

CONTENUTO

NAVIGAZIONE TRADIZIONALE 5

Costruzione delle carte	6
Latitudine e longitudine.....	7
Posizione.....	8
Uso delle carte	10
Declinazione magnetica e deviazione	12
Bussola di governo	14
Log (o solcometro)	15
Strumenti di carteggio	16
Scarroccio e corrente	17
Uso della bussola da rilevamento	18
Altri ausili alla navigazione	22
Alcuni simboli in uso nelle carte nautiche	23
Navigare di notte	24
Sistema di segnalamento IALA.....	28
Maree.....	30
Luci dei fanali di navigazione	36
Riepilogo	38

NAVIGAZIONE ELETTRONICA 39

GPS	40
GPS – come funziona	41
Ricevitori GPS.....	42
Waypoint	43
Chart plotter	45
Waypoint e rotte	47
Impostazioni del display	48
Radar	50
Come funziona il radar	51
Discriminazione	52
Uso del radar.....	53
Prevenire le collisioni	56
AIS	58

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA 59

La posizione geografica del Sole	60
Modello astronomico	61
Principi di navigazione astronomica	62
Angoli orari	63
Osservazione della meridiana	64
Misurare l'altezza del Sole.....	65
UTC, fuso orario e ora legale.....	66
Calcolare un'osservazione	67
Effettuare l'osservazione della meridiana..	71
Tracciamento delle linee di posizione.....	72
Determinazione diretta di lat. e long.....	73
Correzioni	74
Stelle.....	77
Polare (stella del Nord).....	80
Uso della calcolatrice.....	81
Tavole e formule.....	83
Indice analitico.....	84

INTRODUZIONE

Lo scopo di questo libro è insegnarvi a **navigare nel modo tradizionale** utilizzando la bussola, il solcometro e gli strumenti di carteggio, nonché a navigare con l'ausilio di **strumenti elettronici** come il GPS, il radar e il chartplotter. Inoltre, apprenderete le basi della **navigazione astronomica** utilizzando il sole e le stelle per determinare il punto nave mediante il sestante, le Effemeridi, le tavole nautiche e un orologio di precisione.

Conoscere la navigazione tradizionale è molto importante non solo in caso di avaria degli apparati elettronici, ma anche per individuare impostazioni errate o malfunzionamenti di questi strumenti.

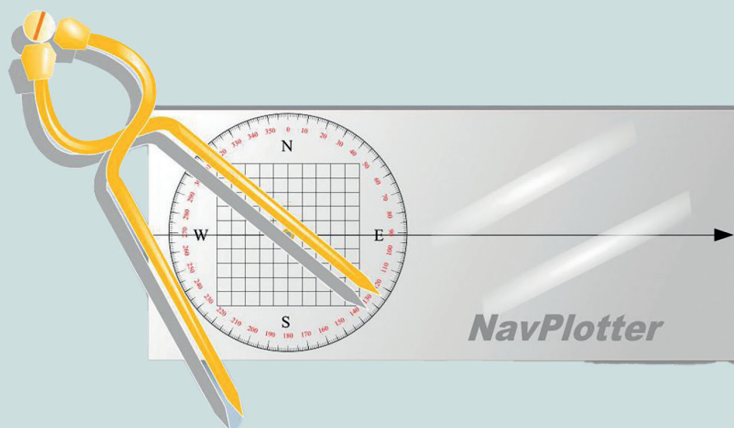
Ciò che distingue questo manuale da molti altri sono i testi brevi e mirati, supportati da oltre 120 illustrazioni. Il mio obiettivo è stato quello di rendere semplice la ricerca, la comprensione e la memorizzazione degli argomenti contenuti.

Un sincero ringraziamento a Harald Erik Bjerke per la sua traduzione del testo originale in norvegese.

Al lettore e al navigatore auguro Buon Vento e Buona Fortuna!

Ivar Dedekam

NAVIGAZIONE TRADIZIONALE



1

La navigazione costiera tradizionale comporta l'impiego di carte nautiche, bussola, compasso, squadrette, solcometro, scandaglio e altri strumenti.

È importante possedere una conoscenza basilare di questo tipo di navigazione così da essere in grado di riconoscere eventuali malfunzionamenti o errori di un qualsiasi apparato elettronico installato a bordo.

Nel capitolo successivo verrà trattata la **navigazione elettronica**, che comprende l'impiego di radar, GPS e carte elettroniche.

Nell'ultimo verrà invece illustrato come determinare la propria posizione con l'uso del sestante, delle tavole nautiche e dell'ora esatta, secondo i principi della **navigazione astronomica**.

