.2	426.2	486.4	546.6	8
9	8.9	68.5	128.2	187.8	247.6	307.4	367.2	427.2	487.4	547.6	9
10	9.9	69.5	129.2	188.8	248.5	308.3	368.2	428.3	488.4	548.7	10
11	10.9	70.5	130.2	189.8	249.5	309.3	369.2	429.3	489.4	549.7	11
12	11.9	71.5	131.1	190.8	250.5	310.3	370.2	430.3	490.4	550.7	12
13	12.9	72.5	132.1	191.8	251.5	311.3	371.2	431.3	491.4	551.7	13
14	13.9	73.5	133.1	192.8	252.5	312.3	372.2	432.3	492.4	552.7	14
15	14.9	74.5	134.1	193.8	253.5	313.3	373.2	433.3	493.4	553.7	15
16	15.9	75.5	135.1	194.8	254.5	314.3	374.2	434.3	494.4	554.7	16
17	16.9	76.5	136.1	195.8	255.5	315.3	375.2	435.3	495.4	555.7	17
18	17.9	77.5	137.1	196.8	256.5	316.3	376.2	436.3	496.4	556.7	18
19	18.9	78.5	138.1	197.8	257.5	317.3	377.2	437.3	497.4	557.7	19
20	19.9	79.5	139.1	198.8	258.5	318.3	378.2	438.3	498.4	558.8	20
21	20.9	80.5	140.1	199.8	259.5	319.3	379.2	439.3	499.4	559.8	21
22	21.9	81.5	141.1	200.8	260.5	320.3	380.2	440.3	500.4	560.8	22
23	22.8	82.5	142.1	201.8	261.5	321.3	381.2	441.3	501.4	561.8	23
24	23.8	83.4	143.1	202.8	262.5	322.3	382.2	442.3	502.5	562.8	24
25	24.8	84.4	144.1	203.8	263.5	323.3	383.2	443.3	503.5	563.8	25
26	25.8	85.4	145.1	204.7	264.5	324.3	384.2	444.3	504.5	564.8	26
27	26.8	86.4	146.1	205.7	265.5	325.3	385.2	445.3	505.5	565.8	27
28	27.8	87.4	147.1	206.7	266.5	326.3	386.2	446.3	506.5	566.8	28
29	28.8	88.4	148.0	207.7	267.5	327.3	387.2	447.3	507.5	567.8	29
30	29.8	89.4	149.0	208.7	268.5	328.3	388.2	448.3	508.5	568.8	30
31	30.8	90.4	150.0	209.7	269.5	329.3	389.2	449.3	509.5	569.8	31
32	31.8	91.4	151.0	210.7	270.5	330.3	390.2	450.3	510.5	570.8	32
33	32.8	92.4	152.0	211.7	271.5	331.3	391.2	451.3	511.5	571.9	33
34	33.8	93.4	153.0	212.7	272.5	332.3	392.2	452.3	512.5	572.9	34
35	34.8	94.4	154.0	213.7	273.5	333.3	393.2	453.3	513.5	573.9	35
36	35.8	95.4	155.0	214.7	274.5	334.3	394.2	454.3	514.5	574.9	36
37	36.8	96.4	156.0	215.7	275.4	335.3	395.2	455.3	515.5	575.9	37
38	37.7	97.4	157.0	216.7	276.4	336.3	396.2	456.3	516.5	576.9	38
39	38.7	98.4	158.0	217.7	277.4	337.3	397.2	457.3	517.5	577.9	39
40	39.7	99.3	159.0	218.7	278.4	338.3	398.2	458.3	518.5	578.9	40
41	40.7	100.3	160.0	219.7	279.4	339.3	399.2	459.3	519.5	579.9	41
42	41.7	101.3	161.0	220.7	280.4	340.3	400.2	460.3	520.5	580.9	42
43	42.7	102.3	162.0	221.7	281.4	341.3	401.2	461.3	521.5	581.9	43
44	43.7	103.3	163.0	222.7	282.4	342.3	402.2	462.3	522.5	582.9	44
45	44.7	104.3	164.0	223.7	283.4	343.3	403.2	463.3	523.6	583.9	45
46	45.7	105.3	165.0	224.7	284.4	344.3	404.2	464.3	524.6	584.9	46
47	46.7	106.3	166.0	225.6	285.4	345.3	405.2	465.3	525.6	585.9	47
48	47.7	107.3	167.0	226.6	286.4	346.3	406.2	466.3	526.6	586.9	48
49	48.7	108.3	168.0	227.6	287.4	347.3	407.2	467.3	527.6	587.9	49
50	49.7	109.3	169.0	228.6	288.4	348.3	408.2	468.3	528.6	588.9	50
51	50.7	110.3	170.0	229.6	289.4	349.3	409.2	469.3	529.6	589.9	51
52	51.7	111.3	171.0	230.6	290.4	350.3	410.2	470.3	530.6	590.9	52
53	52.6	112.3	172.0	231.6	291.4	351.3	411.2	471.3	531.6	591.9	53
54	53.6	113.3	173.0	232.6	292.4	352.3	412.2	472.3	532.6	592.9	54
55	54.6	114.3	174.0	233.6	293.4	353.3	413.2	473.3	533.6	593.9	55
56	55.6	115.2	175.0	234.6	294.4	354.3	414.2	474.3	534.6	594.9	56
57	56.6	116.2	176.0	235.6	295.4	355.3	415.2	475.3	535.6	595.9	57
58	57.6	117.2	177.0	236.6	296.4	356.3	416.2	476.3	536.6	596.9	58
59	58.6	118.2	178.0	237.6	297.4	357.3	417.2	477.3	537.6	597.9	59
60	59.6	119.2	179.0	238.6	298.4	358.3	418.2	478.4	538.6	598.9	60
Lat.	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	Lat.

**TAVOLA XIV**  
**LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 10 A 20°)**

Meridional Parts

Lat.	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	Lat.
0	599.1	659.7	720.5	781.6	842.9	904.5	966.4	1028.6	1091.1	1154.0	0
1	600.1	60.7	21.6	82.6	43.9	05.5	67.4	29.6	92.1	55.0	1
2	01.1	61.7	22.6	83.6	45.0	06.6	68.4	30.7	93.2	56.1	2
3	02.1	62.7	23.6	84.7	46.0	07.6	69.5	31.7	94.2	57.1	3
4	03.1	63.7	24.6	85.7	47.0	08.6	70.5	32.7	95.3	58.2	4
5	604.1	664.8	725.6	786.7	848.0	909.6	971.6	1033.8	1096.3	1159.3	5
6	05.1	65.8	26.6	87.7	49.1	10.7	72.6	34.8	97.4	60.3	6
7	06.1	66.8	27.6	88.7	50.1	11.7	73.6	35.9	98.4	61.4	7
8	07.1	67.8	28.7	89.8	51.1	12.7	74.7	36.9	1099.5	62.4	8
9	08.2	68.8	29.7	90.8	52.1	13.8	75.7	37.9	1100.5	63.5	9
10	609.2	669.8	730.7	791.8	853.2	914.8	976.7	1039.0	1101.6	1164.5	10
11	10.2	70.8	31.7	92.8	54.2	15.8	77.8	40.0	02.6	65.6	11
12	11.2	71.9	32.7	93.8	55.2	16.9	78.8	41.1	03.7	66.6	12
13	12.2	72.9	33.7	94.9	56.2	17.9	79.8	42.1	04.7	67.7	13
14	13.2	73.9	34.8	95.9	57.3	18.9	80.9	43.1	05.7	68.7	14
15	614.2	674.9	735.8	796.9	858.3	919.9	981.9	1044.2	1106.8	1169.8	15
16	15.2	75.9	36.8	97.9	59.3	21.0	82.9	45.2	07.8	70.8	16
17	16.2	76.9	37.8	98.9	60.3	22.0	84.0	46.3	08.9	71.9	17
18	17.2	77.9	38.8	800.0	61.4	23.0	85.0	47.3	09.9	72.9	18
19	18.3	78.9	39.8	01.0	62.4	24.1	86.0	48.3	11.0	74.0	19
20	619.3	680.0	740.9	802.0	863.4	925.1	987.1	1049.4	1112.0	1175.0	20
21	20.3	81.0	41.9	03.0	64.4	26.1	88.1	50.4	13.1	76.1	21
22	21.3	82.0	42.9	04.1	65.5	27.2	89.1	51.5	14.1	77.1	22
23	22.3	83.0	43.9	05.1	66.5	28.2	90.2	52.5	15.2	78.2	23
24	23.3	84.0	44.9	06.1	67.5	29.2	91.2	53.5	16.2	79.3	24
25	624.3	685.0	746.0	807.1	868.5	930.2	992.3	1054.6	1117.3	1180.3	25
26	25.3	86.0	47.0	08.1	69.6	31.3	93.3	55.6	18.3	81.4	26
27	26.3	87.1	48.0	09.2	70.6	32.3	94.3	56.7	19.4	82.4	27
28	27.3	88.1	49.0	10.2	71.6	33.3	95.4	57.7	20.4	83.5	28
29	28.4	89.1	50.0	11.2	72.6	34.4	96.4	58.8	21.5	84.5	29
30	629.4	690.1	751.0	812.2	873.7	935.4	997.4	1059.8	1122.5	1185.6	30
31	30.4	91.1	52.1	13.2	74.7	36.4	98.5	60.8	23.5	86.6	31
32	31.4	92.1	53.1	14.3	75.7	37.5	99.5	61.9	24.6	87.7	32
33	32.4	93.1	54.1	15.3	76.8	38.5	100.5	62.9	25.6	88.7	33
34	33.4	94.1	55.1	16.3	77.8	39.5	01.6	64.0	26.7	89.8	34
35	634.4	695.2	756.1	817.3	878.8	940.6	1002.6	1065.0	1127.7	1190.9	35
36	35.4	96.2	57.1	18.4	79.8	41.6	03.7	66.0	28.8	91.9	36
37	36.4	97.2	58.2	19.4	80.9	42.6	04.7	67.1	29.8	93.0	37
38	37.4	98.2	59.2	20.4	81.9	43.7	05.7	68.1	30.9	94.0	38
39	38.5	99.2	60.2	21.4	82.9	44.7	06.8	69.2	31.9	95.1	39
40	639.5	700.2	761.2	822.5	883.9	945.7	1007.8	1070.2	1133.0	1196.1	40
41	40.5	01.2	62.2	23.5	85.0	46.8	08.8	71.3	34.0	97.2	41
42	41.5	02.3	63.3	24.5	86.0	47.8	09.9	72.3	35.1	98.2	42
43	42.5	03.3	64.3	25.5	87.0	48.8	10.9	73.4	36.1	1199.3	43
44	43.5	04.3	65.3	26.5	88.1	49.9	12.0	74.4	37.2	1200.4	44
45	644.5	705.3	766.3	827.6	889.1	950.9	1013.0	1075.4	1138.2	1201.4	45
46	45.5	06.3	67.3	28.6	90.1	51.9	14.0	76.5	39.3	02.5	46
47	46.5	07.3	68.4	29.6	91.1	52.9	15.1	77.5	40.3	03.5	47
48	47.6	08.4	69.4	30.6	92.2	54.0	16.1	78.6	41.4	04.6	48
49	48.6	09.4	70.4	31.7	93.2	55.0	17.1	79.6	42.4	05.6	49
50	649.6	710.4	771.4	832.7	894.2	956.0	1018.2	1080.7	1143.5	1206.7	50
51	50.6	11.4	72.4	33.7	95.2	57.1	19.2	81.7	44.5	07.7	51
52	51.6	12.4	73.4	34.7	96.3	58.1	20.3	82.7	45.6	08.8	52
53	52.6	13.4	74.5	35.8	97.3	59.1	21.3	83.8	46.6	09.9	53
54	53.6	14.4	75.5	36.8	98.3	60.2	22.3	84.8	47.7	10.9	54
55	654.6	715.5	776.5	837.8	899.4	961.2	1023.4	1085.9	1148.7	1212.0	55
56	55.7	16.5	77.5	38.8	90.4	62.2	24.4	86.9	49.8	13.0	56
57	56.7	17.5	78.5	39.8	91.4	63.3	25.5	88.0	50.8	14.1	57
58	57.7	18.5	79.6	40.9	92.4	64.3	26.5	89.0	51.9	15.2	58
59	58.7	19.5	80.6	41.9	93.5	65.3	27.5	90.1	52.9	16.2	59
60	659.7	720.5	781.6	842.9	904.5	966.4	1028.6	1091.1	1154.0	1217.3	60
Lat.	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	Lat.