Poiché la Terra non è una sfera perfetta, ma leggermente schiacciata ai poli, sorgono alcune difficoltà nella costruzione delle carte. Nel tempo sono stati sviluppati numerosi **dati cartografici o riferimenti geodetici** per rappresentare, nel modo più accurato possibile, la forma irregolare del pianeta.

COSTRUZIONE DELLE CARTE

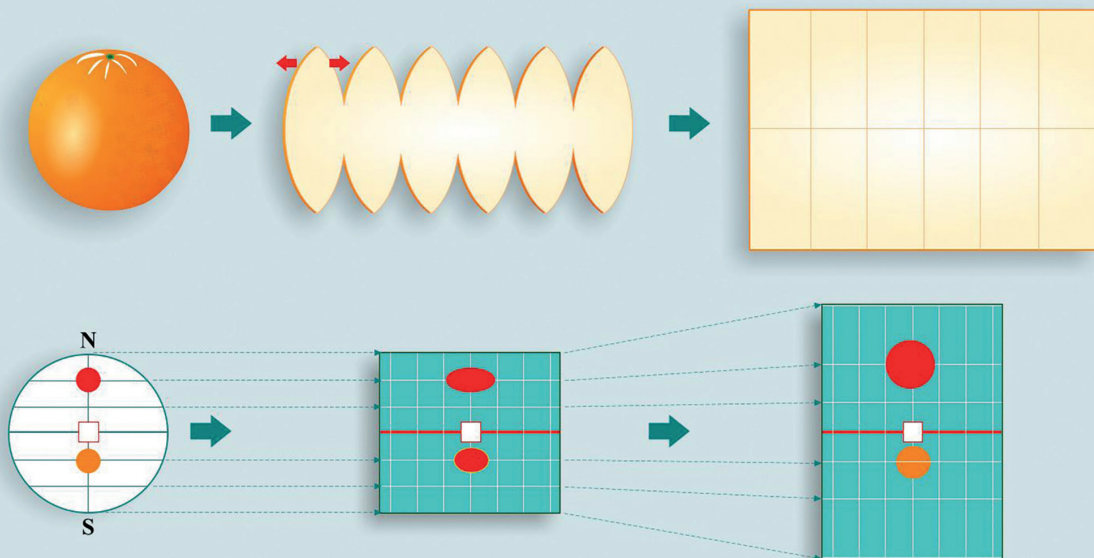
Nel corso dei secoli sono state impiegate diverse **proiezioni** per trasferire su carta le forme e i contorni della Terra.

Mercatore* sviluppò un metodo in cui la superficie terrestre veniva idealmente considerata come un cilindro, allungando le sezioni curvilinee in modo che i **meridiani** diventassero delle rette parallele. Questo procedimento comportava tuttavia una deformazione progressiva delle terre emerse man mano che ci si allontanava dall'equatore. Per ovviare a questo, le carte vennero dilatate nel senso nord-sud in modo che le terre emerse recuperassero le proporzioni

corrette. È per questo motivo che nella carta di Mercatore la distanza tra i paralleli aumenta quanto più ci si sposta verso nord o verso sud dall'equatore. Ne deriva una distorsione delle dimensioni delle rappresentazioni per cui le regioni lontane dall'equatore appaiono più grandi di quanto non siano nella realtà.

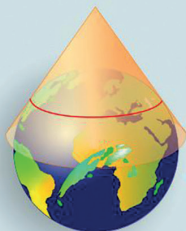
* Gerard Kremer, detto il Mercatore, (1512-1594) – matematico fiammingo che elaborò la teoria della proiezione cilindrica centrale nella quale la superficie terrestre è idealmente proiettata su un cilindro di carta tangente l'Equatore.

Le sezioni curve vengono appiattite e dilatate... ... e la sfera terrestre diventa una superficie piana.

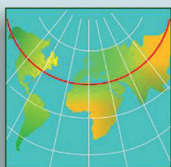


Le aree distanti dall'Equatore appaiono più larghe, perciò la carta viene dilatata in altezza per compensare la deformazione.

Differenti tipi di proiezione



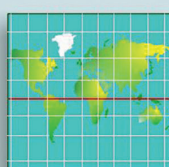
conica



gnomonica (polare)



cilindrica centrale (Mercatore)



LATITUDINE E LONGITUDINE

Le carte nautiche moderne si basano su un sistema di riferimento internazionale costituito da una griglia formata da **cerchi massimi** e cerchi minori, comunemente detti **paralleli**.

Paralleli

Un piano passante per il centro della Terra individua sempre un **cerchio massimo** sulla superficie terrestre. Ne è un esempio l'Equatore, che divide la Terra in emisfero boreale (settentrionale) ed emisfero australe (meridionale). Se invece sezioniamo la Terra con piani paralleli all'Equatore, otteniamo una serie di **cerchi minori**, detti **paralleli**.

L'Equatore è dunque un cerchio massimo equidistante dai due poli, al quale viene assegnata la **latitudine 00°**. Gli altri paralleli presentano latitudini crescenti fino a raggiungere i 90° ai due poli.

La latitudine è definita come la distanza angolare, espressa in gradi, a Nord o a Sud dell'Equatore. Ad esempio, 45° N è il parallelo che si trova equidistante tra l'Equatore e il Polo Nord.

Meridiani

I cerchi massimi generati da piani perpendicolari al piano dell'Equatore e passanti per entrambi i poli (e quindi anche per il centro della Terra) costituiscono quelli che chiamiamo **cerchi di longitudine**. Questi cerchi sono divisi ai poli in due semicerchi che sono denominati **meridiani**.

Ai fini pratici si assume come riferimento il meridiano fondamentale, o **meridiano 0**, che passa per l'Osservatorio di **Greenwich**, vicino a Londra, e al quale è assegnata la longitudine 000°.

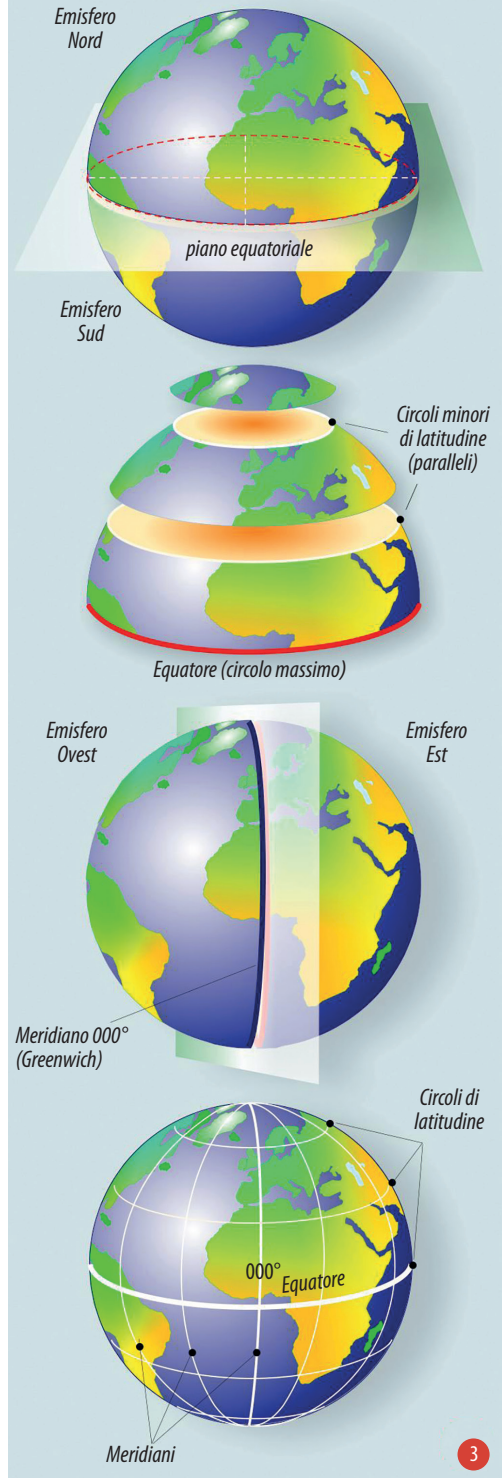
I meridiani successivi vengono numerati a intervalli di 010°, 020°, 030°, e così via, verso **Est** (E) e verso **West** (W) rispetto a Greenwich. A 180° i meridiani E e W si incontrano, formando un unico meridiano comune denominato **linea di cambio data**. Questa linea segue **approssimativamente** il meridiano di 180° anche se in alcuni tratti ha deviazioni concordate per rispettare confini politici e unità territoriali.

Quando si attraversa la linea di cambio data è necessario correggere la data a causa della rotazione terrestre, che avviene da Ovest verso Est. La Terra compie una rotazione completa in 24 ore, pari a 360°, cioè 15° di longitudine in un'ora. Per effetto di questa rotazione, il Sole appare muoversi nel cielo da Est verso Ovest.