**TAVOLA XIV**  
**LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 20 A 30°)**

Meridional Parts

Lat.	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	Lat.
0	1217.3	1280.9	1345.1	1409.6	1474.7	1540.3	1606.4	1673.1	1740.4	1808.3	0
1	18.3	82.0	46.1	10.7	75.8	41.4	07.5	74.2	41.5	09.4	1
2	19.4	83.1	47.2	11.8	76.9	42.5	08.6	75.3	42.6	10.5	2
3	20.4	84.1	48.3	12.9	78.0	43.6	09.7	76.4	43.7	11.7	3
4	21.5	85.2	49.4	14.0	79.0	44.7	10.8	77.5	44.9	12.8	4
5	1222.6	1286.3	1350.4	1415.0	1480.1	1545.8	1611.9	1678.6	1746.0	1814.0	5
6	23.6	87.3	51.5	16.1	81.2	46.9	13.2	79.8	47.1	15.1	6
7	24.7	88.4	52.6	17.2	82.3	48.0	14.1	80.9	48.2	16.2	7
8	25.7	89.5	53.6	18.3	83.4	49.0	15.2	82.0	49.4	17.4	8
9	26.8	90.5	54.7	19.4	84.5	50.1	16.3	83.1	50.5	18.5	9
10	1227.9	1291.6	1355.8	1420.4	1485.6	1551.2	1617.5	1684.2	1751.6	1819.7	10
11	28.9	92.7	56.9	21.5	86.7	52.3	18.6	85.4	52.8	20.8	11
12	30.0	93.7	57.9	22.6	87.8	53.4	19.7	86.5	53.9	21.9	12
13	31.0	94.8	59.0	23.7	88.9	54.5	20.8	87.6	55.0	23.1	13
14	32.1	95.9	60.1	24.8	89.9	55.6	21.9	88.7	56.1	24.2	14
15	1233.1	1296.9	1361.2	1425.9	1491.0	1556.7	1623.0	1689.8	1757.3	1825.4	15
16	34.2	98.0	62.2	26.9	92.1	57.8	24.1	90.9	58.4	26.5	16
17	35.3	1299.1	63.3	28.0	93.2	58.9	25.2	92.1	59.5	27.6	17
18	36.3	1300.1	64.4	29.1	94.3	60.0	26.3	93.2	60.7	28.8	18
19	37.4	01.2	65.5	30.2	95.4	61.1	27.4	94.3	61.8	29.9	19
20	1238.4	1302.3	1366.5	1431.3	1496.5	1562.2	1628.5	1695.4	1762.9	1831.1	20
21	39.5	03.3	67.6	32.3	97.6	63.3	29.7	96.5	64.1	32.2	21
22	40.6	04.4	68.7	33.4	98.7	64.4	30.8	97.7	65.2	33.3	22
23	41.6	05.5	69.8	34.5	1499.8	65.5	31.9	98.8	66.3	34.5	23
24	42.7	06.5	70.8	35.6	1500.9	66.6	33.0	1699.9	67.4	35.6	24
25	1243.7	1307.6	1371.9	1436.7	1502.0	1567.7	1634.1	1701.0	1768.6	1836.8	25
26	44.8	08.7	73.0	37.8	03.0	68.8	35.2	02.1	69.7	37.9	26
27	45.9	09.7	74.1	38.8	04.1	69.9	36.3	03.3	70.8	39.1	27
28	46.9	10.8	75.1	39.9	05.2	71.0	37.4	04.4	72.0	40.2	28
29	48.0	11.9	76.2	41.0	06.3	72.2	38.5	05.5	73.1	41.3	29
30	1249.1	1312.9	1377.3	1442.1	1507.4	1573.3	1639.6	1706.6	1774.2	1842.5	30
31	50.1	14.0	78.4	43.2	08.5	74.4	40.8	07.8	75.4	43.6	31
32	51.2	15.1	79.4	44.3	09.6	75.5	41.9	08.9	76.5	44.8	32
33	52.2	16.2	80.5	45.4	10.7	76.6	43.0	10.0	77.6	45.9	33
34	53.3	17.2	81.6	46.4	11.8	77.7	44.1	11.1	78.8	47.1	34
35	1254.4	1318.3	1382.7	1447.5	1512.9	1578.8	1645.2	1712.2	1779.9	1848.2	35
36	55.4	19.4	83.7	48.6	14.0	79.9	46.3	13.4	81.0	49.3	36
37	56.5	20.4	84.8	49.7	15.1	81.0	47.4	14.5	82.2	50.5	37
38	57.5	21.5	85.9	50.8	16.2	82.1	48.5	15.6	83.3	51.6	38
39	58.6	22.6	87.0	51.9	17.3	83.2	49.7	16.7	84.4	52.8	39
40	1259.7	1323.6	1388.1	1453.0	1518.3	1584.3	1650.8	1717.9	1785.6	1853.9	40
41	60.7	24.7	89.1	54.0	19.4	85.4	51.9	19.0	86.7	55.1	41
42	61.8	25.8	90.2	55.1	20.5	86.5	53.0	20.1	87.8	56.2	42
43	62.9	26.9	91.3	56.2	21.6	87.6	54.1	21.2	89.0	57.4	43
44	63.9	27.9	92.4	57.3	22.7	88.7	55.2	22.3	90.1	58.5	44
45	1265.0	1329.0	1393.4	1458.4	1523.8	1589.8	1656.3	1723.5	1791.2	1859.7	45
46	66.1	30.1	94.5	59.5	24.9	90.9	57.5	24.6	92.4	60.8	46
47	67.1	31.1	95.6	60.6	26.0	92.0	58.6	25.7	93.5	61.9	47
48	68.2	32.2	96.7	61.6	27.1	93.1	59.7	26.8	94.6	63.1	48
49	69.2	33.3	97.8	62.7	28.2	94.2	60.8	28.0	95.8	64.2	49
50	1270.3	1334.3	1398.8	1463.8	1529.3	1595.3	1661.9	1729.1	1796.9	1865.4	50
51	71.4	35.4	1399.9	64.9	30.4	96.4	63.0	30.2	98.0	66.5	51
52	72.4	36.5	1401.0	66.0	31.5	97.5	64.1	31.3	1799.2	67.7	52
53	73.5	37.6	02.1	67.1	32.6	98.6	65.3	32.5	1800.3	68.8	53
54	74.6	38.6	03.2	68.2	33.7	1599.7	66.4	33.6	01.5	70.0	54
55	1275.6	1339.7	1404.2	1469.3	1534.8	1600.8	1667.5	1734.7	1802.6	1871.1	55
56	76.7	40.8	05.3	70.3	35.9	02.0	68.6	35.8	03.7	72.3	56
57	77.8	41.8	06.4	71.4	37.0	03.1	69.7	37.0	04.9	73.4	57
58	78.8	42.9	07.5	72.5	38.1	04.2	70.8	38.1	06.0	74.6	58
59	79.9	44.0	08.6	73.6	39.2	05.3	71.9	39.2	07.1	75.7	59
60	1280.9	1345.1	1409.6	1474.7	1540.3	1606.4	1673.1	1740.4	1808.3	1876.9	60
Lat.	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	Lat.

**TAVOLA XIV**  
**LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 30 A 40°)**

Meridional Parts											
Lat.	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	Lat.
0	1876.9	1946.2	2016.2	2087.0	2158.6	2231.1	2304.5	2378.8	2454.1	2530.4	0
1	78.0	47.3	17.4	88.2	59.8	32.3	05.7	80.0	55.3	31.7	1
2	79.2	48.5	18.5	89.4	61.0	33.5	06.9	81.3	56.6	33.0	2
3	80.3	49.6	19.7	90.5	62.2	34.7	08.1	82.5	57.9	34.3	3
4	81.5	50.8	20.9	91.7	63.4	35.9	09.4	83.8	59.1	35.6	4
5	1882.6	1952.0	2022.1	2092.9	2164.6	2237.2	2310.6	2385.0	2460.4	2536.8	5
6	83.8	53.1	23.2	94.1	65.8	38.4	11.8	85.3	61.7	38.1	6
7	84.9	54.3	24.4	95.3	67.0	39.6	13.1	87.5	62.9	39.4	7
8	86.1	55.4	25.6	96.5	68.2	40.8	14.3	88.8	64.2	40.7	8
9	87.2	56.6	26.8	97.7	69.4	42.0	15.5	90.0	65.5	42.0	9
10	1888.4	1957.8	2027.9	2098.9	2170.6	2243.2	2316.8	2391.3	2466.7	2543.3	10
11	89.5	58.9	29.1	2100.1	71.8	44.5	18.0	92.5	68.0	44.5	11
12	90.7	60.1	30.3	01.2	73.0	45.7	19.2	93.8	69.3	45.8	12
13	91.8	61.3	31.5	02.4	74.2	46.9	20.5	95.0	70.5	47.1	13
14	93.0	62.4	32.6	03.6	75.4	48.1	21.7	96.3	71.8	48.4	14
15	1894.1	1963.6	2033.8	2104.8	2176.6	2249.3	2322.9	2397.5	2473.1	2549.7	15
16	95.3	64.8	35.0	06.0	77.8	50.6	24.2	2398.8	74.3	51.0	16
17	96.4	65.9	36.2	07.2	79.0	51.8	25.4	2400.0	75.6	52.3	17
18	97.6	67.1	37.3	08.4	80.3	53.0	26.6	01.3	76.9	53.6	18
19	98.7	68.2	38.5	09.6	81.5	54.2	27.9	02.5	78.1	54.8	19
20	1899.9	1969.4	2039.7	2110.8	2182.7	2255.4	2329.1	2403.8	2479.4	2556.1	20
21	1901.0	70.6	40.9	12.0	83.9	56.7	30.4	05.0	80.7	57.4	21
22	02.2	71.7	42.1	13.1	85.1	57.9	31.6	06.3	82.0	58.7	22
23	03.3	72.9	43.2	14.3	86.3	59.1	32.8	07.5	83.2	60.0	23
24	04.5	74.1	44.4	15.5	87.5	60.3	34.1	08.8	84.5	61.3	24
25	1905.6	1975.2	2045.6	2116.7	2188.7	2261.5	2335.3	2410.0	2485.8	2562.6	25
26	06.8	76.4	46.8	17.9	89.9	62.8	36.5	11.3	87.0	63.9	26
27	08.0	77.6	47.9	19.1	91.1	64.0	37.8	12.5	88.3	65.1	27
28	09.1	78.7	49.1	20.3	92.3	65.2	39.0	13.8	89.6	66.4	28
29	10.3	79.9	50.3	21.5	93.5	66.4	40.3	15.0	90.9	67.7	29
30	1911.4	1981.1	2051.5	2122.7	2194.7	2267.6	2341.5	2416.3	2492.1	2569.0	30
31	12.6	82.2	52.7	23.9	95.9	68.9	42.7	17.6	93.4	70.3	31
32	13.7	83.4	53.8	25.1	97.1	70.1	44.0	18.8	94.7	71.6	32
33	14.9	84.6	55.0	26.3	98.4	71.3	45.2	20.1	95.9	72.9	33
34	16.0	85.7	56.2	27.5	2199.6	72.5	46.4	21.3	97.2	74.2	34
35	1917.2	1986.9	2057.4	2128.7	2200.8	2273.8	2347.7	2422.6	2498.5	2575.5	35
36	18.4	88.1	58.6	29.9	02.0	75.0	48.9	23.8	2499.8	76.8	36
37	19.5	89.2	59.7	31.1	03.2	76.2	50.2	25.1	2501.0	78.1	37
38	20.7	90.4	60.9	32.2	04.4	77.4	51.4	26.3	02.3	79.4	38
39	21.8	91.6	62.1	33.4	05.6	78.7	52.6	27.6	03.6	80.6	39
40	1923.0	1992.8	2063.3	2134.6	2206.8	2279.9	2353.9	2428.9	2504.9	2581.9	40
41	24.1	93.9	64.5	35.8	08.0	81.1	55.1	30.1	06.1	83.2	41
42	25.3	95.1	65.7	37.0	09.2	82.3	56.4	31.4	07.4	84.5	42
43	26.4	96.3	66.8	38.2	10.5	83.6	57.6	32.6	08.7	85.8	43
44	27.6	97.4	68.0	39.4	11.7	84.8	58.9	33.9	10.0	87.1	44
45	1928.8	1998.6	2069.2	2140.6	2212.9	2286.0	2360.1	2435.2	2511.2	2588.4	45
46	29.9	1999.8	70.4	41.8	14.1	87.2	61.3	36.4	12.5	89.7	46
47	31.1	2000.9	71.6	43.0	15.3	88.5	62.6	37.7	13.8	91.0	47
48	32.2	02.1	72.8	44.2	16.5	89.7	63.8	38.9	15.1	92.3	48
49	33.4	03.3	73.9	45.4	17.7	90.9	65.1	40.2	16.4	93.6	49
50	1934.6	2004.5	2075.1	2146.6	2218.9	2292.2	2366.3	2441.5	2517.6	2594.9	50
51	35.7	05.6	76.3	47.8	20.1	93.4	67.6	42.7	18.9	96.2	51
52	36.9	06.8	77.5	49.0	21.4	94.6	68.8	44.0	20.2	97.5	52
53	38.0	08.0	78.7	50.2	22.6	95.8	70.0	45.2	21.5	2598.8	53
54	39.2	09.1	79.9	51.4	23.8	97.1	71.2	46.5	22.8	2600.1	54
55	1940.4	2010.3	2081.1	2152.6	2225.0	2298.3	2372.5	2447.8	2524.0	2601.4	55
56	41.5	11.5	82.2	53.8	26.2	2299.5	73.8	49.0	25.3	02.7	56
57	42.7	12.7	83.4	55.0	27.4	2300.8	75.0	50.3	26.6	04.0	57
58	43.8	13.8	84.6	56.2	28.6	02.0	76.3	51.6	27.9	05.3	58
59	45.0	15.0	85.8	57.4	29.9	03.2	77.5	52.8	29.2	06.6	59
60	1946.2	2016.2	2087.0	2158.6	2231.1	2304.5	2378.8	2454.1	2530.4	2607.9	60
Lat.	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	Lat.