Di conseguenza, spostandosi verso Est l'ora locale risulta progressivamente più "avanti", mentre spostandosi verso Ovest, più "indietro". Dopo un numero sufficiente di fusi orari, per mantenere la coerenza del calendario si attraversa la linea di cambio data: attraversandola da Ovest verso Est si sottrae un giorno (si passa al giorno precedente), attraversandola da Est verso Ovest si aggiunge un giorno (si passa al giorno successivo).

Tutto ciò ha poca rilevanza nella navigazione costiera, ma diventa fondamentale nella navigazione astronomica e nell'impiego delle Tavole di Marea e delle Tavole Nautiche.

Paralleli e meridiani



POSIZIONE

Qualsiasi punto sulla superficie terrestre può essere definito mediante due coordinate: latitudine e longitudine. La latitudine è determinata dal parallelo che passa per quel punto, la longitudine dal meridiano che lo interseca.

Tutti i punti situati su uno stesso parallelo hanno la stessa latitudine, così come tutti i punti su uno stesso meridiano hanno la stessa longitudine.

Tuttavia, solo l'intersezione di un parallelo e di un meridiano identifica un punto univoco, cioè una posizione geografica precisa.

Il punto in cui ci si trova è detto **Punto Nave (PN)**.

Quando si indica una posizione, per convenzione internazionale, si riporta prima la latitudine seguita dalla longitudine.

Nell'esempio illustrato, l'unità A si trova in latitudine 33° N (33 gradi nord) e longitudine 045° W (45 gradi ovest). Il punto nave verrà così espresso:

33°N 045°W

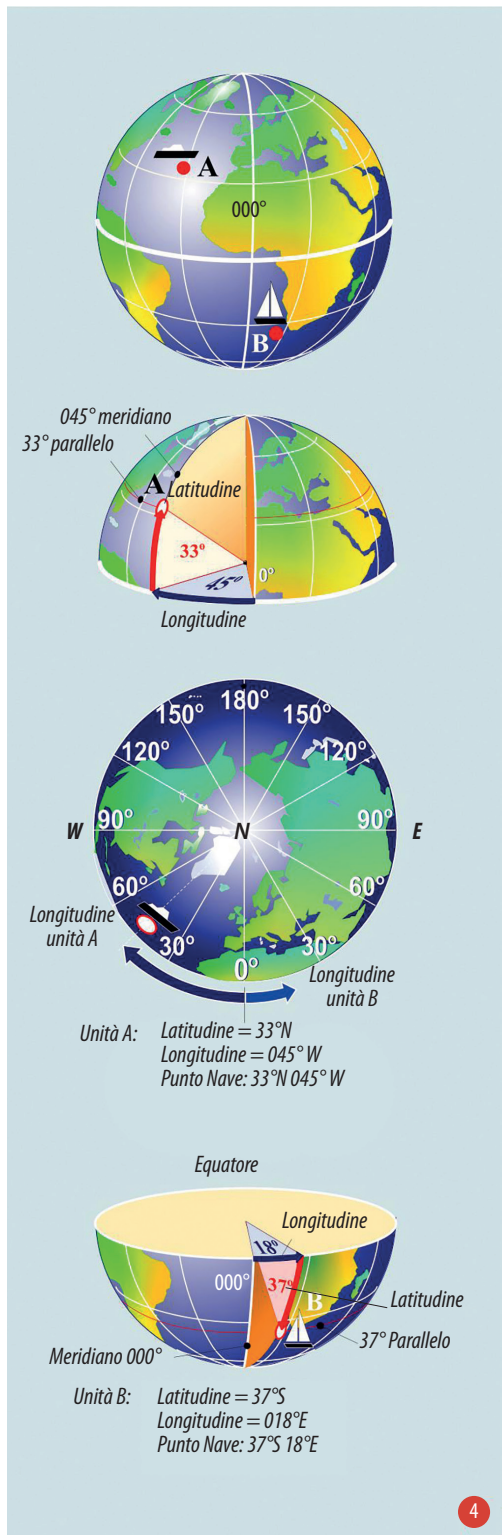
L'unità B, situata nell'emisfero sud, ha una latitudine di 37° S e una longitudine di 018° E. Il punto nave verrà così espresso:

37°S 018°E

In questi esempi le posizioni sono espresse in gradi interi, un'indicazione troppo approssimata per un uso nautico. Come illustrato a p. 9, le posizioni vengono normalmente indicate in gradi e primi (minuti):

La posizione dell'unità A sarà quindi: 33°23' N 045°11' W oppure, in forma alternativa: N33°23' W045°11'. In ogni caso, la latitudine viene sempre indicata per prima.