**TAVOLA XIV**  
**LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 40 A 50°)**

Meridional Parts

Lat.	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	Lat.
0	2607.9	2686.5	2766.3	2847.4	2929.8	3013.6	3099.0	3185.9	3274.4	3364.7	0
1	09.2	87.8	67.6	48.7	31.2	15.1	3100.4	87.3	75.9	66.2	1
2	10.5	89.1	69.0	50.1	32.6	16.5	01.8	88.8	77.4	67.7	2
3	11.8	90.4	70.3	51.5	34.0	17.9	03.3	90.2	78.9	69.3	3
4	13.1	91.8	71.7	52.8	35.4	19.3	04.7	91.7	80.4	70.8	4
5	2614.4	2693.1	2773.0	2854.2	2936.7	3020.7	3106.2	3193.2	3281.9	3372.3	5
6	15.7	94.4	74.3	55.6	38.1	22.1	07.6	94.6	83.4	73.8	6
7	17.0	95.7	75.7	56.9	39.5	23.5	09.0	96.1	84.8	75.3	7
8	18.3	97.1	77.0	58.3	40.9	24.9	10.5	97.6	86.3	76.9	8
9	19.6	98.4	78.4	59.7	42.3	26.4	11.9	3199.0	87.8	78.4	9
10	2620.9	2699.7	2779.7	2861.0	2943.7	3027.8	3113.3	3200.5	3289.3	3379.9	10
11	22.2	2701.0	81.1	62.4	45.1	29.2	14.8	02.0	90.8	81.4	11
12	23.5	02.3	82.4	63.8	46.5	30.6	16.2	03.4	92.3	83.0	12
13	24.8	03.7	83.8	65.1	47.9	32.0	17.7	04.9	93.8	84.5	13
14	26.1	05.0	85.1	66.5	49.2	33.4	19.1	06.4	95.3	86.0	14
15	2627.4	2706.3	2786.4	2867.9	2950.6	3034.8	3120.5	3207.8	3296.8	3387.5	15
16	28.7	07.6	87.8	69.2	52.0	36.3	22.0	09.3	98.3	89.1	16
17	30.0	09.0	89.1	70.6	53.4	37.7	23.4	10.8	3299.8	90.6	17
18	31.3	10.3	90.5	72.0	54.8	39.1	24.9	12.2	3301.3	92.1	18
19	32.6	11.6	91.8	73.3	56.2	40.5	26.3	13.7	02.8	93.7	19
20	2634.0	2713.0	2793.2	2874.7	2957.6	3041.9	3127.8	3215.2	3304.3	3395.2	20
21	35.3	14.3	94.5	76.1	59.0	43.3	29.2	16.7	05.8	96.7	21
22	36.6	15.6	95.9	77.4	60.4	44.8	30.6	18.1	07.3	98.3	22
23	37.9	16.9	97.2	78.8	61.8	46.2	32.1	19.6	08.8	3399.8	23
24	39.2	18.3	98.6	80.2	63.2	47.6	33.5	21.1	10.3	3401.3	24
25	2640.5	2719.6	2799.9	2881.6	2964.6	3049.0	3135.0	3222.5	3311.8	3402.8	25
26	41.8	20.9	2801.3	82.9	66.0	50.4	36.4	24.0	13.3	04.4	26
27	43.1	22.2	02.6	84.3	67.4	51.9	37.9	25.5	14.8	05.9	27
28	44.4	23.6	04.0	85.7	68.8	53.3	39.3	27.0	16.3	07.4	28
29	45.7	24.9	05.3	87.1	70.2	54.7	40.8	28.4	17.8	09.0	29
30	2647.0	2726.2	2806.7	2888.4	2971.5	3056.1	3142.2	3229.9	3319.3	3410.5	30
31	48.3	27.6	08.0	89.8	72.9	57.5	43.7	31.4	20.8	12.1	31
32	49.7	28.9	09.4	91.2	74.3	59.0	45.1	32.9	22.3	13.6	32
33	51.0	30.2	10.7	92.5	75.7	60.4	46.6	34.4	23.8	15.1	33
34	52.3	31.6	12.1	93.9	77.1	61.8	48.0	35.8	25.3	16.7	34
35	2653.6	2732.9	2813.4	2895.3	2978.5	3063.2	3149.5	3237.3	3326.9	3418.2	35
36	54.9	34.2	14.8	96.7	79.9	64.7	50.9	38.8	28.4	19.7	36
37	56.2	35.6	16.1	98.1	81.3	66.1	52.4	40.3	29.9	21.3	37
38	57.5	36.9	17.5	2899.4	82.7	67.5	53.8	41.7	31.4	22.8	38
39	58.8	38.2	18.9	2900.8	84.1	68.9	55.3	43.2	32.9	24.4	39
40	2660.2	2739.6	2820.2	2902.2	2985.5	3070.4	3156.7	3244.7	3334.4	3425.9	40
41	61.5	40.9	21.6	03.6	86.9	71.8	58.2	46.2	35.9	27.4	41
42	62.8	42.2	22.9	04.9	88.3	73.2	59.6	47.7	37.4	29.0	42
43	64.1	43.6	24.3	06.3	89.7	74.6	61.1	49.1	38.9	30.5	43
44	65.4	44.9	25.6	07.7	91.1	76.1	62.5	50.6	40.4	32.1	44
45	2666.7	2746.2	2827.0	2909.1	2992.6	3077.5	3164.0	3252.1	3342.0	3433.6	45
46	68.0	47.6	28.3	10.5	94.0	78.9	65.4	53.6	43.5	35.2	46
47	69.4	48.9	29.7	11.8	95.4	80.4	66.9	55.1	45.0	36.7	47
48	70.7	50.2	31.1	13.2	96.8	81.8	68.4	56.6	46.5	38.2	48
49	72.0	51.6	32.4	14.6	98.2	83.2	69.8	58.0	48.0	39.8	49
50	2673.3	2752.9	2833.8	2916.0	2999.6	3084.6	3171.3	3259.5	3349.5	3441.3	50
51	74.6	54.2	35.1	17.4	3001.0	86.1	72.7	61.0	51.0	42.9	51
52	75.9	55.6	36.5	18.7	02.4	87.5	74.2	62.5	52.5	44.4	52
53	77.3	56.9	37.9	20.1	03.8	88.9	75.6	64.0	54.1	46.0	53
54	78.6	58.3	39.2	21.5	05.2	90.4	77.1	65.5	55.6	47.5	54
55	2679.9	2759.6	2840.6	2922.9	3006.6	3091.8	3178.6	3267.0	3357.1	3449.1	55
56	81.2	60.9	41.9	24.3	08.0	93.2	80.0	68.4	58.6	50.6	56
57	82.5	62.3	43.3	25.7	09.4	94.7	81.5	69.9	60.1	52.2	57
58	83.8	63.6	44.7	27.0	10.8	96.1	82.9	71.4	61.7	53.7	58
59	85.2	65.0	46.0	28.4	12.2	97.5	84.4	72.9	63.2	55.3	59
60	2686.5	2766.3	2847.4	2929.8	3013.6	3099.0	3185.9	3274.4	3364.7	3456.8	60
Lat.	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	Lat.

TAVOLA XIV  
LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 50 A 60°)

Meridional Parts

Lat.	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	Lat.
0	3456.8	3550.9	3647.0	3745.4	3846.0	3949.1	4054.8	4163.3	4274.8	4389.4	0
1	58.4	52.5	48.7	47.0	47.7	50.8	56.6	65.1	76.6	91.3	1
2	59.9	54.1	50.3	48.7	49.4	52.6	58.4	67.0	78.5	93.3	2
3	61.5	55.7	51.9	50.3	51.1	54.3	60.2	68.8	80.4	95.2	3
4	63.0	57.2	53.5	52.0	52.8	56.1	61.9	70.6	82.3	97.1	4
5	3464.6	3558.8	3655.1	3753.7	3854.5	3957.8	4063.7	4172.5	4284.2	4399.1	5
6	66.1	60.4	56.8	55.3	56.2	59.5	65.5	74.3	86.1	100.0	6
7	67.7	62.0	58.4	57.0	57.9	61.3	67.3	76.1	88.0	103.0	7
8	69.2	63.6	60.0	58.6	59.6	63.0	69.1	78.0	89.8	104.9	8
9	70.8	65.2	61.6	60.3	61.3	64.8	70.9	79.8	91.7	106.9	9
10	3472.4	3566.8	3663.3	3762.0	3863.0	3966.5	4072.7	4181.7	4293.6	4408.8	10
11	73.9	68.4	64.9	63.6	64.7	68.3	74.5	83.5	95.5	108.8	11
12	75.5	70.0	66.5	65.3	66.4	70.0	76.3	85.3	97.4	112.7	12
13	77.0	71.5	68.1	67.0	68.1	71.8	78.1	87.2	99.3	114.7	13
14	78.6	73.1	69.8	68.6	69.8	73.5	79.9	89.0	101.2	116.6	14
15	3480.2	3574.7	3671.4	3770.3	3871.5	3975.3	4081.7	4190.9	4303.1	4418.6	15
16	81.7	76.3	73.0	72.0	73.2	77.0	83.4	92.7	105.0	120.5	16
17	83.3	77.9	74.7	73.6	74.9	78.8	85.2	94.6	106.9	122.5	17
18	84.8	79.5	76.3	75.3	76.7	80.5	87.0	96.4	108.8	124.4	18
19	86.4	81.1	77.9	77.0	78.4	82.3	88.8	98.3	110.7	126.4	19
20	3488.0	3582.7	3679.6	3778.6	3880.1	3984.0	4090.6	4200.1	4312.6	4428.3	20
21	89.5	84.3	81.2	80.3	81.8	85.8	92.4	102.0	114.5	130.3	21
22	91.1	85.9	82.8	82.0	83.5	87.5	94.2	103.8	116.4	132.3	22
23	92.6	87.5	84.5	83.7	85.2	89.3	96.0	105.7	118.3	134.2	23
24	94.2	89.1	86.1	85.3	86.9	91.0	97.8	107.5	120.2	136.2	24
25	3495.8	3590.7	3687.7	3787.0	3888.6	3992.8	4099.7	4209.4	4322.1	4438.1	25
26	97.3	92.3	89.4	88.7	90.4	94.6	101.5	112.2	124.0	140.1	26
27	3498.9	3593.9	3691.0	3790.3	3892.1	3996.3	4103.3	4213.1	4325.9	4442.7	27
28	3500.5	3595.5	3692.6	3792.0	3893.8	3998.1	4105.1	4214.9	4327.8	4444.0	28
29	02.0	97.1	94.3	93.7	95.5	3999.8	06.9	16.8	29.7	46.0	29
30	3503.6	3598.7	3695.9	3795.4	3897.2	4001.6	4108.7	4218.6	4331.7	4448.0	30
31	05.2	3600.3	97.6	97.1	3898.9	03.4	10.5	20.5	33.6	49.9	31
32	06.7	01.9	3699.2	3798.7	3900.7	05.1	12.3	22.4	35.5	51.9	32
33	08.3	03.5	3700.8	3800.4	02.4	06.9	14.1	24.2	37.4	53.9	33
34	09.9	05.1	02.5	02.1	04.1	08.7	15.9	26.1	39.3	55.8	34
35	3511.5	3606.7	3704.1	3803.8	3905.8	4010.4	4117.7	4227.9	4341.2	4457.8	35
36	13.0	08.3	05.8	05.4	07.5	12.2	19.5	29.8	43.1	59.8	36
37	14.6	09.9	07.4	07.1	09.3	14.0	21.4	31.7	45.1	61.7	37
38	16.2	11.5	09.0	08.8	11.0	15.7	23.2	33.5	47.0	63.7	38
39	17.7	13.1	10.7	10.5	12.7	17.5	25.0	35.4	48.9	65.7	39
40	3519.3	3614.8	3712.3	3812.2	3914.4	4019.3	4126.8	4237.3	4350.8	4467.7	40
41	20.9	16.4	14.0	13.9	16.2	21.0	28.6	39.1	52.7	69.6	41
42	22.5	18.0	15.6	15.5	17.9	22.8	30.4	41.0	54.6	71.6	42
43	24.0	19.6	17.3	17.2	19.6	24.6	32.3	42.9	56.6	73.6	43
44	25.6	21.2	18.9	18.9	21.3	26.3	34.1	44.7	58.5	75.6	44
45	3527.2	3622.8	3720.6	3820.6	3923.1	4028.1	4135.9	4246.6	4360.4	4477.6	45
46	28.8	24.4	22.2	22.3	24.8	29.9	37.7	48.5	62.3	79.5	46
47	30.3	26.0	23.9	24.0	26.5	31.7	39.5	50.3	64.3	81.5	47
48	31.9	27.6	25.5	25.7	28.3	33.4	41.4	52.2	66.2	83.5	48
49	33.5	29.2	27.2	27.4	30.0	35.2	43.2	54.1	68.1	85.5	49
50	3535.1	3630.9	3728.8	3829.1	3931.7	4037.0	4145.0	4256.0	4370.0	4487.5	50
51	36.7	32.5	30.5	30.7	33.5	38.8	46.8	57.8	72.0	89.5	51
52	38.2	34.1	32.1	32.4	35.2	40.5	48.7	59.7	73.9	91.5	52
53	39.8	35.7	33.8	34.1	36.9	42.3	50.5	61.6	75.8	93.5	53
54	41.4	37.3	35.4	35.8	38.7	44.1	52.3	63.5	77.8	95.4	54
55	3543.0	3638.9	3737.1	3837.5	3940.4	4045.9	4154.1	4265.3	4379.7	4497.4	55
56	44.6	40.6	38.7	39.2	42.1	47.7	56.0	67.2	81.6	100.0	56
57	46.1	42.2	40.4	40.9	43.9	49.4	57.8	69.1	83.6	102.0	57
58	47.7	43.8	42.0	42.6	45.6	51.2	59.6	71.0	85.5	104.0	58
59	49.3	45.4	43.7	44.3	47.3	53.0	61.5	72.9	87.4	106.0	59
60	3550.9	3647.0	3745.4	3846.0	3949.1	4054.8	4163.3	4274.8	4389.4	4507.4	60
Lat.	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	Lat.

**TAVOLA XIV**  
**LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 60 A 70°)**

## Meridional Parts

Lat.	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	Lat.
0	4507.4	4629.1	4754.6	4884.4	5018.7	5157.9	5302.4	5452.8	5609.4	5773.0	0
1	09.4	31.1	56.8	86.6	21.0	60.3	04.9	55.3	12.1	75.8	1
2	11.4	33.2	58.9	88.8	23.3	62.6	07.4	57.9	14.8	78.6	2
3	13.4	35.2	61.0	91.0	25.5	65.0	09.8	60.5	17.4	81.4	3
4	15.4	37.3	63.1	93.2	27.8	67.4	12.3	63.0	20.1	84.2	4
5	4517.4	4639.4	4765.3	4895.4	5030.1	5169.7	5314.7	5465.6	5622.8	5787.0	5
6	19.4	41.4	67.4	97.6	32.4	72.1	17.2	68.2	25.5	89.8	6
7	21.4	43.5	69.5	4899.8	34.7	74.5	19.7	70.7	28.2	92.6	7
8	23.4	45.6	71.7	4902.0	37.0	76.9	22.1	73.3	30.8	95.4	8
9	25.4	47.6	73.8	04.2	39.3	79.2	24.6	75.9	33.5	5798.2	9
10	4527.4	4649.7	4776.0	4906.5	5041.6	5181.6	5327.1	5478.4	5636.2	5801.0	10
11	29.4	51.8	78.1	08.7	43.8	84.0	29.6	81.0	38.9	03.8	11
12	31.4	53.9	80.2	10.9	46.1	86.4	32.0	83.6	41.6	06.6	12
13	33.4	55.9	82.4	13.1	48.4	88.8	34.5	86.2	44.3	09.5	13
14	35.5	58.0	84.5	15.3	50.7	91.1	37.0	88.7	47.0	12.3	14
15	4537.5	4660.1	4786.7	4917.5	5053.0	5193.5	5339.5	5491.3	5649.7	5815.1	15
16	39.5	62.2	88.8	19.8	55.3	95.9	42.0	93.9	52.4	17.9	16
17	41.5	64.2	91.0	22.0	57.6	5198.3	44.4	96.5	55.1	20.7	17
18	43.5	66.3	93.1	24.2	59.9	5200.7	46.9	5499.1	57.8	23.6	18
19	45.5	68.4	95.3	26.4	62.2	03.1	49.4	5501.7	60.5	26.4	19
20	4547.5	4670.5	4797.4	4928.6	5064.5	5205.5	5351.9	5504.3	5663.2	5829.2	20
21	49.6	72.6	4799.6	30.9	66.8	07.9	54.4	06.9	65.9	32.1	21
22	51.6	74.6	4801.7	33.1	69.2	10.3	56.9	09.5	68.6	34.9	22
23	53.6	76.7	03.9	35.3	71.5	12.7	59.4	12.1	71.3	37.7	23
24	55.6	78.8	06.0	37.6	73.8	15.1	61.9	14.7	74.0	40.6	24
25	4557.6	4680.9	4808.2	4939.8	5076.1	5217.5	5364.4	5517.3	5676.7	5843.4	25
26	59.7	83.0	10.3	42.0	78.4	19.9	66.9	19.9	79.4	46.2	26
27	61.7	85.1	12.5	44.2	80.7	22.3	69.4	22.5	82.2	49.1	27
28	63.7	87.2	14.6	46.5	83.0	24.7	71.9	25.1	84.9	51.9	28
29	65.7	89.2	16.8	48.7	85.3	27.1	74.4	27.7	87.6	54.8	29
30	4567.8	4691.3	4819.0	4951.0	5087.7	5229.5	5376.9	5530.3	5690.3	5857.6	30
31	69.8	93.4	21.1	53.2	90.0	31.9	79.4	32.9	93.1	60.5	31
32	71.8	95.5	23.3	55.4	92.3	34.3	81.9	35.5	95.8	63.3	32
33	73.8	97.6	25.5	57.7	94.6	36.7	84.4	38.1	5698.5	66.2	33
34	75.9	4699.7	27.6	59.9	97.0	39.1	86.9	40.7	5701.2	69.1	34
35	4577.9	4701.8	4829.8	4962.2	5099.3	5241.6	5389.4	5543.6	5704.0	5871.9	35
36	79.9	03.9	32.0	64.4	5101.6	44.0	91.9	46.0	06.7	74.8	36
37	82.0	06.0	34.1	66.7	03.9	46.4	94.4	48.6	09.5	77.7	37
38	84.0	08.1	36.3	68.9	06.3	48.8	97.0	51.2	12.2	80.5	38
39	86.1	10.2	38.5	71.2	08.6	51.2	5399.5	53.9	14.9	83.4	39
40	4588.1	4712.3	4840.7	4973.4	5110.9	5253.7	5402.0	5556.5	5717.7	5886.3	40
41	90.1	14.4	42.8	75.7	13.3	56.1	04.5	59.1	20.4	89.2	41
42	92.2	16.5	45.0	77.9	15.6	58.5	07.0	61.7	23.2	92.0	42
43	94.2	18.6	47.2	80.2	17.9	60.9	09.6	64.4	25.9	94.9	43
44	96.3	20.7	49.4	82.4	20.3	63.4	12.1	67.0	28.7	5897.8	44
45	4598.3	4722.9	4851.5	4984.7	5122.6	5265.8	5414.6	5569.7	5731.4	5900.7	45
46	4600.3	25.0	53.7	86.9	25.0	68.2	17.2	72.3	34.2	03.6	46
47	02.4	27.1	55.9	89.2	27.3	70.7	19.7	74.9	37.0	06.5	47
48	04.4	29.2	58.1	91.5	29.7	73.1	22.2	77.6	39.7	09.4	48
49	06.5	31.3	60.3	93.7	32.0	75.5	24.8	80.2	42.5	12.3	49
50	4608.5	4733.4	4862.5	4996.0	5134.4	5278.0	5427.3	5582.9	4745.3	5915.2	50
51	10.6	35.5	64.6	4998.3	36.7	80.4	29.8	85.5	48.0	18.1	51
52	12.6	37.6	66.8	5000.5	39.1	82.9	32.4	88.2	50.8	21.0	52
53	14.7	39.8	69.0	02.8	41.4	85.3	34.9	90.8	53.6	23.9	53
54	16.7	41.9	71.2	05.1	43.8	87.7	37.5	93.5	56.3	26.8	54
55	4618.8	4744.0	4873.4	5007.3	5146.1	5290.2	5440.0	5596.1	5759.1	5929.7	55
56	20.8	46.1	75.6	09.6	48.5	92.6	42.6	5598.8	61.9	32.6	56
57	22.9	48.3	77.8	11.9	50.8	95.1	45.1	5601.4	64.7	35.5	57
58	24.9	50.4	80.0	14.1	53.2	5297.5	47.7	04.1	67.5	38.4	58
59	27.0	52.5	82.2	16.4	55.5	5300.0	50.2	06.8	70.2	41.3	59
60	4629.1	4754.6	4884.4	5018.7	5157.9	5302.4	5452.8	5609.4	5773.0	5944.2	60
Lat.	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	Lat.

TAVOLA XIV  
LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 70 A 80°)