Per convenzione, la latitudine è espressa con due cifre (da 00°-90° N o S), la longitudine con tre cifre (000°-180° E o W).



Tutti i cerchi massimi possono essere suddivisi in **360 gradi** (°). Ogni grado è composto da **60 primi** (') e ciascun primo è a sua volta suddiviso in **60 secondi** ("). Oggi è prassi comune utilizzare i decimali (decimi di primo) invece dei secondi.

$$1 \text{ grado} = 1^\circ = 60 \text{ primi } (60')$$

$$1 \text{ minuto} = 1' = 60 \text{ secondi } (60'')$$

Quindi:

$$1' 30'' = 1 \text{ primo } 30 \text{ secondi} \equiv 1,5 \text{ primi} = 1,5'$$

Miglio nautico (M)

Un **miglio nautico** è definito come **1 primo di arco** (o 1/60 di grado di latitudine) **misurato lungo un meridiano**.

Dall'Equatore al Polo Nord o Sud, in un quarto di circolo massimo, vi sono 90° nei quali sono contenuti 60':

$$90 \times 60 = 5400 \text{ primi di arco} = 5400'$$

Il circolo massimo è quattro volte quella distanza:

$$5400' \times 4 = 21.600'$$

Poiché la circonferenza della Terra è stata determinata in circa 40.000 km \equiv 40.000.000 m:

$$1 \text{ miglio nautico} = 40\,000\,000 : 21600 = 1851,85\text{m}$$

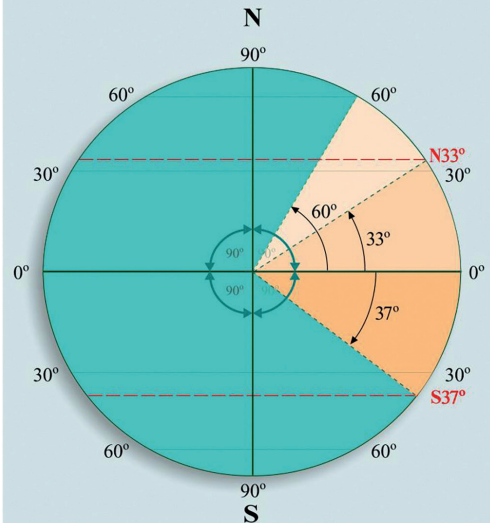
Arrotondando la cifra, risulta:

$$1 \text{ miglio nautico} = 1\text{M} = 1852\text{m}$$

Nell'esempio riportato a p. 8, la posizione di un'unità è indicata in 33°N 045°W. In modo più preciso, potrebbe essere indicata in 33°23'N 045°11'W= 33 gradi 23 primi N - 45 gradi 11 primi W. Questa è la forma corretta per indicare una posizione.

Se è richiesta una maggiore precisione, si possono aggiungere anche i **decimi di primo**. Ad esempio: 33°23.7'N 045°11.3'W.

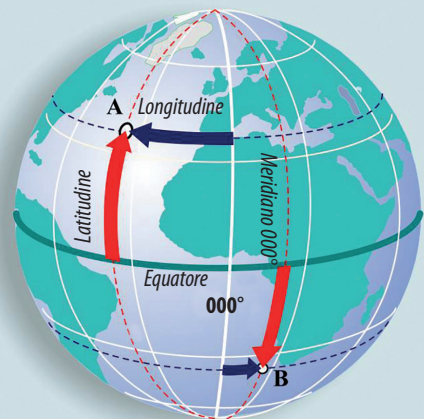
Gradi, primi e miglio nautico



$$1 \text{ grado} = 1^\circ = 60 \text{ primi} = 60'$$

$$\text{Circolo massimo: } 4 \times 90 \times 60' = 360 \times 60' = 21.600'$$

5

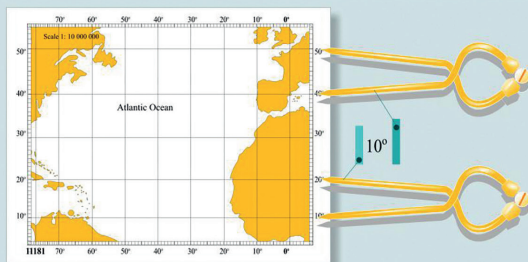


La latitudine è la distanza in gradi e primi dall'Equatore 00°.

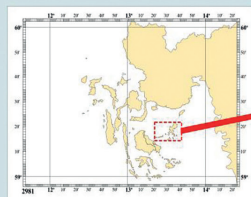
La longitudine è la distanza in gradi e primi dal meridiano 000°.