Meridional Parts

Lat.	70°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	77°	78°	79°	Lat.
0	5944.2	6123.9	6312.9	6512.4	6723.6	6948.1	7187.7	7444.7	7722.0	8023.1	0
1	47.2	27.0	16.1	15.8	27.2	51.9	91.8	49.2	26.8	28.3	1
2	50.1	30.0	19.4	19.2	30.8	55.8	7196.0	53.6	31.6	33.6	2
3	53.0	33.1	22.6	22.6	34.5	59.7	7200.1	58.1	36.5	38.8	3
4	56.0	36.2	25.9	26.1	38.1	63.5	04.3	62.6	41.3	44.1	4
5	5958.9	6139.3	6329.1	6529.5	6741.8	6967.4	7208.4	7467.0	7746.1	8049.4	5
6	61.8	42.4	32.4	32.9	45.4	71.3	12.6	71.5	51.0	54.6	6
7	64.8	45.4	35.6	36.4	49.0	75.2	16.7	76.0	55.8	59.9	7
8	67.7	48.5	38.9	39.8	52.7	79.1	20.9	80.5	60.7	65.2	8
9	70.6	51.6	42.1	43.3	56.4	83.0	25.1	85.0	65.6	70.5	9
10	5973.6	6154.7	6345.4	6546.7	6760.0	6986.9	7229.3	7489.5	7770.4	8075.9	10
11	76.5	57.8	48.7	50.2	63.7	90.8	33.4	94.0	75.3	81.2	11
12	79.5	60.9	51.9	53.6	67.4	94.7	37.6	7498.5	80.2	86.5	12
13	82.4	64.0	55.2	57.1	71.0	99.8	41.8	7503.0	85.1	91.9	13
14	85.4	67.1	58.5	60.5	74.7	7002.5	46.0	07.5	90.0	8097.2	14
15	5988.3	6170.2	6361.7	6564.0	6778.4	7006.5	7250.2	7512.0	7794.9	8102.6	15
16	91.3	73.3	65.0	67.5	82.1	10.4	54.4	16.6	7799.8	07.9	16
17	94.3	76.5	68.3	71.0	85.8	14.3	58.6	21.1	04.7	13.3	17
18	5997.2	79.6	71.6	74.4	89.4	18.3	62.9	25.6	09.6	18.7	18
19	6000.2	82.7	74.9	77.9	93.1	22.2	67.1	30.2	14.6	24.1	19
20	6003.2	6185.8	6378.2	6581.4	6796.8	7026.2	7271.3	7534.8	7819.5	8129.5	20
21	06.1	88.9	81.5	84.9	6800.5	30.1	75.5	39.3	24.5	34.9	21
22	09.1	92.1	84.8	88.4	04.3	34.1	79.8	43.9	29.4	40.3	22
23	12.1	95.2	88.1	91.9	08.0	38.0	84.0	48.5	34.4	45.7	23
24	15.0	6198.3	91.4	95.4	11.7	42.0	88.3	53.0	39.3	51.1	24
25	6018.0	6201.5	6394.7	6598.9	6815.4	7045.9	7292.5	7557.6	7844.3	8156.6	25
26	21.0	04.6	6398.0	6602.4	19.1	49.9	7296.8	62.2	49.3	62.0	26
27	24.0	07.7	6401.3	05.9	22.8	53.9	7301.1	66.8	54.3	67.5	27
28	27.0	10.9	04.6	09.4	26.6	57.9	05.3	71.4	59.3	72.9	28
29	30.0	14.0	07.9	12.9	30.3	61.9	09.6	76.0	64.3	78.4	29
30	6033.0	6217.2	6411.3	6616.4	6834.1	7065.9	7313.9	7580.6	7869.3	8183.9	30
31	36.0	20.3	14.6	19.9	37.8	69.8	18.2	85.3	74.3	89.4	31
32	39.0	23.5	17.9	23.5	41.5	73.8	22.4	89.9	79.3	8194.9	32
33	42.0	26.6	21.2	27.0	45.3	77.9	26.7	94.5	84.4	8200.4	33
34	45.0	29.8	24.6	30.5	49.0	81.9	31.0	7599.2	89.4	05.9	34
35	6048.0	6233.0	6427.9	6634.1	6852.8	7085.9	7335.4	7603.8	7894.5	8211.4	35
36	51.0	36.1	31.3	37.6	56.6	89.9	39.7	08.5	7899.5	17.0	36
37	54.0	39.3	34.6	41.1	60.3	93.9	44.0	13.1	7904.6	22.5	37
38	57.0	42.5	37.9	44.7	64.1	7097.9	48.3	17.8	09.7	28.1	38
39	60.0	45.6	41.3	48.2	67.9	7102.0	52.6	22.5	14.7	33.6	39
40	6063.0	6248.8	6444.6	6651.8	6871.7	7106.0	7357.0	7627.1	7919.8	8239.2	40
41	66.0	52.0	48.0	55.3	75.4	10.0	61.3	31.8	24.9	44.8	41
42	69.1	55.2	51.4	58.9	79.2	14.1	65.6	36.5	30.0	50.4	42
43	72.1	58.3	54.7	62.5	83.0	18.1	70.0	41.2	35.1	56.0	43
44	75.1	61.5	58.1	66.0	86.8	22.2	74.3	45.9	40.2	61.6	44
45	6078.1	6264.7	6461.5	6669.6	6890.6	7126.2	7378.7	7650.6	7945.3	8267.2	45
46	81.2	67.9	64.8	73.2	94.4	30.3	83.1	55.3	50.5	72.8	46
47	84.2	71.1	68.2	76.7	6898.2	34.4	87.4	60.0	55.6	78.4	47
48	87.3	74.3	71.6	80.3	02.0	38.5	91.8	64.8	60.7	84.1	48
49	90.3	77.5	75.0	83.9	05.8	42.5	7396.2	69.5	65.9	89.7	49
50	6093.3	6280.7	6478.3	6687.5	6909.7	7146.6	7400.6	7674.2	7971.1	8295.4	50
51	96.4	83.9	81.7	91.1	13.5	50.7	05.0	79.0	76.2	8301.0	51
52	6099.4	87.1	85.1	94.7	17.3	54.8	09.4	83.7	81.4	06.7	52
53	6102.5	90.3	88.5	6698.3	21.1	58.9	13.8	88.5	86.6	12.4	53
54	05.5	93.6	91.9	6701.9	25.0	63.0	18.2	93.3	91.8	18.1	54
55	6108.6	6296.8	6495.3	6705.5	6928.8	7167.1	7422.6	7698.0	7997.0	8323.8	55
56	11.6	6300.0	6498.7	09.1	32.6	71.2	27.0	7702.8	8002.2	29.5	56
57	14.7	03.2	02.1	12.7	36.5	75.3	31.4	07.6	07.4	35.3	57
58	17.8	06.4	05.5	16.3	40.3	79.4	35.9	12.4	12.6	41.0	58
59	20.8	09.7	09.0	20.0	44.2	83.6	40.3	17.2	17.8	46.7	59
60	6123.9	6312.9	6512.4	6723.6	6948.1	7187.7	7444.7	7722.0	8023.1	8352.5	60
Lat.	70°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	77°	78°	79°	Lat.

**TAVOLA XIV**  
**LATITUDINI CRESCENTI PER L'ELLISSOIDE (DA 80 A 90°)**

Meridional Parts

Lat.	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	Lat.
'											'
0	8352.5	8716.3	9122.6	9582.9	10113.9	10741.6	11509.5	12499.1	13893.4	16276.5	0
1	58.2	22.7	29.8	91.1	123.5	753.1	523.9	518.2	922.2	334.3	1
2	64.0	29.1	37.0	9599.4	133.1	764.7	538.3	537.5	951.2	393.0	2
3	69.8	35.5	44.2	9607.6	142.8	776.2	552.8	556.9	13980.4	452.8	3
4	75.6	41.9	51.5	15.9	152.4	787.8	567.3	576.4	14009.9	513.7	4
5	8381.4	8748.4	9158.7	9624.2	10162.1	10799.5	11581.9	12596.0	14039.7	16575.6	5
6	87.2	54.8	66.0	32.5	171.8	811.2	596.6	615.7	069.7	638.7	6
7	93.0	61.3	73.3	40.8	181.6	822.9	611.3	635.5	100.0	703.0	7
8	8398.9	67.8	80.6	49.2	191.3	834.7	626.1	655.4	130.6	768.5	8
9	8404.7	74.3	87.9	57.6	201.1	846.5	641.0	675.5	161.4	835.2	9
10	8410.5	8780.8	9195.2	9666.0	10211.0	10858.3	11655.9	12695.7	14192.6	16903.3	10
11	16.4	87.3	9202.6	74.4	220.8	870.2	670.9	715.9	224.0	16972.8	11
12	22.3	8793.8	09.9	82.8	230.7	882.1	686.0	736.4	255.6	17043.6	12
13	28.1	8800.4	17.3	91.3	240.6	894.1	701.1	756.9	287.6	116.0	13
14	34.0	06.9	24.7	9699.7	250.5	906.1	716.3	777.5	319.9	189.9	14
15	8439.9	8813.5	9232.1	9708.2	10260.5	10918.2	11731.5	12798.3	14352.5	17265.5	15
16	45.8	20.1	39.5	16.8	270.5	930.3	746.9	819.2	385.4	342.8	16
17	51.8	26.7	47.0	25.3	280.5	942.4	762.3	840.3	418.6	421.8	17
18	57.7	33.3	54.4	33.9	290.6	954.6	777.7	861.4	452.2	502.7	18
19	63.6	39.9	61.9	42.4	300.7	966.8	793.2	882.7	486.0	585.5	19
20	8469.6	8846.5	9269.4	9751.0	10310.8	10979.1	11808.8	12904.1	14520.3	17670.4	20
21	75.5	53.2	76.9	59.7	320.9	10991.4	824.5	925.7	554.8	757.5	21
22	81.5	59.8	84.4	68.3	331.1	11003.8	840.3	947.4	589.7	846.8	22
23	87.5	66.5	91.9	77.0	341.3	016.2	856.1	969.2	625.0	17938.4	23
24	93.5	73.2	9299.5	85.7	351.5	028.6	872.0	12991.2	660.6	18032.6	24
25	8499.5	8879.9	9307.0	9794.4	10361.8	11041.1	11887.9	13013.3	14696.6	18129.5	25
26	8505.5	86.6	14.6	9803.1	372.1	053.6	904.0	035.6	733.0	229.1	26
27	11.5	8893.3	22.2	11.9	382.4	066.2	920.1	058.0	769.8	331.8	27
28	17.5	8900.0	29.8	20.6	392.7	078.8	936.3	080.5	806.9	437.6	28
29	23.6	06.8	37.5	29.4	403.1	091.5	952.5	103.2	844.5	546.7	29
30	8529.6	8913.5	9345.1	9838.3	10413.6	11104.2	11968.6	13126.1	14882.5	18650.4	30
31	35.7	20.3	52.8	47.1	424.0	117.0	11985.3	149.1	920.9	776.0	31
32	41.8	27.1	60.5	56.0	434.5	129.8	12001.8	172.2	959.8	18896.6	32
33	47.9	33.9	68.2	64.9	445.0	142.7	018.4	195.6	14999.1	19021.6	33
34	54.0	40.7	75.9	73.8	455.5	155.6	035.0	219.0	15038.8	151.4	34
35	8560.1	8947.5	9383.7	9882.7	10466.1	11168.6	12051.8	13242.7	15079.0	19286.2	35
36	66.2	54.3	91.4	9891.7	476.7	181.6	068.6	266.5	119.7	426.5	36
37	72.3	61.2	9399.2	9900.6	487.4	194.6	085.5	290.4	160.9	572.9	37
38	78.4	68.1	9407.0	09.7	498.0	207.7	102.5	314.6	202.6	725.7	38
39	84.6	74.9	14.8	18.7	508.7	220.9	119.5	338.9	244.7	19885.6	39
40	8590.7	8981.8	9422.6	9927.7	10519.5	11234.1	12136.7	13363.3	15287.5	20053.3	40
41	8596.9	88.7	30.4	36.8	530.3	247.4	153.9	388.0	330.7	229.7	41
42	8603.1	8995.7	38.3	45.9	541.1	260.7	171.3	412.8	374.5	415.5	42
43	09.3	9002.6	46.2	55.0	551.9	274.0	188.7	437.8	418.9	612.0	43
44	15.5	09.5	54.1	64.2	562.8	287.5	206.2	463.0	463.8	820.4	44
45	8621.7	9016.5	9462.0	9973.4	10573.7	11300.9	12223.8	13488.4	15509.3	21042.3	45
46	27.9	23.5	69.9	82.6	584.6	314.4	241.5	513.9	555.5	279.5	46
47	34.2	30.5	77.9	9991.8	595.6	328.0	259.2	539.7	602.3	534.2	47
48	40.4	37.5	85.8	10001.0	606.6	341.6	277.1	565.7	649.7	21809.4	48
49	46.7	44.5	9493.8	010.3	617.7	355.3	295.1	591.8	697.8	22108.5	49
50	8652.9	9051.5	9501.8	10019.6	10628.8	11369.1	12313.1	13618.2	15746.5	22436.2	50
51	59.2	58.6	09.9	028.9	639.9	382.8	331.3	644.7	796.0	22798.4	51
52	65.5	65.6	17.9	038.3	651.1	396.7	349.5	671.5	846.2	23203.3	52
53	71.8	72.7	26.0	047.6	662.3	410.6	367.9	698.4	897.1	662.4	53
54	78.1	79.8	34.0	057.0	673.5	424.6	386.3	725.6	15948.8	24192.3	54
55	8684.5	9086.9	9542.1	10066.4	10684.8	11438.6	12404.8	13753.0	16001.3	24819.1	55
56	90.8	9094.0	50.3	075.9	696.1	452.6	423.5	780.6	054.6	25586.2	56
57	8697.2	9101.1	58.4	085.4	707.4	466.8	442.2	808.5	108.8	26575.1	57
58	8703.5	08.3	66.6	094.9	718.8	481.0	461.1	836.5	163.8	27969.8	58
59	09.9	15.4	74.7	10104.4	730.2	495.2	480.0	864.8	219.7	30351.6	59
60	8716.3	9122.6	9582.9	10113.9	10741.6	11509.5	12499.1	13893.4	16276.5	-----	60
Lat.	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	Lat.