6

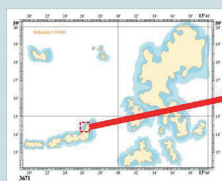
USO DELLE CARTE



Carta per traversata: 1:10 000 000



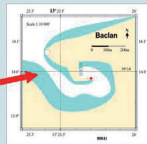
Carta costiera: 1:250 000



Carta dei litorali: 1:50 000

Latitudini crescenti (p. 6)

Notare la differenza di un arco di $10^\circ (= 600' = 600M)$ misurato a latitudini diverse. Questo divario è più evidente sulle carte a piccola scala ed appena percettibile su gran parte delle carte a scala 1:50 000. **Provate voi stessi con un compasso!**



Piano nautico: 1:10 000

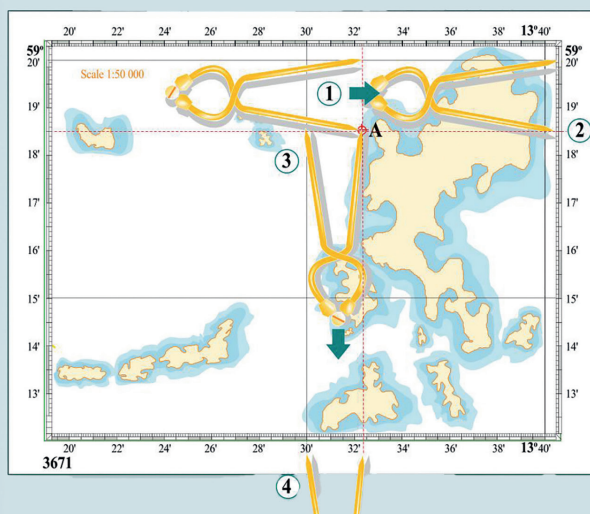
7

In navigazione si utilizzano carte nautiche di varie scale. La scala indica quanto una distanza reale è stata ridotta sulla carta.

Ad esempio, 1:50 000 è una scala molto comune. In questo caso 1 mm sulla carta corrisponde a 50 000 mm (ossia 50 metri) nella realtà. Altre carte, come **piani nautici** e **carte speciali** possono avere una

scala 1:10 000 o 1:25 000. Di uso assai comune sono le **carte costiere** con scala inferiore a 1:200 000 e le **carte generali per traversate** con una scala molto piccola.

Attenzione: 1:10 000 è considerata una scala **maggiore** di 1:250 000.



Definire le coordinate di un Punto Nave sulla carta

1. Aprire il compasso in verticale e posizionare una punta sul PN e l'altra sul parallelo più vicino.
2. Trasferire l'apertura del compasso sul bordo laterale della carta, mantenendo una punta sul parallelo preso a riferimento e prendere nota della latitudine.
3. Aprire il compasso in orizzontale e posizionare una punta sul PN e l'altra sul meridiano più vicino.
4. Portare il compasso sulla scala delle longitudini posta ai margini superiore o inferiore della carta, mantenendo una punta sul meridiano preso a riferimento, e annotare la longitudine.

Latitudine: **$59^\circ 18.5' N$**

Longitudine: **$013^\circ 32.4' E$**

Posizione del PN A: **$59^\circ 18.5' N, 013^\circ 32.4' E$**

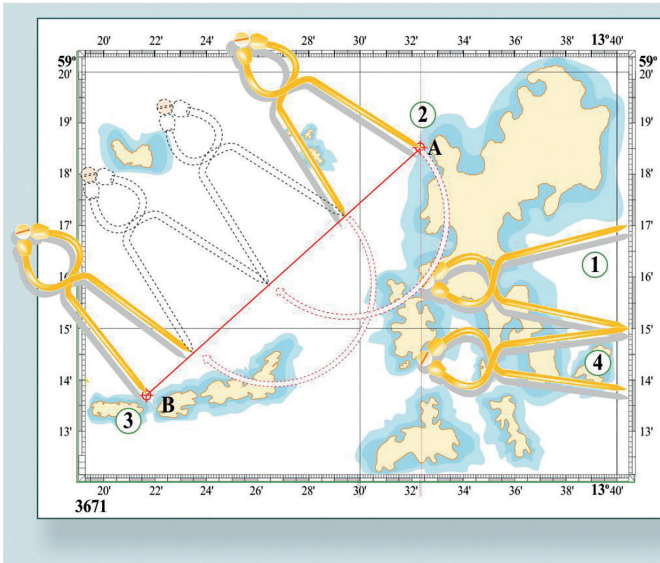
N.B. La latitudine aumenta dal basso verso l'alto perché ci troviamo nell'emisfero Nord, mentre la longitudine aumenta verso destra perché la zona sulla carta si trova a Est di Greenwich.

8

Teoricamente, per determinare una posizione sulla carta si potrebbe tracciare una linea orizzontale dal punto considerato fino al bordo laterale e leggere la latitudine sulla scala. Analogamente, tracciando una linea verticale (verso l'alto o il basso) si potrebbe leggere la longitudine sul margine superiore o inferiore della carta. Tuttavia, nella pratica, si usa il compasso con cui misurare la distanza dal punto alla linea orizzontale (parallelo) o verticale

(meridiano) più vicina, quindi si trasferisce l'apertura del compasso lungo la stessa linea fino ai bordi, dove si effettua la lettura precisa di latitudine e longitudine.

La lettura delle coordinate avviene quindi identificando il parallelo e il meridiano che si incrociano nel PN e che corrispondono alle linee passanti per le scale di latitudine e longitudine poste ai margini della carta stessa.



Misurare la distanza tra due punti (A e B)

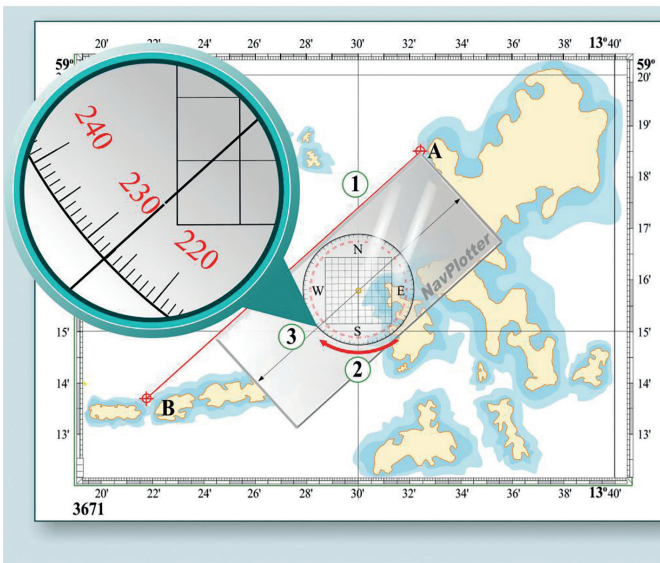
1. Il metodo più comune è quello di misurare un numero intero di miglia nautiche sulla scala delle latitudini sul bordo destro o sinistro della carta.
2. Posizionare una punta del compasso sul punto A e con le punte farlo avanzare verso il punto B, avvicinandosi quanto più possibile.
3. Misurare con il compasso la distanza residua tra l'ultimo punto e B.
4. Riportare infine l'apertura del compasso sulla scala delle latitudini per determinare la distanza parziale, quindi sommare tutte le misurazioni per ottenere la distanza totale:

Distanza = 3 × 2 M + 1.2 M = 7.2 M

9

La distanza tra due punti può essere misurata con altri metodi, ma nella pratica si utilizza quasi sempre il compasso. Ricorda di usare **sempre la scala delle latitudini**, posta sul bordo destro o sinistro della carta, alla stessa altezza dell'area compresa tra A e B. Questo

perché il primo di latitudine aumenta con la latitudine, anche se tale variazione è quasi impercettibile su carte in scala 1:50.000. Esercitati su carte con scale diverse fino a quando sarai certo di averne ben compreso il concetto.



Misurare una rotta da A a B

1. Posizionare il regolo lungo la retta che unisce A e B e sovrapporlo a un meridiano in modo che sia visibile all'interno nel centro della rosa graduata orientabile.
2. Ruotare la rosa fino a farla coincidere con il meridiano, assicurandosi che il Nord (N) si trovi in alto.
3. Leggere sulla rosa il valore della rotta: 227°



10

A questo punto hai determinato la rotta da A a B che la tua imbarcazione può seguire. Esistono diversi tipi di regoli utilizzabili a tale scopo (vedi p.16). Questo rappresenta il principio fondamentale della navigazione tradizionale: come passare da un punto (A) a un altro (B) tracciando la rotta sulla carta.

Una volta stabilita la rotta, ti basterà dunque mantenere la direzione indicata dalla bussola e controllare l'avanzamento con il solcometro?

Non è così! Nella realtà occorre tenere conto di numerosi fattori di errore e di scostamento, come la declinazione e la deviazione della bussola, l'effetto della corrente, il vento e la corrente di marea. Tutti fattori che verranno trattati nel seguito nel manuale.