## FORMULARIO

### NAVIGAZIONE LOSSODROMICA

#### Primo problema

Date le coordinate  $\varphi, \lambda$  del punto di partenza, la  $TC$  (*True Course*) e la distanza percorsa  $m$  (espressa in NM), determinare le coordinate  $\varphi', \lambda'$  del punto di arrivo.

La  $TC$  si trasforma nella rotta quadrantale  $R$  (minore di  $90^\circ$ ); per esempio, a  $TC = 290^\circ$  corrisponde la rotta  $R = N 70^\circ W$ .

$$\begin{aligned}\Delta\varphi &= m \cos R; & \varphi' &= \varphi + \Delta\varphi \\ \varphi'_c &= 7915.7 \log_{10} \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right); & \varphi_c &= 7915.7 \log_{10} \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \\ \Delta\varphi_c &= \varphi'_c - \varphi_c \\ \Delta\lambda &= \Delta\varphi_c \tan R; & \lambda' &= \lambda + \Delta\lambda\end{aligned}$$

$\varphi$  e  $\varphi'$  prendono il segno (+) se nord, il segno (-) se sud.

$\Delta\varphi$  prende il primo segno della rotta quadrantale,  $\Delta\lambda$  prende il secondo segno della rotta quadrantale.

**Metodo approssimato;** per  $m < 375$  NM e  $\varphi < 60^\circ$

$$\begin{aligned}\Delta\varphi &= m \cos R; & \varphi' &= \varphi + \Delta\varphi; & \varphi_m &= \frac{\varphi + \varphi'}{2} \\ \Delta\lambda &= \frac{m \sin R}{\cos \varphi_m}; & \lambda' &= \lambda + \Delta\lambda\end{aligned}$$

#### Secondo problema

Date le coordinate  $\varphi, \lambda$  del punto di partenza e quelle  $\varphi', \lambda'$  del punto di destinazione, calcolare la  $TC$  e la distanza  $m$ .

$$\begin{aligned}\varphi'_c &= 7915.7 \log_{10} \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right); & \varphi_c &= 7915.7 \log_{10} \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \\ \Delta\varphi_c &= \varphi'_c - \varphi_c; & \Delta\lambda &= \lambda' - \lambda \\ \tan R &= \frac{\Delta\lambda}{\Delta\varphi_c}; & m &= \frac{\Delta\varphi}{\cos R}\end{aligned}$$

La rotta  $R$  è sempre minore di  $90^\circ$ ; prende come primo segno quello di  $\Delta\varphi$  e come secondo segno quello di  $\Delta\lambda$ . Dalla rotta quadrantale si ricava la  $TC$ .

Nel caso in cui la rotta  $R$  sia prossima a  $90^\circ$ , la distanza  $m$  si ricava attraverso la relazione:

$$m = \frac{\Delta\lambda \cos\varphi_m}{\sin R}$$

Per brevi distanze la rotta si può anche ricavare dalla relazione:

$$\tan R = \frac{\Delta\lambda \cos\varphi_m}{\Delta\varphi}$$

## NAVIGAZIONE ORTODROMICA

### Calcolo della distanza ortodromica $d_0$ tra due punti

Siano  $\varphi$  e  $\lambda$  le coordinate del punto di partenza,  $\varphi'$  e  $\lambda'$  quelle del punto di destinazione. La distanza, in gradi, è ottenuta dalla relazione:

$$\cos d_0 = \sin\varphi \sin\varphi' + \cos\varphi \cos\varphi' \cos\Delta\lambda$$

dove:  $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ . La latitudine di partenza  $\varphi$  si considera sempre positiva,  $\varphi'$  è, invece, positiva se dello stesso segno di  $\varphi$ , negativa se è di segno opposto.

### Calcolo della rotta iniziale $R_i$ tra due punti

Siano  $\varphi$  e  $\lambda$  le coordinate del punto di partenza,  $\varphi'$  e  $\lambda'$  quelle del punto di destinazione. La rotta iniziale è ottenuta dalla relazione:

$$\tan R_i = \frac{\sin\Delta\lambda}{\tan\varphi' \cos\varphi - \sin\varphi \cos\Delta\lambda}$$

$R_i$  è minore di  $90^\circ$  se  $\tan R_i$  è positiva, maggiore di  $90^\circ$  se negativa.

Si conta da N o da S, a seconda del segno della latitudine di partenza, verso E o verso W, a seconda del segno di  $\Delta\lambda$ .

### Calcolo delle coordinate del vertice

Siano  $\varphi$  e  $\lambda$  le coordinate del punto di partenza e  $R_i$  la rotta iniziale; si ha:

$$\begin{aligned}\cos\varphi_v &= \cos\varphi \sin R_i \\ \cot\Delta\lambda_v &= \sin\varphi \tan R_i \\ \lambda_v &= \lambda + \Delta\lambda_v\end{aligned}$$

$\Delta\lambda_v$  è sempre minore di  $90^\circ$ , dello stesso segno di  $\Delta\lambda$  se  $R_i < 90^\circ$ , di segno opposto se  $R_i > 90^\circ$ .

### Calcolo delle coordinate del punto dopo un'assegnata distanza $d_0$

Siano  $\varphi$  e  $\lambda$  le coordinate del punto di partenza,  $R_i$  la rotta iniziale e  $d_0$  la distanza ortodromica (in gradi); si ha:

$$\sin \varphi_x = \sin \varphi \cos d_0 + \cos \varphi \sin d_0 \cos R_i$$

$$\cot \Delta\lambda_x = \frac{\cos \varphi}{\sin R_i \tan d_0} - \frac{\sin \varphi}{\tan R_i}$$

$$\lambda_x = \lambda + \Delta\lambda_x$$

$\Delta\lambda_x$  prende lo stesso segno di  $\Delta\lambda$ ; è però minore di  $90^\circ$  se  $\cot \Delta\lambda_x$  è positiva, maggiore di  $90^\circ$  se negativa.

### Intersezione con un meridiano

Se sono note le coordinate del vertice, la latitudine del punto  $X$  di intersezione con il meridiano di longitudine  $\lambda_x$  si può anche ricavare dalla relazione:

$$\tan \varphi_x = \tan \varphi_v \cos \Delta\lambda_{xv}$$

dove:

$$\Delta\lambda_{xv} = \lambda_v - \lambda_x$$

### Intersezione con un parallelo

L'ortodromia è intersecata da un parallelo di latitudine  $\varphi_x$  in due punti, simmetrici rispetto al vertice, sempre che sia  $\varphi_x < \varphi_v$ . La longitudine si ricava dalla relazione:

$$\cos \Delta\lambda_{xv} = \tan \varphi_x \cot \varphi_v$$

Le longitudini dei punti di intersezione si ricavano dalla relazione:

$$\lambda_x = \lambda_v \pm \Delta\lambda_{xv}$$

## CARTOGRAFIA (TERRA SFERICA)

### Carta di Mercatore

*Relazioni di corrispondenza (in coordinate cartesiane)*



$$x = \lambda$$

$$y = 7915.7 \log_{10} \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

L'unità di misura è il primo di equatore; ad esso viene fatta corrispondere una misura lineare (per esempio  $1' = 0.2 \text{ mm}$ ).