DECLINAZIONE MAGNETICA E DEVIAZIONE

Declinazione magnetica

Il Polo Nord magnetico si trova attualmente a Nord del Canada, ma si sposta lentamente e in modo continuo all'interno delle regioni artiche. La declinazione magnetica è la differenza espressa in gradi tra il Nord vero (geografico) e il Nord magnetico indicato dalla bussola.

Se il Polo Nord magnetico coincidesse con il Polo Nord geografico, l'ago magnetico della bussola indicherebbe sempre con precisione il Nord vero lungo il meridiano che passa per la tua posizione.

In realtà, la declinazione magnetica può diventare rilevante in alcune aree del globo.

Consulta sempre la carta nautica e calcola la declinazione magnetica della tua area di navigazione (vedi Fig. 18, p. 16).

Deviazione (δ)

La bussola magnetica è influenzata anche da disturbi locali dovuti a materiali e apparati presenti a bordo. Ferro e acciaio generano **campi magnetici propri**, mentre circuiti elettrici e altoparlanti producono **campi elettromagnetici** che pure possono far deviare l'ago della bussola dalla direzione del Nord magnetico. Questo fenomeno è noto come **deviazione**. La deviazione varia a seconda dell'orientamento della prora tenuta dalla barca e ricorda che le deviazioni potrebbero mutare nel tempo.

Troppi comandanti di barche da diporto non tengono conto della deviazione, un errore che può avere serie conseguenze in condizioni di nebbia fitta, quando si può fare affidamento solo sulla bussola.

N.B. Parte della deviazione può essere eliminata correggendo la bussola mediante i magneti compensatori integrati, un'operazione che però deve essere eseguita da esperti, i periti compensatori.

Controlla periodicamente la tabella delle deviazioni!

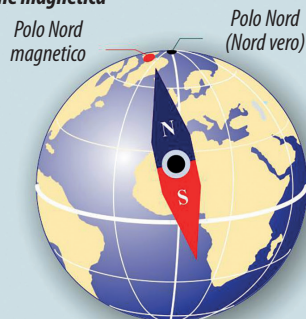
Verifica l'attendibilità della tabella delle deviazioni (documento obbligatorio a bordo di imbarcazioni in navigazione oltre 6M dalla costa N.d.T.) per poi eventualmente far intervenire il perito compensatore. Di seguito è illustrato un metodo semplice e rapido per verificare l'attendibilità dei valori indicati in tabella.

Bussola portatile da rilevamento

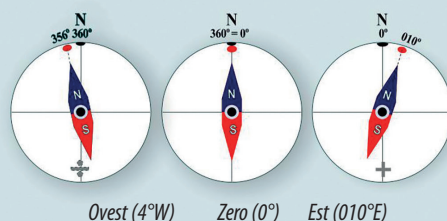
Fai un'uscita in una giornata di mare calmo posizionandoti a bordo in un punto dove la deviazione locale sia minima o nulla. Questo punto varia da un'imbarcazione all'altra. Fai mantenere al timoniere le prorie principali con la bussola di governo e confrontali con i corrispondenti valori della bussola da rilevamento. In questo modo puoi ottenere i valori delle deviazioni come mostrato in figura. Inoltre puoi rappresentare i dati ottenuti anche graficamente come illustrato nella figura a lato. Osserva come la deviazione cambia al variare della prora. Il motore spesso può influire sensibilmente sull'ago magnetico. Nella figura in basso si vede come il campo magnetico del motore attiri la bussola a seconda dell'orientamento della prora.

In linea di principio, quando si naviga su un allineamento è buona norma verificare la deviazione per mantenere un controllo sulla tabella delle deviazioni.

Declinazione magnetica

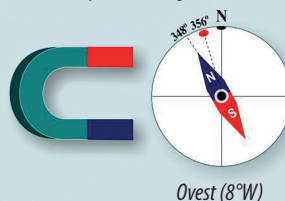


La declinazione magnetica cambia costantemente e varia a seconda del luogo.

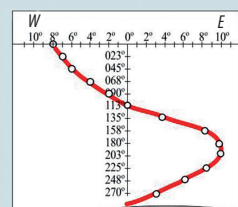


Deviazione

La deviazione indica quanto il campo magnetico di bordo influisce sulla bussola, spostando l'ago dal Nord magnetico.



PRORA BUSSOLA	DEVIAZIONE
000° (N) = 360°	8° W
023° (NNE)	7° W
045° (NE)	6° W
068° (ENE)	4° W
090° (E)	2° W
113° (ESE)	0° W
135° (SE)	4° E



Prora 270° δ 3°E



Prora 90° δ 2°W