*Modulo di riduzione lineare*

$$n = \sec \varphi$$

### **Carta di Lambert**

Siano  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$  ( $\varphi_1 < \varphi_2$ ) le latitudini dei paralleli secanti.

*Relazioni di corrispondenza (in coordinate polari)*

$$\omega = k\lambda$$

$$\rho = \rho'_e \left[ \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \right]^k$$

dove  $k$  è la costante di convergenza ed è uguale a:

$$k = \frac{\log \cos \varphi_1 - \log \cos \varphi_2}{\log \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi_1}{2}\right) - \log \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2}\right)}$$

Il logaritmo può essere indifferentemente decimale o neperiano;  $\rho'_e$  rappresenta il raggio equatoriale uguale a:

$$\rho'_e = \frac{\cos \varphi_1}{k \left[ \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi_1}{2}\right) \right]^k} = \frac{\cos \varphi_2}{k \left[ \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2}\right) \right]^k}$$

espresso in unità di raggio terrestre; ad esso viene assegnato un valore in mm.

*Modulo di riduzione lineare*

$$n = k \rho'_e \frac{\left[ \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \right]^k}{\cos \varphi}$$

### Carta stereografica polare

Relazioni di corrispondenza (in coordinate polari)

$$\omega = \lambda$$

$$\rho = 2 \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

$\rho$  è espresso in unità di raggio terrestre al quale viene assegnato un valore in mm.

Modulo di riduzione lineare

$$n = \sec^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

### PROBLEMI DEL VENTO

**PROBLEMA N. 1** – Dati la rotta vera ( $TC$ ), la velocità all'aria ( $TAS$ ), gli elementi del vento ( $WD$  e  $WV$ ), ricavare la velocità al suolo ( $GS$ ), l'angolo di correzione di deriva ( $WCA$ ) e la prora vera ( $TH$ ).

$$\alpha = TC - (WD - 180^\circ)$$

$$\sin WCA = \frac{WV}{TAS} \sin \alpha$$

$$GS = \frac{\sin(\alpha + WCA)}{\sin \alpha} TAS; \quad TH = TC + WCA$$

Noti  $\alpha$  e  $WV$ , è possibile ricavare:

- la componente longitudinale del vento ( $LC$ ), nota con il termine *tailwind component*, se positiva, e *headwind component* se negativa;
- la componente trasversale del vento ( $XC$ ), nota con il termine *right crosswind*, se positiva, e *left crosswind* se negativa.

$$LC = WV \cos \alpha \quad XC = WV \sin \alpha$$

**PROBLEMA N. 2** – Dati la prora vera ( $TH$ ), la velocità all'aria ( $TAS$ ) e gli elementi del vento ( $WD$  e  $WV$ ), determinare la rotta vera ( $TC$ ) e la velocità al suolo ( $GS$ ).

$$GS_1 = TAS \sin TH - WV \sin WD$$

$$GS_2 = TAS \cos TH - WV \cos WD$$

$$GS = \sqrt{GS_1^2 + GS_2^2}$$

$$\tan TC = \frac{GS_1}{GS_2}$$

La  $TC$  ricavata con la precedente relazione è minore di  $90^\circ$  (rotta quadrantale) e prende come primo segno  $N$  o  $S$  a seconda del segno (+) o (-) di  $GS_2$  e come secondo segno  $E$  o  $W$  a seconda del segno (+) o (-) di  $GS_1$ . La regola è valida anche per i problemi successivi.

**PROBLEMA N. 3** – Dati la prora vera dell'aeromobile ( $TH$ ) e la velocità all'aria ( $TAS$ ), la rotta vera ( $TC$ ) e la velocità al suolo ( $GS$ ), determinare gli elementi del vento ( $WD$  e  $WV$ ).

$$WV_1 = TAS \sin TH - GS \sin TC$$

$$WV_2 = TAS \cos TH - GS \cos TC$$

$$WV = \sqrt{WV_1^2 + WV_2^2}$$

$$\tan WD = \frac{WV_1}{WV_2}$$

**PROBLEMA N. 4** – Dati gli elementi del vento ( $WD$  e  $WV$ ), la rotta vera ( $TC$ ) e la velocità al suolo ( $GS$ ), determinare la prora vera ( $TH$ ) e la velocità all'aria ( $TAS$ ).

$$TAS_1 = GS \sin TC + WV \sin WD$$

$$TAS_2 = GS \cos TC + WV \cos WD$$

$$TAS = \sqrt{TAS_1^2 + TAS_2^2}$$

$$\tan TH = \frac{TAS_1}{TAS_2}$$

## INTERCETTAZIONE DI UN AEROMOBILE

In presenza di vento ( $WV/WD$ ), un aeromobile  $A$ , di cui è nota la velocità all'aria ( $TAS$ ), deve intercettare un aeromobile  $B$ , posto su un dato rilevamento ( $RIL$ ) e ad una data distanza ( $DIST$ ), in volo con rotta vera ( $TC$ ) e velocità al suolo ( $GS$ ).

Calcolare la prora vera ( $TH$ ) che l'aeromobile  $A$  deve assumere e dopo quanto tempo avviene l'intercettazione (in assenza di vento basta porre  $WV = 0$ ).

Si ipotizza l'aeromobile  $B$  fermo e si calcola il *vento apparente*, risultante tra il vento effettivo e la velocità di  $B$  cambiata di segno.

$$\begin{aligned}
 WV_1 &= GS \sin TC + WV \sin WD \\
 WV_2 &= GS \cos TC + WV \cos WD \\
 WV_{app} &= \sqrt{WV_1^2 + WV_2^2} \\
 \tan WD_{app} &= \frac{WV_1}{WV_2}
 \end{aligned}$$

A questo punto si calcola la prora vera che l'aeromobile deve assumere per intercettare l'aeromobile  $B$  lungo la congiungente  $A-B$  e la velocità relativa risolvendo un normale problema del vento.

$$\begin{aligned}
 \alpha &= RIL + 180^\circ - WD_{app} \\
 \sin WCA &= \frac{WV_{app}}{TAS} \sin \alpha \\
 GS_{rel} &= \frac{\sin(\alpha + WCA)}{\sin \alpha} TAS
 \end{aligned}$$

Si ha, infine, che:  $TH = RIL + WCA$        $tempo = DIST / GS_{rel}$

### CALCOLO DEL RAGGIO D'AZIONE

In presenza di un vento noto ( $WV/WD$ ), un aeromobile deve compiere un volo di ricognizione (con note  $TAS$  e rotta vera  $TC_1$ ) partendo da una base mobile (per esempio da una portaerei in movimento con rotta  $r$  e velocità  $v$ ) e deve farvi ritorno dopo un intervallo di tempo  $T$  (per esempio pari all'autonomia).

Si vuole calcolare la massima distanza alla quale l'aereo si può allontanare (raggio d'azione  $R$ ) e le prorie di andata e di ritorno.

#### 1) Moto reale di allontanamento

Risolvendo il problema del vento (problema n. 1), noti  $TAS$ ,  $TC_1$ ,  $WV$  e  $WD$ , si ricavano  $GS_1$  e  $TH_1$ .

$$\begin{aligned}
 \alpha &= TC_1 - (WD - 180^\circ) \\
 \sin WCA &= \frac{WV}{TAS} \sin \alpha \\
 GS_1 &= \frac{\sin(\alpha + WCA)}{\sin \alpha} TAS \\
 TH_1 &= TC_1 + WCA
 \end{aligned}$$

2) *Moto relativo di allontanamento*

Noti gli elementi del moto reale dell'aeromobile ( $TC_1$  e  $GS_1$ ) e quelli della base mobile ( $r$  e  $v$ ), si calcolano gli elementi del moto relativo:

$$\begin{aligned} GS_{rel.out1} &= GS_1 \sin TC_1 - v \sin r \\ GS_{rel.out2} &= GS_1 \cos TC_1 - v \cos r \\ GS_{rel.out} &= \sqrt{GS_{rel.out1}^2 + GS_{rel.out2}^2} \\ \tan TC_{rel.out} &= \frac{GS_{rel.out1}}{GS_{rel.out2}} \end{aligned}$$

3) *Calcolo del vento apparente*

$$\begin{aligned} WV_{app1} &= WV \sin WD + v \sin r \\ WV_{app2} &= WV \cos WD + v \cos r \\ WV_{app} &= \sqrt{WV_{app1}^2 + WV_{app2}^2} \\ \tan WD_{app} &= \frac{WV_{app1}}{WV_{app2}} \end{aligned}$$

4) *Moto relativo di avvicinamento*

Si calcola:  $TC_{rel.home} = TC_{rel.out} \pm 180^\circ$

Risolvendo il problema del vento, noti  $TAS$ ,  $TC_{rel.home}$ ,  $WV_{app}$  e  $WD_{app}$ , si ricavano  $GS_{rel.home}$  e  $TH_2$ .

$$\begin{aligned} \alpha &= TC_{rel.home} - (WD_{app} - 180^\circ) \\ \sin WCA &= \frac{WV_{app}}{TAS} \sin \alpha \\ GS_{rel.home} &= \frac{\sin(\alpha + WCA)}{\sin \alpha} TAS ; \\ TH_2 &= TC_{rel.home} + WCA \end{aligned}$$

5) *Calcolo del raggio d'azione*

$$t_1 = T \frac{GS_{rel.home}}{GS_{rel.home} + GS_{rel.out}}$$

$$R = GS_1 \times t_1$$

6) *Moto reale di avvicinamento*

$$GS_{21} = TAS \sin TH_2 - WV \sin WD$$

$$GS_{22} = TAS \cos TH_2 - WV \cos WD$$

$$GS_2 = \sqrt{GS_{21}^2 + GS_{22}^2}$$

$$\tan TC_2 = \frac{GS_{21}}{GS_{22}}$$

$$t_2 = T - t_1; \quad m_2 = GS_2 t_2$$

La distanza  $m_2$  rappresenta il cammino da percorrere per ritornare alla base mobile.

Se la base di partenza è fissa, si ponga nel formulario  $v = 0$ ; in assenza di vento si ponga  $WV = 0$ .